



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

**PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PARA MEJORAR LA EFICIENCIA DEL
SISTEMA HIDRÁULICO DE UNA IMPRESORA FLEXOGRÁFICA CARINT GEMINI GT1200**

Marco Antonio García Marroquín

Asesorado por el Ing. Carlos Enrique Chicol Cabrera

Guatemala, noviembre de 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PARA MEJORAR LA EFICIENCIA DEL
SISTEMA HIDRÁULICO DE UNA IMPRESORA FLEXOGRÁFICA CARINT GEMINI GT1200**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

MARCO ANTONIO GARCÍA MARROQUÍN

ASESORADO POR EL ING. CARLOS ENRIQUE CHICOL CABRERA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Narda Lucía Pacay Barrientos
VOCAL V	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Carlos Enrique Chicol Carrera
EXAMINADOR	Ing. Byron Giovanni Palacios Colindres
EXAMINADOR	Ing. Milton Alexander Fuentes Orozco
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PARA MEJORAR LA EFICIENCIA DEL SISTEMA HIDRÁULICO DE UNA IMPRESORA FLEXOGRÁFICA CARINT GEMINI GT1200

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica, con fecha 20 de febrero de 2013.



Marco Antonio García Marroquín

Guatemala 23 de octubre de 2014

Ingeniero
Julio Cesar Campos Paiz
Director de Escuela de Ingeniería Mecánica
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala

Señor Director:

Por medio de la presente, le informo que he concluido con la asesoría brindada al estudiante Marco Antonio García Marroquín, quien se identifica con carné: 2005-11847 en su trabajo de graduación titulado:

PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PARA MEJORAR LA EFICIENCIA DEL SISTEMA HIDRÁULICO DE UNA IMPRESORA FLEXOGRÁFICA CARINT GEMINI GT1200.

Dicha asesoría consistió en supervisión y acompañamiento técnico-profesional, revisión y correcciones del trabajo antes mencionado.

Sin otro particular, me es grato suscribirme de usted,

atentamente,



MA. Ing. Carlos Enrique Chicol Cabrera
Colegiado No. 6965

Ma. Ing. Carlos E. Chicol C.
COL. No. 6965



USAC

TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Escuela de Ingeniería Mecánica

Ref.E.I.Mecanica.281.2014

El Coordinador del Área de Complementaria, de la Escuela de Ingeniería Mecánica, luego de conocer el dictamen del Asesor y habiendo revisado en su totalidad el trabajo de graduación titulado **PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PARA MEJORAR LA EFICIENCIA DEL SISTEMA HIDRÁULICO DE UNA IMPRESORA FLEXOGRÁFICA CARINT GEMINI GT1200.** Del estudiante **Marco Antonio García Marroquín**, recomienda su aprobación.

"Id y Enseñad a Todos"



Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez
Coordinador del Área de Complementaria
Escuela de Ingeniería Mecánica

Guatemala, Octubre de 2014.



USAC

TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Escuela de Ingeniería Mecánica

Ref.E.I.Mecanica.295.2014

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica, de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, con la aprobación del Coordinador del Área de Complementaria del trabajo de **PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PARA MEJORAR LA EFICIENCIA DEL SISTEMA HIDRÁULICO DE UNA IMPRESORA FLEXOGRÁFICA CARINT GEMINI GT 1200**, del estudiante **Marco Antonio García Marroquín**, procede a la autorización del mismo.

"Id y Enseñad a Todos"

MA Ing. Julio César Campos Paiz
Director
Escuela de Ingeniería Mecánica



Guatemala, Noviembre de 2014.



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica, al trabajo de graduación titulado: **PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PARA MEJORAR LA EFICIENCIA DEL SISTEMA HIDRÁULICO DE UNA IMPRESORA FLEXOGRÁFICA CARINT GEMINI GT 1200**, presentado por el estudiante universitario: **Marco Antonio García Marroquín**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
Decano en funciones



Guatemala, noviembre de 2014

/cc

ACTO DE DEDICO A:

Dios

Por regalarme el don maravilloso de ser su hijo, el don de mi vida, por el don de tener una excelente familia, por su fidelidad y, por siempre estar conmigo en cada momento de mi vida.

A María Auxiliadora, San Juan Bosco, San Judas Tadeo y al Señor de Esquipulas

Por su constante intercesión en mi vida y por ser modelos que me guían a Dios.

Mis padres

Rafael Alfredo García Marroquín y Ana Alejandrina Marroquín Pacheco, porque con su ejemplo me han guiado a ser un hombre de bien, a superarme y a dar lo mejor de mí en todas las actividades que realizo, porque siempre me educaron con amor y firmeza y por ser cimientos sólidos de mi hogar.

Mis hermanas

Vilma Estela y Alejandrina, por su complicidad, su apoyo incondicional y por siempre estar conmigo en alegrías y momentos de dificultad.

Mis abuelitos

Estela Marroquín, Vilma Pacheco y Otilio Marroquín, ser segundos padres para mí, por su amor y su ejemplo de vida.

Mi novia

Irma Zelaya, por su amor incondicional, por ser mi complemento y compartir conmigo alegrías y tristezas.

Mis tías

Dora García, Vilma Marroquín y a mis tíos Omar Marroquín, Carlos Lima y Rolando Valdez, por su ejemplo de vida y su presencia incondicional en mi vida.

Mis primos

En especial a Gustavo y Carlos de la Roca, Juan Carlos, Pedro Luis y Omar Lima, por su complicidad y el amor fraterno que nos une.

Mis familiares difuntos

Alfredo García, Otto Marroquín, Bruno García, Armando García, Bernardo García, Marco Antonio Marroquín y Olimpia Porras, con los que me hubiera gustado compartir esta alegría y que hasta el cielo les envió un abrazo con mucho amor.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	III
LISTA DE SÍMBOLOS	V
GLOSARIO	VII
RESUMEN.....	IX
OBJETIVOS.....	XI
INTRODUCCIÓN	XIII
1. GENERALIDADES DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN TECHNOFILMS.....	1
1.1. Misión	1
1.2. Visión.....	1
1.3. Estructura organizacional	1
1.4. Ubicación.....	2
2. PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PARA MEJORAR LA EFICIENCIA DEL SISTEMA HIDRÁULICO DE UNA IMPRESORA FLEXOGRÁFICA CARINT GEMINI GT1200	5
2.1. Diagnóstico de la situación actual	5
2.2. Diagrama de árbol	14
2.3. Revisión de la instalación del equipo.....	18
2.3.1. Análisis de aceite	19
2.3.2. Revisión de los sistemas de enfriamiento.....	22
2.3.3. Revisión de mangueras y filtros.....	25
3. ELABORACIÓN DE PROCEDIMIENTOS.....	27

3.1.	Procedimiento sobre seguridad industrial	27
3.2.	Procedimiento de solicitud de mantenimiento para módulo de impresión.....	54
3.3.	Procedimiento de evaluación de equipo a reparar	60
3.4.	Procedimiento de solicitud de herramienta	65
3.5.	Procedimiento de solicitud de repuestos e insumos a bodega	69
3.6.	Procedimiento de solicitud de compra de repuestos e insumos.....	73
3.7.	Procedimiento de entrega y recepción de equipos reparados	78
4.	IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO.....	83
4.1.	Ejecución del plan de mantenimiento siguiendo los procedimientos establecidos	83
4.2.	Evaluación y seguimiento para determinar optimización.....	88
4.2.1.	Reducción de paros no programados	88
4.3.	Reducción de costos por mantenimientos correctivos	92
4.4.	Verificar si se mantienen o mejoran los estándares de calidad.....	93
	CONCLUSIONES.....	95
	RECOMENDACIONES	97
	BIBLIOGRAFÍA.....	99
	ANEXOS.....	101

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Organigrama	2
2.	Ubicación de la planta	3
3.	Diagrama de flujo	6
4.	Impresora Carint-Gemini 1200	10
5.	Kit de filtro de succión, elemento y manómetro Stauff 3/4" 10 m para tanque de 30 GPM	20
6.	Intercambiadores de calor	23
7.	Chiller Carrier Evergreen 30HXC	24
8.	Sistema de enfriamiento actual	24
9.	Diagrama Causa-Efecto de seguridad e higiene industrial.....	28
10.	Señales de prohibición	35
11.	Señales normativas.....	35
12.	Señales de obligatoriedad.....	36
13.	Señales de advertencia.....	37
14.	Casco	41
15.	Orejera	43
16.	Mascarilla autofiltrante contra partículas de polvo	44
17.	Uso de extintor	46
18.	Orden de trabajo	58
19.	Procedimiento de solicitud de mantenimiento	59
20.	Procedimiento de evaluación de equipo.....	64
21.	Solicitud de herramientas.....	68
22.	Solicitud de repuestos e insumos.....	72

23.	Procedimiento de compras de insumos y repuestos.....	76
24.	Procedimiento de entrega y recepción de equipo	81
25.	Casquillos de registro longitudinal y lateral.....	86
26.	Flujograma de paro programado.....	91

TABLAS

I.	Diagnóstico FODA de la empresa	5
II.	Distribución de empleados en la empresa.....	8
III.	Ficha técnica Impresora Carint-Gemini 1200.....	9
IV.	Fallas más comunes en proceso de impresión flexográfica.....	17
V.	Diseño de código	18
VI.	Plan de lubricación y aseo	21
VII.	Procedimiento de solicitud de mantenimiento.....	56
VIII.	Procedimiento de evaluación de equipo	62
IX.	Descripción de actividades para la solicitud de herramientas.....	66
X.	Procedimiento de solicitud de insumos y repuestos	70
XI.	Procedimiento de compra.....	74
XII.	Procedimiento de entrega y recepción de equipos reparados	79
XIII.	Procedimiento de paro.....	90

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
gr	Gramos
lb	Libra
m	Metro
μ	Micro
mg	Miligramos
mm	Milímetro
min	Minuto
“	Pulgada

GLOSARIO

FODA	Herramienta que permite conformar un cuadro de la situación actual del objeto de estudio (persona, empresa u organización), para obtener un diagnóstico preciso que permite, en función de ello, tomar decisiones acordes con los objetivos y políticas formulados.
ISO/DIS	International Organization for Standardization /Draft International Standard.
Mantenibilidad	Capacidad en condiciones dadas de utilización de un bien para ser mantenido o recuperado en un intervalo de tiempo dado a un estado que pueda cumplir la función exigida.
5S's	Sistema japonés que ayuda a las instalaciones de las empresas a mantener un orden y limpieza de cualquier área.

RESUMEN

El proyecto de investigación se llevó a cabo en una industria de plásticos flexibles, situada en el municipio de Amatitlán, del departamento de Guatemala, durante el período de marzo a junio de 2013, en el cual se obtuvo la participación de los operarios y mantenedores de la máquina, quienes proporcionaron la información necesaria para desarrollar el proyecto.

El propósito del proyecto consistió en verificar la eficiencia del equipo para encontrar disponibilidad y confiabilidad y luego implementar un mantenimiento preventivo, capaz de mejorar los sistemas de enfriamiento, los equipos auxiliares de medición, el porcentaje de fiabilidad. Para realizar dicho cálculo se tomó el historial de fallas en un periodo no máximo de tres meses, para calcular la probabilidad de falla de la máquina y los elementos mecánicos. Luego se elaboraron los planes y mejoras para corregir los problemas más comunes que causan pérdidas notables.

El proyecto es viable, teniendo en cuenta que la empresa ya cuenta con personal de mantenimiento, con todos los recursos para poder llevar a cabo el proyecto de investigación y ejecución para mejorar los costos que genera el mantenimiento correctivo, aumentar el tiempo de vida útil de las impresoras flexográficas y continuar entregando productos que cumplan con la calidad requerida por los clientes.

OBJETIVOS

General

Proponer un plan de mantenimiento para mejorar la eficiencia del sistema hidráulico de una impresora flexográfica Carint Gemini GT1200.

Específicos

1. Detectar la causa raíz de la problemática hidráulica en las impresoras flexográficas.
2. Realizar un Plan de mantenimiento específico preventivo y predictivo, teniendo como base, la causa raíz de la problemática y los registros de averías.
3. Coadyuvar con la disminución de paros no programados.
4. Disminuir los costos por mantenimientos correctivos.

INTRODUCCIÓN

Se considera de vital importancia presentar una solución óptima para resolver la problemática hidráulica en el módulo de impresión de la planta de producción de Technofilms, para evitar atrasos en la línea de producción, los equipos prolonguen el tiempo de vida útil y el producto terminado, cumplir con las especificaciones requeridas por los clientes, al momento de la entrega.

Como paso fundamental se realizará un análisis de causa raíz para poder determinar la razón principal de la problemática hidráulica, la cual trae consigo una cadena de problemas de gran importancia y de esta manera poder implementar los procedimientos que disminuyan dicha problemática y paulatinamente esta pueda ser erradicada.

Se evaluarán los distintos medios aplicables a la resolución de las fallas presentes en las impresoras flexográficas para seleccionar el que mejor se adapte al proceso y a la maquinaria, con la finalidad de llegar a la optimización del Plan de Mantenimiento hidráulico en el módulo de impresión.

En el presente proyecto, también se describen los diversos procedimientos que servirán de herramientas para el desarrollo de las actividades, logrando con ello tomar acciones inmediatas durante las rutinas de mantenimiento.

1. GENERALIDADES DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN TECHNOFILMS

1.1. Misión

“Ser los líderes en ventas y desarrollos, en los mercados en que participemos”¹.

1.2. Visión

“Ser extrusores de películas flexibles”².

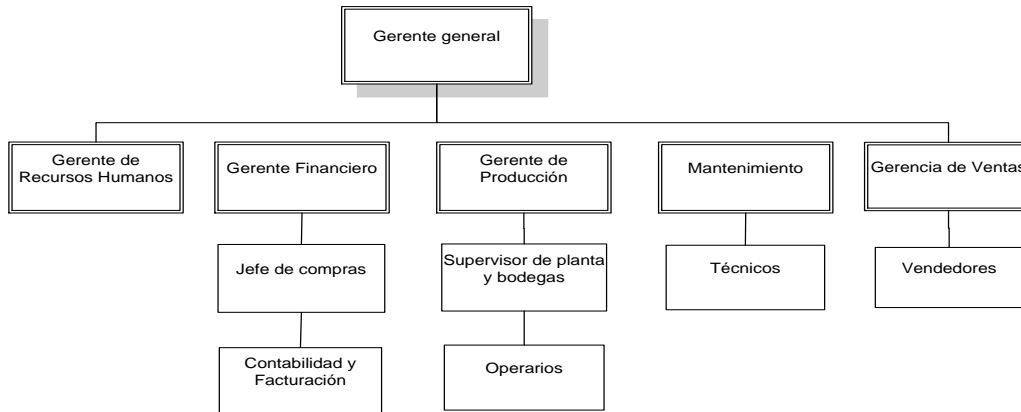
1.3. Estructura organizacional

A continuación, en la figura 1 se describe la estructura organizacional de la empresa, dicha información fue proporcionada por el Departamento de Recursos Humanos.

¹Technofilms S.A.

²Ibíd.

Figura 1. Organigrama

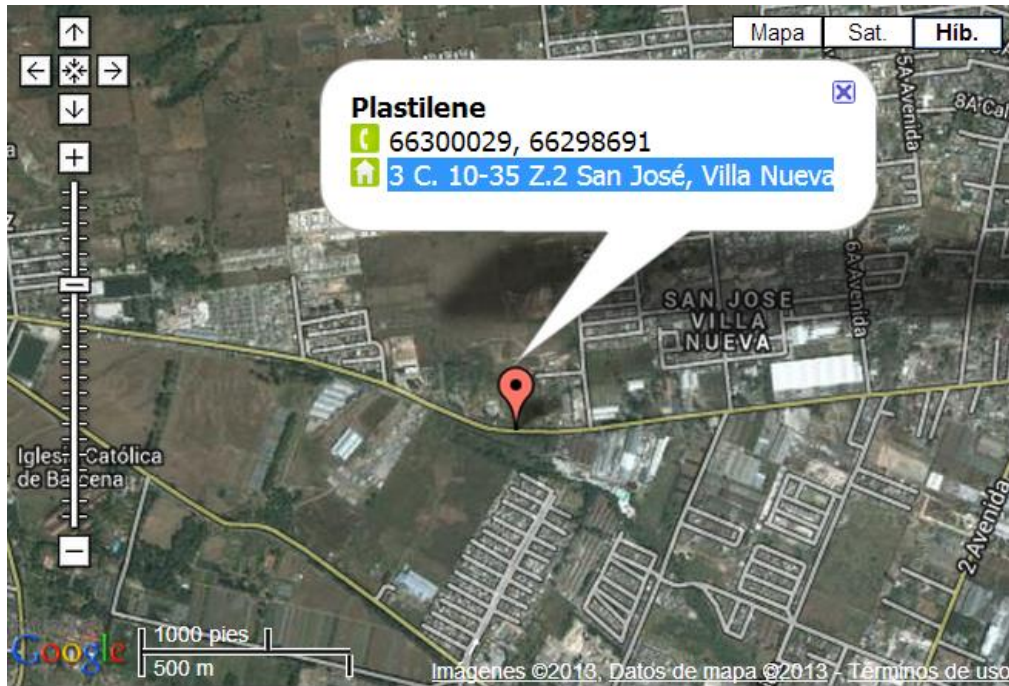


Fuente: elaboración propia.

1.4. Ubicación

La Planta de Producción Technofilms S.A. fue fundada en el 2000 en Guatemala, la cual lleva más de una década atendiendo el mercado Centroamericano con soluciones de películas plásticas para diferentes aplicaciones en el sector industrial y agrícola, inicialmente estaba ubicada en la 3a. calle 10-35, zona 2, San José, Villa Nueva.

Figura 2. **Ubicación de la planta**



Fuente: Google Maps. <https://maps.google.com.gt/maps?hl=es&q=plastilene+&ie=UTF-8>.

Consulta: octubre de 2013.

Debido al crecimiento de la empresa y a la demanda de los productos que en esta se generan, surgió la necesidad de trasladar la planta de producción de la ubicación inicial a una que fuera más amplia y que cumpliera con las necesidades presentes, y en la que también se pudiera seguir con el crecimiento esperado según las proyecciones realizadas, por lo que se trasladó al kilómetro 32 carretera al Pacífico, bodega A, parque Industrial Flor de Campo, Amatitlán, Guatemala.

2. PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PARA MEJORAR LA EFICIENCIA DEL SISTEMA HIDRÁULICO DE UNA IMPRESORA FLEXOGRÁFICA CARINT GEMINI GT1200

2.1. Diagnóstico de la situación actual

Para conocer las necesidades actuales que se tienen en la empresa, es necesaria la utilización de la herramienta analítica FODA, para examinar la interacción entre las características particulares de la empresa y el entorno en el cual esta compete o se desarrolla.

Tabla I. Diagnóstico FODA de la empresa

FORTALEZAS (F)	OPORTUNIDADES (O)
Empresa sólida en la fabricación de plásticos flexibles y actualmente mantiene alianzas estratégicas con empresas líderes e instituciones públicas en toda la república, por lo cual la demanda de producción de plásticos flexibles se mantiene en aumento.	Expansión hacia más nichos de mercados, como distintas empresas manufactureras en todos los departamentos del interior de la república, ya el plástico flexible es utilizado por la mayoría de personas, debido a la gran diversidad de utilidad que tiene la misma.

Continuación de la tabla I.

DEBILIDADES (D)	AMENAZAS (A)
Una de las mayores deficiencias, es la falta de supervisión durante el proceso de elaboración de plásticos flexibles, el desperdicio de los recursos tanto humanos como físicos y a la no existencia de un costo de producción real del total, que se produce en la planta.	Una creciente competencia de empresas que se dedican a la elaboración de plásticos flexibles y que cuentan con una mayor capacidad de producción, como el aumento de los aranceles de la materia prima que generen aumento de los precios del producto.

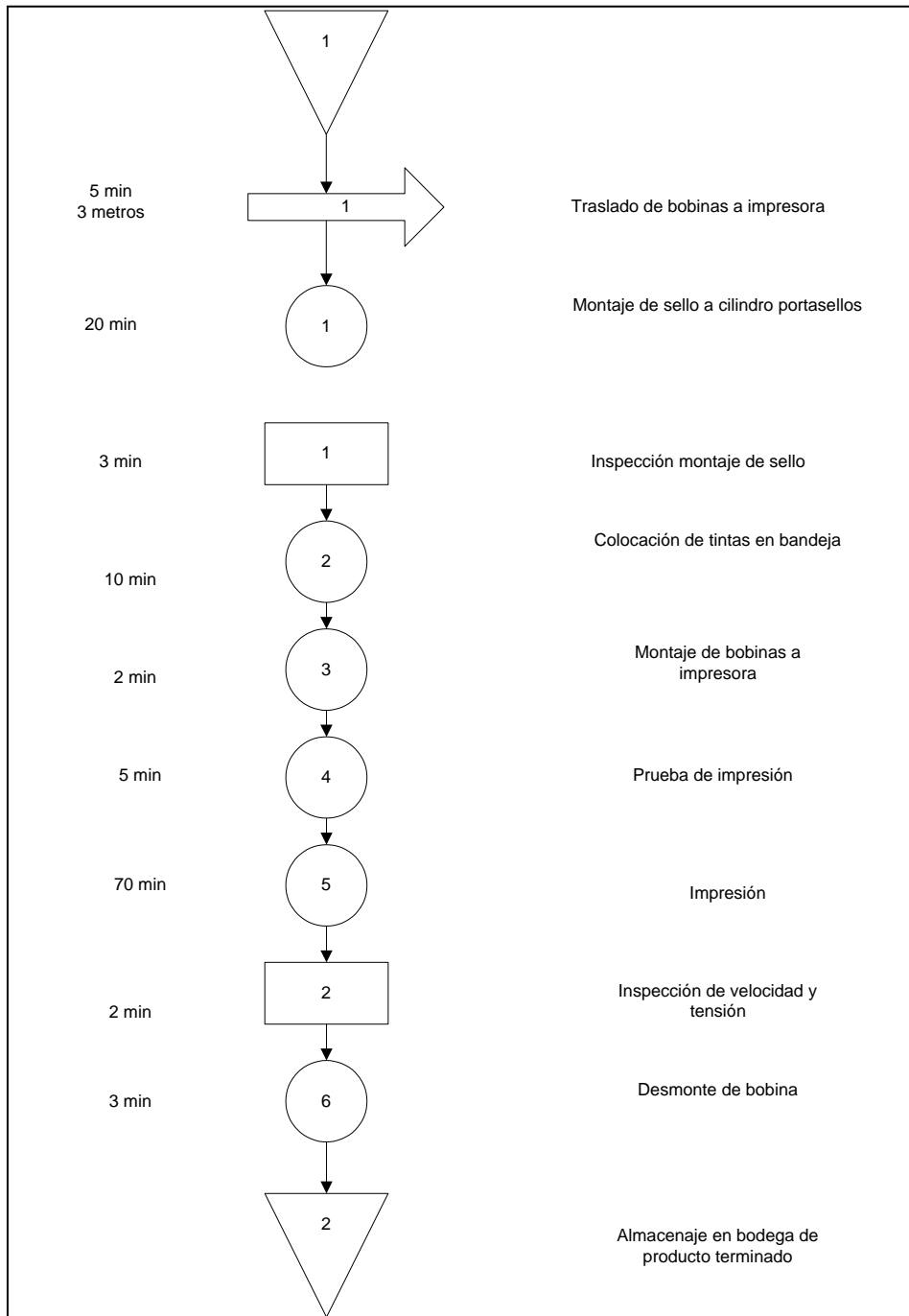
Fuente: elaboración propia.

- Descripción de los procesos productivos de la empresa.

Figura 3. **Diagrama de flujo**

Empresa:	
Diagrama de Operaciones: impresión flexográfica	Método: actual
Departamento: Producción	Hoja 1/2
Recepción Bodega de materia prima	
Analista: Marco García	
Finaliza: Bodega producto terminado	

Continuación de la figura 3.



Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Visio.

- Análisis del personal

La empresa Technofilms cuenta en la actualidad con 86 empleados, quienes están distribuidos en las áreas de trabajo como se indica a continuación en la tabla II.

Tabla II. **Distribución de empleados en la empresa**

DISTRIBUCIÓN DE EMPLEADOS	
Núm. de Empleados	Área de Trabajo
16	Oficina Administrativa
10	Mercadeo y Ventas
20	Área de Peletizado
20	Área de Extrusión y Corte
20	Área de Impresión Flexográfica

Fuente: elaboración propia.

La falta de motivación a los trabajadores y la ausencia de programas de capacitación para personal operativo, ha sido una de las causas de la poca importancia que ha recibido mantenimiento de la maquinaria industrial, por tal razón, la idea de implementar un plan de mantenimiento preventivo, crea una prematura idea de resistencia al cambio, debido a que se tiene el concepto que esto hará más difícil la ejecución de las tareas de mantenimiento.

- Jornadas de trabajo

La empresa en estudio tiene jornadas diurna y nocturna, como las jornadas diarias de trabajo, con un horario de lunes a viernes de 6:00 a 18:00 para la diurna y de 18:00 a 6:00 para la nocturna, trabajando en turnos rotativos, para los puestos operativos.

- Maquinaria y equipo

Los diferentes tipos de maquinaria y equipo industrial que, actualmente posee la empresa y, que forman parte del sistema productivo se presentan en tabla III.

Tabla III. **Ficha técnica Impresora Carint-Gemini 1200**

FICHA TÉCNICA		
Número de estaciones:	6	
Velocidad de impresión:	250 m / min	825 pies por minuto
Repetir	350-800 mm	13,75 "-31,5"
Ancho de impresión:	1000-1600 mm	39,5 "-63"

Fuente: impresora Carint-Gemini 1200. <http://www.ccflexo.com/products/GEARED-TRADITIONAL/CARINT-GEMINI1200-80>. Consulta: mayo de 2013.

Figura 4. **Impresora Carint-Gemini 1200**



Fuente: impresora Carint-Gemini 1200.<http://www.ccflexo.com/products/GEARED-TRADITIONAL/CARINT-GEMINI1200-80>. Consulta: mayo de 2013.

- Tipo y procedimiento de mantenimiento aplicado actualmente a la maquinaria

El aplicado a la maquinaria de la empresa es el mantenimiento correctivo, este consiste en ir reparando las averías o fallas a medida que se van presentando. Lo cual genera paros continuos y prolongados en la maquinaria y, esto a la vez, causa mucho tiempo de ocio en los operadores de la máquina que sufre el desperfecto. Por lo general, las órdenes de producción se atrasan, provocando una pérdida tanto económica como de imagen para la propia empresa.

Los propios operarios tratan de reparar el daño, pero debido al poco conocimiento en el área, en ocasiones complican más la situación. La falta de repuestos y herramientas adecuadas durante la ejecución de los trabajos de mantenimiento, hace que los trabajos efectuados por el personal operativo de la planta no sean muy confiables y por ende esto se refleja en el desempeño de los equipos.

Las únicas actividades de mantenimiento preventivo que se realiza en la planta se enfocan únicamente a la lubricación y limpieza de las máquinas, pero estas se realizan sin una frecuencia previamente establecida.

- Necesidades y requerimiento de mantenimiento

El principal problema de mantenimiento que presenta en la actualidad la empresa, es el atraso excesivo en las órdenes de producción debido a paros imprevistos en la maquinaria ocasionados por desperfectos o averías y los elevados costos que generan las reparaciones respectivas.

La ausencia de un programa sistemático de actividades y tareas de mantenimiento preventivo, en toda la maquinaria o equipo industrial, que conforman el sistema productivo agravan más la situación.

Es necesario la creación un sistema de conservación planeado del equipo o maquinaria a través de un plan de mantenimiento, preventivo específico para cada máquina de la empresa, a fin de mantenerlas todas en condiciones de funcionalidad y de operación útiles, por medio de inspecciones sistemáticas, detección y prevención de la falla inminente.

Es importante llevar un control de todas las actividades realizadas en las máquinas a través de un historial de mantenimiento, para cada maquinaria en cuestión y contar con el personal técnico capacitado, para la ejecución de cada una de las tareas de mantenimiento que se requiere.

- Diagnóstico general del mantenimiento

El mantenimiento preventivo tiene fundamento en actividades que deben realizarse con la finalidad de conservar en óptimas condiciones la maquinaria y los equipos para operar en condiciones de funcionamiento seguro, eficiente, económico y especialmente, para mantener el servicio que prestan.

La causa principal por la que maquinaria de la empresa falla es la ausencia de un plan óptimo de mantenimiento preventivo para las impresoras flexográficas, se han descuidado los sistemas de enfriamiento, existen fugas excesivas, los equipos auxiliares de medición averiados, aunado a malas programaciones por parte del Departamento de Producción y Mantenimiento, teniendo como consecuencias las siguientes:

- Paros continuos y prologados en la maquinaria de la planta
- Demasiado tiempo de ocio por parte del personal operativo
- Atrasos en las órdenes de producción
- Pago de horas extras a personal de producción
- Contratación excesiva de personal externo de mantenimiento
- Aumento de los costos de mantenimiento y producción

Las principales causas por las cuales la maquinaria de la empresa falla se presentan a continuación:

- No se cuenta con un programa adecuado de mantenimiento específico para la maquinaria.
- Tampoco se lleva a cabo una inspección periódica de todas las instalaciones, máquinas y equipos.
- Carencia de intervalos de control preestablecidos para detectar oportunamente cualquier anomalía, generando y manteniendo los registros adecuados.
- Ausencia de órdenes de trabajo definidas para cada una de las máquinas industriales.
- Los operarios que tiene la empresa no cuentan con la capacitación, ni la supervisión adecuada y necesaria para poder efectuar las tareas de mantenimiento que se requiere.
- Se cuenta con un personal reducido para poder cubrir todas las necesidades de mantenimiento en la maquinaria y equipos.
- Los operarios no le dan la importancia necesaria a la conservación y mantenimiento de las máquinas, debido a la indiferencia que presentan hacia los bienes de la empresa, ocasionado por una mala motivación personal y laboral.
- Falta de un control de repuestos necesarios y el tiempo prolongado en la adquisición y compra de estos, atrasan considerablemente los trabajos de mantenimiento en la maquinaria de la empresa.

2.2. Diagrama de árbol

Es de vital importancia el identificar las causas de las fallas en la maquinaria de la empresa, para luego encarar el análisis y con base en esto, solucionar los problemas. No siempre es fácil realizar esta tarea debido a la variedad y complejidad de causas por las cuales una maquinaria o equipo puede fallar.

Para el análisis del mantenimiento actual de la maquinaria industrial de la planta, se definió como problema principal, las fallas o desperfectos en la misma y los elementos principales o causas que originan este problema son:

- Máquinas
 - Los repuestos utilizados en las reparaciones son de mala calidad, debido al poco presupuesto que se le asigna al mantenimiento de las máquinas.
 - Algunos de los repuestos son demasiados caros y tardan mucho para conseguirlos, ya que por el tipo de maquinaria que se posee (impresoras flexográficas y extrusoras), estos repuestos de piezas fundamentales son compradas en el extranjero, cuyo pedido debe realizarse con mucho tiempo de anticipación.
 - La maquinaria es sometida a grandes períodos de utilización y debido a la ausencia de un programa de mantenimiento y a las herramientas adecuadas, estas presentan desperfectos mecánicos o de otro tipo, en lapsos de tiempo muy frecuentes.

- Mano de obra
 - La ausencia de un programa de inducción a los nuevos operarios y a la alta rotación de personal en la empresa agravan más la situación.
 - La capacitación requerida para ejecutar tareas de mantenimiento es muy deficiente en todo el personal operativo.
 - No existe supervisión y esto genera desobediencia por parte de los operarios en la ejecución de las tareas de mantenimiento, como también actividades innecesarias.
 - La falta de motivación personal, el cual se refleja en las actitudes y el comportamiento por parte del personal operativo de la planta de la empresa, genera una indiferencia total hacia las actividades propias de mantenimiento y a la conservación de las máquinas.

- Métodos
 - Actualmente se aplica el mantenimiento correctivo en todas las máquinas, para reparar los desperfectos o averías que estas presentan.
 - Los procesos productivos que se manejan en la empresa requiere capacitación constante debido a la complejidad.
 - Falta de estrategia de las 5's, la cual está orientada a la creación de condiciones para aumentar la vida útil de los equipos, gracias a

la inspección permanente por parte de la persona quien opera la maquinaria, aumenta la conciencia de cuidado y conservación de los equipos como los demás recursos de la compañía.

- Procedimientos de tareas de mantenimientos muy complicados y a veces innecesarios y la falta de herramientas adecuadas para poder ejecutarlas.
- Materiales
 - El material utilizado en la maquinaria es en su mayoría reprocesado, esto significa que es de mala calidad o defectuoso, lo que genera que las máquinas sean sometidas a trabajos excesivos con tal de mejorar la calidad del producto terminado.
 - El material utilizado en ocasiones está sucio y con residuos de basura, lo que genera fallas en las máquinas por obstrucciones y desgaste por fricción o roce directo.
- Medio ambiente
 - En los procesos productivos de la empresa se presentan fugas de material o desechos sólidos, como también la materia prima genera partículas volátiles que difieren en el funcionamiento correcto de las máquinas.
 - La proliferación de plagas como roedores e insectos, provocan problemas en ciertos componentes o elementos de la maquinaria.

- La humedad excesiva y la falta de limpieza en los equipos genera fallas por acumulación de estos.

Tabla IV. **Fallas más comunes en proceso de impresión flexográfica**

PROCESO DE IMPRESIÓN FLEXOGRÁFICA		
Máquina	Falla o Problema	Causa
Impresora	Impresión en sustrato desfasada	Velocidad de operación inadecuada.
		Tensión de sustrato deficiente
Impresora	Impresión de mala calidad	Tintas reutilizadas en la impresión.
		Solventes en mala proporción y de mala calidad.
Impresora	Impresión defectuosa	Rodillo anilux sucio o con rayones.
		Engranajes de rodillos de mesa sin lubricación.
Impresora	Mal secado en impresión final	Blowers o sopladores en mal estado.
		Temperatura de resistencias en secador en unidad de impresión deficiente
		Velocidad excesiva de operación
Compresor de aire	Rendimiento inadecuado	Suciedad en filtro de succión
		Control deficiente de capacidad real
Compresor de aire	Sobrecalentamiento del compresor	Lubricación inadecuada

Fuente elaboración propia.

2.3. Revisión de la instalación del equipo

Para iniciar con el programa de mantenimiento es muy importante una revisión inicial de la instalación, acople y nivelación de la maquinaria, ya que muchas veces por mala práctica o traslados de los equipos, los técnicos tienden a dejar equipos mal instalados, lo cual influye muchas veces en el funcionamiento inadecuado de los mismos.

Asimismo se debe contar con un código para cada máquina, y para cada uno de los sistemas o elementos importantes que lo integran, esto permitirá llevar un mejor control, un orden y la identificación de toda la maquinaria de la empresa. La codificación de la maquinaria facilitará el trabajo administrativo y lo hará más eficiente.

Para el diseño del código se debe tener en cuenta que este, tiene que contener solo la información necesaria y debe ser de fácil interpretación. La estructura de los códigos que se sugiere y la interpretación de los mismos para la empresa se presentan en la tabla V.

Tabla V. **Diseño de código**

NOMBRE DE LA MAQUINARIA	CÓDIGO
Molino de corte	TP01
Peletizadora	TP02
Extrusora grande	TP03
Extrusora pequeña	TP04
Cortadora-Selladora	TP05
Impresora Flexográfica (6 colores)	TP06
Impresora Flexográfica (4 colores)	TP07
Compresor de aire 1	TP08
Compresor de aire 2	TP09

Fuente: elaboración propia.

Después de analizar la situación del mantenimiento aplicado, actualmente en toda la maquinaria y equipo industrial de la empresa, se implementa e introduce el mantenimiento preventivo.

Debido a que el mantenimiento preventivo es aplicable a cualquier tipo de empresa, no importando su tamaño ni tipo de producción y, porque cualquier plan de mantenimiento preventivo deberá cumplir con los siguientes puntos:

1. Una inspección periódica de las máquinas y equipos para detectar situaciones que puedan originar fallas o una depreciación perjudicial.
2. Es el mantenimiento necesario para remediar esas situaciones antes de que lleguen a revestir gravedad.

2.3.1. Análisis de aceite

En el análisis de aceite se comparan los lubricantes usados con los nuevos, para determinar lo siguiente:

- Las condiciones del lubricante
- La presencia de contaminantes
- Las condiciones de las superficies de desgaste

- Tipos de ensayos
 - Espectroscopia por emisión atómica: identifica las partículas metálicas muy finas disueltas en el lubricante y las partículas gruesas (desgaste severo) son analizadas.
 - Viscosidad: mide las capacidades del flujo de un lubricante.

- Otros ensayos físicos y químicos: evalúa si el aceite es o no adecuado para el servicio y servicios de laboratorios costosos (anuales en equipos críticos.)
- Aplicaciones
 - Monitoreo de equipos con tanques de lubricación
 - Implementación de un kit de filtro de succión, elemento y manómetro según la capacidad de del tanque de lubricación, ubicados en la salida y en el retorno del mismo con la finalidad de minimizar el arrastre de partículas y tener aceite con mayor durabilidad y en mejores condiciones, lo que disminuiría el costo en el rubro de lubricantes, teniendo en cuenta la inversión por el kit de filtro, elemento y manómetro es baja al igual que la periodicidad, aunado a eso se prolonga la vida de los equipos.

Figura 5. **Kit de filtro de succión, elemento y manómetro Stauff 3/4" 10 m para tanque de 30 GPM**



Fuente: Stauff. www.leroymerlin.es. Consulta: octubre de 2013.

- Determinar el reemplazo del aceite, tomando como base las condiciones y no los calendarios/ medidores internos.
- Frecuentemente usado junto con el análisis de vibración para confirmar las conclusiones.

Tabla VI. **Plan de lubricación y aseo**

PLAN DE LUBRICACIÓN Y ASEO ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO							
Orden de trabajo No.					Fecha de inicio		
Máquina. No.					Fecha de finalización		
Área	Aseo/lubricación	Método	Lubricante	Tiempo	Frecuencia	Nota	Quién
					LT ▼		
					Lxh ▼		
					LD ▼		
					LS ▼		
					LXS ▼		
					LM ▼		
					LXM ▼		
					LA ▼		
					LXK ▼		

Fuente: elaboración propia.

- Códigos de frecuencia para fichas de lubricación
 - LT = lubricar en cada turno
 - Lxh = lubricar cada X horas
 - LD = lubricar diariamente
 - LS = lubricar Semanalmente
 - LXS = lubricar cada X semanas
 - LM = lubricar mensualmente
 - LXM = lubricar cada X meses
 - LA = lubricar anualmente
 - L XK = lubricar cada X kilómetros

2.3.2. Revisión de los sistemas de enfriamiento

Se debe revisar las uniones giratorias y mangueras del sistema de enfriamiento y cambiar las partes dañadas si fuera necesario, e implementar una rutina específica para los intercambiadores de calor, los cuales se ha podido determinar que están saturados, lo cual no permite que estos cumplan la función de enfriamiento de aceite, aunado a la mala calidad del agua, lo que hace que estos se corroan o se calcifiquen, influyendo en las altas temperaturas del aceite; lo cual es la causa principal del daño en mangueras, acoples, sellos; estos dejan de cumplir las funciones generando fugas en el sistema y disminución en la presión de aceite, haciendo ineficientes las operaciones e incrementando el costo de las mismas.

Figura 6. **Intercambiadores de calor**



Fuente: <http://www.carriercca.com/product>. Consulta: octubre de 2013.

Se debe tomar en cuenta también, el estado de los equipos, si estos están en condiciones de funcionamiento idóneas, bien dimensionados y si existen tecnologías o equipos que puedan coadyuvar a mejorar las condiciones de operación.

En el caso de Technofilms, se cuenta con un chiller marca Carrier Evergreen 30HXC, el cual está atendiendo las necesidades de ciertas aplicaciones dentro de la planta, pero no se está explotando al máximo, por lo que se desea implementar tubería que conduzca agua fría del chiller hacia la impresora y viceversa y que este coadyuve al enfriamiento de aceite.

Figura 7. **Chiller Carrier Evergreen 30HXC**



Fuente:Chiller Carrier Evergreen 30HXC. <http://www.carriercca.com/product>.
Consulta: octubre de 2013.

Actualmente se cuenta con un sistema de enfriamiento artesanal, el cual apoya al enfriamiento del aceite, pero no es tan eficiente como el chiller, por lo que este cambio se considera de vital importancia para mejorar la calidad de aceite y para disminuir la temperatura en operación.

Figura 8. **Sistema de enfriamiento actual**



Fuente: Technofilms S.A.

2.3.3. Revisión de mangueras y filtros

Examinar o reconocer atentamente el equipo, partes y accesorios que se encuentran a la vista, sin necesidad de quitar partes de la máquina, tales como: mangueras, fajas, filtros, o cualquier signo que obligue a sustituir las partes afectadas, es importante para tomar alguna acción pertinente al mantenimiento preventivo o correctivo.

3. ELABORACIÓN DE PROCEDIMIENTOS

3.1. Procedimiento sobre seguridad industrial

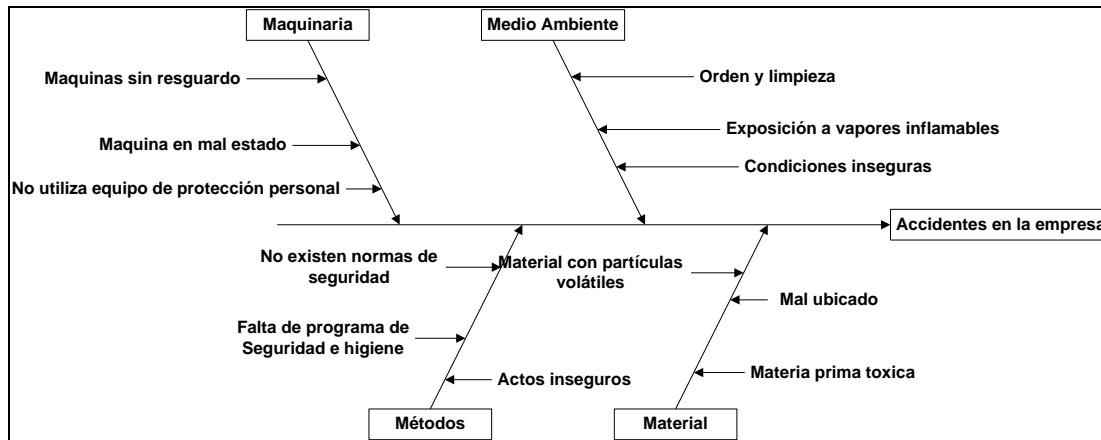
La empresa no cuenta con un programa de seguridad e higiene industrial implementada en las instalaciones, debido a que durante todo el tiempo que tiene de estar operando, nunca ha ocurrido accidentes de trabajo de gran magnitud, sino que solo pequeños percances.

En la empresa, actualmente existen operaciones y ambientes de producción más vulnerables que requieren mayor atención.

- Análisis de la seguridad e higiene industrial, mediante el método causa y efecto

Para la realización del análisis referente a seguridad e higiene industrial en la planta se realizaron entrevistas y pláticas directas con los trabajadores de toda la empresa, como también inspecciones visuales para la identificación de condiciones y actos inseguros que existen dentro de las diferentes áreas de trabajo. En la figura 9 se presenta la situación actual de la seguridad e higiene industrial, mediante el método de Causa y Efecto.

Figura 9. **Diagrama Causa-Efecto de seguridad e higiene industrial**



Fuente: elaboración propia, con programa de Microsoft Visio.

- Normas y políticas establecidas de seguridad industrial

No existen normas y políticas establecidas referentes a la seguridad industrial en la empresa, simplemente el personal sabe sobre ciertas reglas básicas de comportamiento a seguir, a fin de evitar ciertos accidentes o cuidar la salud, pero estas resultan insuficientes o no se le da la importancia necesaria. Debido a ello, los trabajadores se encuentran constantemente en riesgo cuando realizan las actividades cotidianas.

- Hábitos de higiene industrial

Los hábitos de higiene son muy deficientes en todas las áreas de trabajo de la empresa, la poca cultura de limpieza que poseen los operarios y la carencia de un programa establecido de limpieza en general, agravan más la situación.

La existencia de fugas de materia prima en los procesos de peletizado y extrusión y el manejo de materias primas con partículas muy volátiles genera que las áreas de trabajo se ensucien con gran facilidad.

- Condiciones inseguras

Son aquellas, que eliminadas previamente evitan el accidente o disminuyen la probabilidad de que ocurran. Entre las condiciones inseguras que se observaron durante visitas directas a la planta de producción de la empresa se pueden mencionar:

- Protecciones inadecuadas: los operarios utilizan guantes de lona en lugar de cuero al manipular elementos calientes o cortantes.
- Falta de orden y limpieza: existencia de restos de aceite en áreas de trabajo, hay material o herramientas sueltos en el piso y elementos innecesarios en algunos sectores o áreas de trabajo de la planta.
- Equipo de protección inadecuado: los operarios utilizan equipo de protección obsoleto y en mal estado, o simplemente no lo utilizan por desobediencia o incomodidad.

- Actos inseguros

Aquellos que los individuos, no cumplen con los requisitos de normas de seguridad y/o prácticas seguras comúnmente aceptadas, y aumentan innecesariamente la probabilidad de accidente. Entre los actos inseguros que

se observaron durante visitas directas a la planta de producción de la empresa están las siguientes:

- Varias actividades: ya sea trabajos u operaciones, los cuales son realizados sin autorización previa por parte de los operarios.
 - Formas defectuosas o inseguras de cargar, apilar, mezclar, almacenar, levantar y llevar pesos.
 - Operaciones a velocidades inadecuadas de máquinas y herramientas.
 - Mal empleo del equipo de protección personal o la no utilización de estas completamente.
-
- Áreas de proceso que representan mayor riesgo
 - Área de impresión flexográfica: existe un contacto directo con los componentes químicos al momento de realizar las mezclas de solventes y tintas, pudiéndose presentar situaciones en que la mezcla salpique al empleado y le produzca afecciones a la piel o en los ojos; así también, que los vapores son demasiado fuertes y a la no utilización de mascarillas de protección puede presentarse una intoxicación; Materia altamente inflamable: no hay señalización industrial, tampoco hay extintores y es el área más propensa a conatos de incendios, se requiere levantar y transportar bobinas de más de 100 libras. La ventilación es deficiente.

- Procedimiento sobre seguridad industrial
 - Condiciones generales y ambiente de trabajo: las leyes de seguridad e higiene laboral han sido diseñada para proteger la salud y la seguridad de los trabajadores de una empresa. Debido al dramático impacto de los accidentes dentro del área de trabajo, los gerentes y empleados por igual, podrían prestar más atención a este tipo de aspectos inmediatos de seguridad que a las condiciones laborales peligrosas para la salud.

Los beneficios en materia de prevención de accidentes, la promoción de la salud ocupacional y la seguridad en el trabajo; se orientan en general, al reconocimiento, evaluación y control de los riesgos; a la promoción y mantenimiento de las mejores condiciones y medio ambiente de trabajo; al desarrollo de conocimientos, actitudes y prácticas en el individuo y la comunidad laboral; en relación con los problemas que de estas condiciones se derivan, y a la búsqueda de la solución; dichas actividades se desarrollarán en forma coordinada con el sector público o privado, así como con la participación de la comunidad empresarial y laboral.

- Actividades de la seguridad industrial

Las actividades de prevención de accidentes, la promoción de la salud ocupacional, la higiene y la seguridad en el trabajo, comprenden:

- En cuanto a organización empresarial: asesoría, supervisión de la creación y funcionamiento de comités o comisiones de higiene y seguridad en el trabajo y formación de monitores empresariales.

- Vigilancia epidemiológica traducida en:
 - Apoyo en la detección de riesgos ocupacionales del medio ambiente, físicos, químicos, biológicos, de carga física, mental y psicosocial, así como de naturaleza ergonómica.
- Vigilancia de los accidentes en general y de las causas, así como de las enfermedades ocupacionales.
- Vigilancia del saneamiento básico industrial y de los efectos sobre el medio ambiente. Asesoría, vigilancia y control en el uso y manejo de agroquímicos y químicos industriales.
- Asesoría y vigilancia sobre el control, atenuación o supresión de los riesgos ocupacionales.
- Información, formación y capacitación a la comunidad empresarial sobre higiene, seguridad, salud ocupacional, así como de las condiciones en el medio ambiente de trabajo.
- Investigación y divulgación en materia de higiene, salud ocupacional, así como de las condiciones y medio ambiente de trabajo.
- Asesoría, supervisión y control a los servicio de medicina empresarial.

- Señalización industrial
 - En perjuicio de lo dispuesto, específicamente en otras normativas particulares, la señalización de seguridad y salud en el trabajo deberá utilizarse siempre, que el análisis de los riesgos existentes de las situaciones de emergencia previsible y de las medidas preventivas adoptadas, ponga de manifiesto la necesidad de:
 - Llamar la atención de los trabajadores sobre la existencia de determinados riesgos, prohibiciones u obligaciones.
 - Alertar a los trabajadores cuando se produzca una determinada situación de emergencia que requiera medidas urgentes de protección o evacuación.
 - Facilitar a los trabajadores la localización e identificación de determinados medios o instalaciones de protección, evacuación, emergencia o primeros auxilios.
 - Orientar o guiar a los trabajadores que realicen determinadas maniobras peligrosas.

Estos señalamientos deberán estar identificados por un color, según significado y las indicaciones y precisiones que se requieran.

Código de colores para la señalización

- Rojo: se utiliza exclusivamente en relación con equipo de prevención y combate de incendios como los extinguidores.
- Anaranjado: indica puntos peligrosos de maquinaria que pueden cortar, causar choque o en su defecto causar lesión.
- Amarillo: se utiliza con mayor frecuencia para marcar áreas cuando existen riesgos de tropezar, golpearse contra algo o quedar atrapado entre objetos.
- Verde: debe usarse para indicar la ubicación del equipo de primeros auxilios, máscara contra gases, rociadores de seguridad y señales de seguridad.
- Azul: es una advertencia específica en contra de utilizar equipo que esté en reparación.
- Morado: indica la presencia de riesgo de radiación. Rótulos, etiquetas, señales y marcas de piso, se elaboran con una combinación de colores morado y amarillo.

Figura 10. **Señales de prohibición**



Fuente: Productos Climax.http://www.productosclimax.com/noticia_ampliada.asp?id=3&NotId=593. Consulta: enero de 2014.

Figura 11. **Señales normativas**



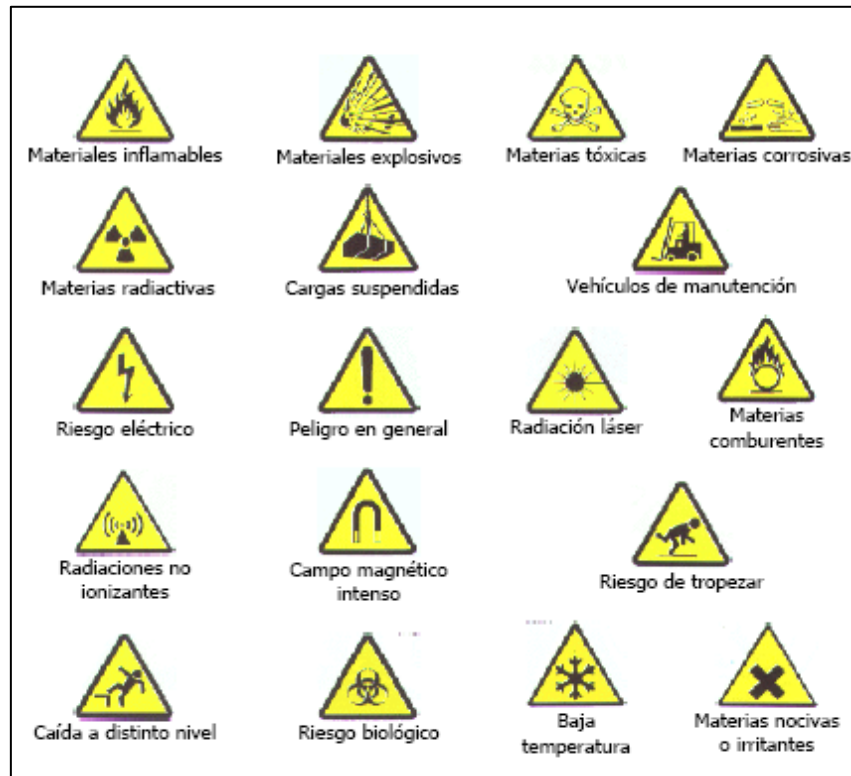
Fuente: Productos Climax.http://www.productosclimax.com/noticia_ampliada.asp?id=3&NotId=593. Consulta: enero de 2014.

Figura 12. **Señales de obligatoriedad**



Fuente: Productos Climax.http://www.productosclimax.com/noticia_ampliada.asp?id=3&NotId=593. Consulta: enero de 2014.

Figura 13. Señales de advertencia



Fuente: Productos Climax.http://www.productosclimax.com/noticia_ampliada.asp?id=3&NotId=593. Consulta: enero de 2014.

- Mapa de evacuación
 - Las señales preventivas se colocarán en un lugar donde permita que las personas tengan tiempo suficiente para captar el mensaje sin correr riesgo, de preferencia a una distancia de 1,00 metro del suelo.
 - La dimensión de las señales debe ser tal, que pueda ser observada de la mayor distancia del ambiente a señalizarse. Hay

que considerar que los lugares a señalar pueden ser de espacios cerrados, es decir confinados y en áreas abiertas. En ambas situaciones debe variar el tamaño de la misma por el efecto visual que tienen que presentar a los usuarios. En espacios cerrados (edificios) se colocarán a un (1) metro de altura del nivel del suelo y tres (3) metros de intervalo entre cada una. La señal de flecha se repetirá tres (3) veces y luego el objetivo que se persigue (salida de emergencia, punto de reunión, primeros auxilios, zona de seguridad).

- Los materiales a utilizar deben ser de acuerdo a las características del medio ambiente, previo estudio del mismo (tomando en cuenta el recurso financiero), que sean durables.
 - Las señales y avisos de seguridad deben estar sujetos a un programa de mantenimiento para conservarlos en buenas condiciones. Cuando la señal o aviso sufra un deterioro debe ser reemplazada.
- Equipo de protección personal

En toda empresa existen situaciones inquebrantables de peligro, ante esta ineludible situación, los empresarios, técnicos, gerentes y demás personal técnico y obrero, han diseñado técnicas con el objetivo de evitar el constante perecimiento del obrero, sin embargo, a pesar de que se recomienda buscar el epicentro del problema para atacar y solucionar el mismo de raíz, esto no siempre es posible, por tal motivo, que los equipos de protección personal (EPP) juegan un rol fundamental en el higiene y seguridad del operario, ya que los mismos se encargan de evitar el contacto directo con superficies, ambiente,

y cualquier otro ente que pueda afectar negativamente la existencia, aparte de crear comodidad en el sitio de trabajo.

En este informe se afianzarán conocimientos acerca del uso, selección y mantenimiento de estos dispositivos, que cabe destacar pueden ser individuales y colectivos.

La mejor manera de prevenir los accidentes es eliminar los riesgos o controlarlos lo más cerca posible de la fuente de origen. Cuando esta acción de reducir los riesgos en el origen no es posible, hay necesidad de implantar en los trabajadores algún tipo de ropa protectora o algunos otros dispositivos de protección personal.

El uso de equipos de protección personal no se debe considerar como último recurso, porque frecuentemente es molesto llevarlo puesto y limita la libertad de movimientos en el trabajador; de esta manera, no es sorprendente que a veces este ni lo utilice. Como el objetivo fundamental del equipo es evitar que alguna parte del cuerpo del trabajador haga contacto con riesgos externos, al mismo tiempo impide que el calor y la humedad se escapen del cuerpo, teniendo como consecuencia de que alta temperatura y el sudor incomoden al trabajador, haciendo evidente una fatiga más rápida.

- Dispositivos de protección de piernas y pies

La gran mayoría de daños a los pies se deben a la caída de objetos pesados. Es fácil conseguir zapatos de seguridad que protejan en contra de esa clase de riesgo. Este tipo de zapatos pueden conseguirse en tamaños, formas, y estilos, que a la vez se adaptan bien a diferentes pies, y además tienen buen aspecto.

Existen varias clases de zapatos de seguridad, entre ellos están las siguientes:

- Con puntera protectora: se usan para proteger los dedos de la caída de grandes pesos y evitar algún tipo de lesión en ellos. Las puntas son normalmente elaboradas de acero.
 - No productores de chispa: se fabrican excluyendo todo material de metal ferroso en la estructura, y en caso de que contenga punta protectora de metal, esta se recubre en chapas de material no ferroso.
- Dispositivos de protección de dedos, manos y brazos

Por la aparente vulnerabilidad de los dedos, manos y brazos, con frecuencia se deben usar equipos protectores, como el guante, y de acuerdo a los materiales y diversas adaptaciones hacen que tengan un amplio uso de acuerdo a las consideraciones correspondientes a la aplicación. Además, el largo para proteger el antebrazo y brazo del obrero.

Los guantes, mitones, manoplas se impone usarse en operaciones que involucre manejo de material caliente, o con filos, o puntas, raspaduras o magulladuras. Los guantes no se aconsejan su uso en operadores que trabajen en máquinas rotativas, ya que existe la posibilidad de que el guante sea arrastrado por la máquina en uso, forzando así la mano del operario al interior de esta.

Si el guante a usar es de tamaño largo, se aconseja que las mangas cubran la parte de fuera del final del guante.

- Protección de cabeza

La cabeza es una de las partes que debe estar más protegida, ya que es allí donde se encuentra el centro de mando, es decir el cerebro y los componentes. Debe suministrarse protección para la cabeza a aquellos trabajadores que están expuestos a sufrir accidentes en esta parte del cuerpo.

Figura 14. **Casco**



Fuente: Productos Climax.http://www.productosclimax.com/noticia_ampliada.asp?id=3&NotId=593. Consulta: enero de 2014.

- Dispositivos de protección auditivos

Los sonidos se escuchan en condiciones normales, como una variación de diferencias de presión y llegan al oído para luego ser transmitidas por los mecanismos auditivos al cerebro, en donde se producen diferentes sensaciones, de acuerdo al tipo de ruido; los perjudiciales que excedan los niveles de exposición al ruido permitidos (85-90 decibeles) se deben realizar disminuciones en la fuente de emisión, pero a veces no es suficiente y se debe

acudir a la protección del oído, sea en la parte interna, o directamente en los canales auditivos.

Los protectores para oídos se pueden dividir en dos grupos principales:

- Los tapones o dispositivos de inserción: se colocan en el canal auditivo. Existen los tapones aurales. Las cantidades de reducción de ruido dependerán del tipo de material con el que se encuentren fabricados, siendo más o menos absorbentes del ruido pudiendo llegar hasta disminuir 15 decibeles
- Orejeras: es una barrera acústica que se coloca en el oído externo, proporcionan una atenuación. Varían grandemente de acuerdo a las diferencias de tamaños, formas, material sellador, armazón, y clase de suspensión. La clase de cojín o almohada que se usa entre la copa y la orejera y la cabeza tienen mucho que ver con la eficiencia de la atenuación. Los cojines llenos de líquidos o grasas brindan una mejor suspensión de ruido, que los plásticos o caucho esponjoso, aunque pueden sufrir pérdidas.

Figura 15. **Orejera**



Fuente: Productos Climax. http://www.productosclimax.com/noticia_ampliada.asp?id=3&NotId=593. Consulta: enero de 2014.

- **Dispositivos respiratorios**

En los procesos industriales se crean contaminantes atmosféricos que pueden ser peligrosos para la salud de los trabajadores. Deben existir consideraciones como aplicar medidas de controlar los contaminantes. Existen casos, en donde estas medidas no son suficientes, por lo que habrá que disponer de equipos protectores a nivel respiratorio.

Existen situaciones de emergencia donde el personal está expuesto a una condición insegura causada por un accidente inesperado y por periodos cortos que pongan en peligro la salud. Además de las situaciones de no emergencia, las generadas de acuerdo a la naturaleza del proceso en las operaciones normales o de rutina, que exponen a los trabajadores a la exposición de una atmósfera que pueda producir enfermedades crónicas, incomodidad muy

marcada, o puedan resultar daños permanentes físicos, o la muerte después de exposiciones repetidas o prolongadas.

La selección del tipo de dispositivo protector respiratorio debe hacerse de acuerdo a los siguientes criterios:

- Tipo de contaminante del que hay que protegerse.
- Propiedades químicas, físicas y toxicológicas.
- Es un contaminante de tipo emergencia o de situación normal.
- Factores limitadores a los obreros para minimizar la posibilidad de que el riesgo se materialice en lesión.

Figura 16. **Mascarilla autofiltrante contra partículas de polvo**



Fuente: Productos Climax. http://www.productosclimax.com/noticia_ampliada.asp?id=3&NotId=593. Consulta: enero de 2014.

- Equipo contra incendio

Se llama protección contra incendios al conjunto de medidas que se disponen en los edificios para protegerlos contra la acción del fuego.

Generalmente, con ellas se trata de conseguir tres fines:

- Salvar vidas humanas.
- Minimizar las pérdidas económicas producidas por el fuego.
- Conseguir que las actividades del edificio puedan reanudarse en el plazo de tiempo más corto posible.

El salvar vidas humanas suele ser el único fin de la normativa de los diversos países y los otros dos los imponen las compañías de seguros, rebajando las pólizas cuanto más apropiados sean los medios.

Las medidas fundamentales contra incendios pueden clasificarse en dos tipos:

- Medidas pasivas: se trata de las medidas que afectan al proyecto o a la construcción del edificio, en primer lugar facilitando la evacuación de los usuarios presentes en caso de incendio, mediante caminos (pasillos y escaleras) de suficiente amplitud, y en segundo lugar, retardando y confinando la acción del fuego para que no se extienda muy deprisa o se pare antes de invadir otras zonas.
- Medidas activas: fundamentalmente manifiestas en las instalaciones de extinción de incendios.

- **Uso de extinguidores**

Es muy importante que todos los que laboran dentro de una planta tengan conocimiento, respecto a cómo se usa un extintor, tanto los de administración, como los que laboran en la planta.

Los pasos para hacer buen uso de un extintor son:

- Descolgar.
- Quitar el seguro.
- Mantener apretado el gatillo, siempre y cuando el extintor esté en forma vertical.
- Mantener moviendo la boquilla de lado a lado, cubriendo el área del fuego con el extintor.

Figura 17. **Uso de extintor**



Fuente: Productos Climax. http://www.productosclimax.com/noticia_ampliada.asp?id=3&NotId=593. Consulta: enero de 2014.

A este tipo de aparatos, por lo general, se le da mantenimiento cada 6 meses, hayan o no sido utilizados, y se lleva una inspección periódica de las inspecciones. Los datos de la inspección deberán ser registrados en una tarjeta, que debe permanecer junto con el extinguidor.

Los puntos que se deben observar en el mantenimiento de estos aparatos son:

- Inspección visual mensual para la verificación de pistola (pitón), manguera, polvo no compactado y condición general.
- Los cilindros de gas de los extintores deben ser pesados trimestralmente, para verificar que la carga esté completa (siempre que el tiempo de extintor lo permita).
- Los extinguidores de 150 libras deben verificarse mensualmente, para asegurar que el manómetro indique la presión de la plena carga.
- Todos los extintores deben tener una tarjeta o placa que indique las inspecciones mensuales.
- La planta debe tener un registro que indique la localización y el trabajo realizado trimestralmente y quién lo hizo.

- Brigadas contra incendio

Este equipo lo puede conformar cada jefe de área, el cual deberá estar previamente capacitado para este tipo de eventos. Se puede contar con el asesoramiento de la estación de bomberos más cercana. Mediante un acuerdo, se pueden programar visitas de los oficiales a las instalaciones, para mantener una relación estrecha.

Un aspecto muy importante que se debe tomar en cuenta es verificar la compatibilidad del equipo que tiene la planta, con el de la estación de bomberos, para poder actuar de una forma rápida y segura, es decir, sin pérdida de tiempo.

Es importante mantener comunicación estrecha con personas profesionales en la materia, para mantenerse informado de nuevos procedimientos para hacer frente a un incendio.

Por otro lado, existen otros mecanismos para alertar a los miembros de la planta, como es el caso de alarmas contra incendios, lámparas de emergencia, además de los extinguidores.

- Medidas que se deben seguir en caso de un incendio

Es importante contar con un plan de evacuación, para que este pueda ser puesto en práctica en el momento de una eventualidad (incendio, terremoto, inundación u otra situación de riesgo), que ponga en peligro la integridad física de las personas. Para obtener resultados positivos en el momento de ponerlo en práctica es necesario que se realicen simulacros, por lo menos cada 3 meses, con el fin de mejorar e implementar nuevos sistemas.

En dichos simulacros deben participar todos los niveles jerárquicos de la planta para que, sin excepción alguna, se enteren de los pasos que hay que seguir.

Para tener éxito y evitar que se pierdan vidas humanas, es necesario tomar nota de los siguientes pasos:

- Establecer las funciones de cada trabajador, para estar lo mejor organizados posible.
- Señalizar y repasar cada cierto tiempo (3 meses) las rutas de evacuación.
- Tener bien identificadas las ubicaciones del equipo contra incendio.
- Dar el aviso en toda la planta sobre el siniestro.
- Llamar inmediatamente a la estación de bomberos más cercana.
- Las personas que combatan el fuego deben de hacerlo entre el fuego y la salida, para no quedar atrapadas.

Para evitar golpes y aglomeraciones en el momento de una evacuación, se recomienda lo siguiente:

- No se debe salir corriendo sin ningún rumbo específico; no hay que ponerse histéricos (no gritar, no llorar, no empujar); tener conocimiento básico sobre las instalaciones.

- Mantener en todo momento libre los obstáculos de las puertas de salida.
- Toda puerta por seguridad, deberá de abrirse para afuera.
- Mantener la calma.

Es necesario contar un comité de seguridad e higiene, pues este será el que se encargue de estos simulacros.

Dado que la planta bajo estudio no cuenta con puertas de salida, por el diseño estructural; en caso de un incendio, se recomienda ubicarse en un área previamente asignada, la cual proteja al trabajador de la forma más segura posible.

Los puntos clave que se deben de considerar en un plan de simulación específicamente para la planta son:

- Voz de alerta: cada jefe de grupo de las diferentes áreas será el encargado de dar aviso inmediato a toda la gente, es importante que en un momento como este, únicamente se utilice este sistema para dar la alarma.
- Control de la situación: los supervisores también serán las personas indicadas de determinar la evacuación del personal en las áreas de seguridad.
- Si el fluido eléctrico fuese cortado, una persona de la comisión mixta pondrá en marcha el generador eléctrico, con el fin de hacer funcionar los sistemas de seguridad.

- Normas de protección contra incendios
 - Participar activamente en los programas de capacitación, que organicen en la empresa, para conocer el fenómeno del incendio, los riesgos y procedimientos para enfrentarlo.
 - Participar en los planes y simulacros de seguridad y emergencia de la empresa.
 - Mantenga el orden y la limpieza
 - Los desperdicios son un potencial peligroso en los incendios.
 - Los accesos y pasillos deben permanecer libres de objetos que impidan un tránsito expedito.
 - Se deben conservar ceras, líquidos inflamables, pinturas, en áreas ventiladas lejos de fuentes generadoras de calor, llamas o fuegos.
 - Alejar elementos combustibles (telas, papel, cartón,) de estufas y/o fuentes de calor.
 - Respetar la prohibición de fumar, especialmente cerca de líquidos inflamables y de materiales combustibles (trapos, aserrín, papeles).
 - Conservar todo líquido combustible en envases perfectamente cerrados, en ambientes frescos y ventilados

- Cubrir con arena los derrames de líquidos combustibles que detecte (no utilizar agua).
- Conviene alejar todo elemento inflamable de las áreas de trabajo, donde se usen aparatos que produzcan chispas y/o desprendan partículas encendidas
- Es conveniente utilizar las instalaciones eléctricas adecuadamente, haciendo uso del consumo, para el que fueron diseñadas, sin sobrecargarlas.
- Procurar mantener en buen estado las instalaciones eléctricas; no las recargue, ni realizar reparaciones provisionarias.
- Ventilar de inmediato todo ambiente donde se haya acumulado gases o vapores inflamables, y evitar la emanación.
- No encender ni apagar luces o aparatos eléctricos, hasta tener la seguridad que se ha ventilado completamente el lugar.

Si se siguen estos consejos, ayudará a vivir en un espacio amigable y alejado de los riesgos de incendio.

- Asignación de extinguidores en las áreas de trabajo

El tipo de extintor que se utilizará en caso de incendios es el conocido como ABC, es decir, el que se usa contra tres tipos de incendios. Hay que hacer notar que los extinguidores portátiles sirven solamente para casos de conato de

incendio, o cuando el incendio se está iniciando. La ubicación de los extintores debe ser:

- En el área en donde se encuentra ubicado el generador eléctrico.
 - En la oficina administrativa ubicada en el segundo nivel de las instalaciones.
 - Colocar un extintor en cada esquina del área de producción.
 - Cerca de puertas de entrada y salida.
 - En el área de almacenaje de cajas, pitas y bolsas.
 - En la cafetería.
- Programa de comunicación
 - Boletines informativos sobre seguridad en planta

Corresponden, básicamente a una de las formas de transmisión, 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

3.2. Procedimiento de solicitud de mantenimiento para módulo de impresión

A continuación se presenta la descripción de las actividades a realizar para la solicitud de mantenimiento por los jefes de departamento.

- Objetivo general

Controlar el mantenimiento que se le da a los equipos dentro de la empresa.

- Objetivos específicos
 - Verificar que se entreguen los equipos en el tiempo estipulado para la reparación.
 - Llevar un control de inventarios de las herramientas y repuestos utilizados.

- Llevar un registro de los departamentos solicitantes de mantenimiento.
- Alcance

Este proceso es aplicable para el Departamento de Bodega, en dicho procedimiento intervienen:

- Técnico eléctrico y/o mecánico
- Jefe de Mantenimiento
- Jefes de Departamento
- Personal que interviene
 - Técnico eléctrico y/o mecánico: responsable de realizar los mantenimientos preventivos y correctivos a la maquinaria instalada y equipo.
 - Jefes de Departamento: son los encargados de revisar el equipo asignado a cada departamento, así como trasladar las órdenes de mantenimiento al Departamento de Mantenimiento.
 - Jefe de mantenimiento: es el encargado llevar el control de los mantenimientos a las áreas de producción y la maquinaria instalada.

Tabla VII. **Procedimiento de solicitud de mantenimiento**

SECUENCIA	ACTIVIDAD	RESPONSABLE
1. Verifica Instalaciones.	1.1 Los jefes de departamentos, conjuntamente con el jefe del área responsable de realizar los mantenimientos, hacer un recorrido con el fin de verificar las instalaciones.	Jefe de Mantenimiento.
	1.2 Evalúan los espacios y equipos que necesitan mantenimiento.	
	1.3 Las áreas responsables de realizar el mantenimiento documentan los hallazgos encontrados.	Técnicos responsables.
A. Detecta falla o Contingencia.	A1 En la operación del equipo, detecta la necesidad de mantenimiento correctivo al presentarse una falla contingente. A2 Detecta la necesidad de mantenimiento a la Infraestructura derivada del deterioro o factores no considerados.	Jefe de Mantenimiento / técnicos responsables.
B. Solicita mantenimiento.	B1 Elabora solicitud de mantenimiento. B2 Entrega la solicitud de mantenimiento al jefe del área responsable de realizar el mantenimiento para que programe el servicio.	Jefe de Departamento o áreasolicitante.
2. Elabora Programa de Mantenimiento.	Con base en la lista de verificación de infraestructura y equipo; y las solicitudes recibidas elabora el programa de mantenimiento. 2.1 SI es interno, pasa a la etapa 3. 2.2. NO es interno, pasa a la etapa 4	Jefe de Mantenimiento.

Continuación de la tabla VII.

<p>3. Asigna orden de trabajo, realiza requisición de bienes y/o servicios y supervisa trabajos.</p>	<p>3.1 Considerando el recurso humano disponible asigna orden de trabajo con base al Programa de Mantenimiento Preventivo y/o Correctivo. 3.2 Elabora requisición de bienes y/o servicios y aplica el instructivo de compras directas para abastecer los insumos requeridos en el mantenimiento. 3.3 Supervisa la realización del mantenimiento.</p>	<p>Jefe de Mantenimiento.</p>
<p>4. Solicita servicio externo.</p>	<p>Aplica instructivo para la realización de compras directas. 4.1 Contrata los servicios externos y realizan el trabajo de mantenimiento requerido.</p>	<p>Jefe de Mantenimiento.</p>
<p>5. Verifica, evalúa el servicio de mantenimiento.</p>	<p>5.1 El encargado de realizar el servicio, recibe orden de trabajo y reporta el servicio realizado al jefe del área solicitante.</p>	<p>Jefe de Departamento.</p>
	<p>El jefe del área solicitante verifica el servicio de mantenimiento. Si es satisfactorio, firma de Vo.Bo. El formato preestablecido y libera el trabajo, pasa a la etapa 6. NO es satisfactorio, informa al área prestadora del servicio quien verifica si es un mantenimiento interno o externo y regresa a la etapa 4.</p>	<p>Área solicitante.</p>
<p>6. Registra Mantenimiento Realizado.</p>	<p>6.1 Cierra orden de trabajo de mantenimiento, con fecha y firma en el registro correspondiente. 6.2 Envía copia al Departamento de Planeación, Programación y Presupuesto para control interno.</p>	<p>Jefe de Mantenimiento.</p>

Fuente: elaboración propia.

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. La 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 18. **Orden de trabajo**

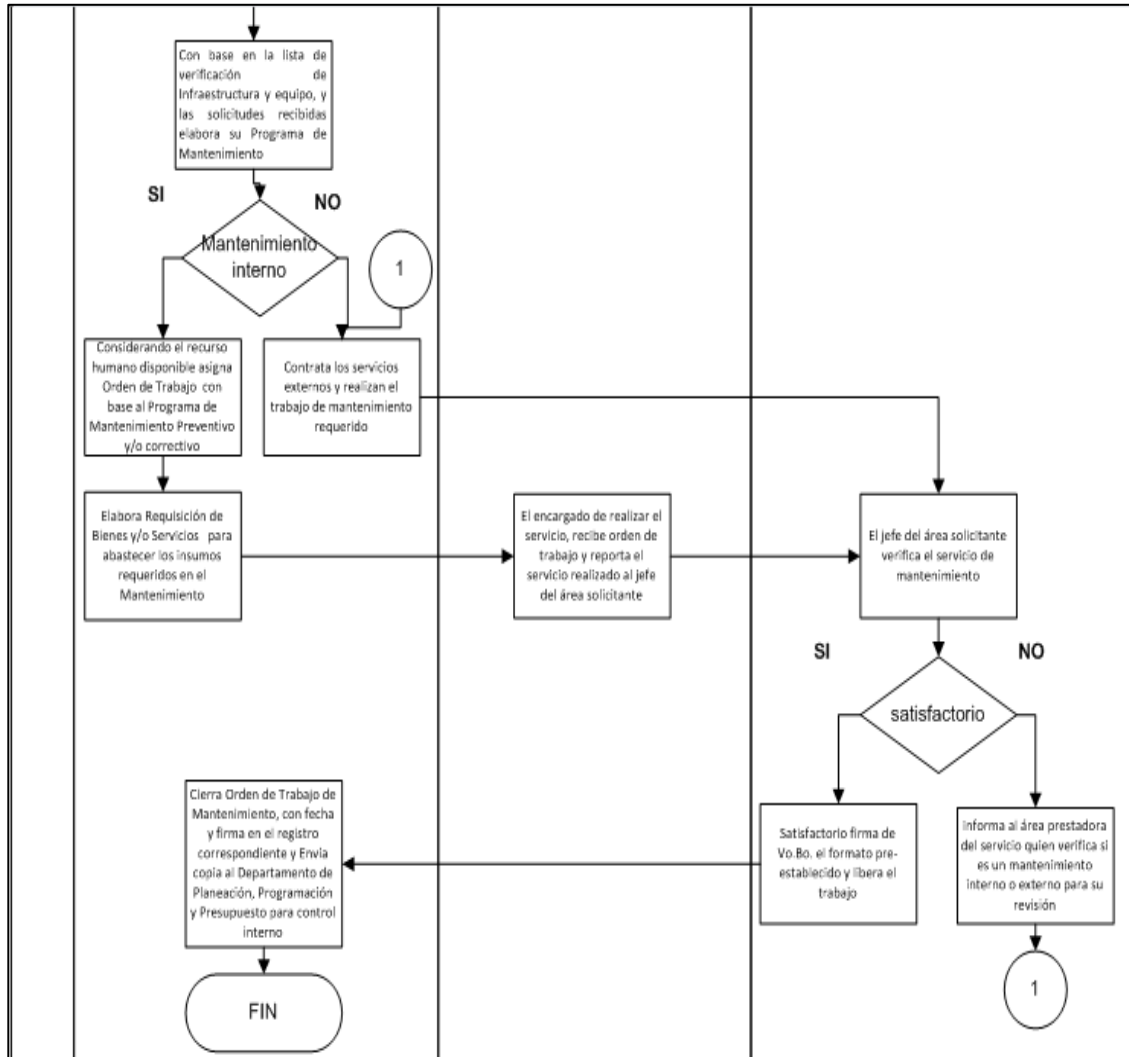
DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO	
ORDEN DE TRABAJO No.	
PRIORIDAD: Preventivo () Correctivo () Emergencia ()	
Nombre del mecánico:	
Máquina a trabajar:	
Código No. :	
Fecha de orden:	Área:
Hora de realización:	Departamento:
Trabajo a efectuar:	
Repuestos utilizados:	
Pendiente por: FT / FP / FM / E / FH	
FT: Falta de tiempo, FP: Falta de personal, FM: Falta de material	
E: Por atender emergencia, FH: Falta de herramienta	

Fuente: elaboración propia.

Figura 19. **Procedimiento de solicitud de mantenimiento**



Continuación de la figura 19.



Fuente: elaboración propia.

3.3. Procedimiento de evaluación de equipo a reparar

A continuación se presenta la descripción de las actividades a realizar para el procedimiento de evaluación de equipo a reparar.

- Objetivo general

Controlar las evaluaciones que se hace a cada equipo en los diferentes departamentos para mantener un mantenimiento preventivo.

- Objetivos específicos

- Verificar que se entreguen los equipos en el tiempo estipulado para la reparación.
- Llevar un control de las evaluaciones realizadas mensualmente.
- Llevar un registro de los departamentos solicitantes de mantenimiento.

- Alcance

Este proceso es aplicable para el Departamento de Bodega, en dicho procedimiento intervienen:

- Técnico eléctrico y/o mecánico
- Jefe de Producción
- Jefes de Departamento

- Personal que interviene

- Técnico eléctrico y/o mecánico: responsable de realizar los mantenimientos preventivos y correctivos a la maquinaria instalada y equipo.

- Jefes de producción: son los encargados de llevar la planificación de la producción, así como, de programar los paros en las máquinas para el mantenimiento.
- Jefe de mantenimiento: es el encargado llevar el control de los mantenimientos a las áreas de producción y las maquinarias instalada.

Tabla VIII. **Procedimiento de evaluación de equipo**

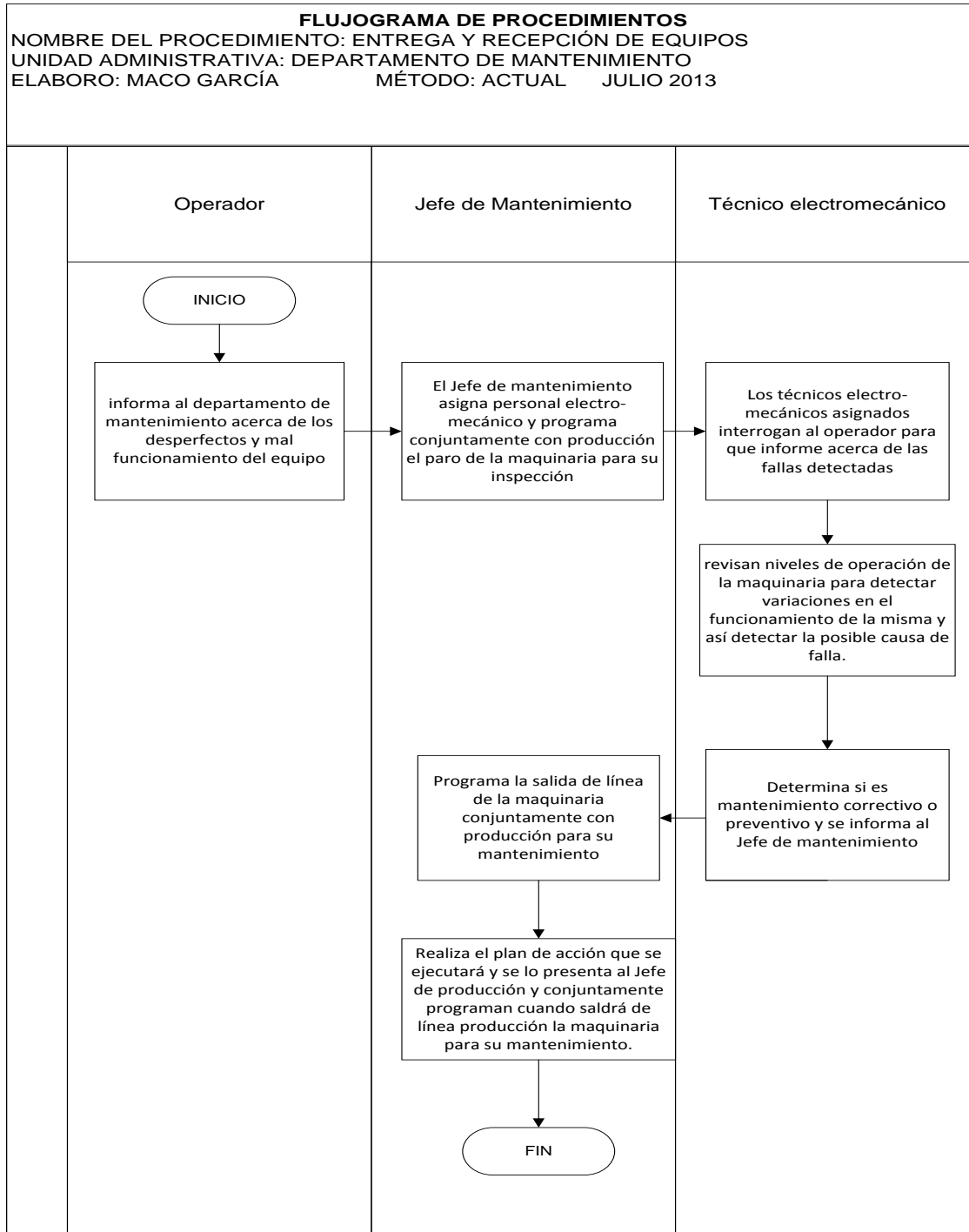
SECUENCIA	ACTIVIDAD	RESPONSABLE
Informe sobre desperfectos.	Operador de la maquinaria informa al departamento de mantenimiento acerca de los desperfectos y mal funcionamiento del equipo.	Operador / Departamento de Mantenimiento.
Programación de inspección.	El Jefe de mantenimiento asigna personal electro-mecánico y programa conjuntamente con producción el paro de la maquinaria para la inspección.	Jefe de mantenimiento / jefe de producción / técnicos Electro-mecánicos.
Inspección del equipo y levantado técnico.	Los técnicos electromecánicos asignados interrogan al operador para que informe acerca de las fallas detectadas, luego revisan niveles de operación de la maquinaria para detectar variaciones en el funcionamiento de la misma y así detectar la posible causa de falla.	Operador / técnicos electro-mecánicos.

Continuación de la tabla VIII.

Detección de falla.	Luego de detectar la falla se determina si es mantenimiento correctivo o preventivo y se informa al Jefe de mantenimiento.	Técnicos electro-mecánicos.
	Programa la salida de línea de la maquinaria conjuntamente con producción para el mantenimiento.	Jefe de mantenimiento.
Plan de acción.	El jefe de Mantenimiento recibe informe por parte de los técnicos que realizaron la inspección del equipo y realiza el plan de acción que se ejecutará y se lo presenta al jefe de producción y conjuntamente programan cuando saldrá de línea producción la maquinaria para el mantenimiento.	Jefe de mantenimiento/ Jefe de producción.

Fuente: elaboración propia.

Figura 20. Procedimiento de evaluación de equipo



Fuente: elaboración propia.

3.4. Procedimiento de solicitud de herramienta

A continuación se presenta la descripción de las actividades a realizar para la solicitud de herramientas por el técnico eléctrico y/o mecánico.

- **Objetivo general**

Controlar el egreso e ingreso de herramientas solicitadas por los mecánicos en el Departamento de Mantenimiento.

- **Objetivos específicos**

- Verificar que se entreguen las herramientas solicitadas por parte del mecánico.
- Llevar un control de inventarios de las herramientas.
- Almacenar las herramientas en los anaqueles correspondientes.

- **Alcance**

Este proceso es aplicable para el Departamento de Bodega, en dicho procedimiento intervienen:

- Técnico electricista y/o mecánico
- Jefe de Mantenimiento
- Encargado de almacén

- Personal que interviene
 - Técnico electricista y/o mecánico: responsable de realizar los mantenimientos preventivos y correctivos a la maquinaria instalada.
 - Encargado de almacén: encargado de realizar el conteo físico y acomodo de las herramientas y suministros. También debe de ingresar las el *stock* de herramientas al sistema de cómputo y realizar el inventario físico, además de procesar y archivar documentos.
 - Jefe de mantenimiento: encargado de llevar el control de los mantenimientos a las áreas de Producción y la maquinaria instalada.

Tabla IX. Descripción de actividades para la solicitud de herramientas

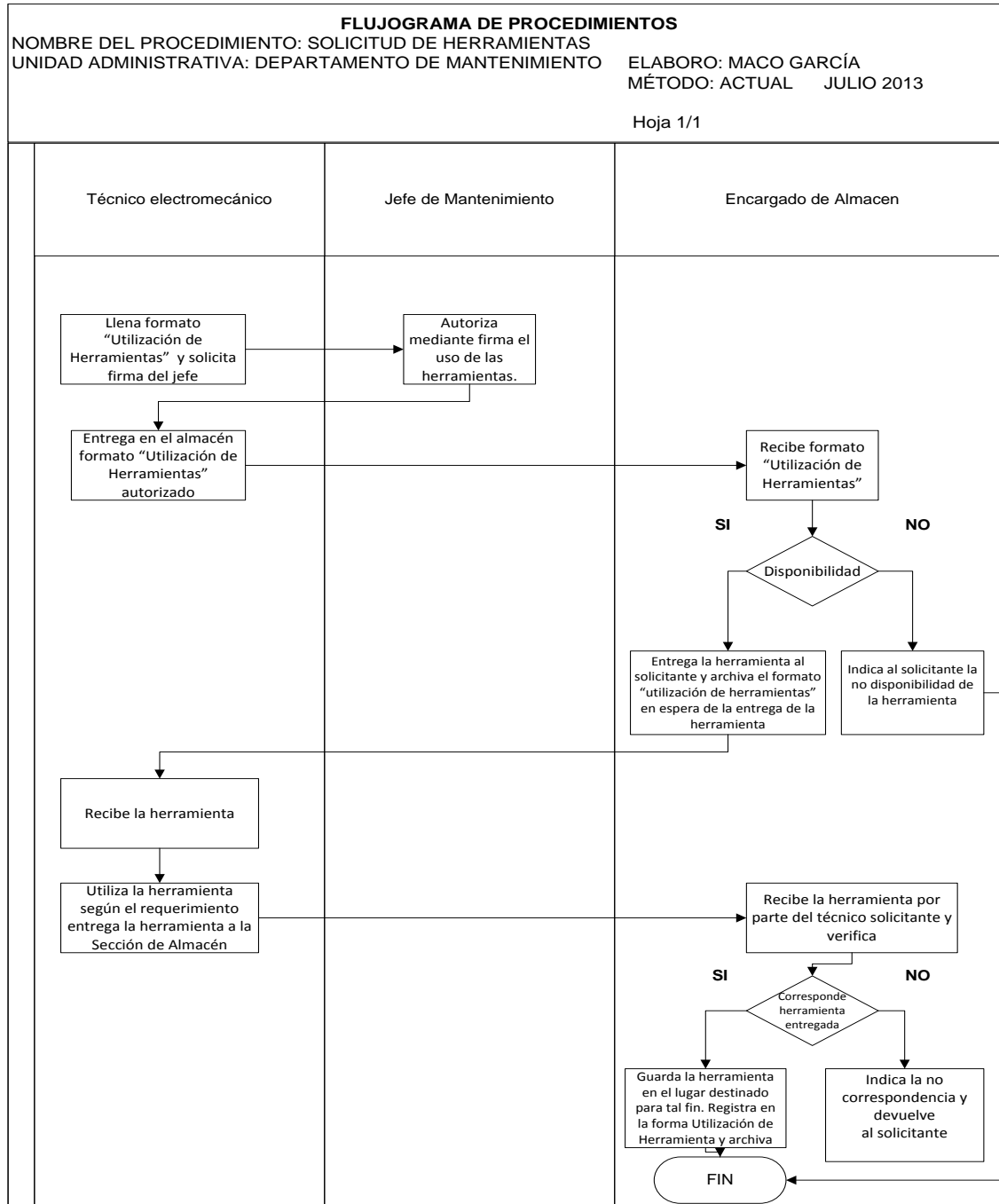
SECUENCIA	ACTIVIDAD	RESPONSABLE
1. Solicitud de herramienta.	Llena formato "Utilización de herramientas" y solicita firma del jefe	Técnico electricista y/o mecánico.
2. Solicitud de autorización a jefe inmediato.	Autoriza mediante firma el uso de las herramientas.	Jefe de Mantenimiento.
3. Solicitud de herramienta en almacén.	Entrega en el almacén formato "Utilización de herramientas" autorizado.	Técnico electricista y/o mecánico.
4. Revisión de solicitud en almacén.	Recibe formato "Utilización de herramientas".	Encargado de Almacén.

Continuación de la tabla IX.

5.	Verificación según inventario.	Verifica la disponibilidad de la herramienta solicitada.	Encargado de Almacén.
6.	Entrega de herramienta.	6.1-NO- Indica al solicitante la no disponibilidad de la herramienta. 6.2. –SI- Entrega la herramienta al solicitante y archiva el formato “utilización de herramientas” en espera de la entrega de la herramienta.	Encargado de Almacén.
7.	Recepción de herramienta.	Recibe la herramienta.	Técnico electricista y/o mecánico.
8.	Ejecución de mantenimiento.	Utiliza la herramienta según el Requerimiento.	Técnico electricista y/o mecánico.
9.	Devolución de herramienta.	Utiliza la herramienta según el requerimiento entrega la herramienta a la Sección de Almacén.	Técnico electricista y/o mecánico.
10.	Recepción de herramienta.	Recibe la herramienta por parte del técnico solicitante.	Encargado de Almacén.
11.	Verificación de herramienta según formato “utilización de herramienta”.	Verifica que se corresponda con la herramienta entregada. 11.1. Indica la no correspondencia y devuelve al solicitante. 11.2 Guarda la herramienta en el lugar destinado para tal fin.	Encargado de Almacén.
12.	Generación de archivo de control interno.	Registra en el formato “utilización de herramientas” la recepción de la herramienta y archiva.	Encargado de Almacén.

Fuente: elaboración propia.

Figura 21. Solicitud de herramientas



Fuente: elaboración propia.

3.5. Procedimiento de solicitud de repuestos e insumos a bodega

A continuación se presenta la descripción de las actividades a realizar para la solicitud de repuestos e insumos por el técnico eléctrico y/o mecánico.

- **Objetivo general**

Controlar el egreso e ingreso de repuestos e insumos solicitados por los mecánicos en el Departamento de Mantenimiento.

- **Objetivos específicos**

- Verificar la entrega de los repuestos e insumos solicitados por el mecánico.
- Llevar un control de inventarios de los repuestos e insumos.
- Almacenar los repuestos e insumos en los anaqueles correspondientes.

- **Alcance**

Este proceso es aplicable para el Departamento de Bodega, en dicho procedimiento intervienen:

- Técnico electricista y/o mecánico
- Jefe de Mantenimiento
- Encargado de Almacén

- Personal que interviene
 - Técnico electricista y/o mecánico: responsable de realizar los mantenimientos preventivos y correctivos a la maquinaria instalada.
 - Encargado de Almacén: encargado de realizar el conteo físico y acomodo de los repuestos e suministros. También debe de ingresar al sistema de cómputo y realizar el inventario físico, además de procesar y archivar documentos.
 - Jefe de Mantenimiento: encargado llevar el control de los mantenimientos a las áreas de Producción y la maquinaria instalada.

Tabla X. **Procedimiento de solicitud de insumos y repuestos**

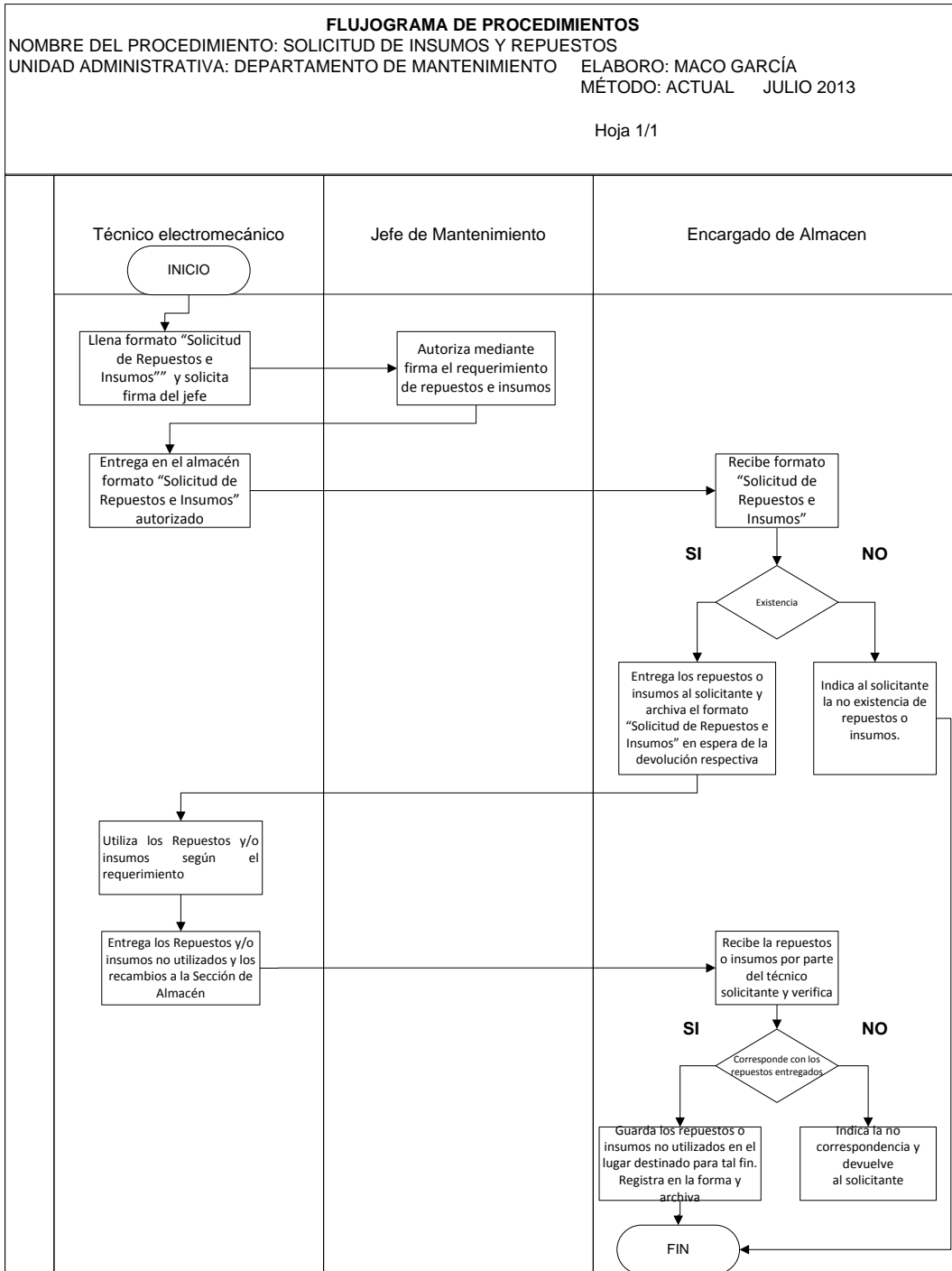
SECUENCIA	ACTIVIDAD	RESPONSABLE
1. Solicitud de Repuestos e insumos.	Llena formato "Solicitud de Repuestos e Insumos".	Técnico electricista y/o mecánico.
2. Solicitud de autorización a jefe Inmediato.	Solicita la firma del jefe de la sección en señal de autorización el requerimiento de repuestos e insumos.	Técnico electricista y/ o mecánico – jefe de Mantenimiento.
3. Solicitud de repuestos e insumos.	Entrega en el almacén formato "solicitud de repuestos e insumos".	Técnico electricista y/o mecánico.
4. Revisión de solicitud en almacén.	Recibe formato "solicitud de repuestos e insumos".	Encargado de Almacén.
5. Verificación según inventario.	Verifica la existencia de repuestos y/o insumos solicitados.	Encargado de Almacén.

Continuación de la tabla X.

6.	Entrega de herramienta.	6.1-NO- Indica al solicitante la no existencia de Repuestos y /o insumos. 6.2. –SI- Entrega los repuestos y/o insumos al solicitante y archiva el formato “solicitud de repuestos e insumos” en espera de la entrega de los mismos.	Encargado de Almacén.
7.	Recepción de repuestos y/o insumos.	7. Recibe los repuestos y/o insumos.	Técnico electricista y/o mecánico.
8.	Ejecución de mantenimiento.	Utiliza los repuestos y/o insumos según el requerimiento.	Técnico eléctrico y/o mecánico.
9.	Devolución de repuestos y/o insumos.	Entrega los repuestos y/o insumos no utilizados y los recambios a la sección de almacén.	Técnico electricista y/o mecánico.
10.	Recepción los repuestos y/o insumos.	Recibe los repuestos y/o insumos no utilizados o los recambios por parte del técnico solicitante.	Encargado de Almacén.
11.	Verificación de los repuestos y/o insumos según formato solicitud de repuestos e insumos.	Verifica que se corresponda con los repuestos y/o insumos. 11.1. Indica la no correspondencia y devuelve al solicitante. 11.2 Guarda los repuestos y/o insumos no utilizados en el lugar destinado para tal fin.	Encargado de Almacén.
12.	Generación de archivo de control interno.	Registra en el formato solicitud de repuestos e insumos” la recepción de los mismos y archiva.	Encargado de Almacén.

Fuente: elaboración propia.

Figura 22. Solicitud de repuestos e insumos



Fuente: elaboración propia.

3.6. Procedimiento de solicitud de compra de repuestos e insumos

A continuación se presenta la descripción de las actividades a realizar para la compra de repuestos e insumos por el jefe de Mantenimiento.

- **Objetivo general**

Aplicar métodos para establecer las cantidades que se comprarán, para la orden más económica y punto de reorden. Cuando el nivel de inventario baja hasta este punto se hace un nuevo pedido que llegará algún tiempo después.

- **Objetivos específicos**

- Verificar que los repuestos e insumos sean de calidad y con garantía.
- Llevar un control de inventarios de los repuestos e insumos.
- Almacenar los repuestos e insumos en los anaqueles correspondientes.

- **Alcance**

Este proceso es aplicable para el Departamento de Mantenimiento, compras en dicho procedimiento intervienen:

- Auxiliar de bodega
- Jefe de Mantenimiento
- Jefe de Compras

- Personal que interviene
 - Jefe de compras: realiza las compras de la empresa.
 - Auxiliar de bodega: lleva el control del sistema de inventarios.
 - Jefe de Mantenimiento: los movimientos en el Departamento.

Tabla XI. **Procedimiento de compra**

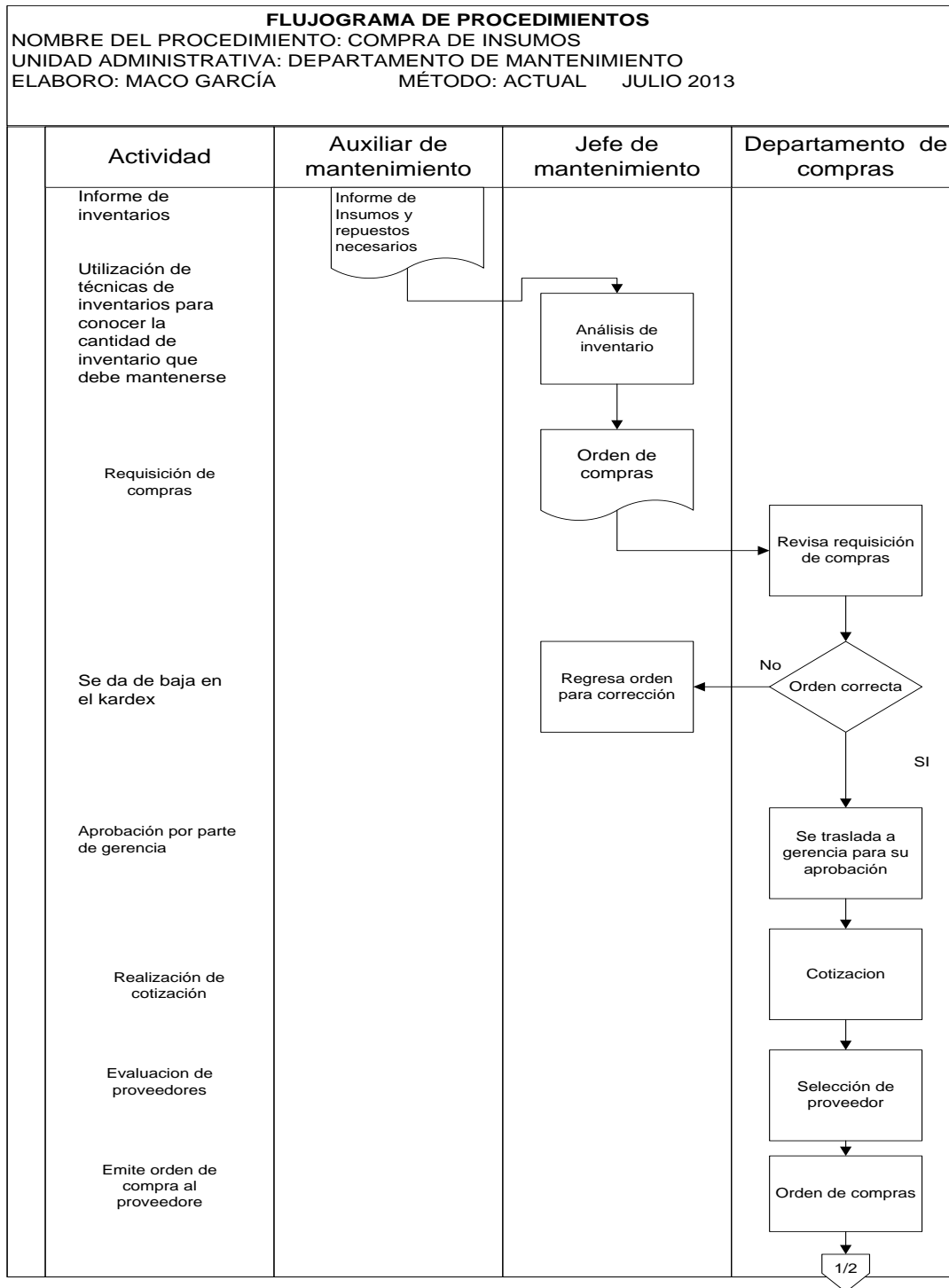
SECUENCIA	ACTIVIDAD	RESPONSABLE
1	El jefe de Mantenimiento recibe de parte de los auxiliares de información sobre los insumos y repuestos necesarios	Auxiliar
2	Realizar cálculos para conocer las cantidades a pedir	Jefe de mantenimiento
3	Realiza orden de compras	Jefe de mantenimiento
4	Revisa orden de compras: si cumple, se da tramite; no cumple, se regresa para corrección	Compras

Continuación de la tabla XI.

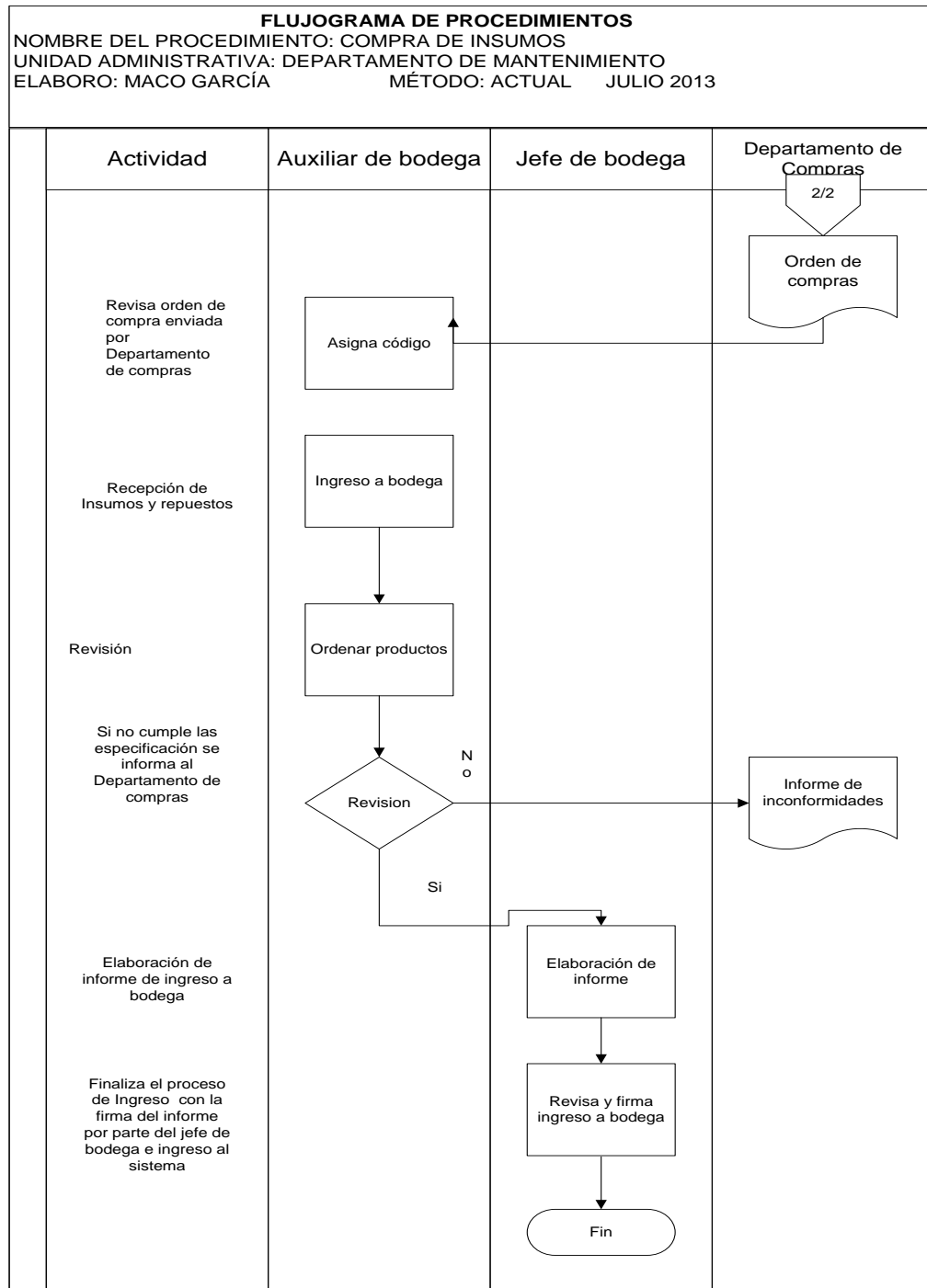
5	Se traslada para aprobación	Compras
6	Se elabora cotización	Compras
7	Se selecciona el proveedor	Compras
8	Emite orden de compras	Compras
9	Recibe orden de compras	Auxiliar
10	Recepción de insumos y repuestos	Auxiliar
11	Revisión de insumos y repuestos	Auxiliar
12	Elabora ingreso a bodega	Jefe de Mantenimiento
13	Revisa e ingresa al sistema	Jefe de Mantenimiento

Fuente: elaboración propia.

Figura 23. Procedimiento de compras de insumos y repuestos



Continuación de la figura 23.



Fuente: elaboración propia.

3.7. Procedimiento de entrega y recepción de equipos reparados

A continuación se presenta la descripción de las actividades a realizar para la entrega y recepción de equipos.

- **Objetivo general**

Controlar el egreso e ingreso de los equipos en reparación solicitados por los operadores.

- **Objetivos específicos**

- Verificar que se entreguen los equipos ingresados a mantenimiento.
- Llevar un control de los mantenimientos realizados a cada equipo.
- Llevar un control del equipo que no tiene reparación y se tiene que dar de baja en el sistema, e informar a jefe de Mantenimiento para solicitar equipo nuevo.

- **Alcance**

Este proceso es aplicable para el Departamento de Bodega, en dicho procedimiento intervienen:

- Operador
- Jefe de Mantenimiento
- Mecánicos

- Personal que interviene
 - Mecánico: realiza los mantenimientos preventivos y correctivos a la maquinaria instalada.
 - Operador: encargado de operar las máquinas instaladas, así como revisar periódicamente y notificar al jefe de Mantenimiento de cualquier anomalía.
 - Jefe de mantenimiento: encargado llevar el control de los mantenimientos a las áreas de Producción y la maquinaria instalada.

Tabla XII. **Procedimiento de entrega y recepción de equipos reparados**

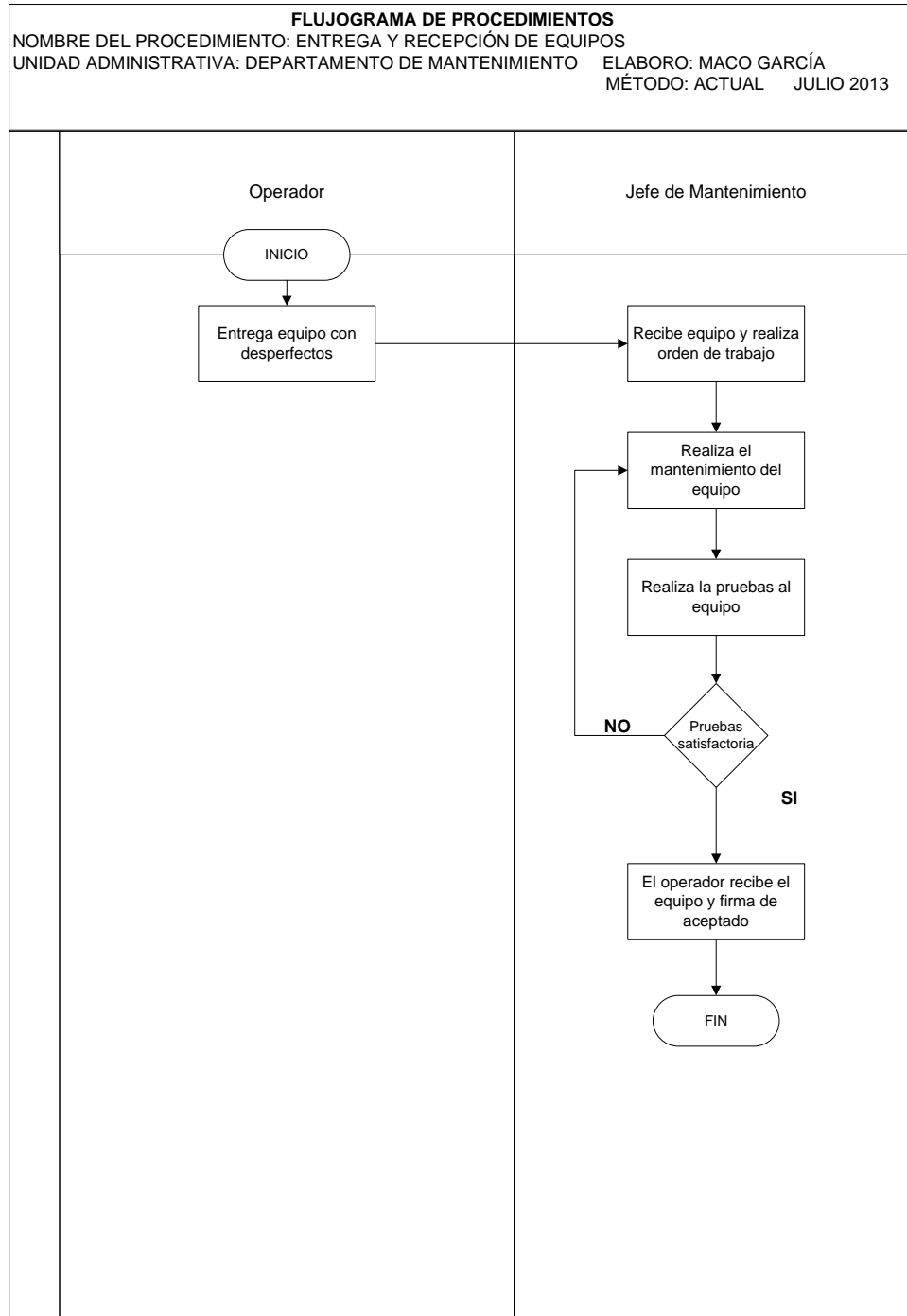
SECUENCIA	ACTIVIDAD	RESPONSABLE
1. Entrega del equipo a mantenimiento	El operador de la maquinaria entrega al Departamento de Mantenimiento el equipo con desperfectos, luego de ser inspeccionado.	Operador / Departamento de Mantenimiento.
2. Recepción del equipo por parte de mantenimiento	El Departamento de Mantenimiento recibe el equipo a reparar y firma la orden de trabajo.	Departamento de Mantenimiento.
3. Ejecución de las tareas de mantenimiento	Se ejecuta el mantenimiento preventivo o correctivo según la naturaleza de la falla por parte del Departamento de Mantenimiento.	Departamento de Mantenimiento.

Continuación de la tabla XII.

<p>4. Pruebas de operación posteriores a mantenimiento</p>	<p>El Departamento de Mantenimiento realiza las pruebas de funcionamiento del equipo reparado conjuntamente con el operador.</p>	<p>Operador/ departamento de mantenimiento.</p>
<p>5. Recepción del equipo reparado por parte del operador.</p>	<p>Si las pruebas son satisfactorias el operador firma la orden de trabajo donde recibe el equipo. Reparado y con buen funcionamiento si las pruebas no son satisfactorias el Departamento de Mantenimiento realiza nuevamente tareas del paso 3.</p>	<p>Operador / Departamento de Mantenimiento.</p>

Fuente: elaboración propia.

Figura 24. **Procedimiento de entrega y recepción de equipo**



Fuente: elaboración propia.

4. IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO

4.1. Ejecución del plan de mantenimiento siguiendo los procedimientos establecidos

Una rutina de mantenimiento es la secuencia de estos que se siguen 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, pues de esta manera se conjuntan los mantenimientos de las distintas máquinas o equipos en un solo formato de mantenimiento.

El mejoramiento del control de lubricación y limpieza de áreas que están en constante uso mejorará el funcionamiento del equipo, contribuyendo a optimizar la eficiencia. A continuación se muestran los elementos y partes del equipo que necesitan un mantenimiento constante.

- Mantenimiento de los elementos neumáticos: en la parte superior del cuerpo impresor se encuentra el armario neumático, en el que todos los elementos neumáticos de distribución y válvulas están centralizados. En los cilindros neumáticos se evitará la acumulación de polvo en los ejes, a fin de impedir la formación de una pasta que produjera el agarrotamiento. Finalmente, para mejorar el rendimiento y reducir el desgaste y los fallos de funcionamiento, es aconsejable montar un

secador de aire en la línea de admisión de aire a la máquina. Este puede ser un secador refrigerador. Se aconseja que el sistema neumático tenga las condiciones siguientes de conformidad con ISO/DIS 8573-1:

- Agua residual, máx. 6gr/m³
 - Polvo residual, máx. 0,1 mg/m³
 - Aceite residual, máx. 0,1 mg/m³
 - Tamaño de partícula, máx. 0,1 μ
-
- Mantenimiento de elementos mecánicos: a continuación se dará una descripción de las principales operaciones de mantenimiento mecánico.

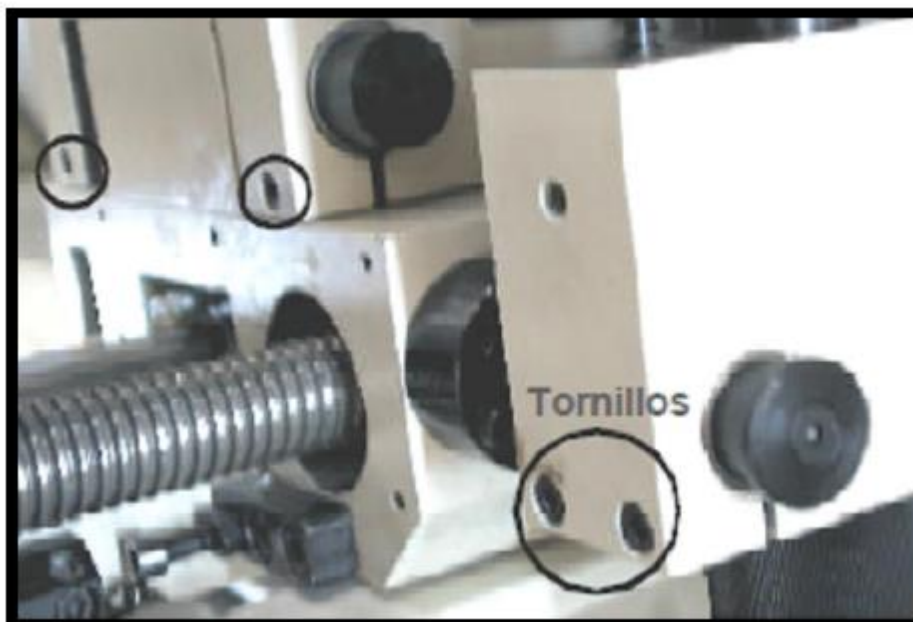
 - Cuerpo impresor: compuesto de bancadas de fundición, soportando el tambor central, preparadas para el acoplamiento de ocho grupos impresores.

 - Ejes portacamisas: tener especial cuidado en limpiar los ejes neumáticos de camisa, ya que cualquier resto de tinta o suciedad podrían obstaculizar la introducción y extracción de la camisa. Se debe comprobar que no esté obstruido ninguno de los agujeros de aire. Los ejes neumáticos de camisa portacliché deben mantenerse perfectamente limpios, en especial cuando haya montado un pivote de centrado de camisa retráctil. En caso de que se llenase de tinta después de un accidente o se niegue a activarse, desmontarlo insertando una llave Allen y empujando el pivote, de manera que el dispositivo de fijación pueda ser desenroscado y a continuación, limpiarlo. En el lado fijo, los ejes están soportados sobre rodamientos de rodillos cónicos que están lubricados en fábrica y no necesitan ningún mantenimiento.

- Guías lineales, husillos y tornillos: estos están protegidos contra la suciedad por guardas de tipo fuelle extensibles. El único mantenimiento requerido es una inspección periódica del estado de los fuelles, en particular de las fijaciones. Los fuelles deberán sustituirse si fuese necesario. Las guías lineales, los husillos y los tornillos están lubricados de fábrica, aun así se deberá lubricar periódicamente
- Rodamientos de registro longitudinal: el registro longitudinal se ajusta desplazando el cubo que soporta la rueda dentada. Este cubo tiene un disco de rodamientos (con dos rodamientos de bolas de contacto angular precargados), que se mueve por medio de una horquilla ajustada al mismo sin ningún juego axial. Estos rodamientos están lubricados de fábrica. Si se observa que funcionan de manera deficiente, pueden ser desmontados y sustituidos.
- Ruedas dentadas porta cliché y rodillo tramado: las ruedas dentadas están hechas de ERTALYTE, un material ligero de gran resistencia que, no obstante, es frágil a los impactos. Por consiguiente, deben ser almacenadas con cuidado y el estado debe ser comprobado periódicamente. Las ruedas dentadas para el rodillo tramado no deberán ser cambiadas nunca: el único mantenimiento que requieren es la lubricación periódica de las superficies.
- Casquillos de registro longitudinal y lateral: las piezas que permiten el movimiento lateral del rodillo y la rueda dentada se deslizan sobre casquillos de fricción autolubrificantes libres de mantenimiento (INA PERMAGLIDE PAP 2415 P10 para el registro longitudinal y PAP 3030 P10 para el registro lateral). Estos casquillos están precargados previamente para eliminar cualquier juego en el alojamiento, y pueden

ser apretados adicionalmente mediante los tornillos). Cualquier juego que aparezca en los registros durante el funcionamiento podría deberse al desgaste de estos casquillos: hay que apretarlos hasta que desaparezca el juego.

Figura 25. **Casquillos de registro longitudinal y lateral**



Fuente: Technofilms S.A.

- Pantallas de secado: no requieren ningún mantenimiento especial. Sencillamente deberán limpiarse: a intervalos periódicos o siempre que sean necesario: en primer lugar se desacoplan las tuberías de impulsión y aspiración del lado de transmisión de la máquina, girándolas ligeramente y tirando de ellas (no es necesario desconectar las mangueras).

- Túnel de secado: se deberá aplicar lubricación periódica en el túnel de secado en los puntos descritos de engrase. También se deberán limpiar ocasionalmente las pantallas de secaje interiores.
- Bombas de membrana neumática: las bombas neumáticas de membrana son especialmente delicadas en cuanto al mantenimiento de la membrana que impulsa la tinta. Dicha membrana debe ser resistente a la fatiga mecánica (puesto que está actuando constantemente, y muchas veces en vacío) y también debe ser resistente a los ataques químicos de los disolventes de limpieza y de los disolventes contenidos en la tinta.

En caso de rotura de las membranas, es necesario sustituir no solamente las membranas sino también todas las juntas tóricas de la parte neumática, las cuales al romperse la membrana quedan bañadas por disolventes y se degradan rápidamente.

- Puntos de engrase: es necesario lubricar los elementos del equipo de forma periódica para evitar desgaste y agarrotamientos que provocan paros inesperados.
- Guías lineales de la rasqueta: grasa: Isoflex NBU - 15 – anualmente.
- Carros de guías lineales, rodamientos eje porta-camis: grasa: Isoflex NBU 15 – anualmente.
- Husillos: grasa: Isoflex NBU 15 – anualmente.
- Carros de guías lineales: grasa: Isoflex NBU 15- anualmente.

- Juntas rotativas rodillos refrigeradores: grasa: Petamo GHY 133N – trimestralmente

4.2. Evaluación y seguimiento para determinar optimización

A continuación se presenta la manera de evaluar y dar seguimiento al proceso de optimización.

4.2.1. Reducción de paros no programados

Para la reducción de paros no programados se debe establecer los procedimientos para los programados, que permita luego de las reparaciones, garantizar la operatividad y continuidad de los equipos dentro de los procesos de las planta, por lo cual se describe el procedimiento propuesto.

- Objetivo general

Determinar el programa de paros dentro de la empresa para mantenimiento de equipo.

- Objetivos específicos

1. Verificar que se revisen todas las máquinas.
2. Llevar un control de los mantenimientos realizados a cada equipo.
3. Llevar un control del equipo que no tiene reparación y se tiene que dar de baja en el sistema, e informar a jefe de Mantenimiento para solicitar equipo nuevo.

- Alcance

Este proceso es aplicable para toda la empresa.

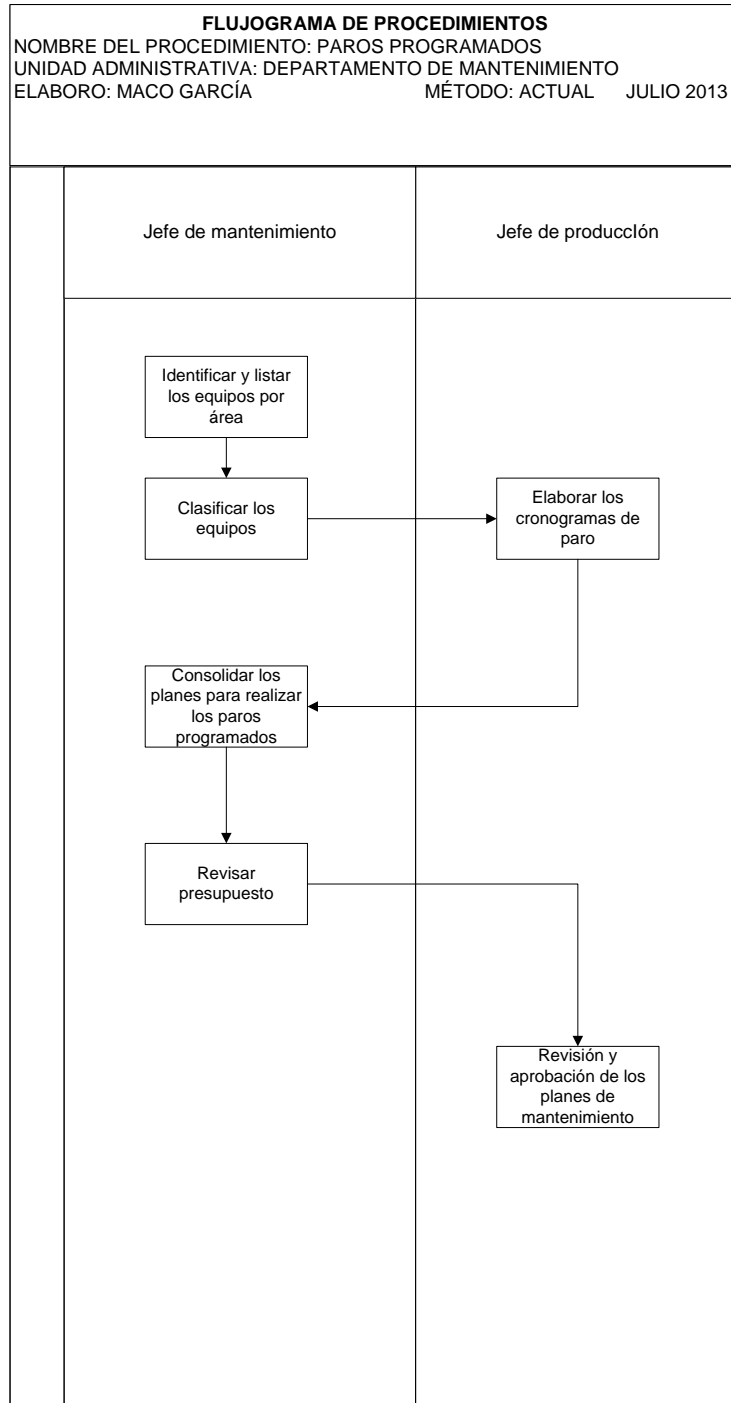
- Personal que interviene
 - Técnico: responsable de realizar los mantenimientos preventivos y correctivos a la maquinaria instalada.
 - Jefe de Producción: es el encargado de la planificación de la producción.
 - Jefe de Mantenimiento: encargado llevar el control de los mantenimientos a las áreas de Producción y la maquinaria instalada.

Tabla XIII. **Procedimiento de paro**

SECUENCIA	ACTIVIDAD	RESPONSABLE
1	Identificar y listar los equipos por áreas de toda la planta de acuerdo a la codificación vigente.	Jefe de Mantenimiento
2	Clasificar los equipos en críticos y no críticos	Jefe de Mantenimiento
3	Elaborar los cronogramas para los paros programados de planta.	Jefe de Producción
4	Consolidar los planes de mantenimiento para el paro	Jefe de Mantenimiento
5	En caso de existir novedades realizar una revisión a los planes de mantenimiento (paro de planta).	Jefe de Mantenimiento
6	Coordinar la estimación de presupuestos para repuestos de mantenimiento	Jefe de Mantenimiento/ Jefe de Producción
7	Aprobar planes de mantenimiento para el paro programado	Jefe de Producción

Fuente: elaboración propia.

Figura 26. **Flujograma de paro programado**



Fuente: elaboración propia.

4.3. Reducción de costos por mantenimientos correctivos

En el proceso de mejoramiento continuo se deben eliminar las actividades que no generan valor al mantenimiento, tales como: papeleo, burocracia, firmas, conteo, movimiento, transporte, espera, almacenaje, revisión, traspaso, inventario, seguridad, reprocesos, desechos, recompras, entre otros. Se elimina lo innecesario y se clasifica lo necesario. Es importante reorientar a la empresa hacia los clientes. Buscar eficiencia en costos, en forma rápida y flexible, mejorando continuamente.

Las nuevas adquisiciones y modificaciones a sistemas existentes se deben diseñar para que no se requieran precauciones especiales o difíciles de seguridad, o de prevención de la contaminación ambiental, etc., lo cual representa costos operativos.

Se debe tener presente que los costos obvios como son: pérdida de productividad, mermas a la calidad del servicio, y accidentes. Pero también considerar otros costos ocultos como daños al medio ambiente, multas, perjuicios a la imagen de la empresa y pérdida de la clientela leal.

El mantenimiento adecuado en forma eficiente, es buscar constantemente formas creativas de reducir tiempo, esfuerzo, y costos en las labores de mantenimiento y de minimizar el impacto en el proceso productivo. Para encontrar mejores maneras de hacer las cosas que ya se hacen bien, se requiere aceptar que existe la posibilidad de mejorar. Esto implica una actitud proactiva y requiere el aporte del personal íntimamente involucrado y comprometido con el mantenimiento.

Luego de cada mantenimiento programado, se debe realizar una reunión de autocrítica para examinar qué cosas se pudieron haber hecho mejor y tomar muy en cuenta las recomendaciones que se generen en futuros mantenimientos.

Planificar y diseñar con la función y el proceso del mantenimiento en mente, procurando mejorar la mantenibilidad. Diseñar para que los componentes de mayor desgaste sean fácilmente reemplazables, sin uso de equipo especial, en tiempos mínimos, con menos personal, a un menor costo etc. Proveer buen acceso a los componentes y facilitar la eventual remoción o mantenimiento. Enfocarse en la solución del problema, buscando la mejoría total.

Se debe programar el reemplazo de los equipos críticos que no tienen piezas de repuesto, y aquellos componentes de dichos equipos que han completado la vida útil esperada.

4.4. Verificar si se mantienen o mejoran los estándares de calidad

Considerando que el primer objetivo de trabajo, del área de mantenimiento, es el de propiciar de altos índices de confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad a favor de la producción.

Para poder establecer estos factores de efectividad de mantenimiento, deberá ir acompañada de otros factores, índices (secundarios) que permitan evaluar, analizar y pronosticar el comportamiento.

- Disponibilidad del mantenimiento: este puede ser uno de los indicadores de mantenimiento más utilizados, ayuda a dar una mejor percepción de

la capacidad de realización y de mantenimiento de un proceso. Al realizar la compra de nuevo equipo, se debe tener mucho cuidado para poder determinar tiempo de operación de la máquina.

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Tiempo de operación} - \text{tiempo de reparación}}{\text{Tiempo de operación}}$$

- Efectividad del mantenimiento: es usada para medir la mantenibilidad, y es una base muy útil para comparar diferentes equipos, las unidades deben ser seleccionadas dependiendo del ambiente del equipo y un parámetro debe ser horas de operación por horas de mantenimiento. La efectividad del mantenimiento se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Efectividad} = \frac{\text{Uso actual del equipo}}{\text{Esfuerzo requerido para el mantenimiento}}$$

- Tasa de realización de las actividades de mantenimiento preventivo

$$\text{Tasa de actividad de mantenimiento preventivo \%} = \frac{\text{Número de actividades realizadas}}{\text{Número de actividades previstas}}$$

- Costo del personal

$$\% \text{ Costo de personal} = \frac{\text{Costo del personal}}{\text{Costo total de mantenimiento}}$$

- Tasa de mantenimiento preventivo

$$\text{Tasa de mantenimiento preventivo} = \frac{\text{Horas planificadas para mantenimiento}}{\text{Total de horas programadas}}$$

CONCLUSIONES

1. En la industria ocurre un error frecuente o habitual, esperar a que un equipo falle para arreglarlo. La falta de tiempo y el coste percibido son las excusas más comunes, pero a la larga, es más barato prevenir que curar. Los jefes de Mantenimiento tienen que hacer prodigios con los recursos para solucionar las reparaciones urgentes y al mismo tiempo encuentran dificultades para implementar un programa de mantenimiento preventivo, que una vez aplicado, limitaría enormemente dichas reparaciones.
2. Uno de los problemas frecuentes que se observó en el área de Mantenimiento fue que no tienen las herramientas necesarias para elaborar las reparaciones. Esto hace que el trabajo no sea calificado y al momento de laborar de nuevo, es inseguro.
3. La mala lubricación de los elementos y la falta de un estricto control de las fichas de lubricación, incrementan la inseguridad en el momento de laborar.
4. Otro de los problemas frecuentes en la impresora, se presenta en las bombas neumáticas debido al uso constante, ya que el solvente que se utiliza para diluir la tinta, fatiga la membrana. Por lo que es necesario llevar un control del cambio de repuestos, para que cuando el tiempo caduque se pueda programar la reposición de las partes dañadas.

RECOMENDACIONES

1. Revisar el inventario de repuestos de existencias, para tener siempre a la disposición todos los materiales necesarios al elaborar la reparación y así evitar pérdidas de tiempo.
2. Evaluar diariamente los trabajos de mantenimiento, con el objetivo de aumentar la confiabilidad del equipo.
3. Revisar el trabajo después de haber realizado la reparación para tener una completa seguridad del desempeño de la máquina.
4. Procurar que los operarios de mantenimiento utilicen las herramientas idóneas en la reparación de las fallas, así como proporcionarles toda la herramienta necesaria para efectuar un buen trabajo.
5. Tener un estricto control de la lubricación de la máquina, utilizando las fichas de lubricación para evitar fallas imprevistas debido a la mala lubricación.

BIBLIOGRAFÍA

1. C. ROALER, Robert. *Manual de mantenimiento industrial*. México: McGraw-Hill, 1990. 217 p. Vol. 1.
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*. Trabajo de graduación del Ing. Mecánico Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2007.147 p.
3. RAMÍREZ CAVASSA, César. *Manual de seguridad industrial*. México: Límusa 1999.508 p.
4. R. PRADO, Raúl. *Manual de mantenimiento a la medida*. Guatemala: Piedra Santa, 1996.99 p.
5. ROJAS CANSINOS, 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.* Trabajo de graduación de Ing. Mecánico Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2007.229 p.

ANEXOS

Informe de análisis de campo realizado en la empresa TECHNOFILMS

Durante los meses de mayo y junio del 2013 se realizó el levantado técnico y una inspección de las fallas y las posibles causas, en los sistemas de impresión de TECHNOFILMS, y a continuación se hace una descripción de lo detectado.

Se detectó que los principales puntos de fugas de aceite, se deben a lo siguiente:

- Fugas en torres debido al desgaste del émbolo, se debe a que existen partículas metálicas bastante grandes en el aceite que rayan la pieza, y revisando el sistema se detecta que la centralina no posee filtro en el retorno lo que hace que las partículas viajen libremente dañando las piezas metálicas y la bomba, las dos piezas de la torre presentan un desajuste de 2 décimas de mm cuando debería de estar aproximadamente en media décima.
- Fugas en mangueras(las que van a los actuadores y las que van desde la torre hacia el distribuidor, lado opuesto a la corona), esto se debe a que algunas mangueras son muy cortas y quedan muy ajustadas en el sistema, aparte que al momento de cambiar la planta de locación, estas pudieron ser dañadas al instalarlas nuevamente, estas presentan dobleces y cristalización y fallas en los conectores metálicos (el mecánico de turno comentó que poseen mangueras nuevas para cambio pero que este no se ha realizado)

- Existen fugas en la base de los medidores que están en la centralina se podría corregir con permatex y teflón o en un caso muy extremo, habría que maquinar de nuevo la rosca para dejarla a la medida.
- Algunos actuadores debido a las fugas de aceite presentes en mangueras están llenos de aceite, lo que puede hacer que no manden una señal confiable, al mismo tiempo se sugiere revisar los actuadores porque algunos no están bien sujetos a la base.
- Con respecto a los problemas de temperatura se puede detectar que en la mayoría de módulos el intercambiador de calor, no está conectado al sistema de agua ni a la centralina, por lo que no está realizando la función de enfriar el aceite, al mismo tiempo algunos de los intercambiadores presentan oxidación y otro problema detectado es que no se utiliza agua tratada, por lo que los intercambiadores de calor pueden estar trabajando ineficientemente por presentar incrustaciones.
- Valdría la pena hacer un análisis de la eficiencia del sistema de enfriamiento de agua (toneles con un serpentín por donde pasa gas refrigerante) y la calidad de la misma para determinar si está cumpliendo con la función, analizar si no hay problemas de tuberías obstruidas o con síntomas de incrustación para poder hacer más eficiente el sistema de enfriamiento y con esto disminuir la temperatura que garantizará alargar más la vida útil de mangueras, o rings, empaques etc.

Repuestos:

- 2 Cojinetes de rodillos de doble hilera 6910 6*117 (cuna de 80 mm de largo 58 mm de diámetro externo y 50 mm de diámetro interno estos van uno en cada punta del rodillo)
- Juego de mangueras cortas que van de torre a distribuidor 1 juego por torre en cada modulo
- O ring de 34mm de diámetro interno, 1/8" de ancho (preferiblemente de viton) 2 por torre
- O ring de 36 mm de diámetro interno, 2.3 mm de ancho (1 por torre estos van en los bronce, preferiblemente de viton)
- O ring de 34mm de diámetro interno, 3.5 mm de ancho (1 por torre estos van en los bronce, preferiblemente de viton)
- O ring de 23 mm diámetro externo , 2.3mm de ancho
- Juego de mangueras hidráulicas de 1/8" para 2500 psi salen de actuadores ubicados en las centralinas hacia el sistema (1 juego por modulo)

- O ring de 34mm de diámetro interno, 3mm de ancho (van en los bronce de las torres del módulo de 8 estaciones, 1 por torre, preferiblemente de viton)
- 1 filtro para el retorno de la centralina # mpf 0301ag1
CART MF0301M60NB (1 por módulo)
- 1 filtro para el vertedero de aceite de la centralina (1 por módulo)
- Tener como mínimo 2 torres de repuesto por módulo para cambiar y llevar a maquinar las que están dañadas.
- Limpia-contactos, permatex, teflón.

ANEXO 2

PLAN DE ACCIÓN

Con respecto al problema de temperatura las medidas que se deben tomar son las siguientes.

- Revisión de los intercambiadores de calor o enfriadores de aceite, para determinar si están tapados o presentan alguna taponamiento por incrustación, así como también determinar si están corroídos todo esto para saber si son funcionales o hay que colocar un equipo nuevo.
- Conectar los intercambiadores de calor de cada módulo porque en varios equipos los mismos estaban desconectados y fuera de servicio.
- Hacer un tratamiento químico al agua que recircula en los enfriadores de aceite debido a que el agua no tratada es la principal causa de taponamientos por incrustación, teniendo un enfriamiento ineficiente y elevando la temperatura de operación.
- Revisar el funcionamiento de los chillers ubicados en cada módulo con la finalidad de que el agua que recircule en el sistema de enfriamiento lo haga a bajas temperaturas.
-

Con respecto a la problemática de fugas, se considera que al momento que se normalice la temperatura del sistema, disminuirá debido a que ya no se adelgazará la película de aceite, como también los accesorios no se verán dañados por alta temperatura y sobrepresión (véase mangueras, conectores, o rings), pero al mismo tiempo se sugiere lo siguiente.

- Abastecer el *stock* de repuestos con el listado antes mencionado en el presente informe.
- Cambiar los accesorios que estén dañados y produzcan fugas (mangueras, orings, empaques, filtros, torres, rodamientos)
- Revisión periódica de las condiciones del aceite y cambiarlo cuando sea necesario, evitando reciclarlo en el sistema, ya que muchas veces está contaminado con partículas que producen arrastre.