



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

**SISTEMA PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA Y PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO
EN UNA INDUSTRIA LITOGRAFICA UBICADA EN CIUDAD GUATEMALA**

Rolando Barillas Pérez

Asesorado por el Ing. Edgar Álvarez Cotí

Guatemala, septiembre de 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**SISTEMA PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA Y PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN
UNA INDUSTRIA LITOGRAFICA UBICADA EN CIUDAD GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

ROLANDO BARILLAS PÉREZ

ASESORADO POR EL ING. EDGAR ÁLVAREZ COTÍ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Juan Carlos Molina Jiménez
VOCAL V	Br. Mario Maldonado Muralles
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADORA	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
EXAMINADOR	Ing. Esdras Feliciano Miranda Orozco
EXAMINADOR	Ing. César Augusto Akú Castillo
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:

**SISTEMA PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA Y PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN
UNA INDUSTRIA LITOGRAFICA UBICADA EN CIUDAD GUATEMALA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha junio de 2011.



Rolando Barillas Pérez

Guatemala, 8 de noviembre de 2011


Ingeniero
Cesar Ernesto Urquizú Rodas
Director Escuela Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala

Estimado Ing. Urquizú:

Por este medio quiero dirigirme a usted e informarle que asesoré al estudiante de Ingeniería Mecánica Industrial, Rolando Barillas Pérez con carné 200715319, en el trabajo de graduación titulado: **SISTEMA PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA Y PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN UNA INDUSTRIA LITOGRAFICA UBICADA EN CIUDAD GUATEMALA.**

El trabajo presentado ha cubierto los objetivos planteados, proyectado criterios de ingeniería y seguido recomendaciones de la asesoría, por lo tanto considero que es satisfactorio y lo remito a usted para los trámites respectivos.

Sin otro particular me despido, atentamente,


Ing. Edgar Darío Álvarez Cotí
Ingeniero Mecánico Industrial
Colegiado No. 3424

Asesor

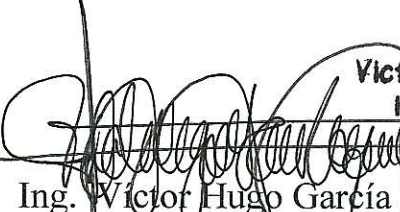
Edgar Darío Álvarez Cotí
Ing. Mecánico Industrial
Colegiado No. 3424



REF.REV.EMI.123.012

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **SISTEMA PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA Y PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN UNA INDUSTRIA LITOGRAFICA UBICADA EN CIUDAD GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario **Rolando Barillas Pérez**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS


Victor Hugo García Roque
INGENIERO INDUSTRIAL
Colegiado No. 5133
Ing. Víctor Hugo García Roque
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, julio de 2012.

/mgp



El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **SISTEMA PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA Y PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN UNA INDUSTRIA LITOGRAFICA UBICADA EN CIUDAD GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario **Rolando Barillas Pérez**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Ing. Cesar Ernesto Urquizú Rodas
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, agosto de 2012.

/mgp



DTG. 412.2012

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 Industrial, al trabajo de graduación titulado: **SISTEMA PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA Y PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN UNA INDUSTRIA LITOGRAFICA UBICADA EN CIUDAD GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario **Rolando Barillas Pérez**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Decano



Guatemala, 3 de septiembre de 2012.

/gdech

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por bendecir mi vida y permitirme alcanzar las metas que me he propuesto.
- Mis padres** Lilian Pérez Morales y Rodolfo Barillas Tije, por su esfuerzo, paciencia y apoyo incondicional.
- Mis hermanos** Linda Carolina, María Liliana, Juan Gabriel y Luis Roberto, por su ayuda y comprensión.
- Mis amigos** Por compartir conmigo su amistad, experiencia, penas y alegrías.

AGRADECIMIENTOS A:

- | | |
|--------------------------------|--|
| Ing. Edgar Álvarez Cotí | Por su orientación profesional, por su amistad y la confianza que me brindó en la elaboración del trabajo de graduación. |
| Ing. Marvin Poz López | Por permitir mi superación profesional a través de su experiencia en la producción y mi crecimiento personal con su sincera amistad. |
| Sr. Norberto España | Por sus consejos y apoyo profesional. |
| Sr. Rudy Cardona | Por su amistad y enseñanzas morales. |
| LithoPress S.A. | Por darme la oportunidad de desarrollar los conocimientos de ingeniería en el área de las artes gráficas. |

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	IX
LISTA DE SÍMBOLOS	XI
GLOSARIO	XIII
RESUMEN.....	XV
OBJETIVOS/HIPÓTESIS.....	XVII
INTRODUCCIÓN	XIX
1. ANTECEDENTES	1
1.1. Historia de la litografía.....	1
1.1.1. Historia de LithoPress.....	3
1.1.2. Ubicación	5
1.2. Estructura organizacional	7
1.3. Plan estratégico.....	11
1.3.1. Misión	12
1.3.2. Visión.....	12
1.3.3. Valores	13
1.3.4. Política de calidad.....	14
1.4. Crecimiento económico	15
1.5. Procesos de investigación realizados con anterioridad	16
1.6. Productos	17
2. SITUACIÓN ACTUAL.....	19
2.1. Equipo de producción	19
2.1.1. Condiciones y ubicación de la maquinaria.....	20
2.1.2. Personal operativo.....	22

2.1.3.	Jornadas de trabajo.....	22
2.1.4.	Instalaciones	24
2.1.5.	Carga de trabajo.....	25
2.2.	Departamento de mantenimiento	26
2.2.1.	Capacitaciones realizadas y programadas.....	27
2.2.2.	Mantenimiento preventivo y correctivo	28
2.2.2.1.	Preventivo	28
2.2.2.2.	Correctivo	29
2.2.3.	<i>Stock</i> de repuestos.....	30
2.2.4.	<i>Stock</i> de herramienta y equipo.....	30
2.2.5.	Promedio de falla en la maquinaria	31
2.3.	Seguridad industrial.....	31
2.3.1.	Normas y estándares establecidos	32
2.3.2.	Equipo de protección personal.....	32
2.3.3.	Señalización de áreas	32
2.3.4.	Planes y zonas de evacuación en caso de emergencia.....	33
2.3.5.	Promedio de accidentes de trabajo	34
2.4.	Procesamiento del desperdicio	34
2.4.1.	Tipos de desechos que genera la empresa.....	35
2.4.2.	Equipo destinado al tratamiento y eliminación del desperdicio	37
2.4.3.	Ubicación de dispositivos para el tratamiento del desperdicio	37
2.4.4.	Control y supervisiones programadas	38
3.	PROPUESTA DE TRABAJO	39
3.1.	Departamento de Mantenimiento	39
3.1.1.	Realizar un inventario de repuestos	39

3.1.2.	Realizar un inventario de herramienta	40
3.1.3.	Determinar las fallas más frecuentes en la maquinaria	40
3.1.4.	Establecer un <i>stock</i> de seguridad de repuestos	41
3.1.5.	Evaluar y determinar la herramienta y equipo necesarios para el servicio de mantenimiento	42
3.1.6.	Documentar procedimientos para el uso adecuado del equipo	42
3.1.7.	Evaluar la distribución de la maquinaria en las instalaciones	43
3.1.8.	Diseñar y proponer una programación de mantenimiento preventivo del equipo	43
3.1.9.	Detectar necesidades para elaborar un programa de capacitaciones.....	44
3.2.	Identificar actividades de seguridad e higiene industrial.....	44
3.2.1.	Evaluar y proponer la adquisición de equipo de protección para los colaboradores.....	45
3.2.2.	Analizar y determinar las causas de los retrasos en la producción.....	46
3.2.3.	Determinar las normas y estándares que no cuentan con fichas o documentos para evaluar su cumplimiento.....	46
3.3.	Procesamiento del desperdicio.....	47
3.3.1.	Evaluar la frecuencia de uso de los dispositivos para el tratamiento de desperdicios.....	47
3.3.2.	Proponer un análisis de la ubicación y la carga de trabajo máxima sobre los dispositivos	48

3.4.	Proponer la adquisición y ubicación de equipo para el servicio de mantenimiento y para el procesamiento de desperdicio.....	49
3.5.	Realizar un análisis financiero de las propuestas realizadas.....	49
4.	IMPLEMENTACIÓN.....	51
4.1.	Área de mantenimiento	51
4.1.1.	Ordenar e identificar los repuestos.....	51
4.1.2.	Ordenar e identificar la herramienta	53
4.1.3.	Realizar la trazabilidad de las fallas en la maquinaria e identificar con qué frecuencia se presentan	54
4.1.4.	Implementar un sistema de manejo de materiales.....	59
4.1.5.	Comparar la herramienta existente con la que es necesaria para el mantenimiento preventivo	69
4.1.6.	De acuerdo con las instalaciones y análisis de flujo de proceso de producción, evaluar la ubicación de la maquinaria.....	72
4.1.7.	Programar y proponer un calendario de mantenimiento preventivo con base en pronósticos de producción y fallas en el equipo	76
4.1.8.	Detectar la necesidad de capacitaciones del personal operativo.....	78
4.2.	Área de seguridad industrial.....	79
4.2.1.	Proponer mejoras para el cumplimiento de estándares de seguridad laboral basadas en OHSAS 18001 y reglamento del IGSS	80

4.2.2.	Realizar un inventario del equipo y medicamentos en caso de accidentes laborales	87
4.3.	Procesamiento de residuos	89
4.3.1.	Verificar las condiciones de funcionamiento de los lugares destinados al tratamiento de residuos	90
4.3.2.	Evaluar la ubicación y tratamiento adecuados de los residuos con base a las ISO 14001	91
4.4.	Análisis financiero de la propuesta	94
4.4.1.	Valor Presente Neto (VPN).....	96
4.4.2.	Tasa Interna de Retorno (TIR).....	97
5.	SEGUIMIENTO	99
5.1.	Normalización.....	99
5.1.1.	Diseñar fichas de control de entrada y salida de repuestos	99
5.1.2.	Diseñar fichas para realizar visitas técnicas mensuales al equipo de producción	101
5.1.3.	Diseñar fichas de control bimestral del cumplimiento de la planificación de mantenimiento preventivo.....	102
5.1.4.	Proponer evaluaciones trimestrales del cumplimiento de normas y estándares de seguridad industrial.....	103
5.2.	Indicadores	104
5.2.1.	Índice de gravedad	104
5.2.2.	Índice de accidentalidad	106
5.2.3.	Porcentaje de inactividad causado por averías	106
5.2.4.	Índice de frecuencia.....	107

5.2.5.	Porcentaje de cumplimiento de órdenes de mantenimiento atendidas	108
5.2.6.	Porcentaje de cumplimiento de planificación de mantenimiento preventivo	108
5.2.7.	Índice de gravedad de fallas en la maquinaria	109
5.2.8.	Tiempo promedio de reparación del equipo	110
5.2.9.	Tiempo promedio entre fallas	110
5.2.10.	Porcentaje de generación de desechos	111
5.2.11.	Porcentaje de cumplimiento de capacitaciones.....	112
6.	MEDIO AMBIENTE	113
6.1.	Impacto ambiental de la producción en una litografía	113
6.1.1.	Emisiones atmosféricas.....	113
6.1.2.	Residuos líquidos y sólidos	114
6.1.3.	Olores.....	114
6.1.4.	Ruidos	114
6.2.	Medidas de mitigación.....	115
6.2.1.	Recuperación electrolítica	115
6.2.2.	Procedimientos de recuperación e intercambio.....	116
6.2.3.	Planes de contingencia	116
6.2.4.	Sistemas de absorción	116
6.2.5.	Condensación	117
6.2.6.	Biofiltración.....	118
6.2.7.	Rellenos sanitarios	118
6.2.8.	Depósitos de seguridad.....	119
6.2.9.	Otros métodos y tecnologías.....	119
6.3.	Aspecto económico de la prevención.....	119
6.3.1.	Beneficio económico de la implementación de mejoras.....	120

6.3.2.	Reducción de inversiones hacia medidas correctivas	120
6.3.3.	Costo de oportunidad del uso de correctivos.....	121
6.4.	Legislación y regulación ambiental.....	121
6.4.1.	Normativas de Guatemala respecto de la localización de industrias litográficas.....	122
6.4.2.	Normativas ambientales sobre la emisión atmosférica	122
6.4.3.	Normativas que regulan el tratamiento de residuos líquidos y sólidos.....	123
6.4.4.	Normativas respecto de la salud y seguridad ocupacional.....	124
6.4.5.	Normativas acerca del tratamiento de aguas que contienen materiales dañinos al ambiente.....	124
CONCLUSIONES		125
RECOMENDACIONES.....		127
BIBLIOGRAFÍA.....		129
APÉNDICES		131
ANEXOS.....		139

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Ubicación de LithoPress.....	7
2.	Organigrama de LithoPress.....	8
3.	Crecimiento histórico 2003-2008 en función de pedidos/años	16
4.	Productos de LithoPress	18
5.	Diagrama de Planta de LithoPress.....	21
6.	Instalaciones de LithoPress.....	24
7.	Almacenamiento de repuestos.....	30
8.	Señalización de seguridad industrial	31
9.	Señalización de áreas prohibidas para colocar material	33
10.	Señalización de rutas de evacuación	33
11.	Recolección de papel y cartón	36
12.	Clasificación de fallas máquina Manroland 300	57
13.	Número de piezas que han fallado en una Manroland 300	58
14.	Modelo de inventario determinístico del azúcar	65
15.	Modelo de inventario determinístico de colorante	67
16.	Flujo de proceso de producción de cajillas de LithoPress.....	74
17.	Propuesta de planificación de mantenimiento preventivo anual.....	77
18.	Ubicación de sitios destinados al tratamiento de desechos dentro de las instalaciones de LithoPress	93
19.	Proyección a 3 años de ingresos y egresos de la propuesta	96
20.	Dispersión de la frecuencia de accidentes incapacitantes	107
21.	Proceso de recuperación de agua en una litografía	117

TABLAS

I.	Descripción de puestos de directivos de primer nivel.....	9
II.	Distribución de la producción por sectores atendidos	17
III.	Descripción de los fabricantes del equipo de producción.....	20
IV.	Personal operativo	22
V.	Carga de trabajo real por máquina.....	25
VI.	Carga teórica de trabajo por máquina	26
VII.	Clasificación de los desechos generados.....	35
VIII.	Datos básicos del azúcar y colorante	62
IX.	Historial de entrega de pedidos de azúcar y colorante.....	63
X.	Explosión de materiales por mes	64
XI.	Cronograma de ingreso de ordenes y pedidos de azúcar	68
XII.	Cronograma de ingreso de ordenes y pedidos de colorante	68
XIII.	Clasificación de la herramienta mínima para el mantenimiento en una planta industrial	70
XIV.	Inventario mínimo de un botiquín de primeros auxilios	89
XV.	Detalle de valores monetarios de la propuesta (P + L).....	94
XVI.	Efecto de las mejoras en el estado de resultados de la empresa	95
XVII.	Cambio dinámico entre VPN y tasa de interés	98
XVIII.	Diseño de ficha para control de repuestos	100
XIX.	Diseño de ficha para control de herramienta.....	100
XX.	Diseño de ficha para visita técnica	102
XXI.	Ficha para control de planificación de mantenimiento.....	103
XXII.	Diseño de ficha para control de seguridad industrial.....	104
XXIII.	Grados de incapacidad y efecto en días perdidos de trabajo.....	105

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
Cant.	Cantidad
/	División
h	Hora
lb	Libra
Mantto.	Mantenimiento
X	Multiplicación
*	Nota informativa
#	Número
Q	Quetzal
qq	Quintal
%	Porcentaje
-	Resta

GLOSARIO

Adsorción	Proceso donde un sólido se utiliza para eliminar una sustancia soluble en agua.
Álcalis	Nombre dado a los hidróxidos solubles en el agua.
Alifáticos	Compuestos químicos de cadena abierta.
Batch	Medida de unidades de producción.
Cetonas	Nombre común de los compuestos que se obtienen por oxidación de alcoholes secundarios.
Cilindrosello	Pieza que por su movimiento rotacional y figura en relieve, puede imprimir figuras en otros materiales.
Esgrafiado	Dibujo sobre superficie de dos capas, de manera que al raspar la exterior aparezca la inferior.
Foil	Papel utilizado en artes gráficas para dar brillo.
Iónico	Proceso de atracción electroestática entre átomos de distinta carga.
Isopropanol	Disolvente también llamado alcohol isopropílico.
ISO	Organización Internacional de Estandarización.

ISO 9001	Estándares internacionales para establecer un sistema de gestión de calidad.
ISO 14001	Estándares internacionales para implantar un sistema de gestión medioambiental.
Mordiente	Se utiliza para fijar sustancias sobre fibras textiles.
OHSAS 18001	Especificaciones internacionales para sistemas de gestión de salud y seguridad ocupacional.
Outsourcing	Tercerización, acción y efecto de derivar de una empresa a otra, actividades que no son prioritarias.
Proceso UV	Proceso que utiliza luz ultra violeta.
SA 8000	Normativas internacionales referentes a la responsabilidad social de las empresas.
Satinado	Dar al papel tersura y lustre por medio de presión.
Stock	Término anglosajón que se refiere artículos de valor económico que pueden de ser vendidos.
Sustrato	Término utilizado en litografía para referirse a papel o cualquier material donde la tinta es impresa.

RESUMEN

La industria de la litografía, por su naturaleza, es una actividad que utiliza materiales que pueden ser dañinos al medio ambiente y cuyo costo es elevado. El uso de métodos y técnicas que contribuyan al mejoramiento de la eficiencia en la producción y administración, permitirán a la empresa abarcar mayores segmentos de mercado y competir con productos de alta calidad.

Para analizar y proponer mejoras en cualquier sistema de producción, se necesita información actual que sea confiable acerca del comportamiento económico, operativo y laboral de todas las actividades que se realicen.

En el presente trabajo se hace un proceso de recolección de información de LithoPress en las áreas de mantenimiento, seguridad industrial y manejo de residuos, para determinar las causas de los atrasos en producción e incumplimiento de planes de mantenimiento preventivo en el equipo.

Las herramientas utilizadas para los distintos análisis consisten en diagramas de flujos de producción, diagramas de recorrido, fichas de control, clasificación de fallas, carga de trabajo real y teórica, reglamentos locales e internacionales sobre la seguridad industrial y medio ambiente, y análisis financieros.

Implementar cada una de las mejoras propuestas a la empresa facilitará la ejecución de operaciones que puedan reducir los atrasos en la producción y establezcan principios de producción más limpia para el desarrollo sostenible.

OBJETIVOS

General

Diseñar un sistema de producción capaz de incrementar la eficiencia del equipo productivo, reducir riesgos de accidentes laborales y gastos operativos a mediano y largo plazo en una litografía industrial, a través del desarrollo sostenible.

Específicos

1. Documentar información respecto del control de desechos sólidos, líquidos e interrupciones por causa de mantenimiento preventivo y correctivo, que permitan posteriormente el análisis de la eficiencia en el uso de los recursos materiales.
2. Determinar el conjunto de normas, estándares y controles de seguimiento para el cumplimiento de la planificación de actividades, en el procesamiento de desechos, seguridad industrial y mantenimiento preventivo del equipo productivo.
3. Diseñar una calendarización de actividades que permitan el establecimiento de estándares de producción para la planificación del mantenimiento preventivo, con el fin de tener disponible el sistema productivo y prever accidentes laborales en la empresa para solventar variaciones imprevistas en el sistema.

4. Registrar y proponer los procedimientos, recursos y costos estimados para implementar un sistema de producción más limpia dentro de la litografía industrial.

HIPÓTESIS

Los atrasos en la producción y servicio de mantenimiento se deben a que no hay un adecuado uso de los recursos humanos, materiales y tecnológicos con que cuenta LithoPress S.A.

INTRODUCCIÓN

La meta de toda empresa es mantener un crecimiento económico continuo que a su vez causa un incremento en la cantidad de operaciones que se realizan, sin embargo, algunas tareas tienden a ser más complejas por lo que necesitan nuevos y mejores procedimientos para ser ejecutadas eficientemente.

LithoPress S.A. es una litografía que en los últimos años ha logrado un crecimiento económico significativo gracias a la calidad de sus productos. Este crecimiento ha sido acompañado de dificultades en la planificación de actividades para el mantenimiento del equipo productivo, manejo de residuos y seguridad industrial.

La globalización y el cambio climático son factores que han obligado a las empresas a implementar mejoras que contribuyan directamente al desarrollo sostenible del entorno industrial, principalmente a la optimización de los recursos materiales, tecnológicos y por supuesto humanos.

El presente trabajo contiene observaciones, análisis, resultados y mejoras propuestas, a partir de la información actual de la empresa en aspectos de planificación, organización y control de actividades operativas. Las propuestas están orientadas a reducir los atrasos en la producción, mejorar el ambiente laboral, incrementar la productividad de los colaboradores, establecer alternativas para el manejo de residuos, facilitar el control de procesos y proveer de marcos legislativos nacionales e internacionales acerca de seguridad industrial y medio ambiente.

1. ANTECEDENTES

1.1. Historia de la litografía

Los siguientes eventos cronológicos importantes que marcaron el descubrimiento y desarrollo de la litografía en el mundo:

- Descubrimiento de piedras grabadas, decoraciones cerámicas, esgrafiados, cilindrosellos e impresores chinos en la antigüedad.
- Nacimiento y desarrollo de la tipografía en el siglo XV.
- Inscripciones lapidarias mediante ácidos, tales como mordientes en el siglo XVI.
- Publicación de libros con instrucciones para transferir dibujos a las piedras en Múnich alrededor de los años 1705-1768.
- Aportes innovadores y eficaces como el uso de papel satinado por John Baskerville, en 1754.
- Revolución del comercio y actividades públicas como consecuencias de la Revolución Francesa en 1789 y la revolución industrial.
- Evolución de las etiquetas de productos comerciales a través de texto, material e ilustración con un valor creciente de la imagen en el siglo XVIII.

- La disputa por la innovación en la impresión química entre Schmidt y Senefelder, en 1799.
- Incorporación de la máquina semiautomática proyectada por el alemán Friedrich Koenig, en 1814.
- En 1816, Charles Philibert de Lasteyrie du Saillant, estableció el primer taller litográfico de París.
- A mediados del siglo XIX, Rudolph Ackerman produjo las primeras estampas de color en Inglaterra.
- En 1836, se inventa la cromolitografía por Pierre Thierry en Francia.
- Hubo desarrollo a nuevas tecnologías de composición y prensa durante todo el siglo XIX.
- En el siglo XX, la tecnología permitió difundir de forma eficiente las comunicaciones visuales como la máquina de escribir, la pluma, el proceso de impresión a color, la fotografía en color, la composición automática, instantánea y la película de animación, entre otros.
- La industrialización y militarización de Alemania, se dio luego de 47 años de unificación a consecuencia de la Primera Guerra Mundial.
- Influencia del arte popular en Norte América e Inglaterra en 1950, con el uso de colorido brillante, tintes fluorescentes y acrílicos de colores vivos.

- Evolución de la tipografía e imprenta en México (1539), Venezuela (1808) y Cuba (1900).
- Brasil establece grandes agencias de publicidad americanas, en 1940
- Argentina se vuelve la potencia de América Latina en la edición de libros, en 1960.
- Evolución de la litografía Mecánica y semiautomática gracias los inventos de Senelfelder, en 1976.
- Nacimiento y desarrollo de la Red Internacional de Información (Internet) que habilitó nuevos desafíos y avances en el diseño, la distribución y presentación de información alrededor del mundo.
- Los avances actuales de la litografía, la tipografía y las artes gráficas se enfocan en el uso de programas computarizados avanzados tales, como el Corel Draw, Free Hand, Adobe Illustrator, Macromedia Flash, Page Maker y CadCam entre otros.

1.1.1. Historia de LithoPress

Es una empresa privada que inició operaciones en febrero 1997. Desde un principio se ha dedicado a realizar trabajos litográficos; incluye todo tipo de impreso en papel y cartón, etiquetas, envoltorios, folletos, cajas, etc. Como parte de su especialización se ha dedicado principalmente a la fabricación de empaques y etiquetas, alcanzando el nivel de calidad que satisface las necesidades y expectativas de la industria.

Cuenta con una amplia cartera de clientes entre los que se pueden mencionar:

- Infasa S.A.
- Industria de alimentos Bimbo
- Olmeca S.A.
- Malher S.A.
- Sanofi-aventis de Guatemala
- Industria Marlen Lamur
- Neoethicals S.A.
- Lancasco S.A.
- Mediproducts Laboratorios
- Scentia Perfumería, S.A.

Entre los principales competidores en el mercado de LithoPress se pueden mencionar:

- Litografía Byron Zadik S.A.
- Gráficos Díaz Paiz
- Litoprologua S.A.
- Multimpresos Capyra
- Edisur Guatemala
- P.S. Graf
- Central de Empaques S.A.
- Corporación Litográfica Litografía del Norte
- Litografía José Arimany
- LitoMaster S.A.

Inicialmente se contaba con 10 colaboradores y 2 máquinas de trabajo, actualmente es un equipo de trabajo que tiene alrededor de 75 colaboradores y 17 máquinas. LithoPress S.A. es una empresa dinámica con un ritmo de crecimiento y proyección acorde a la exigencia actual.

El nivel de calidad y puntualidad en las entregas la ha colocado como una de las mejores litografías del país. Las metas alcanzadas han permitido el desarrollo y superación tanto de trabajadores como de la organización, contribuyendo al desarrollo de Guatemala.

1.1.2. Ubicación

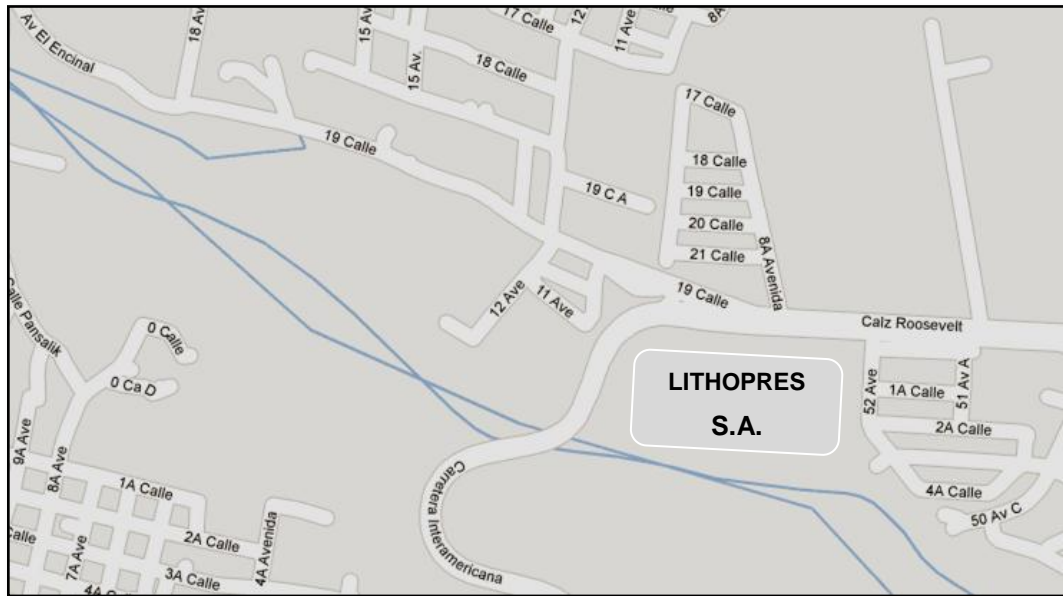
La empresa se ubica en la ciudad capital de Guatemala, específicamente en el Km. 15.5 Calzada Roosevelt 0-80, zona 2 de Mixco. De acuerdo con los procedimientos establecidos Reglamento Específico de Localización Industrial del municipio de Guatemala:

- La ubicación está dentro de la zona I-12 del reglamento que se describe a partir de la intersección de la 39 Avenida y 2a. Calle de la Zona 7 o antigua carretera a Mixco, hacia el poniente por medio de esta última, hasta su encuentro con la carretera Roosevelt, luego hacia el sur pasando de la zona 7 a la 11, hasta encontrar la orilla del barranco situado al oriente de la lotificación "Molino de las Flores"; luego hacia el oriente por medio de dicha orilla rodeando e incluyendo las colonias "El Tesoro", "Alvarado", "Cotió", "González", etc. y su prolongación ideal hasta encontrar la Calzada Roosevelt a la altura de la 39 avenida de la zona 7, la que se seguirá hacia el norte, hasta alcanzar el punto de origen de la descripción.

- La empresa se clasifica dentro del concepto de las imprentas, editoriales e industrias conexas con base en la Clasificación Internacional de las Naciones Unidas, lo cual la ubica dentro de la agrupación 28, grupo 280 y subgrupo 2801.
- Ubicando el subgrupo 2801 dentro del cuadro 1 del reglamento, se obtiene la clasificación de grupo industrial número 3.
- Realizando un análisis que requiere de datos básicos de la actividad que se realiza, las condiciones ambientales y el número de trabajadores se puede ubicar en el cuadro 2 del reglamento, que la categoría industrial de la empresa es V.
- El análisis final se realiza en el cuadro de tolerancia industrial en el cual se determina que de acuerdo con la zona I-12 en la que se encuentra la empresa, el grupo industrial número 3 es tolerable si la categoría industrial es V, lo cual concuerda exactamente con el resultado del análisis realizado en el cuadro 2.

En la figura 1 se puede observar un mapa digital de google que detalla gráficamente la ubicación de la empresa, con lo cual se puede verificar el cumplimiento del reglamento específico de localización industrial de Guatemala.

Figura 1. **Ubicación de LithoPress**



Fuente: www.googlemaps.com

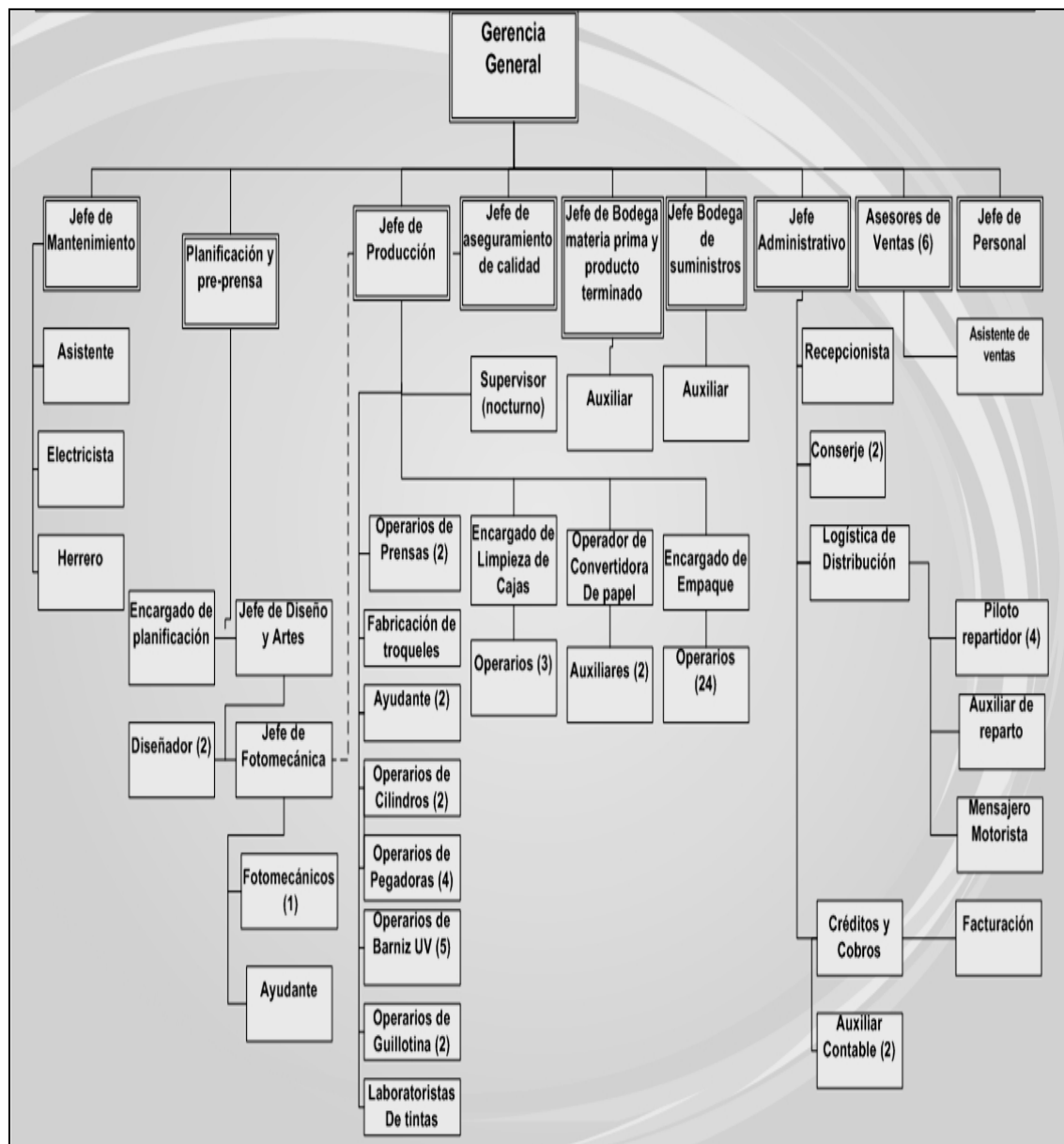
1.2. **Estructura organizacional**

LithoPress se caracteriza por tener una estructura vertical con 8 áreas identificables que son:

- Mantenimiento
- Planificación y pre-prensa
- Producción
- Aseguramiento de la calidad
- Bodega
- Administración
- Ventas
- Personal

La estructura organizacional de la empresa se observa en la figura 2.

Figura 2. Organigrama de LithoPress



Fuente: LithoPress S.A. Organigrama actual de la empresa.

La descripción de puestos de directivos de primer nivel de la empresa con enfoque en las funciones, responsabilidades y decisiones a tomar, se presentan en la tabla I.

Tabla I. **Descripción de puestos de directivos de primer nivel**

Título del puesto	Gerente General
Ubicación	Gerencia General
Jefe Inmediato	Ninguno
Personal a cargo	Admón. Producción, Ventas, Artes, Prensa
Relaciones internas	Todo el personal de la empresa
Relaciones externas	Clientes
Horario	Flexible
Descripción del cargo	Establecer los objetivos generales de la empresa. Plantear las políticas, procedimientos, limitaciones y alcance de la empresa para cumplir con objetivos de rendimiento y expansión a corto, mediano y largo plazo.
Funciones	Dirigir y coordinar, resolver problemas, tomar decisiones, atender al personal y clientes fuertes, llevar a cabo la evaluación del desempeño del personal.

Título del puesto	Gerente Administrativo
Ubicación	Gerencia Administrativa
Jefe Inmediato	Gerente General
Personal a cargo	Todo el personal de la empresa
Relaciones internas	Todo el personal

Continuación de la tabla I.

Relaciones externas	Clientes
Horario	Flexible
Descripción del cargo	Lleva el control financiero y administrativo de la empresa. Tiene a su cargo la digitación y control de la facturación, ventas, cuentas por pagar, cuentas por cobrar, emisión de cheques, compras, área de logística, coordina permisos y medidas disciplinarias de puntualidad.
Funciones	Control financiero y administrativo, manejo de personal.

Título del puesto	Jefe de Producción y Encargado de Cotizaciones
Ubicación	Departamento de Producción
Jefe Inmediato	Gerente Administrativo
Personal a cargo	Personal de planta
Relaciones internas	Todo el personal de la empresa
Relaciones externas	Clientes
Horario	Flexible
Descripción del cargo	Planificación, ejecución y entrega de toda la producción litográfica de la empresa. Verifica la eficiencia y calidad con que se elaboran los trabajos de impresión desde su inicio hasta su entrega final. Coordina los diferentes departamentos de producción, monitorea la eficiencia del personal.
Funciones	Organizar la producción, cotizar las ventas y emisión de orden de trabajo.

Fuente: LithoPress S.A. Funciones de los directivos de alto nivel.

1.3. Plan estratégico

El punto de partida del proceso de planificación de una organización. En el planeamiento estratégico se identifican las orientaciones fundamentales que guiarán en el mediano y largo plazo el funcionamiento de una institución; en tal sentido, cobra importancia poder dar respuesta a las siguientes preguntas:

- ¿Quiénes?
- ¿Por qué?
- ¿Hacia dónde?

El plan estratégico es un documento formal en el que se intenta plasmar, por parte de los responsables de una compañía cuál será la estrategia de la misma durante un período de tiempo.

- El plan estratégico es cuantitativo: establece las cifras que debe alcanzar la compañía.
- Manifiesto: describe el modo de conseguirlas, perfilando la estrategia a seguir.
- Temporal: indica los plazos de los que dispone la compañía para alcanzar esas cifras.

Es importante identificar las circunstancias y principios definidos por los directivos de primer nivel de la empresa a fin de cumplir con las metas propuestas para cada período productivo en el que se espera que todos los recursos existentes puedan funcionar en la misma dirección, buscando la excelencia y mejora continua de los procesos.

1.3.1. Misión

Es la razón de ser de la empresa, el motivo por el cual existe. Es la determinación de funciones básicas que la empresa va a desempeñar en un entorno determinado para conseguir tal misión.

La misión es la formulación de los propósitos de la organización y debe crear compromisos e inducir comportamientos en sus miembros. La formulación es una declaración de conceptos y actitudes más que de detalles específicos. En la misión se define:

- La necesidad a satisfacer
- Los clientes a alcanzar
- Productos y servicios a ofertar

La misión de LithoPress S.A. es: “Mejorar el servicio de la litografía a nivel nacional ejerciendo un buen control de la calidad de nuestros productos, utilizando mano de obra calificada, apoyándonos en una tecnología adecuada, logrando procesos administrativos que nos permitan siempre ofrecer entregas a tiempo. En apoyo a nuestra misión estamos comprometidos a satisfacer las necesidades de nuestros trabajadores proporcionándoles un medio de superación y crecimiento personal.”

1.3.2. Visión

La visión se realiza formulando una imagen ideal del proyecto y poniéndola por escrito, a fin de crear el sueño (compartido por todos los que tomen parte en la iniciativa) de lo que debe ser en el futuro la empresa.

La visión es una representación de lo que la institución deberá ser en el futuro. Para su definición se recomienda responder a las siguientes interrogantes:

- ¿Cómo será el proyecto cuando haya alcanzado su madurez en unos años?
- ¿Cuáles serán los principales productos y servicios que ofrezca?
- ¿Quiénes trabajarán en la empresa?
- ¿Cuáles serán los valores, actitudes y claves de la empresa?
- ¿Cómo hablarán de la empresa los clientes, los trabajadores y la gente en general que tenga relación con ella?

La visión de LithoPress S.A. es: “Ser líder en la industria litográfica de nuestro país y competir en los mercados internacionales buscando la satisfacción total de nuestros clientes.”

1.3.3. Valores

Se entiende por valor moral todo aquello que lleve al hombre a defender y crecer en su dignidad de persona. El valor moral conduce al bien moral. La conciencia moral está integrada por un elemento intelectual, un elemento afectivo y un volitivo; el intelecto o razón juzga, aprueba o desaprueba el acto, el elemento afectivo da respuesta sobre los sentimientos hacia ese acto, y el volitivo que tiene una tendencia natural al bien y que lo hace querer el bien moral.

Los principios éticos y morales que forman parte de la conducta de cada uno de los colaboradores incluyen entre otros:

- Puntualidad
- Cooperación
- Obediencia
- Orden
- Confidencialidad
- Limpieza
- Respeto
- Trabajo en equipo
- Responsabilidad
- Solidaridad
- Lealtad
- Tolerancia
- Convivencia
- Compromiso
- Honradez

1.3.4. Política de calidad

Según la cláusula 4.1.1. de la Norma ISO 9001 acerca de la política de calidad: “La gerencia del proveedor con responsabilidades ejecutivas debe definir y documentar su política de calidad, incluyendo los objetivos de calidad y su compromiso con la calidad.”

“La política de calidad debe ser pertinente a los objetivos organizacionales del proveedor y las necesidades de sus clientes. El proveedor debe asegurar

que su política se ha entendido, se ha implementado y se mantiene en todos los niveles de la organización.”

Las políticas son declaraciones de acción, derivadas de la misión corporativa. En términos de calidad, la gerencia es responsable de desarrollar e implementar tal política.

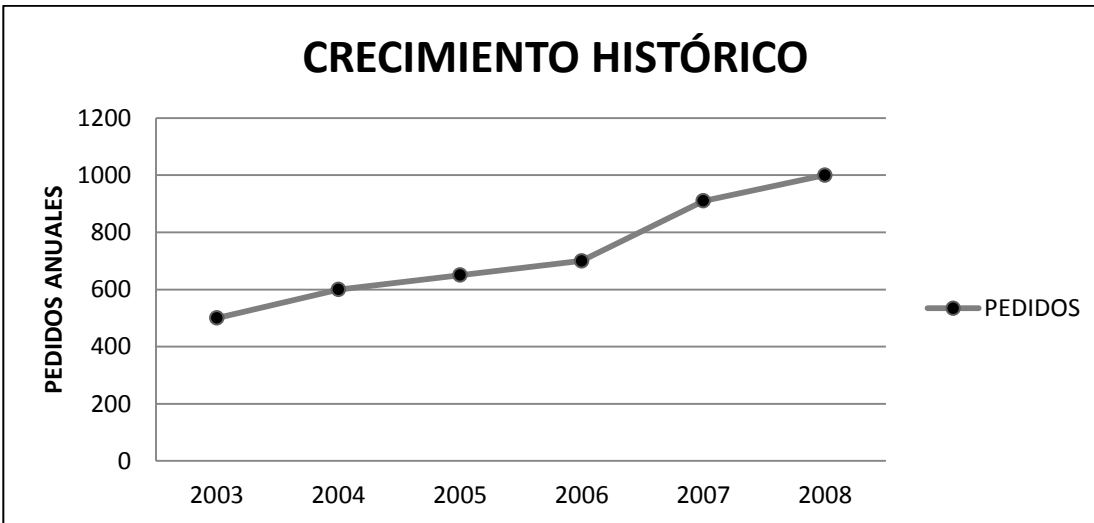
La política de calidad de LithoPress S.A. es: “Estamos comprometidos a satisfacer las exigencias de los clientes. Nuestro equipo de control de calidad recolecta las desviaciones en los diferentes procesos, los cuales son registrados en el sistema computarizado y al ser procesada la información, se obtiene la trazabilidad de cada uno de los casos para su estudio y plan de acción, tanto correctiva como preventiva.”

1.4. Crecimiento económico

LithoPress es una empresa con más de 10 años de experiencia en la fabricación de cajillas de cartón y etiquetas para productos alimenticios, farmacéuticos y de perfumería. Tiene por objetivo proveer a todos sus clientes soluciones a sus necesidades de empaque con la mejor calidad y en el menor tiempo.

Se han desarrollado líneas de producción que abarcan todos los procesos sin necesidad de utilizar subcontrataciones. Esto ha permitido tener el control total de la calidad y garantizar la entrega a tiempo. Aun cuando las instalaciones se constituyeron inicialmente como una industria farmacéutica, un cambio de ubicación de la misma dio lugar a que se instalara el sistema litográfico industrial que se encuentra en rápido crecimiento.

Figura 3. **Crecimiento histórico 2003-2008 en función de pedidos/año**



Fuente: elaboración propia.

Crecimiento histórico durante el 2007: el desarrollo de un nuevo sistema informático ha permitido mejorar la trazabilidad de los procesos y el control de calidad de la producción:

- En ventas 30%
- En recurso humano 37.7%
- En infraestructura de producción 27.4%
- En infraestructura de bodegas 55%

1.5. Procesos de investigación realizados con anterioridad

No existen estudios profesionales realizados respecto de propuestas para mejorar el uso de recursos en el área de mantenimiento y control de los desechos; por lo tanto se hace necesario un proceso de investigación a nivel

de ingeniería, que analice los fenómenos productivos y administrativos que afectan la eficiencia del sistema productivo de la empresa.

1.6. Productos

El producto es un conjunto de atribuciones tangibles e intangibles que incluye el empaque, color, precio, prestigio del fabricante y detallista y servicios que prestan este y el fabricante. Producto es el resultado de la estrategia empresarial. Los segmentos de mercado hacia los que se enfoca la producción de LithoPress se indican en la tabla II.

Tabla II. **Distribución de la producción por sectores atendidos**

Sector	% de la producción total
Alimentos	30
Perfumería	35
Farmacéutico	35

Fuente: LithoPress S.A.

En el departamento de producción en LithoPress, el propósito principal se reafirma en lo siguiente: “A nuestros clientes les hemos producido más de 400 millones de unidades de empaque para 5000 diferentes productos. La flexibilidad del sistema informático y la variedad de equipo nos permite readecuar las colas en las líneas de producción para poder atender las emergencias de los clientes, permitiendo tener una muy buena capacidad de reacción.”

Algunos de los productos que fabrica la empresa se pueden observar en la figura número 4.

Figura 4. Productos de LithoPress



Fuente: LithoPress S.A.

2. SITUACIÓN ACTUAL

2.1. Equipo de producción

Incluye todos los recursos que de forma sinérgica hacen posible convertir el inventario de materia prima en productos terminados de alta calidad; es decir, el total de inversión operativa más el valor agregado que la empresa tiene a disposición para cumplir con los plazos de entrega con alto grado de respuesta ante pedidos urgentes de los clientes, y necesidades de mantenimiento preventivo de todo el equipo.

La empresa tiene la siguiente maquinaria disponible:

- Convertidora de bobinas a pliegos
- 3 Guillotinas: 2 en preprensa y 1 en corte final
- 1 prensa de 5 colores
- 6 prensas de dos colores
- 5 prensas de 1 color
- 4 aplicadoras de foil doble oficio
- 1 aplicadora de foil de medio pliego
- 3 prensas de formato 22" por 29"
- 1 prensa de formato 18" por 25"
- 4 cilindros troqueladores de formato 22" por 29"
- 2 cilindros troqueladores de formato 18" por 25"
- 4 pegadoras automáticas de alta velocidad con capacidad de pegue de fondo automático

2.1.1. Condiciones y ubicación de la maquinaria

Bajo el término de maquinaria se hace referencia a todos aquellos dispositivos utilizados para transformar la materia prima, que en el caso de la litografía, convierten el papel, las tintas y barnices en productos útiles para el empaqueo y etiquetado de otros productos. Se hace referencia a todo tipo de aparato mecánico, electromecánico y automatizado, utilizado en la industria para fines de manufactura. La maquinaria utilizada para fabricar los distintos empaques y etiquetas es en su mayoría de origen alemán y americanas entre las cuales se pueden mencionar las marcas de la tabla III.

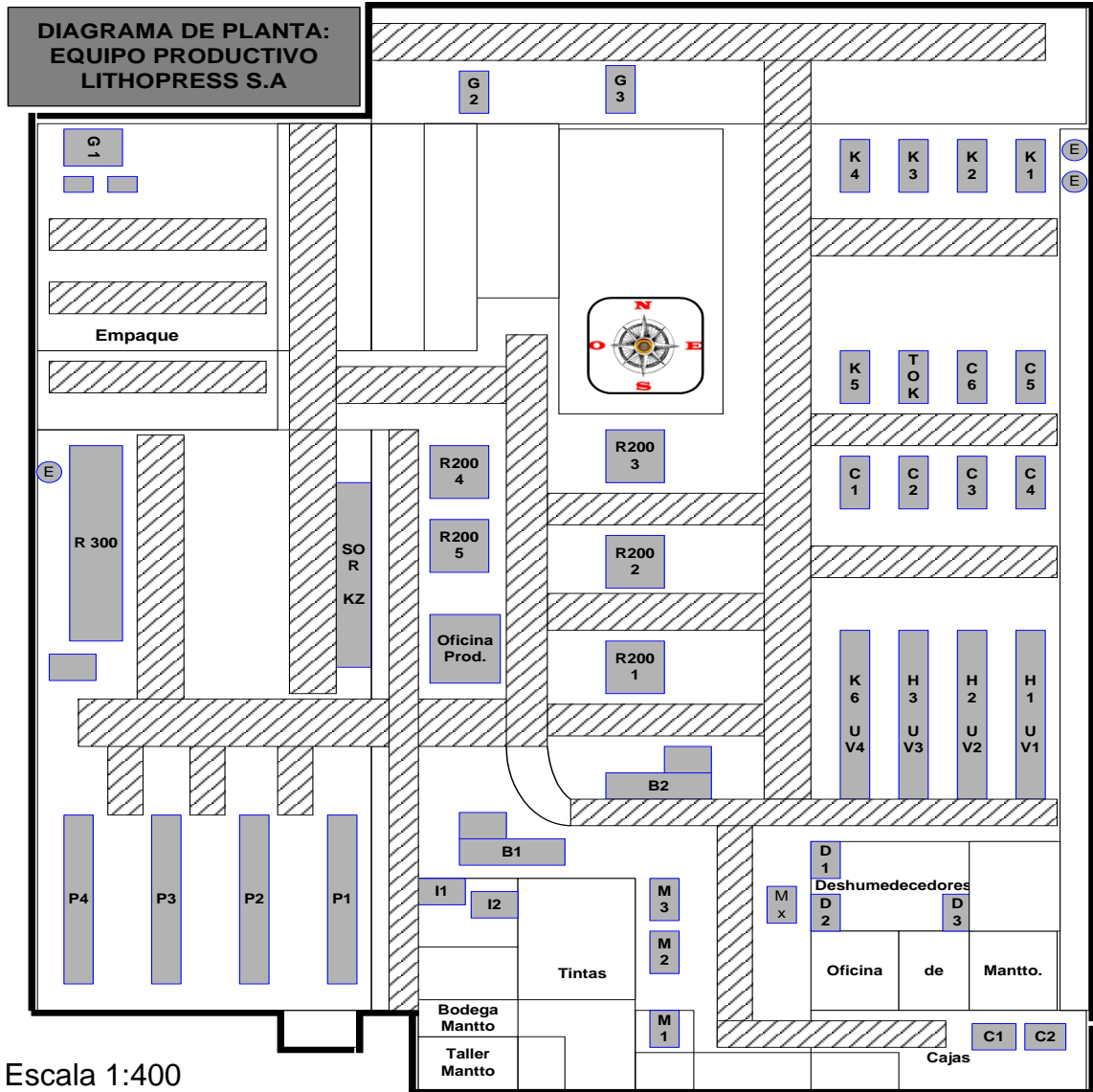
Tabla III. **Descripción de los fabricantes del equipo de producción**

Fabricante del equipo	País de origen
ManRoland	Alemania
Heidelberg	Alemania
Harris	USA
Brausse	Alemania

Fuente: elaboración propia.

Las condiciones actuales de la maquinaria se describen en funcionamiento regular y mayor grado de mantenimiento correctivo que preventivo. Además, los manuales que se utilizan para operación y mantenimiento no se encuentran en el idioma español, sino en alemán e inglés por lo que es complicado para los operadores hacer uso eficiente de las funciones y capacidades del equipo. Para observar la ubicación del 90% de la maquinaria se realizó un diagrama de planta que se puede observar en la figura 5.

Figura 5. Diagrama de planta de LithoPress



SIMBOLOGÍA					
	MÁQUINA	B	BRAUSSE	I	INSOLADORA
	PASILLO	C	CORRUGADORA	K	KORD
	COMPRESOR	D	DESHUMEDECEDOR	M	MINERVA
		E	COMPRESOR	P	PEGADORA
		G	GUILLOTINA	R	ROLAND
		H	HARRIS	UV	UV

Fuente: elaboración propia.

2.1.2. Personal operativo

La empresa cuenta con una cantidad de colaboradores que varía ligeramente con la contratación y subcontratación de personal nuevo para tareas temporales, se puede observar una estimación en la tabla IV.

Tabla IV. Personal operativo

ÁREA	CANTIDAD DE PERSONAL
Maquinaria	75
Control de calidad	50
Total	125

Fuente: LithoPress S.A.

2.1.3 Jornadas de trabajo

De acuerdo con el código de trabajo de Guatemala las jornadas de trabajo son:

- “Artículo 116. La jornada ordinaria de trabajo efectivo diurno no puede ser mayor de ocho horas diarias, ni exceder de un total de cuarenta y ocho horas a la semana. Trabajo diurno es el que se ejecuta entre las seis y las dieciocho horas de un mismo día.” La jornada ordinaria de trabajo efectivo nocturno no puede ser mayor de seis horas diarias, ni exceder de un total de treinta y seis horas a la semana. Trabajo nocturno es el que se ejecuta entre las dieciocho horas de un día y las seis horas del día siguiente.

- Artículo 117. La jornada ordinaria de trabajo efectivo mixto no puede ser mayor de siete horas diarias ni exceder de un total de cuarenta y dos horas a la semana. Jornada mixta es la que se ejecuta durante un tiempo que abarca parte del período diurno y parte del período nocturno. No obstante, se entiende por jornada nocturna la jornada mixta en que se laboren cuatro o más horas durante el período nocturno.
- Artículo 119. La jornada ordinaria de trabajo puede ser continua o dividirse en dos o más períodos con intervalos de descanso que se adopten racionalmente a la naturaleza del trabajo de que se trate y a las necesidades del trabajador.

Siempre que se pacte una jornada ordinaria continua, el trabajador tiene derecho a un descanso mínimo de media hora dentro de esa jornada, el que debe computarse como tiempo de trabajo efectivo.

La jornada de trabajo de LithoPress es diurna de tipo especial, de nueve horas diarias continuas y una hora para almuerzo, de lunes a jueves y el viernes de ocho horas continuas y una hora para almuerzo, equivalente a cuarenta y 44 horas semanales.

El número de horas puede modificarse con la necesaria y expresa conformidad tanto de trabajadores como de la empresa, es decir, de mutuo acuerdo. El horario de trabajo actual de la empresa es el siguiente:

- De lunes a jueves de 7:00 a 17:00 horas
- Viernes de 7:00 a 16:00 horas

2.1.4. Instalaciones

La distribución de los ambientes de trabajo permite distribuir de forma adecuada la materia prima y producto terminado, sin embargo el producto en proceso crea en algunas ocasiones el bloqueo de pasillos y acceso a extintores en caso de incendios.

Cada área esta predispuesta de forma tal que los colaboradores cuentan con la mayoría de suministros necesarios para realizar las tareas y los faltantes deben obtenerse por medio del traslado del uso de transpaletas inoxidables de carga liviana. Se puede observar parte de las instalaciones en las figuras 6.

Figura 6. **Instalaciones de LithoPress**



Fuente: instalaciones de LithoPress.

2.1.5. Carga de trabajo

Los valores estimados de la carga de trabajo a la maquinaria permiten medir su eficiencia en el funcionamiento y pueden compararse con valores estimados en la implementación de programas para mejorar la productividad y mantenimiento preventivo anual del equipo productivo. Puede observarse en la tabla V, los valores estimados de producción para cada turno de trabajo; turno que comprende según información secundaria, ocho horas de trabajo neto.

Tabla V. **Carga de trabajo real por máquina**

ÁREA DE TRABAJO	MÁQUINA	CANTIDAD DE MÁQUINAS	Pliegos/turno
Impresión	KORD	6	17 000
	Roland 200	5	20 000
	Roland 300	1	40 000
UV	Harris	3	11 000
	KORD UV	1	14 000
Foil	Brausse	2	55 000
Troquel Barnizado	Cilindros pequeños	2	12 000
	Cilindros grandes	4	10 000
Área de trabajo	Máquina		cajas/turno
Pegado	Pegadoras	4	30 000

Fuente: LithoPress S.A.

La tabla VI contiene los valores teóricos de producción de acuerdo con las especificaciones de manuales por máquina.

Tabla VI. **Carga teórica de trabajo por máquina**

ÁREA DE TRABAJO	MÁQUINA	No. De unidades	Pliegos/Hora Según Manual	Pliegos/ Turno	Eficiencia %
Impresión	KORD	6	6 000	48 000	35,42
	Roland 200	5	12 000	96 000	20,83
	Roland 300	1	13 000	104 000	38,46
UV	Harris	3	7 000	56 000	19,64
	KORD UV	1		20 000	70,00
Foil	Brausse	2	7 500	60 000	91,66
Troquel Barnizado	Cilindros pequeños	2	3 000	24 000	50,00
	Cilindros grandes	4	2 500	20 000	50,00
Área de trabajo	Máquina			Cajas/ turno	
Pegado	Pegadoras	4	7 200	57 600	52,08

Fuente: especificaciones técnicas de los diferentes manuales, por máquina.

2.2. Departamento de mantenimiento

El departamento tiene la responsabilidad de velar por los aspectos de seguridad industrial de colaboradores y maquinaria, coordinar en conjunto con el departamento de producción, las distintas tareas de mantenimiento y producción, a fin de evitar interrupciones, altos costos por mantenimiento correctivo, accidentes laborales, uso inadecuado de equipo de protección personal y control de ocurrencias producidas en el proceso de fabricación para la adecuada planificación de mantenimiento preventivo del equipo.

El Departamento de Mantenimiento de LithoPress S.A., tiene a su cargo todo el mantenimiento y arreglo de la maquinaria, sistemas eléctricos e infraestructura de LithoPress.

2.2.1. Capacitaciones realizadas y programadas

No existe un historial de capacitaciones realizadas hasta la presente fecha, lo cual no implica que estas no se hayan realizado; han sido brindadas al personal de mantenimiento con el objetivo de incrementar el conocimiento teórico-práctico del personal encargado de mantener disponible el equipo.

En tanto no exista un programa adecuado de capacitación y adiestramiento del personal, el proceso de culturización organizacional y apego a las normas de seguridad, cumplimiento eficiente de las labores asignadas y conducta moral, existirá resistencia al cambio.

La capacitación de los colaboradores respecto del uso del equipo de protección personal debe tener las siguientes directrices de acuerdo con especificaciones contenidas en las normas de seguridad e higiene ocupacional de USA más conocidas como OSHA 18001:

- Usar adecuadamente el equipo de protección personal.
- Conocer qué elementos del equipo de protección personal son necesarios para una tarea específica.
- Conocer las limitaciones del equipo de protección personal para los casos de lesiones graves.
- Colocarse, ajustarse, usar y quitarse el equipo de protección personal.
- Mantener el equipo de protección personal en buen estado.

2.2.2. Mantenimiento preventivo y correctivo

El mantenimiento es la actividad que mantiene la utilidad y funcionamiento del equipo productivo de la empresa, por tanto, es importante conocer qué clases de mantenimiento existen y sus aplicaciones.

2.2.2.1. Preventivo

Esta actividad depende de la política de la empresa, pero regularmente se hace con el personal de mantenimiento de la planta, apoyado por empresas externas especializadas en algunas áreas.

No se pretende que la planta tenga técnicos en todas las áreas como: electricidad, plomería, carpintería, mecánica, soldadores especializados, electrónica, etc., sino que se deben coordinar las actividades del personal de mantenimiento de la planta, de tal forma que se pueda realizar cualquier tipo de *outsourcing* cuando se crea necesario.

El programa debe ser diseñado por el jefe del departamento, con la anuencia del gerente de planta y con el conocimiento de los diferentes departamentos.

Al iniciar un programa de mantenimiento preventivo los costos son altos pero con el tiempo se minimizan y viene a ser más conveniente que el mantenimiento correctivo. Este mantenimiento se refiere a que no se debe esperar a que las máquinas fallen para hacerle una reparación, sino que se programen los recambios con el tiempo necesario antes de que suceda tal situación; esto se puede lograr conociendo las especificaciones técnicas de los equipos a través de los manuales de los mismos.

2.2.2.2. Correctivo

Este tipo de mantenimiento nunca se podrá eliminar, pues aunque se tenga un programa de mantenimiento preventivo exitoso, las fallas mecánicas no se pueden prever por completo, pues la rotura de un eje de una máquina es una falla que no se determina con exactitud a través del tiempo; solo se pueden realizar estimaciones.

Visto como un riesgo esta actividad es la encargada de mantener en excelentes condiciones la maquinaria con que cuenta la fábrica y por eso el departamento debe estar completamente equipado para que pueda resolver cualquier tipo de problemas; además se debe contar con un buen plan de inventarios de piezas de recambio para las diferentes máquinas.

Regularmente las casas que proporcionan la maquinaria recomiendan algunos lotes mínimos de piezas que fallan con cierta regularidad, para que se pueda tener cada repuesto en el momento necesario, sin que esto signifique tener invertido un capital notable.

En la actualidad la maquinaria produce retrasos en la producción a causa de la existencia de ocurrencias, cuyo historial no cuenta con una trazabilidad que permita el análisis de frecuencia, tipo de falla, repuestos requeridos y tiempo total empleado para la reparación.

El mantenimiento se realiza en mayor grado correctivo ya que los programas preventivos no han logrado reducir notablemente las averías y en consecuencia se generan altos costos por retrasos en la producción e incremento de controles de calidad.

2.2.3. Stock de repuestos

No se cuenta con un control del inventario de repuestos por lo que no se tiene un valor exacto ni estimado de la cantidad existente en la bodega, lo cual denota la falta de orden en el área de mantenimiento. Las figuras 7 muestran la posición actual de algunos repuestos en bodega del departamento.

Figura 7. **Almacenamiento de repuestos**



Fuente: bodega de LithoPress S.A.

2.2.4. Stock de herramienta y equipo

No existe un inventario completo de la herramienta y equipo para las labores de mantenimiento, son pocas las piezas que cuentan con una identificación que consta de letras y/o números y control de ubicación dentro de la empresa, lo cual no es suficiente para determinar un valor de la cantidad real de equipo con que se cuenta en las instalaciones.

2.2.5. Promedio de falla en la maquinaria

A la fecha no se cuenta con un sistema de trazabilidad de fallas de la maquinaria a través del tiempo, por lo que no existe un panorama claro para visualizar el tipo y frecuencia con la que suceden interrupciones y que en consecuencia mantienen al sistema con la necesidad de emplear mantenimiento correctivo que incluye altos costos por compra no planificada de repuestos y retrasos en la producción.

2.3. Seguridad industrial

La empresa no cuenta con documentos referentes a normas de seguridad basados en normas internacionales, la mayoría de criterios y estatutos establecidos se basan en las normas SA 8000 de responsabilidad social. En las figuras 8 se observa señalización de seguridad industrial en la empresa.

Figura 8. Señalización de seguridad industrial



Fuente: área de troquelado y bodega de barnices de LithoPress.

2.3.1. Normas y estándares establecidos

Estableciendo como base las normas internacionales de Responsabilidad Social SA 8000, se han diseñado reglas de conducta y formas adecuadas para realizar las tareas asignadas a cada colaborador, definiendo claramente las capacidades, obligaciones y derechos de cada puesto dentro de la institución con el único inconveniente de que no existen controles programados para la evaluación y verificación del cumplimiento de las normas.

2.3.2. Equipo de protección personal

El equipo de protección personal y el equipo de trabajo industrial se encuentran establecidos en algunos documentos, pero su uso es escaso e ineficiente puesto que no se tienen los implementos, evaluación de riesgos y peligros laborales, programa de supervisiones ni presupuesto destinado. Entre los implementos de protección industrial a utilizar se pueden mencionar:

- Casco industrial
- Guantes de plástico
- Calzado industrial
- Protectores de oído
- Lentes industriales
- Mascarillas

2.3.3. Señalización de áreas

Las instalaciones cuentan con señalización de pasillos, rutas de evacuación, extintores, zonas prohibidas y riesgos de accidentes eléctricos, pero en el caso de los pasillos, no en todas las zonas de trabajo es posible

observar la pintura amarillo tráfico y en otras no se acatan las señalizaciones, colocando material en lugares prohibidos como se observa en la figura 9. La propuesta de señalización para LithoPress se observa en el apéndice 5.

Figura 9. **Señalización de áreas prohibidas para colocar material**

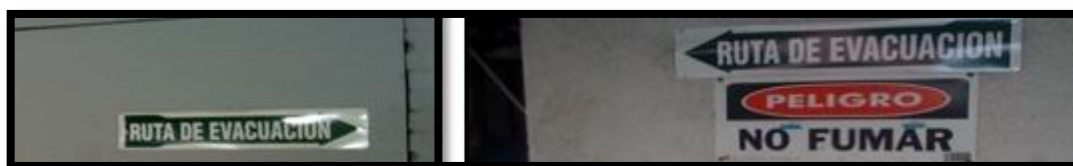


Fuente: área de mantenimiento y troquelado de LithoPress.

2.3.4. **Planes y zonas de evacuación en caso de emergencia**

La documentación, la formación de brigadas de primeros auxilios y los simulacros en caso de accidentes y eventos naturales están completamente establecidos y programados parcialmente, ya que no siempre se ha contado con la ayuda y capacitación de Bomberos Municipales y Voluntarios, por lo cual se necesita una reprogramación de actividades preventivas.

Figura 10. **Señalización de rutas de evacuación**



Fuente: área de impresión offset y troquelado de LithoPress.

2.3.5. Promedio de accidentes de trabajo

La cantidad de accidentes de trabajo en el presente período es nula pero sí se presentan los siguientes:

- Caídas de objetos sin dañar a ningún colaborador
- Conato de incendio
- Uso inadecuado del equipo de protección en el caso de calzado industrial, fajas para levantar cargas y caretas para soldar.
- Tropiezos
- Falta de concentración al operar la maquinaria
- Falta de equipo de protección en el caso de protectores de oídos, pulseras antiestáticas y cascos industriales

Los incidentes no están cuantificados pero forman parte un número considerable de circunstancias que se repiten, con un potencial muy grande de causar daños a los colaboradores y a las instalaciones.

2.4. Procesamiento del desperdicio

La generación de desperdicio se puede clasificar de acuerdo con los procesos que los causan; por lo tanto, es necesario analizar la distribución, el equipo destinado al tratamiento, la frecuencia de uso y eficiencia.

La eficiencia se basa en el rendimiento de las máquinas para utilizar los suministros y reducir el desperdicio en el caso de aceites lubricantes, consumo eléctrico y tiempo de interrupciones por averías.

2.4.1. Tipos de desechos que genera la empresa

Los desechos pueden clasificarse de acuerdo con los procesos que los generan. Es importante señalar que los desperdicios de cartón y papel producidos son vendidos para generar a su vez otra fuente de ingresos a la empresa.

La venta de papel permite a la empresa ahorrarse el control de este después del troquelado y corte de cajas, dejando el control a la empresa que desea comprarlo; las supervisiones programadas se dan al momento de realizar las ventas, con el único fin de controlar el peso estipulado para las mismas. La clasificación de desechos se pueden observar en la tabla VII y figura 11.

Tabla VII. **Clasificación de desechos generados**

TIPO DE DESECHO	DESCRIPCIÓN
Sólidos	El procesamiento de imagen, las pruebas, la preparación de placas y la impresión, generan contenedores vacíos, empaques, películas usadas, placas húmedas, películas desarrolladas, papeles, contenedores de tintas, placas usadas y paños usados con solvente.
Líquidos	El procesamiento de imagen y placa e impresión, generan químicos fotográficos, plata, ácidos, álcalis, solventes, fotopolímeros, resinas, pigmentos, ácidos orgánicos,

Continuación de la tabla VII.

	reveladores con isopropanol, lacas, y aguas de lavado. Este tipo de residuo genera una alta demanda bioquímica de oxígeno (DBO).
Gaseosos	En los procesos se generan emisiones gaseosas provenientes de los solventes (xilenos, cetonas, alcoholes, alifáticos).
Uso de sanitarios	Desechos fisiológicos

Fuente: elaboración propia.

Figura 11. **Recolección de papel y cartón**



Fuente: área de clasificación de desechos de LithoPress.

2.4.2. Equipo destinado al tratamiento y eliminación del desperdicio

El equipo destinado al tratamiento de tintas y líquidos que contienen mezclas de tintas con agua u otros disolventes, es un grupo de tanques de sedimentación que evita que la parte contaminante de los fluidos llegue al drenaje común de la empresa.

Para el desperdicio de las tintas UV no existe un equipo destinado, puesto que el servicio de tratamiento es un *outsourcing* con una empresa llamada Ecotermo, que se dedica al manejo profesional de desechos médicos hospitalarios y de la industria; en consecuencia, tienen la responsabilidad del control, manejo y supervisiones programadas, respecto de tintas UV.

2.4.3. Ubicación de dispositivos para el tratamiento del desperdicio

Los tanques de sedimentación se encuentran en el perímetro de las instalaciones, mientras que el basurero principal en donde se encuentra subdividida el área de desechos comunes y el área de desechos de tintas UV, se ubica en la parte exterior de las bodegas de LithoPress.

El tratamiento de los desechos comunes es compartido con una empresa farmacéutica ubicada junto a la empresa a través de mutuo acuerdo, puesto que ambas pertenecen al mismo propietario; por lo tanto los controles contra la contaminación se hacen efectivos.

2.4.4. Control y supervisiones programadas

Debido a que la mayoría de controles de desechos se realizan por empresas externas, las pocas actividades están destinadas a ventas de desechos de papel y control en el manejo de las barniz UV; esto no significa que se realicen de forma eficiente, por lo que hay que programar evaluaciones periódicas mensuales para verificar el cumplimiento de normas y reglas para el manejo del desperdicio, siendo estas:

- Normas de responsabilidad social SA 8000
- Reglamento de seguridad industrial de IGSS
- Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN)

3. PROPUESTA DE TRABAJO

3.1. Departamento de Mantenimiento

Debe realizar acciones que contribuyan directamente a la organización, ordenamiento y planificación de actividades del departamento, con el fin de facilitar las labores de mantenimiento preventivo.

Los procedimientos que preceden una eficiente planificación del mantenimiento preventivo, toman en cuenta el comportamiento del equipo durante el período de producción, las horas de funcionamiento efectivo y las averías generadas. Además las guías y métodos a seguir para incrementar la capacidad de respuesta a los cambios en el flujo del *stock*.

3.1.1. Realizar un inventario de repuestos

Debido a la falta de orden y control de repuestos en la bodega del departamento, se necesita un proceso de cuantificación y documentación de las existencias, a fin de establecer un volumen adecuado de repuestos que permita tomar decisiones de compras, cotizaciones y pedidos a corto y mediano plazo.

La importancia de conocer con claridad la cantidad de existencias físicas en bodega radica en los aspectos siguientes:

- Comparar las cantidades teóricas de repuestos en la base de datos, con las cantidades reales obtenidas del inventario.

- Notificar las irregularidades o lagunas existentes.
- Determinar las causas que han influido en la diferencia entre ambos inventarios.

3.1.2. Realizar un inventario de herramienta

Determinar la existencia de herramientas industriales como medida de la capacidad de respuesta del personal encargado, respecto de las ocurrencias en la maquinaria; mejorando así el control y la toma de decisiones de compra de nueva herramienta que facilite las actividades de reparación.

La herramienta a identificar comprende todas las áreas de trabajo en las que se desenvuelve el personal de mantenimiento, tales como herramientas especiales para trabajos en equipos:

- Electrónicos
- Hidráulicos
- Mecánicos
- Eléctricos
- Electromecánicos
- Neumáticos

3.1.3. Determinar las fallas mas frecuentes en la maquinaria

Es conveniente estimar la cantidad y clasificación de averías generadas durante un período determinado, con el objeto de implementar un plan de mantenimiento preventivo durante los períodos productivos de la empresa, para reducir las interrupciones en la producción a causa de fallas mecánicas,

hidráulicas, eléctricas, electrónicas, neumáticas, por falta de suministros o lubricación, y mejorar tanto la respuesta en las reparaciones como la reducción de costos por la compra de repuestos.

3.1.4. Establecer un *stock* de seguridad de repuestos

De acuerdo con el promedio de fallas, debe realizarse un proceso de estimación de la cantidad de repuestos necesarios para un período trimestral de producción.

Las razones que justifican la existencia de inventarios en las empresas son muy numerosas. Sin embargo, se puede destacar a dos de ellas: la primera es la necesidad de hacer frente a las demandas de los clientes cuando estas se producen en un período de producción previamente planificado; la segunda, se refiere al tipo de producción de la empresa, dependiente de las necesidades de los clientes.

Las interrupciones del proceso productivo pueden originarse de problemas en el plazo de entrega de la materia prima, es decir, en la programación de pedido y recepción de elementos tales como las bobinas de papel, tintas y barnices o de los componentes adquiridos en el exterior, tales como los repuestos de las máquinas.

Cualquiera de estas causas puede provocar una parada en alguna fase del proceso de fabricación, al no disponer de materiales para trabajar o piezas de repuesto para solucionar un problema en la maquinaria.

El almacenamiento de *stocks* permite hacer frente a incrementos en la producción no planificados.

3.1.5. Evaluar y determinar la herramienta y equipo necesarios para el servicio de mantenimiento

Se hace necesario el proceso de identificación y documentación de un inventario para la herramienta y equipo disponibles, a fin de establecer la cantidad de existencias, las condiciones físicas en las cuales se encuentran y los controles para su uso en el departamento, facilitando así su ordenamiento además de la toma de decisiones financieras en función de compra de nuevos equipos y herramienta, que permitan realizar las tareas de mantenimiento de forma eficiente.

3.1.6. Documentar procedimientos para el uso adecuado del equipo

Realizar diagramas de flujo de proceso más importantes, de actividades tales como la lubricación del equipo, uso adecuado de dispositivos para el mantenimiento del equipo y uso de multímetros y herramientas como los desarmadores de precisión. La información técnica es de gran ayuda para evitar equivocaciones que dañen el equipo o retrasen la ejecución de una tarea.

Se puede observar un diagrama de flujo de mantenimiento para una máquina ManRoland 200 en el apéndice 6. Las ventajas de los diagramas de flujo son:

- Facilitar la comprensión del proceso a través de un análisis secuencial y gráfico que identifique claramente la naturaleza y desarrollo efectivo de cada tarea.
- Reducir al mínimo los tiempos muertos en la proceso analizado

- Poseer una herramienta que permita mejorar continuamente los procesos por medio del rediseño y nuevas alternativas.

3.1.7. Evaluar la distribución de la maquinaria en las instalaciones

Con el fin de incrementar el flujo de materiales a través de los centros de trabajo es necesario analizar su distribución dentro de las instalaciones. Se debe tener en cuenta que siempre hay una mejor manera de hacer las cosas y bajo ese concepto existe la posibilidad de optimizar el flujo tanto en pasillos de circulación como en los mismos centros de trabajo.

El reordenamiento físico de las instalaciones atiende a diversos factores, entre los que se pueden mencionar el espacio para el movimiento del material, los centros de trabajo, las áreas de almacenamiento, la cantidad de colaboradores directos e indirectos, la zona de carga y descarga, los espacios para el transporte fijo y el tamaño de la maquinaria.

La principal herramienta para evaluar el flujo es un diagrama de recorrido que muestre las distintas etapas de la producción de cajillas y que a su vez permita observar el equipo que no está en uso para realizar observaciones.

3.1.8. Diseñar y proponer una programación de mantenimiento preventivo del equipo

La aplicación más importante del mantenimiento es la preventiva, la cual tiene por objeto proveer las condiciones necesarias para que el equipo preste el servicio por el cual fue adquirido. Una nueva planificación anual que establezca los períodos de producción continuos e interrupciones para el mantenimiento

preventivo es necesaria cuando, aún existiendo una programación previa, los resultados no son satisfactorios en la reducción de fallas en el equipo.

3.1.9. Detectar necesidades para elaborar un programa de capacitaciones

Existen tres beneficios directos que se obtienen a través de la capacitación a los colaboradores y estos son:

- Incremento en la productividad por el uso eficiente de los equipos.
- Incentivar a los colaboradores a través de la brindarles capacitación técnica en el área de trabajo.
- Mejora la competitividad a nivel empresarial puesto que se cuenta con mano de obra especializada.

Establecer las necesidades más importantes para elaborar un programa de capacitaciones que incluya los requisitos cognitivos, técnicos y de seguridad industrial de la empresa, además de tomar en cuenta sugerencias del mismo personal encargado del mantenimiento del equipo.

3.2. Identificar actividades de seguridad e higiene industrial

Como parte de las normas de responsabilidad social SA 8000, establecidas dentro de la institución con el fin de prevenir accidentes de tipo laboral y con el soporte de información secundaria tal como las normas ISO 9001 utilizadas para desarrollar sistemas de gestión de calidad y las normas de Seguridad Industrial Americanas OHSA 18000, orientadas a mejorar las

condiciones ergonómicas en las que se encuentran actualmente los colaboradores, toda empresa cuenta con distintos recursos entre los cuales se encuentran los materiales, tecnológicos, financieros, logísticos y humanos.

Los colaboradores, sin embargo, son los únicos que pueden incrementar el rendimiento de los recursos restantes y por tal motivo se deben realizar acciones que influyan positivamente en la conducta y aseguramiento de la salud y seguridad de cada uno de los miembros de la empresa.

3.2.1. Evaluar y proponer la adquisición de equipo de protección para los colaboradores

El equipo de protección personal es el conjunto de accesorios ergonómicos cuya función radica en reducir al mínimo el riesgo de accidentes de trabajo, al mismo tiempo que debe evitar la interferencia en la realización las tareas de cada colaborador.

De acuerdo con la investigación de campo realizada dentro de las instalaciones, se hizo evidente que las señalizaciones existen, pero no el cumplimiento de las mismas.

Es necesaria la cotización del equipo de protección personal tales como mascarillas, protectores de oídos industriales, gafas, guantes, calzado y cascos industriales.

Es importante evaluar el ambiente de trabajo en el que se desarrolla la producción de cajillas y etiquetas, con la finalidad de cumplir con las normas de seguridad y con el Reglamento de Seguridad de Higiene del IGSS.

3.2.2. Analizar y determinar las causas de los atrasos en la producción

Desde el punto de vista de la seguridad e higiene industrial existen factores que influyen en el rendimiento del recurso humano a lo largo de un período de producción. Dentro de los factores más relevantes se encuentran:

- Concesiones
- Humedad
- Ruido
- Iluminación
- Metas
- Ventilación
- Duración del trabajo
- Repetición del ciclo
- Esfuerzo físico
- Esfuerzo mental
- Posición de trabajo

3.2.3. Determinar las normas y estándares que no cuentan con fichas o documentos para evaluar su cumplimiento

La normalización es el proceso por el cual se documenta cada uno de los procedimientos establecidos por una empresa y de acuerdo con su índole se realizan distintas fichas o documentos que se utilizan para dar el control y seguimiento respectivo a cada norma o estándar que se espera sea cumplido.

Con el objetivo de que cada una de las normas de responsabilidad social se cumpla dentro de las instalaciones y que se lleve un seguimiento periódico durante las jornadas de trabajo, debe realizarse un proceso de recolección de datos e información secundaria acerca de cada una de las normas que carezca de documentación respectiva.

3.3. Procesamiento del desperdicio

Como parte fundamental de un proceso de producción más limpia existen lineamientos relacionados directamente con la aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva integrada a procesos, productos y servicios para mejorar la ecoeficiencia y reducir el riesgo para los humanos y el medio ambiente. En el caso específico de los desperdicios, la producción más limpia se enfoca en la conservación de materia prima, agua y energía, eliminación del uso de materias tóxicas y reducción de la cantidad y toxicidad de todas las emisiones y desechos antes de que salgan de los procesos.

3.3.1. Evaluar la frecuencia de uso de los dispositivos para el tratamiento de desperdicios

La producción más limpia exige planes de monitoreo de los distintos equipos para el reciclaje, recuperación y reutilización, a fin de medir los factores negativos y positivos que tiene para el medio ambiente cada una de las estrategias de la empresa, respecto de los desechos.

Se necesita conocer las especificaciones técnicas que se están utilizando, las condiciones de funcionamiento actuales y la carga de desechos que procesan, a fin de verificar que existe un balance entre la capacidad del dispositivo y el flujo de material que se hace pasar a través de este.

La cantidad de veces en las cuales se da un ciclo de tratamiento de desechos puede afectar directamente el funcionamiento y el control de mantenimiento preventivo de los dispositivos destinados para tales funciones.

La producción más limpia implica el establecimiento de planes de monitoreo y control de tratamiento de desechos y por tanto, de evaluación periódica de los resultados obtenidos a través de dichos planes, a fin de mejorarlos, rectificarlos o utilizar diferentes técnicas de reducción y reutilización, lo cual no quiere decir que se incrementen los costos.

La inversión para la reducción de residuos evita esencialmente daño al medio ambiente y manejo eficiente de recursos y beneficios que para las empresas pasan desapercibidos, en la mayoría de los casos.

3.3.2. Proponer un análisis de la ubicación y la carga de trabajo máxima sobre los dispositivos

Se debe proponer un análisis de la ubicación óptima de los dispositivos para el tratamiento de los desechos, el cual busca ante todo:

- Reducción del transporte de desechos
- Facilitar su recolección
- Reducir el tiempo de tratamiento
- Determinar los riesgos potenciales de contaminación ambiental
- Contribuir a un sistema de gestión ambiental dentro de la empresa
- Facilitar el monitoreo y control de funcionamiento de equipo
- Cumplir con la legislación nacional

3.4. Proponer la adquisición y ubicación de equipo para el servicio de mantenimiento y para el procesamiento de desperdicio

El criterio de la reducción de residuos es que siempre habrá formas más eficientes de hacer las cosas, en tal caso se deben analizar las capacidades de manejo de los equipos ya instalados y encontrar sus puntos débiles a fin de mejorarlos a través de la adquisición de equipo, con tecnologías avanzadas como equipos de recuperación de plata para el área de placas y osciloscopios para análisis de equipo electrónico, con la finalidad de reducir o eliminar cualquier tipo de impacto ambiental, mejorar la eficiencia en la producción y que al mismo tiempo se ubiquen en los lugares adecuados para no interrumpir en la producción de la empresa.

3.5. Realizar un análisis financiero de las propuestas realizadas

Cada uno de los pasos para implementar un proceso de producción más limpia implica inversión a corto plazo para la obtención de beneficios a mediano y largo plazo. La información debe ser únicamente la relevante y los medios o fuentes deben ser confiables, con el propósito de obtener estimaciones con mayor exactitud.

Para tener una idea del beneficio económico de las mejoras propuestas, se realiza un análisis financiero que debe contar un número mínimo de procedimientos, a fin de tener un control de los recursos a utilizar y tomar las decisiones acertadas que en función del equipo productivo pueden ser:

- Rediseñar el equipo desde el punto de vista del mantenimiento y condiciones de trabajo.

- Mantener el equipo en las condiciones actuales de funcionamiento.
- Adquirir nuevo equipo para balancear e incrementar el flujo de producción.

La propuesta para realizar un estado financiero debe:

- Basarse en el análisis de todos los datos relevantes
- Hacerse a tiempo
- Ser correcta
- Ir inmediatamente acompañada de medidas correctivas adecuadas para solucionar los puntos débiles y aprovechar los puntos fuertes.

4. IMPLEMENTACIÓN

4.1. Área de mantenimiento

Debido a que el mantenimiento es vital para que un proceso de producción más limpia sea eficiente, se deben realizar acciones que beneficien directamente el uso de recursos tales como el tiempo de producción, el costo de los repuestos y la vida útil del equipo.

4.1.1. Ordenar e identificar los repuestos

Existe una secuencia de pasos para realizar eficientemente un inventario de repuestos; a continuación se describe esta secuencia:

- Planificar el período de tiempo necesario y la fecha oportuna para iniciar y terminar el inventario, decisión que será tomada por todo el personal;
- Diseñar una base de datos: debe contener la clasificación de repuestos que ha sido planificada por el personal encargado y permitir visualizar el cambio en las entradas y salidas por repuesto, así como los costos. En el caso de que ya existe una base de datos para inventario, sólo se actualizará al hacer un inventario en detalle de las bodegas;
- Determinar el lugar en donde se ubican los repuestos: por lo general todos los repuestos se ubican en bodegas del área de mantenimiento; sin embargo algunas empresas los colocan en espacios alternos distintos a tales bodegas;

- Asignación de tareas: se debe distribuir la tarea de inventario dentro del personal de mantenimiento, y así reducir el tiempo para realizarlo; tal decisión será tomada por el jefe de mantenimiento;
- Identificar los repuestos a inventariar: dependiendo de la clasificación interna que le otorgue el personal encargado que puede ser de acuerdo con el tipo de máquina en el que se utilice, aplicaciones comunes o especiales;
- Cuantificar las existencias por repuesto: hacer un conteo correcto de la cantidad de repuestos e integrar su valor inmediatamente a la base de datos, para el proceso de actualización de la misma;
- Asignar un código y una posición a una clase de repuesto: para tal acción se debe tomar en cuenta el lugar en donde se desean colocar tales repuestos, el código puede variar desde las letras del abecedario hasta las iniciales de las máquinas o utilidad de las piezas, pero ante todo, debe ser visible y claro el proceso de señalización del área donde van los repuestos, de forma que facilite el ordenamiento final;
- Posicionamiento del inventario: el último paso para desarrollar el inventario debe ser la colocación de las piezas en los lugares predestinados y previamente señalizados por el personal encargado.

La prevención para no inventariar piezas ya inventariadas, será colocar algún tipo de señal que prevenga a todo el personal sobre la posibilidad de repetir el proceso de cuantificación y sobrevaloración del inventario.

4.1.2. Ordenar e identificar la herramienta

La herramienta de trabajo necesita que se le asignen aspectos y características especiales a fin de clasificarla de forma adecuada. Los pasos para realizar un proceso de planificación y ejecución de ordenamiento e identificación son los siguientes:

- Determinar el tipo de clasificación que se va a aplicar, que puede ser por el tipo de trabajos en los que se utiliza o por sus características propias;
- Realizar una planificación de la ubicación exacta que tendrán las existencias;
- Determinar la forma en que se identificará la herramienta, ya sea por la ubicación, por marcación física de códigos sobre las mismas o por etiquetado de acuerdo con el tipo de elementos que se identifiquen;
- Diseñar documentos que se utilicen para controlar la entrada y salida de cada tipo de herramienta y para el control periódico de la totalidad en bodega;
- Recolectar toda la herramienta que se encuentre dentro y fuera del departamento de mantenimiento,
- Cuantificar las existencias reales y en libros, a fin de verificar para eliminar las diferencias ;
- Usar una nomenclatura técnica para designar la herramienta;

- Ubicarla en los lugares designados dentro de la bodega de mantenimiento;
- Realizar un proceso de identificación de la herramienta propia del personal encargado de mantenimiento, para evitar confusiones de pérdida, transporte y retención de herramienta, que pueda causar conflictos entre personal y organización.

4.1.3. Realizar la trazabilidad de las fallas en la maquinaria e identificar con qué frecuencia se presentan

De acuerdo con las Normas ISO, la trazabilidad se define como:

“La propiedad del resultado de una medida o del valor de un estándar donde este pueda estar relacionado con referencias especificadas, usualmente estándares nacionales o internacionales, a través de una cadena continua de comparaciones, todas con incertidumbres especificadas.”

Hay 2 tipos de trazabilidad: la externa y la interna. La primera se refiere a estándares internacionales, la segunda se puede aplicar a estándares propios de la empresa y nacionales.

Con el propósito de marcar la tendencia con la que se producen las averías en la maquinaria, se debe realizar una clasificación especial determinada por el personal de mantenimiento y así tomar decisiones confiables acerca de planificación de actividades, compra y almacenamiento de piezas de repuesto.

Cuando se utiliza la trazabilidad como un concepto de rastreo de datos históricos y se aplica al pronóstico de fallas, se encuentra que los pasos para trazar las ocurrencias son:

- Recolección de datos históricos internos por máquina, de acuerdo con uno o más períodos de producción;
- Clasificación de las ocurrencias;
- Tabulación de los valores obtenidos, fallas a través del tiempo que pueden ser meses, semanas e incluso días;
- Análisis para determinar la tendencia y comportamiento de los datos;
- Utilizando métodos de correlación se puede establecer el tipo de familia a la que pertenece el comportamiento de los datos tabulados;
- Realizar pronósticos de evaluación y riesgo, a fin de determinar la estimación con el error mínimo;
- Realizar la estimación de fallas a corto, mediano y largo plazo, haciendo estimaciones de requerimiento de repuestos, presupuestando sus valores económicos para la toma de decisiones eficiente.

Ejemplo: utilizando un conjunto de fallas ocurridas durante un período de producción de 4 meses y clasificándolas de acuerdo con las sugerencias del personal de mantenimiento, estas podrían ocurrir en los siguientes sistemas del equipo:

- Mecánica
- Eléctrica
- Transmisión
- Neumática
- Electrónica
- Suministros
- Hidráulicas
- Otros
- Instrumentación

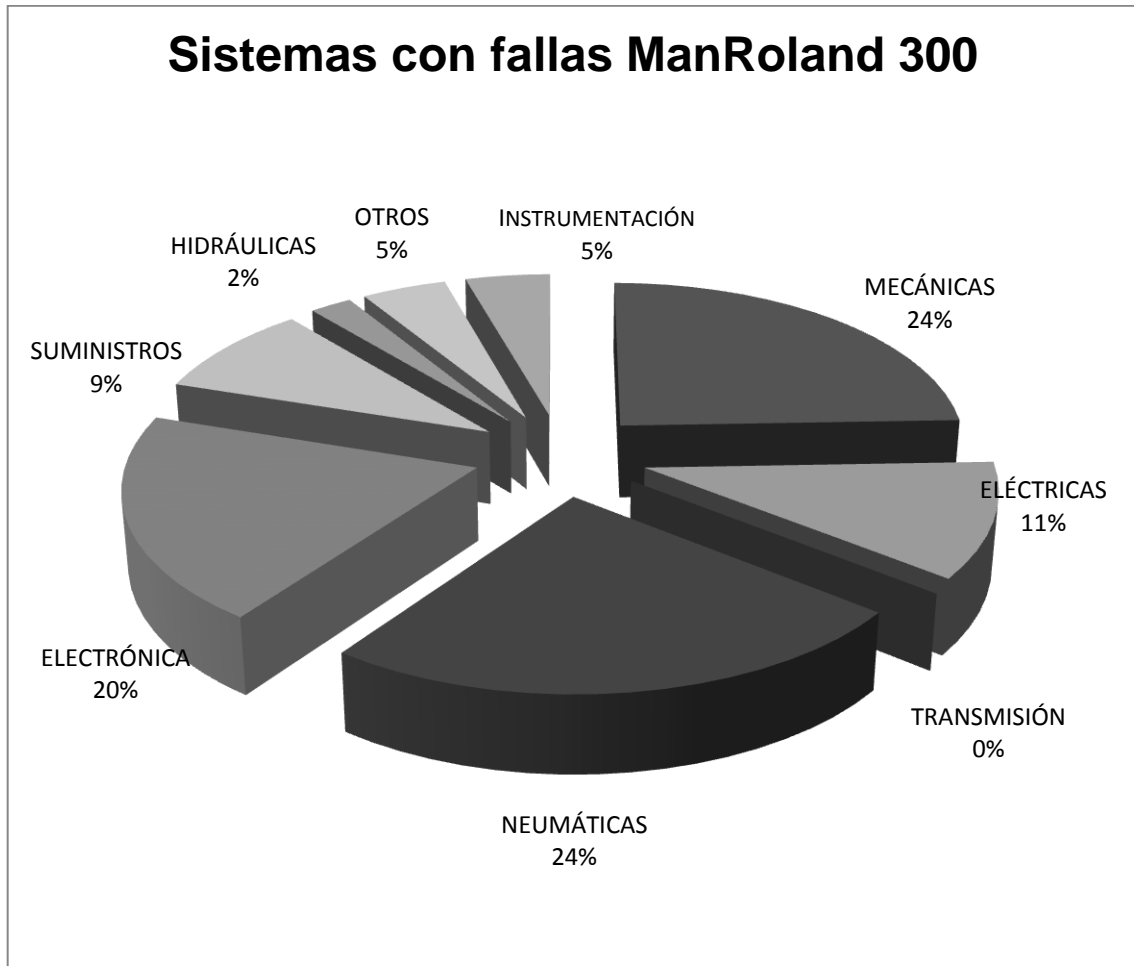
Con esta clasificación se procede a tomar el registro histórico de ocurrencias; se clasifican y se hace una cuantificación exacta.

El proceso de graficar las fallas que afectan la operación de la maquinaria se hace con el fin de determinar el sistema de la máquina que requiere una mayor atención debido a las interrupciones que provoca, al costo directo de la compra de repuestos y al costo de oportunidad por los retrasos en la producción.

Es común encontrar que la mayoría de fallas que se generan en el equipo de producción son de tipo mecánico o neumático, esto a causa del desgaste natural de las piezas móviles y estacionarias.

En la figura 12 se puede observar la gráfica de clasificación de fallas de una ManRoland 300. Se indica el número de ocurrencias y su influencia en el total de fallas de la máquina, durante el período de producción de 4 meses.

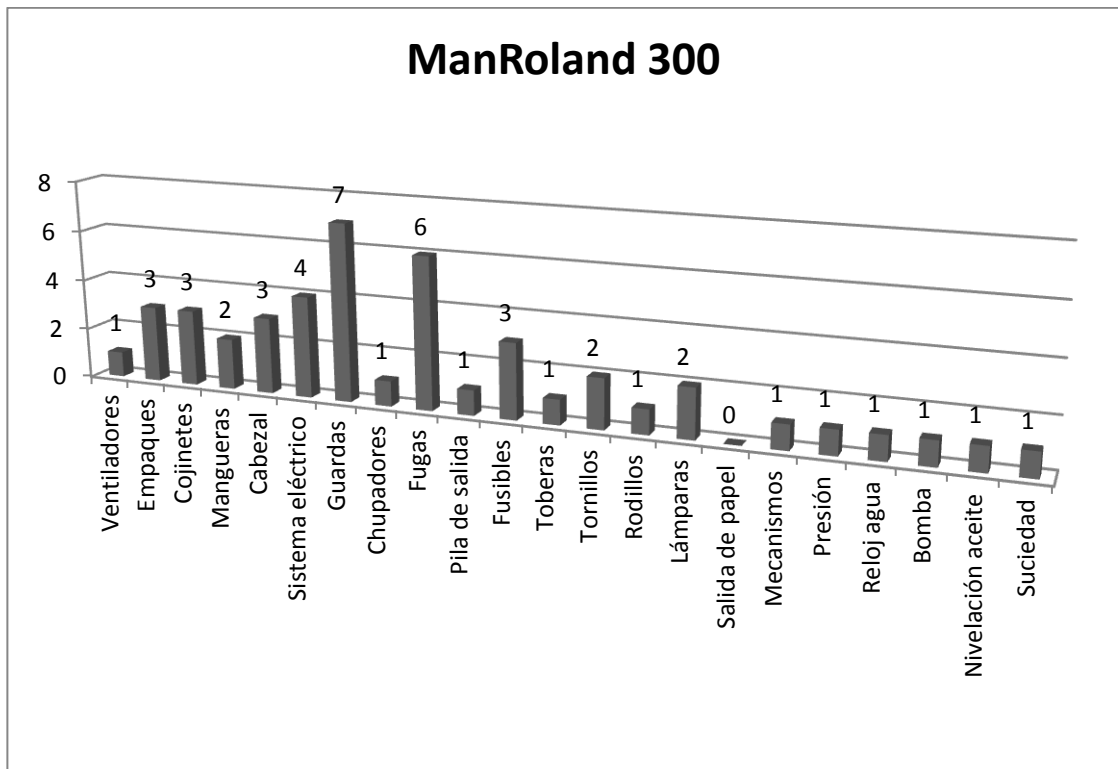
Figura 12. Clasificación de fallas máquina ManRoland 300



Fuente: elaboración propia.

En la figura 13 se puede observar una clasificación por la cantidad de piezas máquina ManRoland 300; esto con el fin de establecer la cantidad estimada de repuestos necesarios para el mantenimiento. Con cada una de las clasificaciones se obtienen herramientas útiles para la planificación del mantenimiento preventivo anual. La clasificación de fallas por el sistema que ha sido afectado, se observa en el apéndice 3.

Figura 13. **Número de piezas que han fallado en una ManRoland 300**



Fuente: elaboración propia.

Durante los períodos siguientes se debe realizar un seguimiento de los sistemas que siguen fallando y las piezas luego de haber implementado un programa de mantenimiento preventivo para predecir y estimar los puntos y momentos adecuados para hacer visitas técnicas al equipo y cambiar los repuestos que sean necesarios.

Seguir la falla implica hacer los cambios necesarios para reducir la probabilidad de que ocurra; este es el objetivo de hacer un rastreo de fallas a través de clasificaciones del personal de mantenimiento.

4.1.4. Implementar un sistema de manejo de materiales

Un sistema de planificación de manejo y requerimiento de materiales o MRP, por sus siglas en inglés, establece controles exhaustivos de los inventarios a fin de sincronizar la demanda de piezas con los niveles de reorden a los proveedores.

Existen dos tipos de MRP: el primero da una clara determinación de los parámetros tiempo y capacidad. El segundo, planifica el uso eficaz de los recursos de fabricación. Aplicar un MRP II al control de repuestos de la empresa tiene como propósito:

- Disminuir inventarios
- Disminuir los tiempos de espera entre interrupciones y disponibilidad de repuestos.
- Incrementar la eficiencia
- Reducir reparaciones paliativas
- Planear a largo y mediano plazo el requerimiento de piezas a fin de hacer los presupuestos correspondientes.
- Reducir costos e incrementar beneficios
- Simular un proceso de producción en función de necesidad de repuestos y pronóstico de compra de materiales.

El procedimiento para implantar un MRP II aplicado a un departamento de mantenimiento es el siguiente:

- Se establece previamente el pronóstico de fallas u ocurrencias en la maquinaria durante un período de producción futuro;

- Son determinadas las cantidades estimadas de ocurrencias por máquina;
- Se investigan los historiales de intervalo de tiempo de entrega de los últimos pedidos de cada repuesto, el cual debe coincidir con el ciclo de tiempo elegido. Los intervalos de tiempos se refieren al tiempo en que el proveedor tardó en entregar el material luego de haber colocado el pedido;
- La matriz de asignación de las distintas materias o repuestos, debe construirse por cada mes que compone el tiempo a trabajar;
- Son determinadas las políticas (RNR, RSS, RNmax) con base en a los historiales de entrega de producto por parte de los proveedores y con la información actualizada de existencias de repuestos; se calculan las distintas variables que le darán forma al gráfico de inventario determinístico;
- Construido el gráfico con la información anterior, se utiliza una técnica matemática de relación de triángulos para determinar las fechas de puesta de pedido y recibo de material en función de las cantidades de existencia y planificadas para el período en cuestión;
- Se elabora una matriz con la cantidad, fecha de puesta de pedido y fecha de ingreso a bodega de materia prima para cada material.

Las variables a obtener por medio de cálculo son las siguientes¹:

- Existencia “n”: cantidad de repuestos en un momento dado.

¹RIGGS, James L.: Sistemas de producción, planeación, análisis y control. pag.709

- Planificado: cantidad de repuestos requeridos de acuerdo con la planificación.
- Ciclo: intervalo de tiempo (en meses) en que se va expresar el programa de manejo de materiales.
- Nivel máximo (N_{max}): cantidad máxima de materia prima que se puede tener almacenados.

- $N_{max} = (\text{planificado/ciclo}) \times R_{N_{max}}$
- $R_{N_{max}} = \text{tiempo que el material puede estar almacenado}$

- Nivel de reorden (N.R.): cantidad de repuestos almacenados que determina la necesidad de colocar un pedido a los proveedores.

- $N.R. = (\text{planificado/ciclo}) \times R_{NR}$
- $R_{NR} = \text{período obtenido del promedio de las últimas entregas}$

- Línea teórica de consumo (LTC): punto sobre la línea de *stock* de seguridad que indica la fecha en que ingresa el pedido a bodega.

$$LTC = (\text{existencia/planificado}) \times \text{ciclo} = (\text{existencia/ciclo}) \times R_{N_{max}}$$

- Cantidad óptima de pedido (Q_{óptimo}): cantidad de materiales, óptima para una producción sin interrupciones.

$$Q_{\text{óptimo}} = (2 \times S.S.) + N.R.$$

- Existencia 1: cantidad de materiales al inicio del período.

- Existencia 2: cantidad de materiales luego de haber realizado un pedido y este ya hizo su ingreso a bodega.

Ejemplo: planificación del requerimiento de materiales de manufactura. Suponiendo que una procesadora de alimentos utiliza para sus procesos azúcar y colorante para cumplir con la demanda de producto terminado en cajas, se tienen los datos siguientes para realizar una planificación de manejo de materiales. Analogía: en este ejemplo los recursos azúcar y colorante están sujetos a cálculos que pueden ser aplicados a cualquier tipo de repuesto del equipo productivo. Los datos básicos del ejemplo se detallan en la tabla VIII.

Tabla VIII. **Datos básicos del azúcar y colorante**

MES	PRONÓSTICO
Enero	5000 cajas
Febrero	4000 cajas
MATERIAL	CANTIDAD/BATCH
Azúcar	25 qq
Colorante	7 libras
Rendimiento	1 batch = 200 cajas
Jornada laboral	diurna especial

Fuente: elaboración propia.

Según registros de bodega y almacén, las existencias de los anteriores materiales al 31 de agosto de 2011 son los siguientes:

- Azúcar : 2000 qq
- Colorante: 400 lbs

El historial de entregas de pedido de los materiales por parte de la red de proveedores se resume en la tabla IX.

Tabla IX. **Historial de entregas de pedidos de azúcar y colorante**

MATERIAL	1er. Pedido	2do. pedido	3er. pedido	4to. pedido
Azúcar	1 mes	0.5 mes	0.8 mes	1.2 mes
Colorante	0.7 mes	1.2 mes	0.9 mes	1 mes

Fuente: elaboración propia.

Notas importantes:

- Los valores para cada pedido corresponden al intervalo de tiempo que transcurrió desde la puesta de pedido hasta el ingreso del producto a las bodegas de la empresa.
- El período de evaluación es de cuatro meses (enero a abril) por tanto el ciclo será de 4 (corresponde al historial de pedidos).

Solución: se efectúan cálculos para cada tipo de materia prima. La jornada es diurna especial. Requerimiento para cumplir el pronóstico de demanda (por mes):

- Azúcar:
 - Enero = $(5000\text{cajas}) \times (25\text{qq}/\text{batch}) \times (1\text{batch}/2000\text{cajas}) = 625\text{qq}$
 - Febrero = 500 qq
 - Marzo = 750 qq
 - Abril = 625 qq

- Colorante:
 - Enero = (5000cajas) X (7lb/batch) X (1batch/200cajas) = 175 lb
 - Febrero = 140 libras
 - Marzo = 210 libras
 - Abril = 175 libras

Explosión de materiales: expresa a través de una matriz, las cantidades de materiales que se utilizarán en el ciclo de trabajo (4 meses). La explosión de materiales del ejemplo se observa en la tabla X.

Tabla X. **Explosión de materiales por mes**

Material\Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Total planificado
Azúcar (qq)	625	500	750	625	2500
Colorante (lb)	175	140	210	175	700

Fuente: elaboración propia.

Políticas de pedido: a través del análisis del historial de entregas de los últimos cuatro pedidos, se calculan los valores de R para cada material.

Azúcar: $RNR = (1 + 0.5 + 0.8 + 1.2) / 4 = 0.875$ meses

$RSS = (1.2 - 0.875) = 0.325$ meses $RN_{max} = 6$ meses

Colorante: $RNR = (0.7 + 1.2 + 0.9 + 1) / 4 = 1.09$ meses

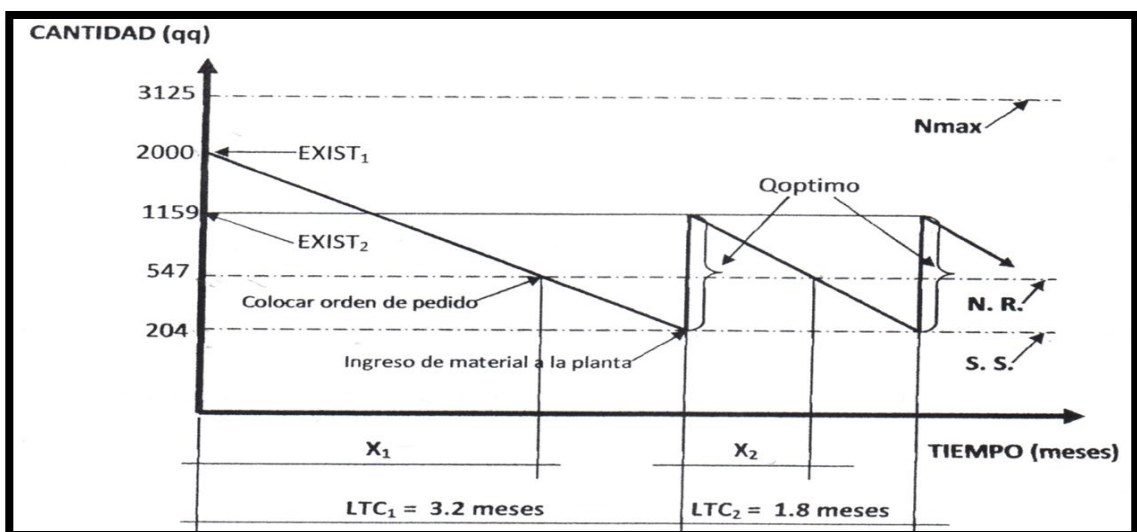
$RSS = (1.2 - 0.95) = 0.250$ meses $RN_{max} = 6$ meses

Para cada material se calculan los valores de variables para construir el gráfico de un modelo de inventario determinístico:

- Azúcar:
 - $S.S. = (2500/4) \times 0.325 = 204$ qq
 - $N.R. = (2500/4) \times 0.875 = 547$ qq
 - $N_{max} = (2500/4) \times 6 = 3125$ qq
 - $Q_{optimo} = (2 \times 204) + 547 = 955$ qq
 - Existencia 1 = 2000qq
 - Existencia 2 = $955 + 204 = 1159$ qq
 - $LTC_1 = (2000/2500) \times 4 = 3.2$ meses
 - $LTC_2 = (1159/2500) \times 4 = 1.85$ meses

La gráfica resultante de los cálculos de una planificación de requerimiento de azúcar se puede observar en la figura 14.

Figura 14. **Modelo de inventario determinístico del azúcar**



Fuente: elaboración propia.

Por relación de triángulos:

- $3.2/1796 = (x 1)/1453$
- $x 1 = (3.2)(1453)/1796 = 2.5$ meses
- $1.85/955 = (x 2)/612$
- $x 2 = (1.85)(612)/955 = 1.1$ meses

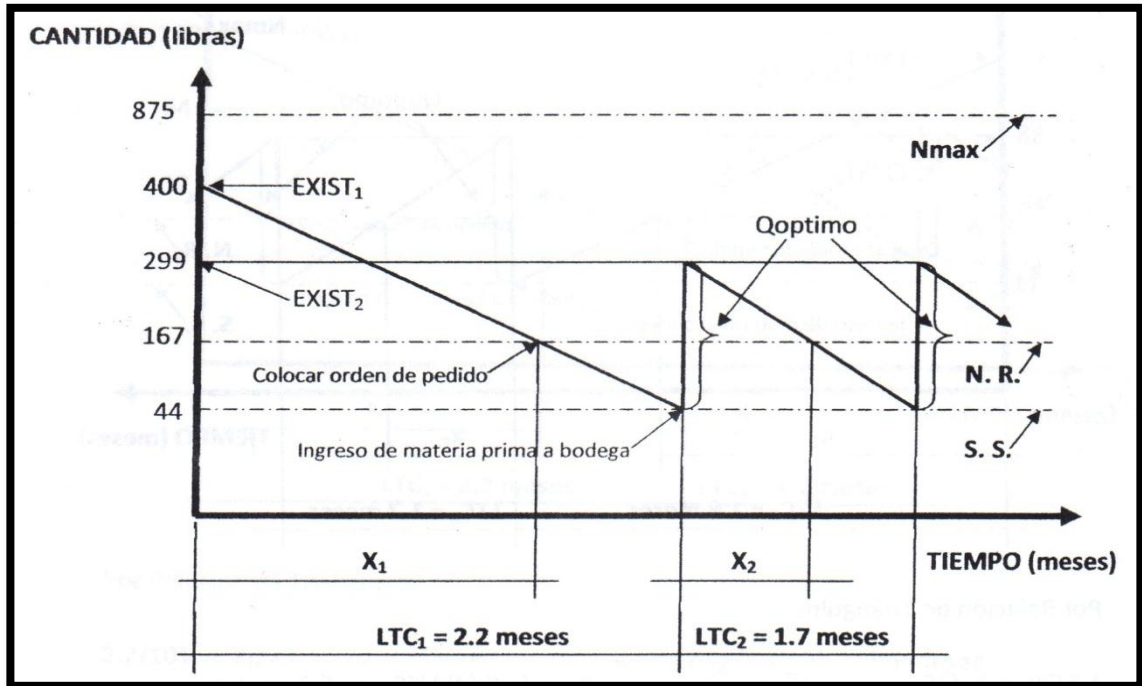
- Colorante:
 - S.S. = $(700/4) \times 0.25 = 44$ libras
 - N.R. = $(700/4) \times 0.195 = 167$ libras
 - Nmax = $(700/4) \times 5 = 875$ libras
 - Qóptimo = $(2 \times 44) + 167 = 255$ libras
 - Existencia 1 = 400 libras
 - Existencia 2 = $255 + 44 = 299$ libras
 - LTC1 = $(400/700) \times 4 = 2.2$ meses
 - LTC2 = $(299/700) \times 4 = 1.7$ meses

La gráfica resultante de los cálculos de una planificación de requerimiento de colorante se puede observar en la figura 15.

Por relación de triángulos:

- $2.2/356 = x 1/233$
- $x 1 = (2.2)(233)/356 = 1.4$ meses
- $1.7/255 = x 2/132$
- $x 2 = (1.7)(132)/255 = 0.8$ meses

Figura 15. Modelo de inventario determinístico de colorante



Fuente: elaboración propia.

Conclusión: se realizó el cronograma de requerimiento de materiales para un período de 6 meses, obtenido con la ayuda de pronósticos de producción, historiales de entrega de proveedores, existencias en bodegas y cálculos matemáticos simples. El factor más importante para programar pedidos es la confiabilidad de las fuentes de los datos recolectados para el análisis.

Resultado final: cronograma de órdenes e ingreso de pedidos. Para efectos de visualización, el cronograma tiene un intervalo de tiempo de enero a junio 2012 y se puede observar en la tabla XI y tabla XII.

Tabla XI. **Cronograma de órdenes de ingreso de pedidos de azúcar**

AZÚCAR	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Orden de pedido			Martes 15 marzo (Req.#1)		Lunes 9 mayo (Req.#2)	
Ingreso a Bodega				Martes 5 abril (Req.#1)		Lunes 30 mayo (Req.#2)
Cantidad (qq)				955		955

Fuente: elaboración propia.

Tabla XII. **Cronograma de órdenes de ingreso y pedidos de colorante**

COLORANTE	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Orden de pedido		Jueves 10 febrero (Req.#1)	Martes 29 marzo (Req.#2)		Lunes 16 mayo (Req.#3)	
Ingreso a bodega			Jueves 3 marzo (Req.#1)	Lunes 25 abril (Req.#2)		Martes 14 junio (Req.#3)
Cantidad (onzas)			255	255		255

Fuente: elaboración propia.

4.1.5. Comparar la herramienta existente con la que es necesaria para el mantenimiento preventivo

La disponibilidad de herramienta es útil para incrementar el grado de respuesta dado a interrupciones causadas por averías en el equipo productivo. Las acciones necesarias para agilizar las labores de mantenimiento preventivo desde el punto de vista de la herramienta son:

- Realizar un inventario físico y contable de la herramienta.
- Determinar mediante inspección, las condiciones actuales de la herramienta para determinar si es útil, si necesita mantenimiento o no tiene aplicación alguna, a fin de liberar espacio en el departamento.
- Realizar la comparación entre el inventario actual y la herramienta que aún es necesaria para solicitar cotizaciones, elaborar un presupuesto estimado y hacer la solicitud respectiva al departamento financiero de la empresa.

Dentro de las aplicaciones de las distintas herramientas en una planta industrial se pueden distinguir las siguientes:

- Mecánicas
- Eléctricas
- Instrumentación
- Herramienta de taller
- Equipo de protección personal (EPI)
- Consumibles útiles

En la tabla XIII se clasifican las herramientas con las que debe contar una planta industrial para las tareas de mantenimiento preventivo y correctivo.

Tabla XIII. **Clasificación de la herramienta mínima para el mantenimiento en una planta industrial**

Herramientas mecánicas para Mantenimiento Industrial	
Llaves y juegos de llaves	Fija de golpe 36 mm
Juego fijas de dos bocas 6/7 a 30/32	Fija de golpe 41 mm
Juego estrella planas de dos bocas 6/7 a 30/32	Fija de golpe 46 mm
Juego estrella acodadas 6/7 a 30/32	Estrella golpe 32 mm
Llave ajustable moleta lateral 6"	Estrella golpe 36 mm
Llave ajustable moleta lateral 12"	Estrella golpe 41 mm
Llave ajustable moleta lateral 24"	Estrella golpe 46 mm
Juego Allen serie larga con bola en petaca de plástico 1,5 a12 mm	Stillson 12"
Juego Allen serie larga con bola en petaca de plástico 3/67" a 3/4"	Stillson 24"
Fija dos bocas 32x36	Juego de vasos biexagonal de 1/2"
Fija dos bocas 34x36	Juego de vasos biexagonal de 3/4" con carraca
Fija dos bocas 36x41	Juego de vasos allen 1/2"
Fija dos bocas 41x46	Vas reductor 3/4" a1/2"
Fija dos bocas 46x50	Juego de vaso de impacto de 1/2"
Estrella acodada 32x36	Alicates
Estrella acodada 36x41	Universal plano
Estrella acodada 41x46	Boca plana
Estrella acodada 46x50	Juego para arandelas interiores y exteriores
Fija de golpe 32 mm	Apertura múltiple para la cremallera

Continuación de la tabla XIII.

Juegos de destornilladores	Utiles de medición
Juego para mecánicos	Juego de micrómetros de 0-100 mm
Extracorto Phillips	Reloj comparador base magnética con brazo articulado
Juego de precisión	Flexómetro 3 m
Juego de puntas y destornillador de golpe	Flexómetro 5 m
Martillos y accesorios	Calibre "pie de rey"
Boca de nylon grande	Escuadra
Martillo de bola 338 g	Nivel de agua antichoque
Martillo de bola 562 g	Galgas de espesores
Juego de granetes	Galgas para roscas métricas
Juego de botadores	Utiles de corte
Cortafríos 150mm	Sierra fina
Cortafríos 250mm	Arco de sierra
Extractores	Remachadora
Juego universal de dos garras	Tijeras para chapa
Separador de guillotina	Juego de limas
Juego 3 garras oscilantes de doble posición	Juego de limas de aguja
Juego de extractor de pernos	Juego de sacabocados para arandelas y juntas
Juego de extractores de tornillos rotos	Cajas
Limas	Arca metálica con candado
Juego de limas de relojero para dispositivos de precisión	caja de herramientas metálicas con pintura antioxidante
Juego de limas (media luna, planas, triangulares, etc)	

Continuación de la tabla XIII.

Armario de pared para herramientas	Gafas de seguridad
Brocas	Manta ignífuga
Juego de brocas para metal	Varios
Juego de brocas de madera	Rollo de estropajo limpiador
Juego de brocas de vidia	Cepillo de lijar con vástago
EPI y elementos de seguridad	Discos de corte
Guantes de soldador	Hojas de lija de agua
Careta de soldador	Pliego de junta de grafito 2 mm
Extintor de 5 Kg	Pliego de junta para agua 2 mm
Candados de bloqueo	Pliego de junta para aceite 2 mm
Guantes dieléctricos	Tubo de pasta para juntas, tipo loctite.
Guantes químicos	Rollo de teflón pequeño
Pantallas faciales	Botes de limpia-contactos

Fuente: www.mantenimientoindustrialrenovetec.com. Consulta: junio de 2011

Una encuesta realizada en el área de mantenimiento determinó que las herramienta mecánicas servirían de ayuda para agilizar las tareas de mantenimiento preventivo y se recomienda su adquisición.

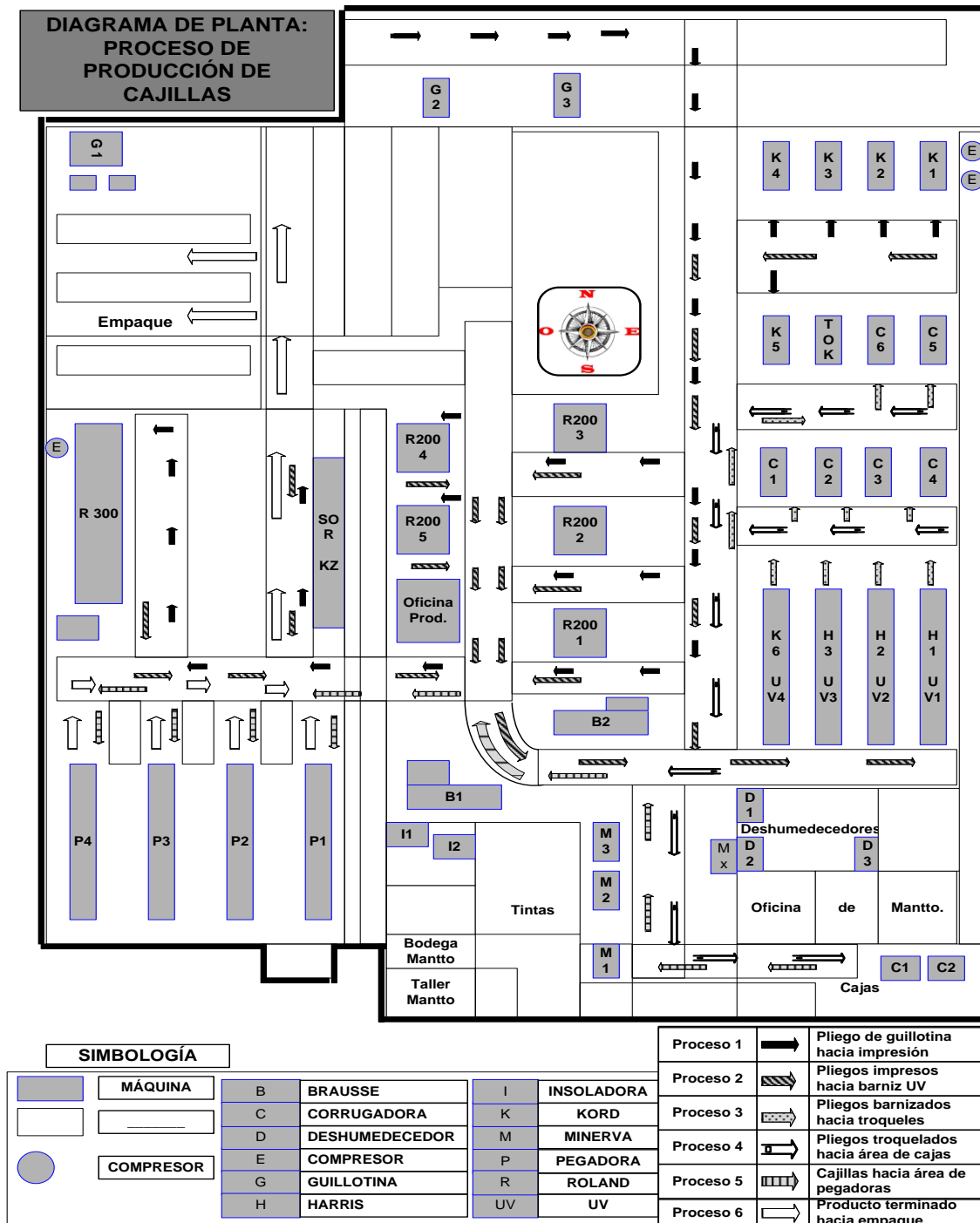
4.1.6. De acuerdo con las instalaciones y análisis de flujos de proceso de producción, evaluar la ubicación de la maquinaria

Para este análisis se debe conocer el flujo de proceso de papel en la secuencia de producción, se describe de la forma siguiente:

- El proceso inicia desde que las guillotinas cortan el papel al tamaño adecuado para que las máquinas de impresión puedan manejarlo;
- El papel llega a las máquinas Kord, en caso de pedidos pequeños, pues estas imprimen un color a la vez, ManRoland 200, en el caso de pedidos medianos o grandes, dado que imprimen 2 colores a la vez, y por último a la ManRoland 300, que trabaja en pedidos grandes pues imprime 3 colores a la vez; además realiza los trabajos de etiquetas;
- Todo pedido que necesite de un barnizado UV pasa por las máquinas Kord UV; en el caso de barnizado convencional puede ser aplicado por una ManRoland 200;
- El pedido que necesita aplicación de *foil* o realzado, pasará a las máquinas Brausse o Minervas, luego de haber pasado por UV;
- Todos los pedidos pasan a los cilindros para ser troquelados;
- Se extrae el producto troquelado por unidad. En el caso de que algún pedido necesite un corrugado el área de cajas posee 2 corrugadoras;
- Todo pedido pasa al área de pegadoras para tomar la forma final;
- Luego de ser pegadas, las unidades pasan al área de empaçado para transporte a los clientes.

El proceso (secuencia 1-6) de producción de cajillas se observa en la figura 16, el diagrama original ha sido modificado para mejorar la visualización; el diagrama de flujo de este proceso se puede visualizar en el apéndice 7.

Figura 16. Flujo de proceso de producción de cajillas de LithoPress



Fuente: elaboración propia.

De acuerdo con el análisis del flujo de proceso se deben aplicar los principios de reducción de transporte en todas las áreas productivas de la empresa, se pueden hacer mejoras tales como:

- En el caso de la máquina TOK que actualmente no está en uso se puede cambiar de posición con el cilindro 5.
- Al mismo tiempo se puede hacer un cambio de posición entre el cilindro 6 y la Kord 5, para reducir el transporte de material.
- En el lugar ocupado por la Minerva “x” se puede ubicar una de las guillotinas con el fin de distribuir en menor tiempo el papel cortado.
- Se debe evitar completamente la existencia de obstáculos para el flujo de material en el pasillo que conecta las máquinas ManRoland 300 y las pegadoras, puesto que allí fluyen 3 tipos de material, materia prima, pliegos impresos y producto terminado.
- Ya que en el pasillo de empaque se acumula producto terminado es útil realizar una señalización especial tanto para el paso del personal de la empresa y clientes como para el material de las pegadoras, con el fin de evitar interrupciones y dar una organización eficiente al área.
- Las máquinas que no están en uso actual como la TOK o Kord 5 y Minerva “x”, se deben reubicar con el fin de liberar espacio para el flujo de materiales o ser reparadas cuanto antes para incrementar la capacidad de producción.

- La máquina SORKZ no debe acumular material a fin de que este no obstaculice el paso de materiales provenientes de pegadoras, guillotinas y producción de la misma máquina.
- El pasillo existente entre las ManRoland 200 y la SORKZ es útil para el flujo de clientes y personal de la empresa, por tanto debe estar libre de materiales acumulados.

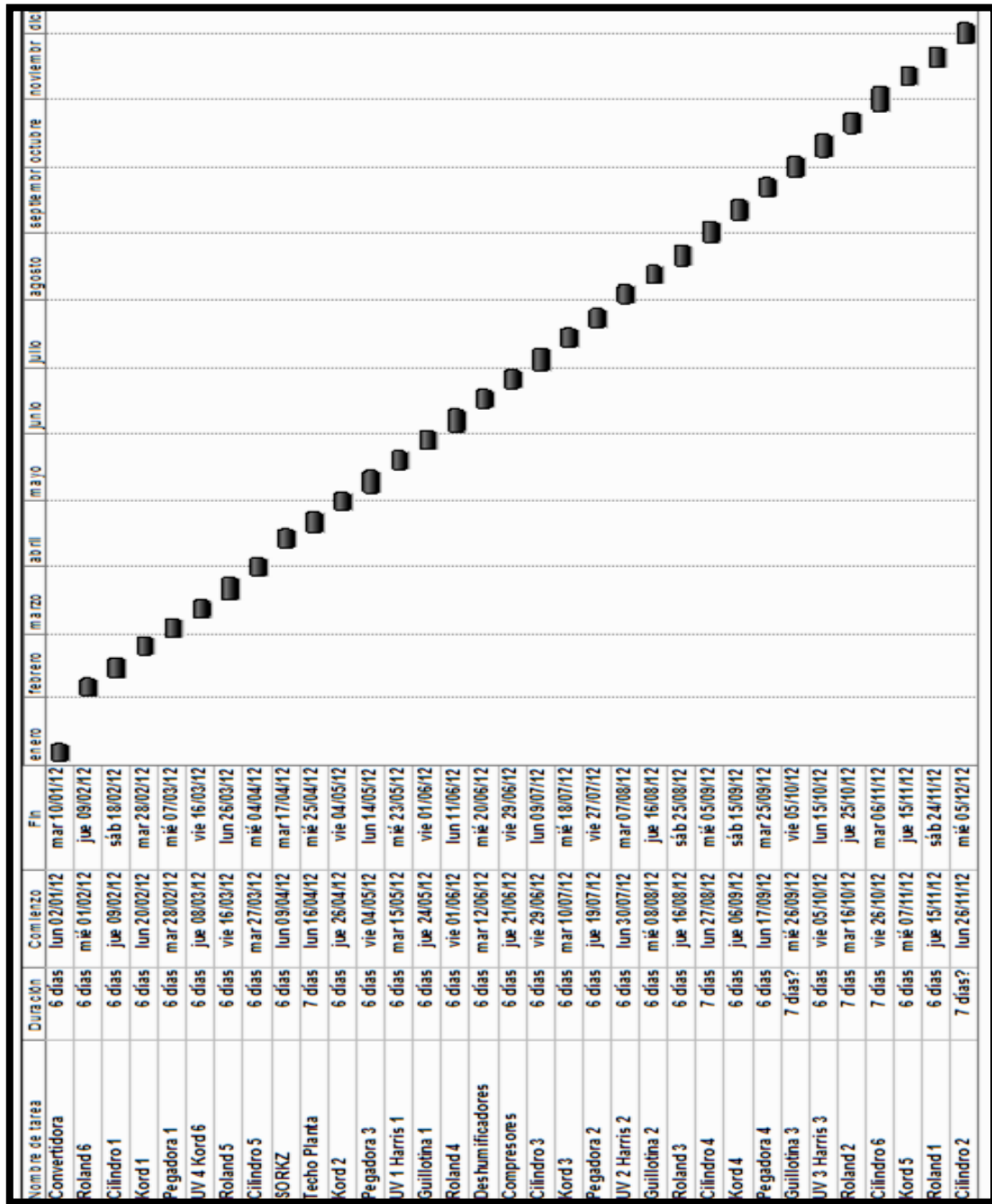
4.1.7. Programar y proponer un calendario de mantenimiento preventivo con base en pronósticos de producción y fallas en el equipo

Desde el punto de vista de la producción, el personal de mantenimiento debe proponer interrupciones en los momentos adecuados por ejemplo cuando los pedidos son pequeños o tienen fechas de entrega a plazos suficientes para permitir reparaciones y visitas técnicas. También se puede realizar el mantenimiento en el momento de las concesiones para los operarios, tiempos de alimentación como el almuerzo, refacción y cena.

El mantenimiento desde el punto de vista de las averías que se presentan en las máquinas debe estudiar a fondo el historial de cada máquina y su comportamiento, en las horas útiles de producción que se han perdido.

Dada una producción intermitente seguida de pronósticos variables en el tiempo, el departamento de mantenimiento debe planificar adecuada y eficientemente planes de adquisición de repuestos, presupuestos y mejores métodos que reduzcan el tiempo de reparación del equipo. En la figura 17 se puede observar el diagrama de Gantt de la planificación anual de mantenimiento preventivo que se ha propuesto.

Figura 17. Propuesta de planificación de mantenimiento preventivo anual



Fuente: elaboración propia.

4.1.8. Detectar la necesidad de capacitaciones del personal operativo

Entre las herramientas útiles para determinar el tipo de capacitaciones necesarias para programar, se encuentran en primer lugar las encuestas, el análisis de la hoja de vida de operarios y la capacidad financiera de la empresa. Además, se pueden tomar en cuenta los planes estratégicos de la empresa, los planes de incentivos, disponibilidad de tiempo y una planificación suficientemente flexible de las actividades de operación durante un período determinado.

Los campos de adiestramiento preferidos por los operarios de planta de acuerdo con la encuesta realizada en LithoPress son:

- Elección y aplicación de lubricantes
- Neumática básica
- Rodamientos
- Troquelado
- Preparación de tintas
- Reparación de cilindros
- Primeros auxilios
- Hidráulica básica
- Hidráulica avanzada
- Electrónica digital
- Controladores lógicos programables
- Aplicación de barnices UV
- Funcionamiento máquinas Offset
- Reparación básica máquinas Offset
- Lenguaje técnico alemán

- Control de calidad de empaques
- Manejo de bases de datos
- Seguridad Industrial
- Electricidad industrial
- Normas ISO 14001

Las acciones dirigidas a la educación, planificación y mejoramiento de las habilidades y actitudes del personal, alcance de objetivos en menor tiempo y costo, incrementan en gran medida la competitividad de la organización en un mercado que cada vez se vuelve más exigente en cuanto a las características de un producto, desarrollo social y ambiental de las operaciones de una planta.

Los cambios producidos por un programa de capacitaciones que impulse el logro de metas con eficiencia se pueden observar en el servicio e imagen de la empresa hacia los clientes y empleados mismos.

Existe un tipo de capacitación que no depende de una gran inversión financiera dentro de la empresa y esta es la inducción a los puestos de trabajo, proceso por el cual se permite la adaptación de los trabajadores al área de trabajo en cuanto a máquinas, producción y compañeros. La primera medida de esta capacitación es no mandar al operario a trabajar el primer día, sino a reconocer su puesto y condiciones de trabajo.

4.2. Área de seguridad industrial

Se tiene como propósito buscar alternativas en normas distintas a las SA 8000 en aspectos de la seguridad y mejora de las condiciones laborales del personal.

Existe la necesidad de buscar el establecimiento de mejoras que incentivan el logro de los resultados de producción, al mismo tiempo que facilitan la realización de tareas con menos recursos como tiempo, materia prima y en proceso.

4.2.1. Proponer mejoras para el cumplimiento de estándares de seguridad laboral basadas en OHSAS 18001 y reglamento del IGSS

El proceso de determinar las mejoras adecuadas en materia de seguridad industrial inicia con una investigación de campo que consiste en analizar las condiciones de trabajo de la empresa en tiempo real, estableciendo las necesidades por cada área específica.

El listado artículos del reglamento de seguridad del Instituto Guatemalteco Seguridad Social que se propone a continuación, indica medidas que de cumplirse adecuadamente, aportarán incentivos y mejoras a la salud ocupacional del personal y cumplimiento de metas sociales, económicas y productivas:

“Artículo 4. Todo patrono o su representante, intermediario o contratista debe adoptar y poner en práctica en sus lugares de trabajo, las medidas adecuadas de seguridad e higiene para proteger la vida, la salud y la integridad corporal de sus trabajadores, especialmente en lo relativo (inciso b): al suministro, uso y mantenimiento de los equipos de protección personal.

Artículo 5. Son también obligaciones de los patronos (inciso b): promover la capacitación de su personal en materia de higiene y seguridad en el trabajo.

Artículo 8. Todo trabajador estará obligado a cumplir con las normas sobre higiene y seguridad, indicaciones e instrucciones que tengan por finalidad protegerle en su vida, salud e integridad corporal.

Artículo 9. Se prohíbe a los trabajadores (inciso a): Impedir que se cumplan las medidas de seguridad en las operaciones y procesos de trabajo.

Artículo 25. (párrafo 2do). Cuando las operaciones de limpieza del suelo, paredes y techo o de elementos de instalación, ofrezcan peligro para la salud de los trabajadores encargados de realizarlas, debe proveérseles de mascarillas y equipos adecuados.

Artículo 86. (párrafo 2do.). Los pasillos generales que conduzcan a las salidas deben estar libres de materiales, residuos de fabricación o de cualquier obstáculo.

Artículo 89. Los trapos, algodones y otros materiales impregnados en aceite, grasa o sustancias fácilmente inflamables, así como los residuos de materias o productos peligrosos, deben recogerse y depositarse en recipientes incombustibles provistos de cierre hermético, distribuidos adecuadamente.

Artículo 94. Los patronos están obligados a proporcionar a los trabajadores, según la clase de trabajo:

- a) Máscaras o caretas respiratorias, cuando por la índole de la industria o trabajo no sea posible conseguir la eliminación satisfactoria de los gases, vapores, polvo u otras emanaciones nocivas para la salud.

- b) Gafas y pantallas protectoras adecuadas, contra toda clase de proyección de partículas: sólidas, líquidas o gaseosas, calientes o no, que puedan causar daño al trabajador.

- e) Guantes, manoplas, manguitos, cubrecabezas, gabachas y calzado especial, para la protección conveniente del cuerpo contra las proyecciones, contaminaciones y contactos peligrosos en general.

Artículo 106. (párrafo 3ro). Toda fábrica o taller que ocupe mujeres deberá contar con una habitación de reposo adecuada.

Artículo 112. Tanto el presente reglamento como los reglamentos especiales de higiene y seguridad de la industria o trabajo de que se trate, deben darse a conocer a los trabajadores a raíz de su admisión al trabajo. Un ejemplar de cada uno de esos reglamentos, debe mantenerse en sitios visibles con el objeto de que el personal pueda consultarlos fácilmente.”

En el plano internacional se puede hacer alusión a especificaciones técnicas descritas en las normas OHSAS 18001 en la definición de requisitos para el establecimiento, implantación y operación de sistemas de gestión de seguridad y salud laboral efectivos.

Estas normas son utilizadas por empresas comprometidas con la seguridad de sus trabajadores en búsqueda de mejores condiciones que faciliten la realización de tareas y puedan prevenir cualquier tipo de incidente o accidente.

A continuación se listarán algunas de las especificaciones técnicas de estas normas:

- “Alcance y aplicación. Esta norma está proyectada para direccionar la seguridad y salud ocupacional, y no para direccionar otras áreas de seguridad y salud, tales como bienestar o programas de salud del personal, seguridad de producto, daños a la propiedad o impactos ambientales.

- Identificación de peligros: proceso de reconocimiento de una situación de peligro existente y definición de sus características.

- Incidente: evento(s) relacionados con el trabajo que dan lugar o tienen el potencial de conducir a lesión, enfermedad (sin importar severidad) o fatalidad.
 - Nota 1: un accidente es un incidente con lesión, enfermedad o fatalidad.

 - Nota 2: un incidente donde no existe lesión, enfermedad o fatalidad, puede denominarse, cuasipérdida, alerta, evento peligroso.

 - Nota 3: una situación de emergencia es un tipo particular de incidente.

- Seguridad y salud ocupacional (SySO): condiciones y factores que afectan o podrían afectar, la salud y seguridad de empleados, trabajadores temporales, contratistas, visitas y cualquier otra persona en el lugar de trabajo.

- Procedimiento: forma especificada para llevar a cabo una actividad o un proceso. Nota 1: procedimiento puede estar documentado o no. ISO 9000:2005, 3.4.5

- Requisitos generales: la organización debe establecer, documentar, implementar, mantener y mejorar continuamente un sistema de gestión de SySO, de acuerdo con los requisitos de esta Norma OHSAS y determinar como cumplirá estos requisitos. La organización debe definir y documentar el alcance de su sistema de gestión de SySO.

- Política SySO: la alta dirección debe definir y autorizar la política de SYSO de la organización y asegurarse que dentro del alcance definido de su sistema de gestión de SYSO, esta:
 - Es apropiada a la naturaleza y magnitud de los riesgos SySO de la organización;

 - Incluye un compromiso prevención de lesiones y enfermedades y de mejora continua;

 - Incluye un compromiso de por lo menos cumplir con los requisitos legales y con otros requisitos suscritos relacionados con los peligros de SYSO;

 - Proporciona un marco de referencia para establecer y revisar los objetivos de SYSO esta documentada, implementada y mantenida;

 - Está disponible a las partes interesadas

- Está comunicada con todas las personas que trabajan bajo el control de la organización con la intención que ellos estén conscientes de sus obligaciones individuales de SySO;
- Es revisada periódicamente para asegurar que se mantiene relevante y apropiada a la organización.

En la gestión de cambios, la organización debe identificar los peligros y riesgos de SYSO asociados con cambios en la organización, el sistema de gestión de SYSO o sus actividades, previo a la introducción de dichos cambios.

Cuando se determinen controles o cambios a los existentes, se debe considerar la reducción de los riesgos de acuerdo con la siguiente priorización:

- Eliminación
- Sustitución
- Controles de ingeniería
- Señalización, alertas y/o controles administrativos
- Equipos de protección personal

La organización debe documentar y mantener actualizados los resultados de la identificación de peligros, evaluación de riesgos y determinación de controles.

Los programas SySO deben incluir como mínimo:

- La responsabilidad y autoridad designada para lograr los objetivos a las funciones y niveles relevantes de la organización;

- Los medios y plazos en los cuales los objetivos deben ser alcanzados.

El(los) programa(s) debe(n) ser revisado(s) a intervalos regulares y planificados y ajustados cuando sea necesario, para asegurarse que los objetivos son alcanzados.

La organización debe establecer, implementar y mantener uno o varios procedimientos para:

- La participación de los trabajadores a través de:
 - Participación apropiada en la identificación de peligros, evaluación de riesgos y determinación de controles;
 - Participación apropiada en la investigación de incidentes;
 - Participación en el desarrollo y revisión de las políticas y objetivos SySO;
 - Consultas donde haya cualquier cambio que afecte su salud y seguridad;
 - Ser representados en asuntos de salud y seguridad;
 - Ser informados sobre sus formas de participación, incluyendo quién es su representante(s) en materias de SySO.”

Auditoría interna: la organización debe asegurarse de que las auditorías internas del SySO se realizan a intervalos planificados para:

- Determinar si el sistema de gestión de SySO
 - Es conforme con las disposiciones planificadas para la gestión de SySO (incluidos los requisitos de esta norma),
 - Se ha implementado adecuadamente y se mantiene,
 - Es eficaz en el logro de la política y objetivos de la organización
- Proporcionar información a la dirección sobre los resultados de auditorias.

4.2.2. Realizar un inventario del equipo y medicamentos en caso de accidentes laborales

El procedimiento para realizar tal inventario consiste en:

- Determinar la ubicación de botiquines dentro las instalaciones;
- Cuantificación física y contable de las existencias;
- Realizar una inspección de la fecha de vencimiento de cada elemento;
- Etiquetar cada pieza y entregar cada botiquín al personal adiestrado en primeros auxilios;
- Elaborar presupuestos de compra de medicamentos y trasladarlos al departamento financiero;

- Informar al personal acerca de la existencia, ubicación y personal encargado de administrar los medicamentos.

El reglamento de Seguridad e Higiene Industrial del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social cita en su artículo número 106, respecto de botiquines y enfermería:

“Todos los lugares de trabajo deben tener convenientemente instalados un botiquín médico-quirúrgico provisto de todos los elementos indispensables para atender casos de urgencia, de conformidad con las normas que sobre el particular fijan el Ministerio de Trabajo y Bienestar Social y el Instituto Guatemalteco de Seguridad Social, según la índole de trabajo, frecuencia y clase de riesgos y número de trabajadores.”

“Estos botiquines deberán estar a cargo de personal adiestrado. Cuando la importancia del lugar de trabajo o la peligrosidad del trabajo que en estos se realiza lo exija, debe disponerse de una enfermería atendida por el personal competente, para prestar los primeros auxilios a los trabajadores víctimas de accidentes de cualquier clase”.

El inventario mínimo de un botiquín de primeros auxilios se presenta en la tabla XIV.

Tabla XIV. **Inventario mínimo de un botiquín de primeros auxilios**

CANT.	MATERIAL	CANT.	MATERIAL
30	Pastillas Ibuprofeno 400 mg	50	Curitas
20	Pares de guantes de polietileno	20	Aspirinas
20	Pastillas Diclofenaco 50 mg	20	Apósitos normales
10	Agujas pequeñas para insulina	10	Baja lenguas paletas
10	Metocarbán AC de 400 mg	10	Hisopos grandes
10	Vendas grandes estilo gasa	7	Vendas
10	Vendas pequeñas estilo gasa	5	Vasos de papel
3	Sobrecitos de crema para quemaduras	5	Mantillas esterilizadas
3	Jeringas de 10 ml	4	Micropore 3M
3	Agujas para canalizar	4	Apósitos para ojos
3	Repuestos para los catéter	2	alfileres de seguridad
3	Sobres sales efervescentes	2	Toallitas húmedas
3	Apósitos esterilizados grandes	2	Válvulas para suero
3	Sobres de algodón absorbente	1	Cinta métrica
2	Vendas esterilizadas pequeñas	1	Sabana térmica
1	Tijera pequeña esterilizada	1	Perilla
1	Bolsa para trauma a base de calor	1	Venda triangular
1	Bolsa para trauma a base de frío	1	Torniquete de hule
1	Cepillo para lavar manos	1	Termómetro digital
1	Tijera sin punta de mango plástico	1	Kit completo para sutura
1	Repuesto para estetoscopio	1	Venda elástica grande
1	Pomada óxido amarillo de Mercurio	1	Venda elástica pequeña
1	Litro de alcohol etílico	1	Estetoscopio completo

Fuente: elaboración propia.

4.3. **Procesamiento de residuos**

Es de gran importancia mantener control y manejo adecuado de sustancias que puedan causar contaminación ambiental con el fin de prevenir incidentes, cumplir con la legislación nacional y proteger a los trabajadores.

4.3.1. Verificar las condiciones de funcionamiento de los lugares destinados al tratamiento de residuos

La investigación de campo es la forma de investigación adecuada para determinar las condiciones en que los desechos son clasificados, almacenados y desechados. En el caso de LithoPress existen 4 formas de clasificar los residuos y así también de manejarlos:

- Los residuos sólidos: en el caso de wipe, polvo antipartículas, polvo común, residuos del área de alimentación del personal y otros semejantes, se almacenan en un depósito construido de concreto con acceso adecuado para que la empresa encargada de extracción de basura no interrumpa las actividades normales de producción.
- Los residuos químicos: fotomecánica tales como el químico de proceso de revelado de placas, el químico de proceso de revelado de negativos, químico de limpieza de rodillos biodegradable, el adhesivo y por último el jabón de limpieza de brochas, se ubican en un depósito de sedimentación de químicos biodegradables que luego son extraídos por una empresa de mantenimiento externo.
- Los residuos químicos de UV: se depositan con las precauciones necesarias en recipientes herméticos con el fin de evitar cualquier tipo de contaminación y son extraídos y tratados por una empresa de mantenimiento externo.
- Las aguas residuales se depositan en tres sistemas de sedimentación conectados en serie.

4.3.2. Evaluar la ubicación y tratamiento adecuado de los residuos con base a la ISO 14001

Todos los lugares y dispositivos destinados al tratamiento efectivo de los residuos están ubicados en el perímetro de las instalaciones, cumpliendo con normas de seguridad e higiene industrial al evitar contaminación del área de trabajo y aislar cada dispositivo del alcance del personal. Con el crecimiento en las ventas y pedidos se incrementa proporcionalmente la producción de desechos, por lo tanto debe realizarse una planificación adecuada del mantenimiento de recipientes, lugares y equipo de protección utilizado para tratar los residuos.

Desde el punto de vista de la norma ISO 14001, la gestión de medio ambiente de una empresa consta de:

- Sistemas de clasificación de desechos
- Controles de funcionamiento de sitios para el tratamiento de desechos
- Planes de contingencia en caso de emergencia por contaminación
- Planes de preservación y reutilización de aguas residuales
- Planificación de adquisición y conservación de equipo de protección personal
- Planes de abandono y restauración de las áreas de trabajo
- Cumplimiento de toda regulación ambiental establecida localmente

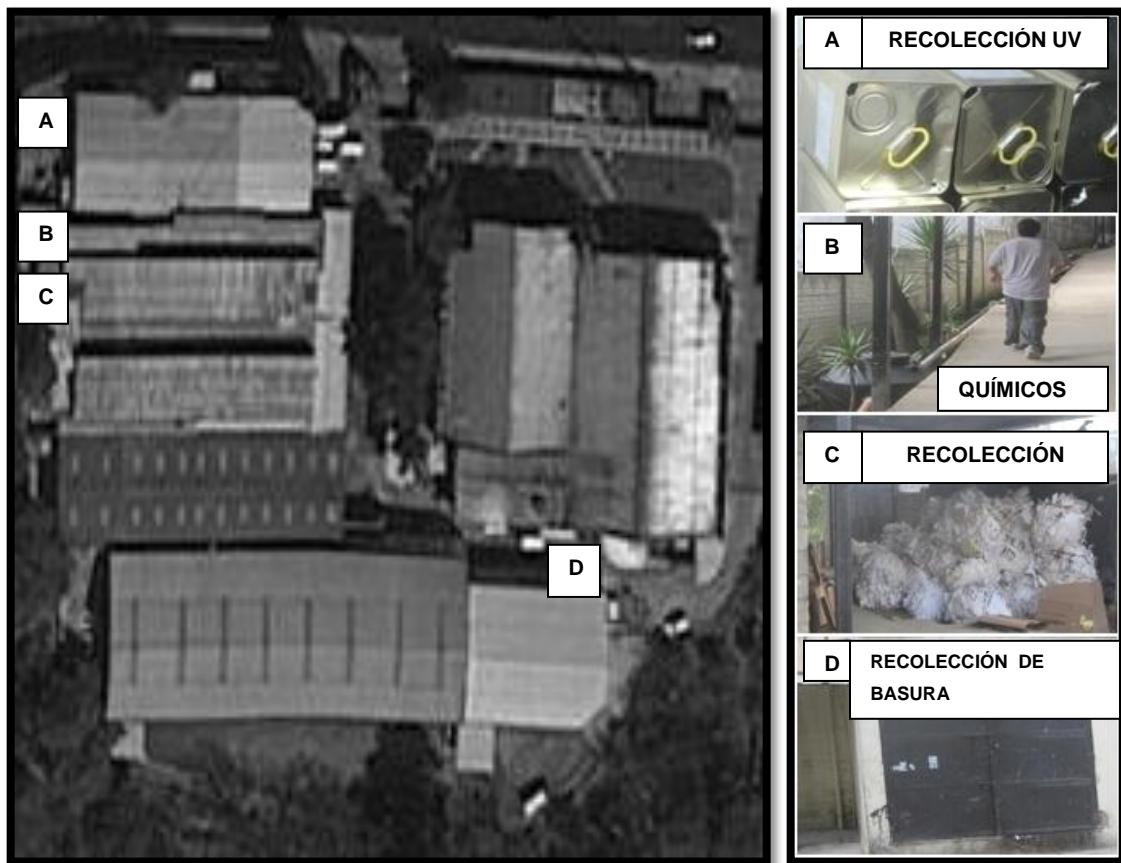
- Programas preventivos de salud ocupacional
- Programas de capacitación del personal
- Evaluaciones anuales de señalizaciones y su efectividad dentro de las instalaciones
- Registro de mantenimiento anual de toda la maquinaria
- Presupuestos financieros mensuales, semestrales y anuales sobre inversiones respecto del mejoramiento del medio ambiente
- Formatos para recopilación de datos de monitoreo
- Desarrollo de manual de procesos de operación que tengan como objetivo definir de forma clara la realización de una tarea en tiempo determinado y controlar así las pérdidas

La norma también sugiere el reciclaje y reutilización de materiales como papel, películas de fotomecánica, recuperación del solvente y del *wipe*. Además, la reutilización de recipientes de tintas y las tintas mismas. Los sistemas de gestión ambiental tienen por objetivo organizar y estructurar de forma lógica las actividades productivas de la empresa, reduciendo los recursos utilizados para lograr las metas corporativas, legales, ambientales y sociales.

Los directivos de la empresa deben mostrar su interés por buscar y establecer métodos efectivos que faciliten la realización de tareas, manejo de desechos, mantenimiento preventivo, control financiero y logro de objetivos.

En la figura 18 se muestra la ubicación de los lugares destinados al tratamiento de desechos.

Figura 18. **Ubicación de sitios destinados al tratamiento de desechos dentro de las instalaciones de LithoPress**



Fuente: LithoPress S.A.

El manejo de residuos es adecuado en la actualidad por lo que es necesario planificar medidas que faciliten la adaptación a mayores volúmenes de desechos, para proveer flexibilidad a los lugares destinados para su almacenamiento y tratamiento.

4.4. Análisis financiero de la propuesta

En la tabla XV se observa el detalle del costo de cada una de las mejoras para un año, información a partir de la cual se hace el análisis financiero.

Tabla XV. **Detalle de valores monetarios de la propuesta (P + L)**

COTIZACIÓN: unidades en quetzales				
DESCRIPCIÓN	Unidad	Costo	Cant.	TOTAL
Botiquín de 1ros. auxilios 100 personas	1	1 265,29	2	2 530,58
Resma papel bond, carta 80 gr. blanco	1	31,75	2	63,50
Resma papel bond, oficio 80 gr. blanco	1	36,96	2	73,92
Casco de seguridad industrial	1	55,00	100	5500
Calzado media bota con punta de acero Marca Cobán	1	370,00	100	37000
Lente económico antiempañante	1	15,00	100	1500
Tapones auditivos reusables	1	8,00	100	800
Guante de hule	1	12,00	100	1200
Cinta precaución de 100 metros	1	100,00	3	300,00
100 Placas de aluminio 100% inoxidable con medida de 3.2 cm x 2.2 cm impresión <i>full color</i> con adhesivo	1	6,00	100	600
10,000 etiquetas adhesivas en papel bond blanco mate medida 6x4cm, ciza con impresión en azul	1	0,11	10 000	1100
Botes plásticos con cierre hermético	1	25	10	250
Sistemas de software avanzado				12 000,00
TOTAL Propuesta (P + L)				62 918,00

Fuente: elaboración propia.

Los medicamentos y componentes del botiquín deben renovarse cada 6 meses al igual que las resmas de papel bond carta y oficio.

La comparación entre las utilidades en un mes cualquiera y su variación con la implementación de las mejoras se han simulado en 3 posibles escenarios en la tabla XVI.

Tabla XVI. **Efecto de las mejoras en el estado de resultados de la empresa**

ESTADO DE PÉRDIDAS Y GANANCIAS DE UN MES "X": todas las cantidades están dadas en quetzales			ESCENARIO DE LA INVERSIÓN EN LAS MEJORAS P + L : Mes posterior a la inversión realizada.		
Movimiento de ventas	Detalle	Total	Pesimista	Normal	Optimista
Ventas brutas		2 000 000,00	2 027 000	2 037 500	2 050 000
Devoluciones y rebajas sobre ventas		25 000,00	24 000	19 000	12 000
Ventas netas		1 975 000,00	2 003 000	2 018 500	2 038 000
Costo de ventas		810 000,00	809 000	807 000	805 000
Inventario No. 1	230 000				
Compras netas	800 000				
Disponibilidad	1 030 000				
inventario No. 2	220 000				
Ganancia bruta venta ventas		1 165 000,00	1 194 000	1 211 500	1 233 000
Gasto de ventas		490 000,00	512 000	520 000	530 000
Ganancia neta en ventas		675 000,00	682 000	691 500	703 000
Gastos de operación		452 918,00	453 000	455 000	460 000
Gastos de admón.	240 000				
Depreciaciones	150 000				
Propuesta (P + L)	62 918				
Utilidad en operación		222 082,00	229 000	236 500	243 000
Otros gastos/ingresos		10 000,00	12 000	16 000	20 000
Ingresos	50 000				
Gastos	40 000				
Utilidad ante ISR		232 082,00	241 000	252 500	263 000
ISR 31%		71 945 42	74 710	78 275	81 530
Utilidad del ejercicio		Q160 136 58	Q166 290	Q174 225	Q181 470

Fuente: elaboración propia.

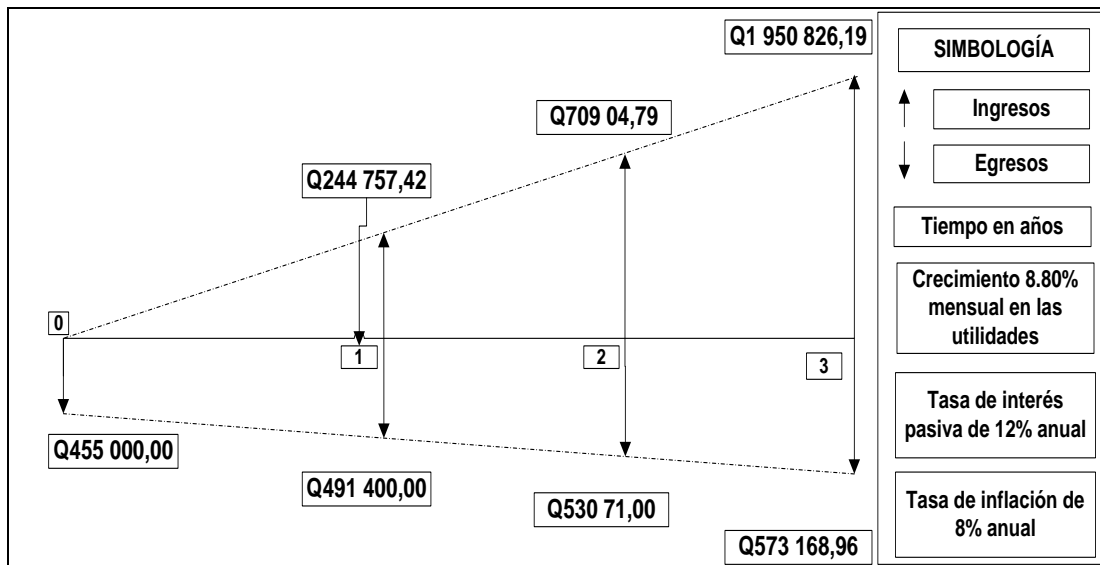
Los datos anteriores son los componentes básicos para realizar un análisis financiero; usando el escenario normal de la propuesta de producción más limpia se hacen los cálculos siguientes:

Utilidad mes inicial = Q160 136,58 Utilidad escenario normal = Q174 225,00
 Diferencia = (174 225,00 – 160 136,58) = → 14 088,42 equivalente del 8,80 %

4.4.1. Valor Presente Neto (VPN)

Es el valor actualizado de costos e ingresos de una inversión a largo plazo, que determina la factibilidad de la misma. Para el cálculo del VPN se aplica el crecimiento de 8,80 % en las utilidades durante 36 meses, las cantidades se pueden observar en la figura 19.

Figura 19. **Proyección a 3 años de ingresos y egresos de la propuesta**



Fuente: elaboración propia.

Valor presente neto = valor presente de beneficios – valor presente de costos

$$\begin{aligned} \text{VPN} &= Q(244\,757,42 - 491\,400,00) \times (P/F, 3,35\%,1) + \\ &\quad Q(709\,041,79 - 530\,712,00) \times (P/F, 3,35\%,2) + \\ &\quad Q(1\,950\,826,19 - 573\,168,96) \times (P/F, 3,35\%,3) - Q455\,000,00 \\ &= Q(-246\,642,58) \times 0,968 + Q178\,329,79 \times 0,936 + \\ &\quad Q1\,377\,657,23 \times 0,90 - 455\,000,00 \\ &= Q720\,950,74 \end{aligned}$$

Este valor indica que a un proyección de 3 años de la propuesta y utilizando una tasa de interés pasiva del 3.35% anual, se logra cubrir la inversión inicial y además se obtiene una ganancia de Q720 950,74.

4.4.2. Tasa Interna de Retorno (TIR)

Es la tasa máxima a la cual se puede realizar una inversión sin tener pérdidas económicas. También se entiende como la cantidad mínima de dinero que se desea obtener para cubrir la inversión inicial y para su cálculo se realiza una variación de la tasa de interés, para encontrar el punto en el que el valor presente neto cambia, e interpolar el valor de la TIR.

Cuanto más alto es el valor de la tasa interna de retorno, mayor es la rentabilidad de la inversión. El inversionista puede tomar un riesgo elevado y hacer frente al incremento en las tasas de inflación del mercado. La variación

de las tasas de descuento y valor presente neto de la propuesta, se observa en la tabla XVII.

Tabla XVII. **Cambio dinámico entre VPN y tasa de interés**

Tasa	VPN año 1	VPN año 2	VPN año 3	Costo inicial	VPN Total
0.1	-220 216,59	142 163,42	980 589,21	455 000,00	447 536,03
0.2	-205 535,49	123 840,13	797 255,34	455 000,00	260 559,99
0.3	-189 725,06	105 520,59	627 062,92	455 000,00	87 858,44
0.4	-176 173,27	90 984,59	502 061,67	455 000,00	-38 127,01
0.5	-164 428,39	79 257,69	408 194,74	455 000,00	-131 975,97

Fuente: elaboración propia.

Interpolación para encontrar la TIR de la propuesta:

$$TIR = 0,3 + ((0,4 - 0,3) \times (87\ 858,44) / (87\ 858,44 + 38\ 127,01)) = 0,3697$$

Este valor indica que la empresa puede realizar la inversión a una tasa de interés máxima de 36,97% y obtener los ingresos necesarios para cubrir los costos de la propuesta para un período de 3 años.

5. SEGUIMIENTO

5.1. Normalización

El propósito de documentar procedimientos es poseer información real del movimiento de materiales dentro de la empresa.

En la normalización se establecen medidas escritas que puedan simplificar la tarea de controlar la ubicación y cantidad de existencias de un elemento en un momento dado, la salida o entrada de material y el personal que está a cargo del mismo.

5.1.1. Diseñar fichas de control de entrada y salida de repuestos y herramienta

Para que no existan diferencias entre el inventario contable y el inventario físico se deben elaborar documentos para controlar el uso de repuestos y herramienta del departamento de mantenimiento. Además, a través de fichas se puede evitar la pérdida o extravío de piezas y determinar responsables en caso de que un suceso así ocurra.

En la tabla XVIII se puede observar el diseño de una ficha para control del flujo de repuestos y en la tabla XIX, se observa el diseño de una ficha para el control de la herramienta.

Tabla XVIII. **Diseño de ficha para control de repuestos**

CONTROL DE REPUESTOS							
LITHO PRESS, S.A.							
Fecha	Código	Existencias	Cant. Ingreso	Cant. Salida	Total	Solicitante	Firma

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIX. **Diseño de ficha para control de herramienta**

CONTROL DE HERRAMIENTA						
LITHO PRESS, S.A.						
Fecha	Código de la herramienta	Cantidad solicitada	Hora de solicitud	Hora de devolución	Solicitante	Firma

Fuente: elaboración propia.

5.1.2. Diseñar fichas para realizar visitas técnicas mensuales al equipo de producción

La implementación de políticas de mantenimiento preventivo en el equipo de producción implica acciones concretas como las visitas técnicas que deben programarse de acuerdo con los tiempos de descanso de los operadores y niveles de producción bajos.

Una visita técnica se hace para evaluar las condiciones de funcionamiento de la maquinaria y elaborar informes que determinan si hay necesidad de mantenimiento preventivo no programado, o el equipo puede continuar operando; el mecánico encargado de tales visitas debe poseer herramientas que le permitan realizar con facilidad una evaluación eficiente.

Dentro del proceso de evaluación de las condiciones del equipo, la persona encargada debe inspeccionar a fondo cada máquina y en caso de tener alguna duda, debe estar capacitada para desensamblar piezas y realizar verificaciones acertadas.

Si se toma en cuenta que la empresa está en crecimiento económico, el período de tiempo máximo de una visita técnica debe ser de una hora, con el propósito de no alterar la planificación de la producción y recargar el trabajo de los operadores y máquinas.

En la tabla XX se observa el diseño de una ficha para una visita técnica a una máquina; lo más importante es que la persona encargada de realizar la visita esté calificada técnicamente para realizar una descripción real de las condiciones en las que se encuentra el equipo y las recomendaciones acerca de las medidas preventivas y correctivas que se deben tomar.

Figura XX. Diseño de ficha para visita técnica

VISITA TÉCNICA MENSUAL					
LITHO PRESS, S.A.					
Fecha:		Máquina:		Hora inicio:	
Turno:		Posición:		Hora fin:	
DESCRIPCIÓN: Operación/ Fallas / Eficiencia / Suministros / Carga de trabajo					
Se necesita mantenimiento:		Correctivo:		Preventivo:	
Acciones a realizar:					
Encargado de la evaluación:				Firma:	
Operador de la máquina:				Firma:	

Fuente: elaboración propia.

5.1.3. Diseñar fichas de control bimestral del cumplimiento de la planificación de mantenimiento preventivo

Debido a que las necesidades de producción varían todo el tiempo y el equipo de producción reporta fallas mecánicas continuamente, debe existir un control sobre la planificación anual de mantenimiento preventivo para no descuidar el estado de las máquinas y provocar que las interrupciones causadas por averías tengan un impacto significativo sobre las actividades de fabricación. En la tabla XXI se observa el diseño de una ficha para el control de la planificación de mantenimiento preventivo anual.

Tabla XXI. **Ficha para control de planificación de mantenimiento**

CONTROL BIMESTRAL DE PLANIFICACIÓN ANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO							
LITHO PRESS, S.A.							
Fecha:				Turno:			
Realizado por:				Firma:			
Actividades	Planificadas	Ejecución		Prioridad			Observaciones
Fecha:	Descripción	Sí	No	Baja	Media	Alta	

Fuente: elaboración propia.

5.1.4. **Proponer evaluaciones trimestrales del cumplimiento de normas y estándares de seguridad industrial**

La seguridad del personal es un aspecto importante para toda organización siendo un factor influyente en el estado anímico de los trabajadores, cumplimiento de normas nacionales de seguridad industrial y competitividad en el mercado.

Verificar el cumplimiento de acciones que reduzcan a cero la probabilidad de accidentes de trabajo, que garantice la expansión de operaciones debido al crecimiento económico y no genere un incremento de riesgos laborales. En la tabla XXII se puede observar el diseño de una ficha para control de seguridad industrial de acuerdo con el área de trabajo inspeccionada.

Tabla XXII. **Diseño de ficha para control de seguridad industrial**

CONTROL DE SEGURIDAD INDUSTRIAL						
LITHO PRESS, S.A.						
Fecha:		Hora inicio:		Encargado:		
Turno:		Hora fin:		Firma:		
Área	Uso de EPI		Señalizaciones		Observaciones	Medidas correctivas o preventivas
	Sí	No	Sí	No		

Fuente: elaboración propia.

5.2. Indicadores

Los indicadores son herramientas que permiten medir y controlar la efectividad en el uso de recursos humanos, materiales, financieros y tecnológicos de un sistema de producción más limpia.

5.2.1. Índice de gravedad

Es la tasa utilizada para indicar la gravedad de las lesiones ocurridas por accidentes del trabajo por cada millón de horas hombre de trabajo (H.H.T.). El período considerado para el cálculo de este índice puede ser semestral o anual.

$$I.G. = (\text{días perdidos} \times 1.000.000) / (\text{H.H.T.}) = \text{No. días perdidos}$$

Ejemplo: una empresa tiene 15 accidentes en 6 meses, que provocan ²1125 días perdidos durante 225.000 H.H.T. ¿cuál es el I.G de la empresa?

² Este valor se obtiene de la tabla de clasificación de lesiones de la OIT. Ver figura 26.

I.G.= (1125X1.000.000)/225.000= 5,000 días perdidos por cada millón de H.H.T.

El millón de H.H.T relacionadas a una jornada de trabajo de 8 horas representa 125,000 días y para interpretar el I.G se usa la escala de intensidades siguiente:

- Gravedad pequeña desde $0 \leq \text{I.G.} \leq 1,000$ días
- Gravedad media desde $1000 < \text{I.G.} \leq 3,000$ días
- Gravedad alta desde $3,000 < \text{I.G.}$

Tabla XXIII. **Grados de incapacidad y efecto en días perdidos de trabajo**

Grado de incapacidad o miembro perdido	No. de días que debe imputarse o cargarse	Grado de incapacidad o miembro perdido	No. de días que debe imputarse o cargarse
Muerte, incapacidad permanente total o gran incapacidad	6 000 días	Pierna a la altura de la rodilla o más arriba.	4 500 días
Brazo, altura codo, o más arriba.	4 500 días	Pierna más debajo de la rodilla	3 000 días
Brazo, más abajo del codo	3 600 días	Pie	2 400 días
Mano	3 000 días	Dedo grande del pie	300 días
Dedo pulgar	600 días	Dedo grande del pie, falange distal	150 días
Dedo pulgar, falange distal	300 días	Cualquier otro dedo del pie excepto el grande	150 días
Cualquier otro dedo	300 días	Cualquier otro dedo del pie excepto el grande, parcial	75 días
Cualquier otro dedo, una falange	75 días	Pérdida de la vista, un ojo	1 800 días
Cualquier otro dedo, dos falanges	150 días	Pérdida de la vista, ambos ojos	6 000 días
Dos dedos de una misma mano, excepto pulgar	750 días	Pérdida de la audición, un oído	600 días
Tres dedos de una misma mano, excepto pulgar	1 200 días	Pérdida de la audición, ambos oídos. Sordera total	3 000 días
Cuatro dedos de la misma mano, excepto pulgar	1 800 días	Pulgar y dos dedos	1 500 días
Pulgar un dedo	1 200 días	Pulgar y tres dedos	2 000 días

Fuente: www.seguridadindustrialapuntes.blogspot.com Gravedad según la OIT.

5.2.2. Índice de accidentalidad

Es el porcentaje de accidentes ocurridos en relación con el número de trabajadores de la empresa. Para su cálculo se utiliza la siguiente fórmula:

$$\text{I.A.} = (\text{No. de accidentes} \times 100) / (\text{No. de trabajadores})$$

Ejemplo: una empresa que cuenta con 300 trabajadores reporta 10 accidentes durante un período de producción. ¿Cuál es su I.A.?

$$\text{Índice de accidentalidad} = (10 \times 100) / 300 = 3.33 \%$$

El índice de accidentalidad se puede evaluar según las acciones preventivas e inversión que se deban realizar para reducirlo a cero:

- $0 \leq \text{I.A.} \leq 5\%$, acciones preventivas a largo plazo e inversión pequeña.
- $5 < \text{I.A.} \leq 10\%$, acciones correctivas a corto plazo, preventivas a mediano plazo y una inversión significativa.
- $\text{I.A.} \geq 11\%$ en adelante, acciones correctivas y preventivas a corto plazo, inversión elevada.

5.2.3. Porcentaje de inactividad causado por averías

Se determina el tiempo total de inactividad de cada máquina y qué parte de este tiempo ha sido causado por averías ocurridas.

$$\% \text{I.A.} = (\text{T. de inactividad causado por averías}) / (\text{T. total de inactividad})$$

El valor aceptable de este índice está entre 0 a 25%; valores superiores al 25% están relacionados a la deficiencia en la planificación de mantenimiento

preventivo y costos elevados. Cuanto más cerca esté de cero, se reducirá la carga de trabajo del equipo y operarios.

5.2.4. Índice de frecuencia

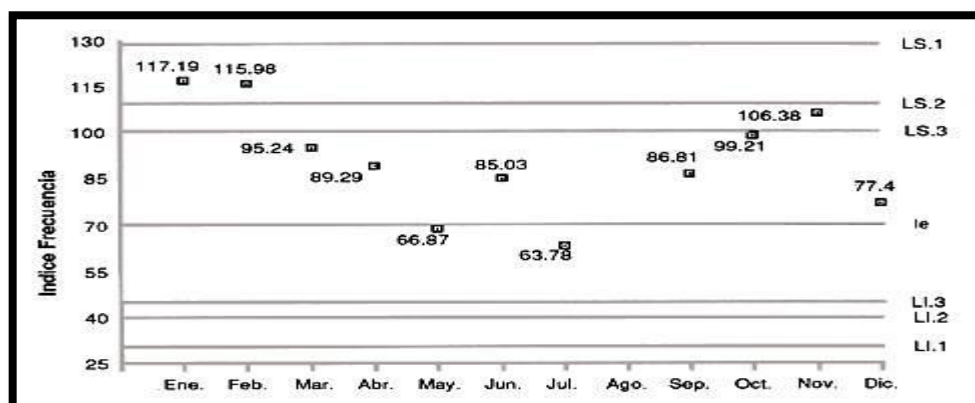
Es la tasa utilizada para indicar la cantidad de accidentes por lesiones incapacitantes en una jornada de trabajo perdida por cada millón de horas hombre trabajadas (M.H.H.T.), en un período determinado.

Índice de frecuencia = $(\text{No. de accidentes incapacitantes} \times 1.000.000) / (\# \text{ H.H.T})$

Ejemplo: si se reportan 3 accidentes incapacitantes durante un mes y 30.000 H.H.T. ¿Cuál es su Í.F.? $I.F. = (3 \times 1.000.000) / 30.000 = 100$

Por cada millón de H.H.T la empresa reporta 100 accidentes incapacitantes. Este índice se evalúa comparándolo con valores medidos en períodos anteriores, como se observa en la figura 20.

Figura 20. **Dispersión de la frecuencia de accidentes incapacitantes**



Fuente: www.insht.es Dispersión del índice de frecuencia.

5.2.5. Porcentaje de cumplimiento de órdenes de mantenimiento atendidas

Es la medición del grado de respuesta hacia las órdenes de mantenimiento, para evitar que el trabajo del personal se recargue y el equipo sufra mayores daños. Cuanto más pequeño sea, este valor obtenido puede indicar la necesidad de contratar personal para mantenimiento o que en todo caso los encargados necesitan capacitación y herramientas avanzadas para resolver en menor tiempo las averías.

$$\% \text{ C.O.M} = (\text{No. de órdenes atendidas} \times 100) / (\text{No. órdenes recibidas})$$

El Departamento de Mantenimiento estableció que el valor aceptable de este índice debe estar entre 85 y 95%, ya que valores menores al 85% indican incapacidad del personal para solventar todas las órdenes de trabajo o bien deficiencia en la organización de actividades.

5.2.6. Porcentaje de cumplimiento de planificación de mantenimiento preventivo

Este índice tiene el propósito de evaluar el compromiso del departamento de mantenimiento hacia la ejecución de la planificación de actividades, por lo tanto mientras más pequeño sea su valor, se deben hacer mayores cambios en el plan original, determinando las causas de los retrasos y la solución a los mismos.

$$\% \text{ c.p.m.} = (\text{No. actividades ejecutadas} \times 100) / (\text{No. actividades programadas})$$

La interpretación de este índice se puede hacer de la siguiente manera:

- $90 \leq \text{c.p.m.} \leq 100\%$ indica una planificación eficiente.
- $75 \leq \text{c.p.m.} < 90 \%$ indica planificación parcialmente eficiente, se deben analizar las actividades no ejecutadas y hacer los cambios necesarios.
- $\text{c.p.m} < 75\%$ indica debe elaborarse una planificación nueva.

5.2.7. Índice de gravedad de fallas en la maquinaria

La gravedad de las fallas se puede evaluar a partir de los retrasos que provocan en la producción. Este índice evalúa el tiempo que tarda una reparación del equipo en horas y su efecto, sobre una jornada de trabajo diurna especial. También se puede evaluar la gravedad en función de las horas extra trabajadas.

$$\text{I.G.F.} = (\text{t. reparación (horas)} \times 100) / (9 \text{ horas})$$

$$\text{I.G.F.} = (\text{Horas extra trabajadas}) / (\text{total de horas trabajadas})$$

Para interpretar su valor se utilizan las siguientes categorías determinadas por el personal de mantenimiento de la empresa:

- $0 \leq t \leq 5 \%$ se considera un tiempo aceptable de reparación.
- $5 < t \leq 10\%$ es un tiempo elevado y sobrecarga de trabajo en el equipo de producción restante.

- $t > 10\%$ es un tiempo inaceptable de reparación; en este caso la avería debe ser reparada por el jefe de mantenimiento.

5.2.8. Tiempo promedio de reparación del equipo

Es el valor promedio obtenido de dividir el tiempo total utilizado para reparaciones sobre el número total de reparaciones realizadas.

Una desventaja de este índice es que no permite conocer a detalle las fallas que ocasionaron impactos significativos en la producción, lo cual se soluciona con el principio de Pareto al clasificar las fallas. A medida que este valor se reduzca, las actividades de mantenimiento serán más eficientes en función de tiempo y recursos utilizados.

$$\text{T.P.R.} = (\text{Tiempo total de reparaciones})/(\text{No. de reparaciones realizadas})$$

De acuerdo con el personal de mantenimiento y producción, el tiempo promedio de una reparación debe estar entre 25 y 30 minutos, lo que en una jornada de trabajo de nueve horas significa un 5.56 %.

5.2.9. Tiempo promedio entre fallas

Es el valor obtenido de dividir el período de producción de la empresa entre el número total de fallas ocurridas hasta ese momento. El ciclo de producción puede ser mensual, bimestral, trimestral o semestral. Permite determinar la frecuencia con la que suceden las fallas y diseñar presupuestos estimados de compra de materiales para reparaciones, aunque este se utiliza en casos donde la empresa trabaja únicamente a través de correctivos.

T.P.F. = (período de producción) / (No. total de fallas ocurridas)

Ejemplo: se tiene en operación una máquina ManRoland durante 25 días en un mes con un número de fallas acumulado de 10. ¿Cuál es el T.P.F.?

T.P.F. = (25 días)/(10 fallas) = 1.5 días

El tiempo promedio entre fallas que espera el departamento de mantenimiento es de 5 días; por debajo de este promedio la planificación de la producción es poco confiable y los costos por reparación serían elevados.

5.2.10. Porcentaje de generación de desechos

Este valor evalúa la eficiencia en el manejo de materia prima y ayuda a implementar métodos adecuados para producción más limpia.

P.G.D = (volumen desechos generados X 100) / (volumen de m.p. adquirida)

Para sistemas de producción más limpia el valor adecuado de este índice se encuentra entre 0 a 15%, puesto que se trata de reducir el manejo de residuos y mejorar los procesos de transformación de la materia prima.

En el caso de que este índice sea superior a 15%, se deben implementar métodos más eficaces para la ejecución de tareas de producción y mantenimiento.

5.2.11. Porcentaje de cumplimiento de capacitaciones

Este índice determina el grado de ejecución de un programa de capacitaciones que debe ser evaluado por el departamento de recursos humanos a partir de metas establecidas, garantizando así el uso eficiente del presupuesto destinado.

$$\% \text{ C.C.} = (\text{No. de c. cumplidas} \times 100) / (\text{No. de c. programadas})$$

Para interpretar el valor del índice se utiliza la siguiente clasificación:

- $0.95 \leq \text{C.C.} \leq 1$ programación eficiente.
- $0.85 \leq \text{C.C.} < 95$ la programación necesita algunos cambios.
- $0.85 < \text{C.C.}$ valor que indica la necesidad de una nueva planificación de capacitaciones.

6. MEDIO AMBIENTE

6.1. Impacto ambiental de la producción en una litografía

La producción de cajillas y empaques conlleva una serie de etapas en las que se utilizan diversas sustancias o materiales que pueden dañar al medio ambiente puesto que los desechos que se producen deben ser tratados y manejados siguiendo normas de seguridad industrial.

Las etapas más críticas que se deben evaluar son el revelado de placas, el área de barnizado , área de secado con luz ultravioleta y pegado.

6.1.1. Emisiones atmosféricas

El grado de emisión atmosférica de una litografía varía dependiendo del tipo de impresión que se realice, la formulación de la tinta y tratamientos de los sustratos, tamaño de prensa y velocidad de operación.

Los principales procesos que generan emisiones de gases en una litografía son los siguientes:

- Proceso de secado, evaporación de disolventes y aceites
- Procesos de limpieza, evaporación de solventes
- Plato de impresión, evaporación de isopropanol
- Proceso de pegado, uso de gomas

6.1.2. Residuos líquidos y sólidos

Los residuos líquidos capaces de contaminar el medio ambiente se producen en procesos de impresión tales como el lavado del equipo, el revelado y la lubricación. El procesamiento de imágenes y placas produce residuos de solventes, resinas y pigmentos. Los focos de contaminación por residuos sólidos se generan a partir de películas usadas, contenedores de tintas, pruebas de preparación de impresión y paños usados.

6.1.3. Olores

Los olores son factores que pueden influir positiva o negativamente en el desarrollo de tareas del personal y afectar de forma indirecta a comunidades aledañas. Deben tomarse medidas concretas para reducir o eliminar cualquier tipo olor generado por tintas UV, barnices convencionales, solventes, cetonas y lubricantes.

Es responsabilidad de la empresa proveer al personal el equipo de protección necesario cuando existe un contacto continuo con sustancias que provocan olores fuertes y persistentes.

6.1.4. Ruido

Es el resultado de masas en movimiento, es decir, vibración de elementos. La exposición a altos niveles de ruido durante períodos prolongados puede causar diversos efectos en los operadores como sordera parcial, pérdida de la coordinación de movimientos, interferencias en la comunicación y estrés.

En la litografía los ruidos se generan por movimientos de mecanismos no lubricados, uso de pistolas de aire comprimido, movimiento de transpaletas, motores de combustión interna y compresores.

De acuerdo con el informe “El ruido en la sociedad-Criterios de salud Medio Ambiental” de la Organización Mundial de la Salud, el nivel de ruido aceptable para cualquier industria es de 60 a 65 decibeles; arriba de esos valores la exposición continua es dañina para los trabajadores, por lo tanto, es importante realizar evaluaciones del nivel de ruido periódicamente con el fin de mejorar el ambiente laboral de la empresa.

6.2. Medidas de mitigación

Las medidas de mitigación consisten en planes de acciones preventivas elaborados para responder a cualquier eventualidad que pueda alterar las operaciones normales de producción y que a su vez puedan generar impacto ambiental, pérdida económica o daño al personal de la empresa.

6.2.1. Recuperación electrolítica

Es un proceso de recuperación de metales que en el caso de la industria de artes gráficas se utiliza para recuperar la plata soluble generada en los procesos de revelado.

La ventaja de este proceso es recuperar además, el metal con alta pureza; por otro lado, la desventaja puede ser la formación de sulfuros y concentraciones de plata en el efluente.

6.2.2. Procedimientos de recuperación e intercambio

Un proceso de recuperación o intercambio iónico es recomendado para el tratamiento de aguas de lavado. Ya que su costo es elevado, se utiliza generalmente en empresas grandes que producen agua residual con bajas concentraciones de plata en afluentes diluidos. El proceso consiste en el intercambio entre iones presentes en una disolución en el caso de contaminantes y iones de un sólido como la resina. Son reacciones químicas de sustitución entre un electrolito en solución y un electrolito insoluble, lo cual se considera un tipo especial de adsorción.

6.2.3. Planes de contingencia

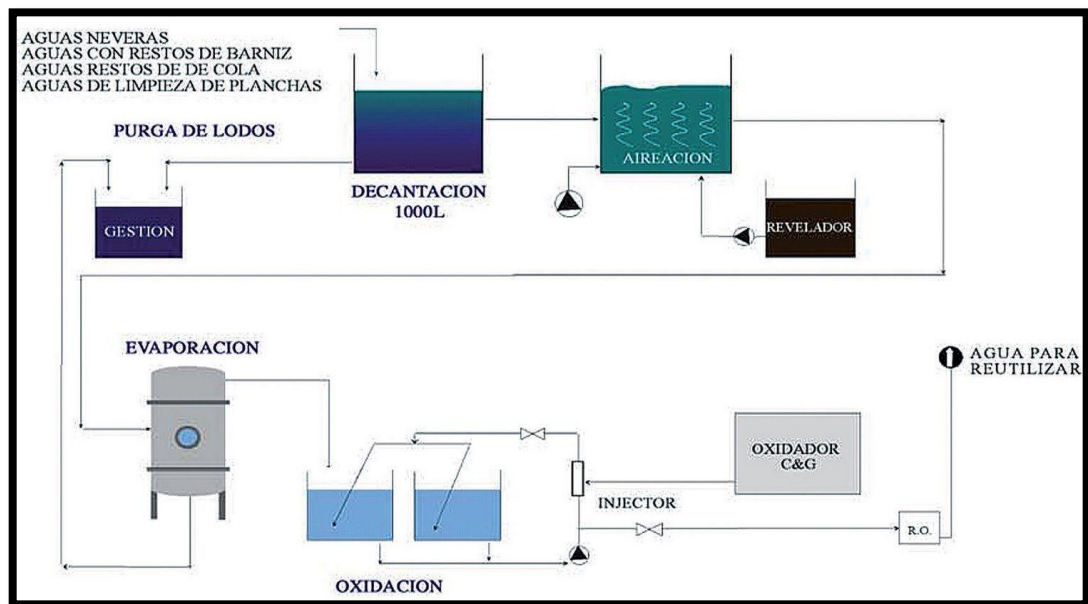
Un plan de contingencia debe estar debidamente documentado y distribuido entre las personas encargadas de velar por el cumplimiento de las normas de seguridad industrial y medio ambiente, a fin de delegar responsabilidades y tareas que puedan prevenir o corregir cualquier tipo de contaminación. Lo más importante es establecer las medidas que evalúen los riesgos de un impacto ambiental provocado por las operaciones de la empresa y las acciones a tomar para reducirlo o eliminarlo.

6.2.4. Sistemas de absorción

Existen procedimientos para reducir la contaminación del agua utilizada en una industria, tal es el caso de los tanques de sedimentación que sirven como un filtro para reducir la concentración de materiales disueltos en los efluentes, el tiempo y costo de recuperación del agua. El funcionamiento de estos tanques es simple ya que recolectan por diferencia de densidades todo tipo de sólido

disuelto que deja a su paso el agua residual. En la figura 21 se puede observar un sistema de recuperación de agua en una litografía.

Figura 21. **Proceso de recuperación de agua en una litografía**



Fuente: www.empresaartesgráficas.blogspot.com recuperación de agua en litografía.

6.2.5. Condensación

Es una técnica utilizada para reducir las emisiones de disolventes, bajando la temperatura de las soluciones de humectación. El proceso consiste en capturar los disolventes con carbono activo o materiales absorbentes y luego recolectarlos con la menor cantidad de impurezas para reutilizarlos de nuevo.

Cuando se utilizan materiales distintos al carbono activo se deben realizar otros procesos para la reducción de emisión de disolventes debido a que la cantidad de impurezas aún es significativa.

Las emisiones se recolectan en condensadores que intercambian calor a través de un filtro o un precipitador electrostático, el líquido condensado atraviesa un separador de aceite y agua, antes de ser eliminado o bien reciclado para su uso posterior.

6.2.6. Biofiltración

Es un método efectivo para el control de olores. Un biofiltro está compuesto por una matriz por la cual pasa una corriente de aire que deja los compuestos que provocan los malos olores. La biofiltración es un método para degradar agentes contaminantes y tiene la ventaja de que sus filtros no tienen efectos negativos al medio ambiente, comparado con métodos químicos para eliminar olores.

6.2.7. Rellenos sanitarios

De acuerdo con datos del INE, el vertedero de la zona 3 recibe 1,200 toneladas diarias de residuos domiciliarios, industriales y municipales, de los cuales el 13.79% está constituido por papel y cartón, equivalente a un aproximado de 165 toneladas.

De las 165 toneladas se recupera el 20% de materiales reciclables, sin embargo el porcentaje de recuperación actual oscila entre 5 y 10%, debido a la existencia de tintas y diversos residuos químicos que las industrias, en especial litografías, eliminan sin tratamiento alguno.

La Producción más Limpia exige responsabilidad de las empresas respecto del cuidado del medio ambiente, especialmente en relación con los desechos que se envían a los rellenos sanitarios.

6.2.8. Depósitos de seguridad

Los depósitos de seguridad se utilizan a nivel industrial para evitar que los residuos químicos puedan contaminar al medio ambiente y sean aislados en recipientes herméticos que prevengan emisiones de gases, olores molestos y la contaminación del agua.

En la litografía se utilizan depósitos de seguridad para capturar y aislar residuos, en su mayoría químicos del procesamiento de placas y lavado, para su posterior tratamiento en las instalaciones donde se generan, o bien por otras empresas especializadas a través de *outsourcing*.

6.2.9. Otros métodos y tecnologías

La tecnología computador-a-placa es un procedimiento que consiste en la preparación de placas usando *láser*. Su ventaja es la reducción de químicos y película, aunque las placas usadas deben ser a base de plata; lo que representa altos costos de inversión inicial, suministros, programas para computadora y espacio para el equipo computarizado. Es una tecnología avanzada recomendada para empresas que tienen la capacidad de absorber altos costos sin afectar sus finanzas.

6.3. Aspecto económico de la prevención

Este aspecto implica lograr el retorno de capital y mejoras en la calidad de un producto. La inversión en cualquier proyecto tiene importancia ya que es la base de las decisiones financieras de la empresa, por lo tanto, los beneficios que se esperan deben ser significativos cualitativa y cuantitativamente, lo que en el caso de la producción más limpia se detalla paso a paso.

6.3.1. Beneficio económico de la implementación de mejoras

Los siguientes beneficios se obtienen de las mejoras realizadas, para incrementar la eficiencia de un sistema de producción, a través del desarrollo sostenible;

- Económico: crecimiento en las ventas y reducción de productos defectuosos, manejo de residuos, mantenimiento correctivo, accidentes laborales y costos por atrasos en producción.
- Productivo: mejoras en el ambiente laboral, incremento en la productividad y mejor distribución de la carga de trabajo.
- Legal y ambiental: cumplimiento de la legislación nacional en materia de salud, seguridad ocupacional y responsabilidad social.

6.3.2. Reducción de inversiones hacia medidas correctivas

La Producción más Limpia busca reducir al mínimo las medidas correctivas en cualquier área de la producción, puesto que implican altos costos por imprevistos.

A mediano y largo plazo cualquier acción preventiva tiende a ser más efectiva y rentable, ya que permite una producción continua, equipo en funcionamiento adecuado, planificación confiable, medidas de contingencia y capacidad del sistema para responder ante incrementos de la demanda.

6.3.3. Costo de oportunidad del uso de correctivos

Si se compara el manejo de residuos a través de medidas correctivas y preventivas, se pueden presentar las siguientes situaciones:

- Los correctivos se aplican cuando se produce un impacto ambiental, se afecta la salud de los trabajadores y se incumple con reglamentos para el manejo de residuos y seguridad industrial.
- Las acciones preventivas evitan cualquier tipo de contaminación, elaborando procedimientos para el manejo y control de residuos. Además, se planifican acciones de contingencia ante cualquier eventualidad y realizan presupuestos financieros.

La Producción más Limpia es un proceso para dotar de nuevas tecnologías orientadas al uso eficiente de recursos, prevención de accidentes laborales y cumplimiento de normas para el cuidado del medio ambiente.

El desarrollo sostenible es una herramienta útil para evitar el uso de medidas correctivas en cualquier área operativa de la empresa.

6.4. Legislación y regulación ambiental

En lo concerniente a la regulación ambiental que conlleva el manejo de sustancias químicas, un sistema de producción más limpia debe cumplir con las normas locales e internacionales de seguridad industrial y responsabilidad social con el fin de actualizar procedimientos y operaciones que beneficien tanto a colaboradores como a la empresa, que reduzcan los atrasos en la producción, mejoren la calidad del producto y que contribuyan a un medio ambiente sano.

6.4.1. Normativas de Guatemala respecto de la localización de industrias litográficas

En el caso de Guatemala los reglamentos para localizar una litografía son:

- Reglamento específico de localización industrial publicado en septiembre de 1971 y modificado en marzo de 1987: su objetivo es fijar los requisitos mínimos que deben satisfacer las edificaciones utilizadas para alojar actividades industriales y precauciones que deben tomarse para la operación de las mismas.
- Reglamento de construcción: regula actividades de urbanización, nivelación, construcción, normas de diseño, condiciones de salubridad y seguridad de edificaciones.
- Plan de ordenamiento territorial: regula actividades de expansión, urbanización y busca propiciar la convivencia armónica entre los habitantes del territorio, reduciendo riesgo de desastres y logrando la eficiencia en la prestación de servicios públicos.

6.4.2 Normativas ambientales sobre la emisión atmosférica

La ley de Protección y Mejoramiento del Medio ambiente incluye normas para regular el sistema atmosférico a través de los procedimientos siguientes:

- Promover empleo de métodos para reducir emisiones contaminantes.
- Promover acciones necesarias para proteger la calidad de la atmósfera.

- Regular que el uso de sustancias contaminantes no provoque impacto ambiental.
- Regular la contaminación producida por el consumo de energéticos.

A nivel internacional, Guatemala es signataria de los siguientes tratados:

- Convención marco de las Naciones Unidas sobre cambio climático. Decreto 15-95.
- Protocolo de Montreal relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono. Decreto 34-89.
- Convenio Viena para la protección de la Capa de Ozono. Decreto 38-97.

6.4.3. Normativas que regulan el tratamiento de residuos líquidos y sólidos

Los reglamentos que regulan las actividades relacionadas son:

- Reglamento de Manejo de Desechos Sólidos para la ciudad de Guatemala: tiene por objeto la protección del medio ambiente, mejoramiento de salud de los habitantes y control de eliminación de los desechos sólidos en forma adecuada.
- Reglamento de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental: proceso de evaluación de impacto ambiental aplicado a planes y programas de la industria.

6.4.4. Normativas respecto de la salud y seguridad ocupacional

El Reglamento de Seguridad e Higiene del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social, exige que se adopten medidas tendientes a proteger la vida, la salud y la integridad corporal de los trabajadores.

El progreso económico del país debe ser proporcional a las mejoras en la calidad de vida de sus habitantes, estableciendo condiciones adecuadas para la realización de actividades laborales.

6.4.5 Normativas acerca del tratamiento de aguas que contienen materiales dañinos al ambiente

El Reglamento de Descargas y Reuso de Aguas Residuales y de la disposición de lodos del MARN, publicado según acuerdo gubernativo en mayo de 2006, tiene por objetivo el control, aprovechamiento y uso de las aguas; así como prevenir, controlar y determinar los niveles de contaminación sobre el recurso hídrico del país.

CONCLUSIONES

1. La Producción más Limpia es la clave para incrementar la productividad y competitividad de la industria litográfica ya que proporciona directrices para la optimización de recursos y manejo adecuado de residuos.
2. Los atrasos en la producción son causados por la deficiente planificación y ejecución de mantenimiento preventivo anual de la empresa, incurriendo en costos adicionales por incumplimiento en plazos, transportes y urgencias en las órdenes de fabricación.
3. Se diseñaron modelos de fichas para la recolección y análisis de datos que faciliten el control del flujo de repuestos y herramientas en el área de mantenimiento de LithoPress, lo cual produce la reducción en las pérdidas de piezas y evita diferencias entre el inventario contable y físico.
4. El Reglamento de Seguridad e Higiene Industrial del IGSS y la Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente del MARN, proveen las normativas necesarias para ejecutar eficazmente actividades de seguridad ocupacional, control y reducción de contaminación ambiental.
5. Se realizó un análisis financiero de la propuesta, detallando los costos y beneficios económicos para obtener la rentabilidad a una proyección de tres años, se obtuvo una TIR de 36,97% para cubrir al menos los costos de inversión en las mejoras a partir de una simulación de los escenarios pesimista, normal y optimista, en los que se variaron costos e ingresos.

6. Se elaboró una planificación de mantenimiento preventivo anual del equipo productivo de LithoPress, para reducir los atrasos en la producción a partir de la clasificación y análisis de fallas.

RECOMENDACIONES

1. La vida útil de los repuestos es una herramienta que puede mejorar la eficacia y confiabilidad de la planificación de mantenimiento preventivo del equipo productivo de LithoPress.
2. El flujo de materiales dentro de las instalaciones de LithoPress puede incrementarse si se utiliza eficientemente el espacio ocupado por máquinas que han sido descartadas de la línea de producción, conforme a la propuesta de distribución en planta detallada en este trabajo.
3. Una inmediata evaluación de riesgos laborales sería muy útil para establecer medidas preventivas que reduzcan la posibilidad de que ocurran accidentes debidos al incremento en las operaciones de la empresa.
4. El Departamento de Recursos Humanos de LithoPress debe elaborar un programa de capacitaciones que tome en cuenta las necesidades tanto de los directivos como de los trabajadores, a fin de incentivar el aumento de la productividad y competitividad.
5. Para mejorar la ejecución efectiva de operaciones se debe realizar un estudio de tiempos y procedimientos en las áreas de mantenimiento y producción.

6. La inversión en la propuesta financiera debe tener una proyección mínima de tres años, de otro modo la empresa podría incurrir en gastos adicionales que no permitirían obtener la rentabilidad esperada.
7. Para eliminar cualquier olor provocado por sustancias químicas y mejorar la ventilación, es conveniente la adquisición e instalación de extractores para zonas cerradas.
8. Debido al incremento en las operaciones de la empresa es conveniente realizar un análisis de la carga máxima de trabajo sobre los dispositivos para el tratamiento de residuos.

BIBLIOGRAFÍA

1. ÁVILA, Erick Lionel. *Competitividad en la pequeña empresa litográfica de Guatemala*. Trabajo de graduación de Ing. Mecánica Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2006. 78 p.
2. BERMEJO, Roberto. *La gran transición hacia la sostenibilidad: principios y estrategias de economía sostenible*. España: Los libros de la catarata, 2005. 354 p. ISBN: 8483192241.
3. CIFUENTES CASTILLO, Carmen Elizabeth. *Análisis de riesgos para el uso y manejo de sustancias químicas en el proceso de impresión litográfica tomando como referencia el sistema hazard communication (comunicación de riesgos)*. Trabajo de graduación de Ing. Química. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2005. 57 p.
4. CORTÉZ DÍAS, José María. *Seguridad e higiene del trabajo*. 9a ed. España: Tebar, 2007. 775 p. ISBN 8473602552.
5. ESCOBEDO GONZÁLEZ, Otto Giovanni. *Diseño de un programa de mantenimiento preventivo en la industria de artes gráficas de impresión offset y su relación con la calidad del producto final*. Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1999. 118 p.

6. GUATEMALA. Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. *Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente. Decreto 90- 2000*. Guatemala: MARN, 2001. 13 p.
7. Instituto Guatemalteco de Seguridad Social. *Reglamento de Seguridad e Higiene Industrial*. Guatemala: IGSS, 2004. 31 p.
8. Ministerio de Trabajo y Previsión Social. *Código de Trabajo de Guatemala. Decreto 18-2001*. Guatemala: MTPS, 2004. 180 p.
9. OHSAS. *Sistema de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional. OHSAS 18001*. Madrid: Fundación Confemetal, 2007. 41 p.
10. Organización Internacional para la Estandarización. *ISO 9001, ISO 14001*. Ginebra: ISO, 2001. 33 p.
11. PÉREZ TENÍ, Marilia Macbeth. *Implementación de un sistema de planificación y control de la producción y calidad en las empresas Papelera Castellana S.A. y Litografía e Imprenta Avance Gráfico*. Trabajo de graduación de Ing. Industrial, Universidad de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2004. 185 p.
12. RAMÍREZ RUIZ, José Ángel. *Distribución en planta para la apertura de una nave de producción en una litografía*. Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2006. 103 p.

APÉNDICES

En el apéndice 1 se encuentran las fallas por pieza más comunes ocurridas en un período de 4 meses, en las máquinas ManRoland (R) en las posiciones 1 a 6 y guillotinas (G) en las posiciones 1 a 4.

Apéndice 1. **Clasificación de fallas en ManRoland y Guillotinas**

	R 1	R 2	R 3	R 4	R 5	R 6	Total
Encendido	2	0	4	1	0	4	11
Mangueras	3	3	1	1	1	2	11
Rodillos	2	2	3	3	5	1	16
Fugas aire	1	0	1	1	1	6	10
Lámpara	0	2	1	4	2	2	11
Mesa salida	3	0	0	0	1	1	5
Racletas	2	1	0	0	2	0	5
Succionadores	1	0	1	1	0	1	4
Bomba vacío	0	2	0	2	1	1	6
Guardas	0	0	0	0	0	7	7
Cojinetes	0	0	0	1	0	3	4
	G 1	G 2	G 3	G 4	Total		
Puerta	1	0	0	0	1		
Porta papeles	1	0	0	0	1		
Engranajes	0	1	0	0	1		
Nivel aceite	0	0	0	2	2		
Pistones	0	0	0	1	1		

Fuente: elaboración propia.

En el apéndice 2 se encuentran las fallas descritas por pieza en las máquinas Kord (K) y pegadoras (P) en las posiciones 1 a 4.

Apéndice 2. **Clasificación de fallas por pieza en Kord y pegadoras**

	K 1	K 2	K 3	K 4	Total
Encendido	4	0	1	1	6
Lámparas	0	0	0	2	2
Separadores	1	1	0	0	2
Mangueras	0	2	0	0	2
	P 1	P 2	P 3	P 4	Total
Guías	3	0	1	1	5
Tornillos	8	2	4	1	15
Pistolas	6	3	4	2	15
Fajas	8	6	7	1	22
Cojinetes	6	1	4	2	13
Abrazaderas	2	0	2	0	4
Cadenas	0	3	0	1	4
Jalador	0	2	2	0	4

Fuente: elaboración propia.

En el apéndice 3 se muestra una clasificación general de acuerdo al sistema afectado durante un período de 4 meses en máquinas ManRoland (R), Kord (K), Cilindros (1), Pegadoras (P) y UV Harris (UV H).

Apéndice 3. **Clasificación de fallas en el equipo por sistema afectado**

SISTEMA	K 1	K 2	K 3	K 4	K 5	Total
Mecánico	3	1	3	3	1	11
Eléctrico	3	0	1	1	0	5
Transmisión	3	0	0	0	0	3
Neumático	1	2	0	0	0	3
Electrónico	0	0	0	0	0	0
Suministros	0	2	0	1	0	3
Hidráulico	0	0	0	0	0	0
Otros	1	1	0	0	0	2
Instrumentación	0	0	0	0	0	0

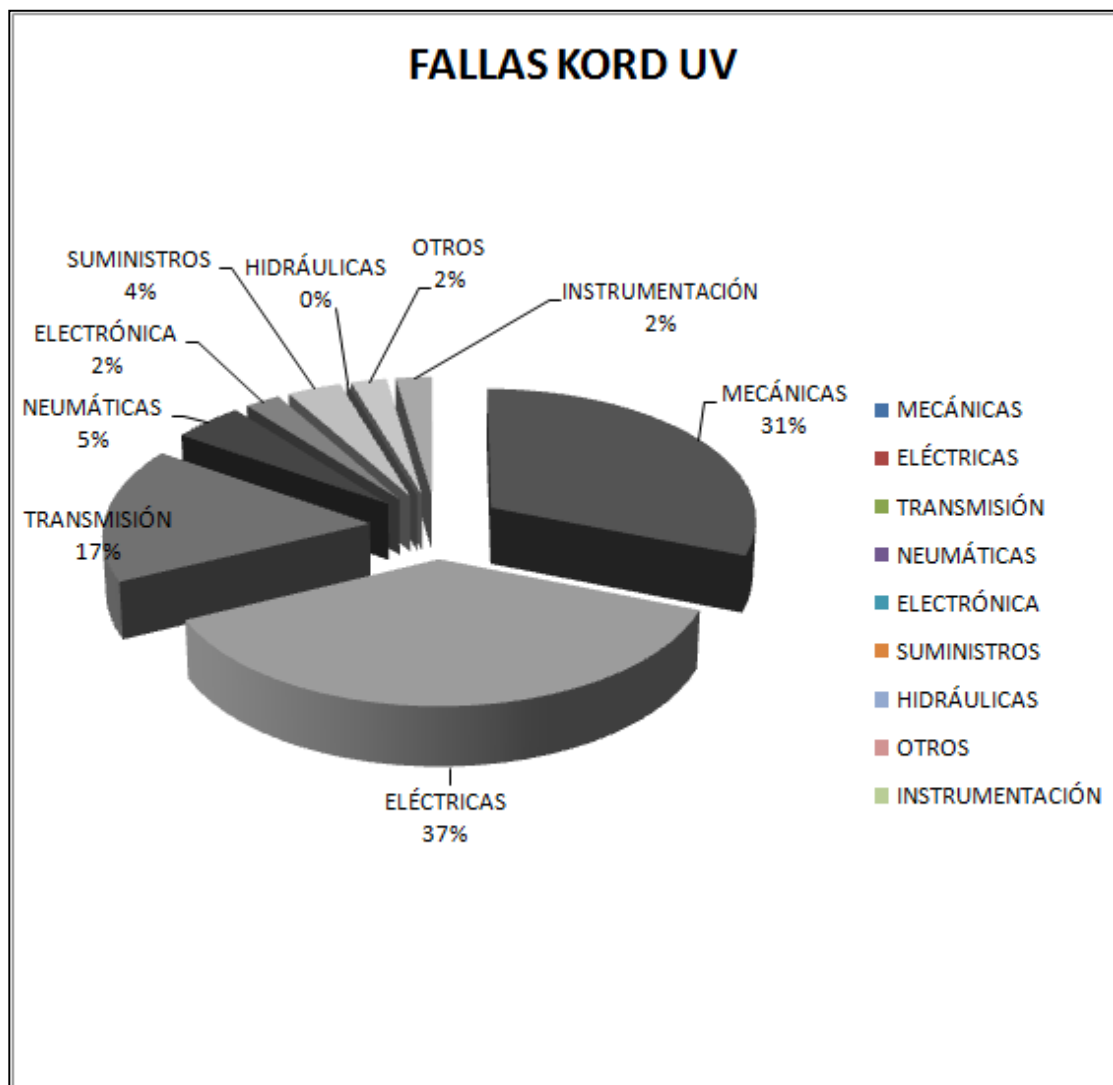
Continuación del apéndice 3.

SISTEMA	R 1	R 2	R 3	R 4	R 5	R 6	Total
Mecánico	10	9	11	10	11	11	62
Eléctrico	5	4	8	11	5	5	38
Transmisión	0	0	0	0	2	0	2
Neumático	0	3	0	2	2	11	18
Electrónico	1	0	1	2	3	9	16
Suministros	1	0	0	1	0	4	6
Hidráulico	1	2	0	0	0	1	4
Instrumentación	1	1	0	4	0	2	8
SISTEMA	C 1	C 2	C 3	C 4	C 5	C 6	Total
Mecánico	9	0	1	4	3	1	18
Eléctrico	1	2	2	1	4	1	11
Transmisión	0	0	0	0	0	0	0
Neumático	1	0	2	0	0	0	3
Electrónico	0	0	1	0	0	0	1
Suministros	1	0	0	0	1	0	2
Hidráulico	0	1	0	0	0	0	1
SISTEMA	P 1	P 2	P 3	P 4			Total
Mecánico	17	7	16	3			43
Eléctrico	2	2	2	1			7
Transmisión	9	8	6	2			25
Neumático	2	2	0	0			4
Electrónico	1	0	2	1			4
Suministros	3	0	2	1			6
Hidráulico	0	0	0	0			0
SISTEMA	UV1 H 1	UV2 H 2	UV3 H 3	UV4 K 6			Total
Mecánico	4	6	0	26			36
Eléctrico	6	3	0	31			40
Transmisión	0	2	0	14			16
Neumático	0	0	0	4			4
Electrónico	1	2	0	2			5

Fuente: elaboración propia.

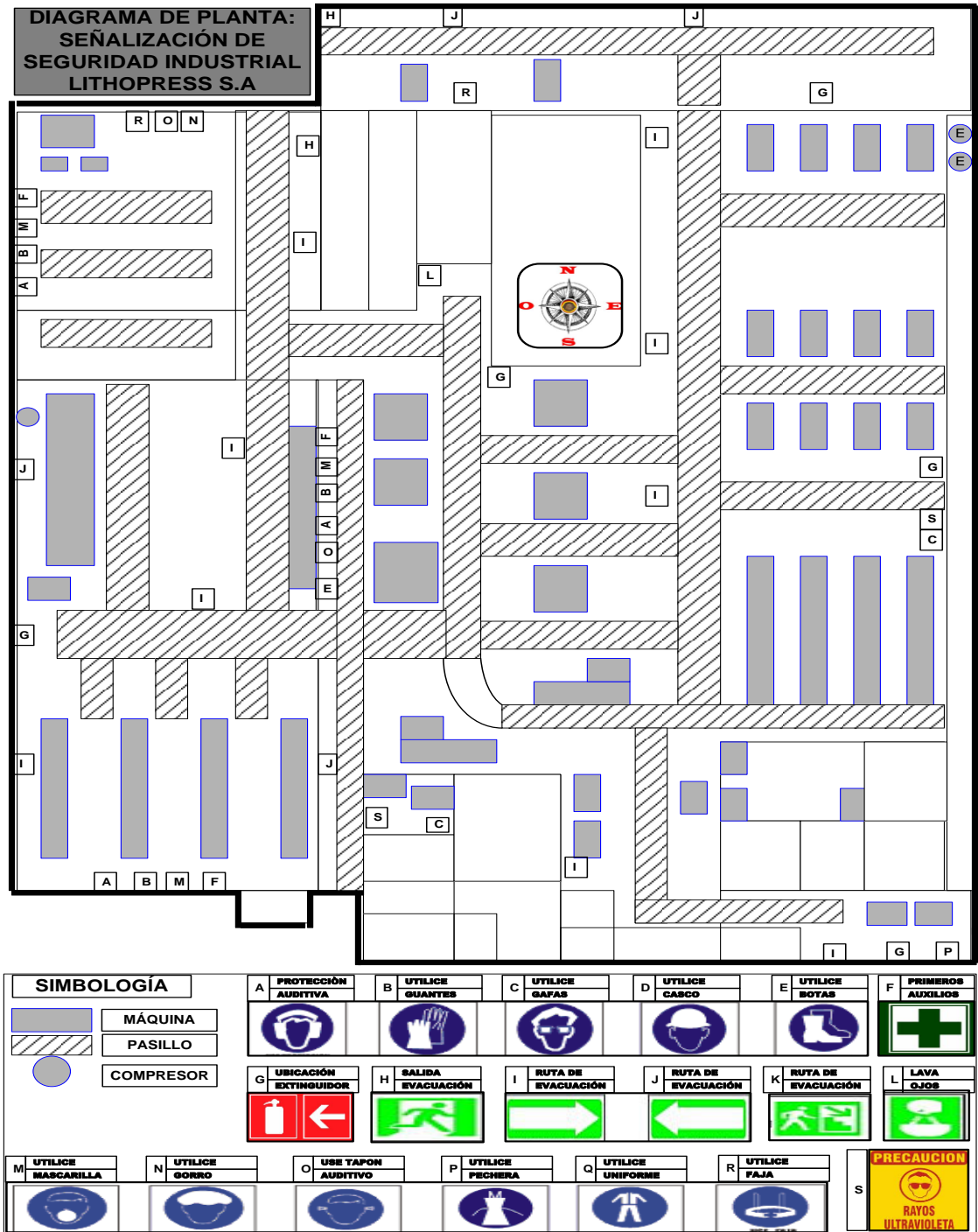
En la apéndice 4 se muestra la gráfica tipo pastel que contiene la clasificación de fallas de acuerdo con el sistema que ha fallado en una máquina Kord UV.

Apéndice 4. **Clasificación de fallas en una máquina Kord UV de LithoPress**



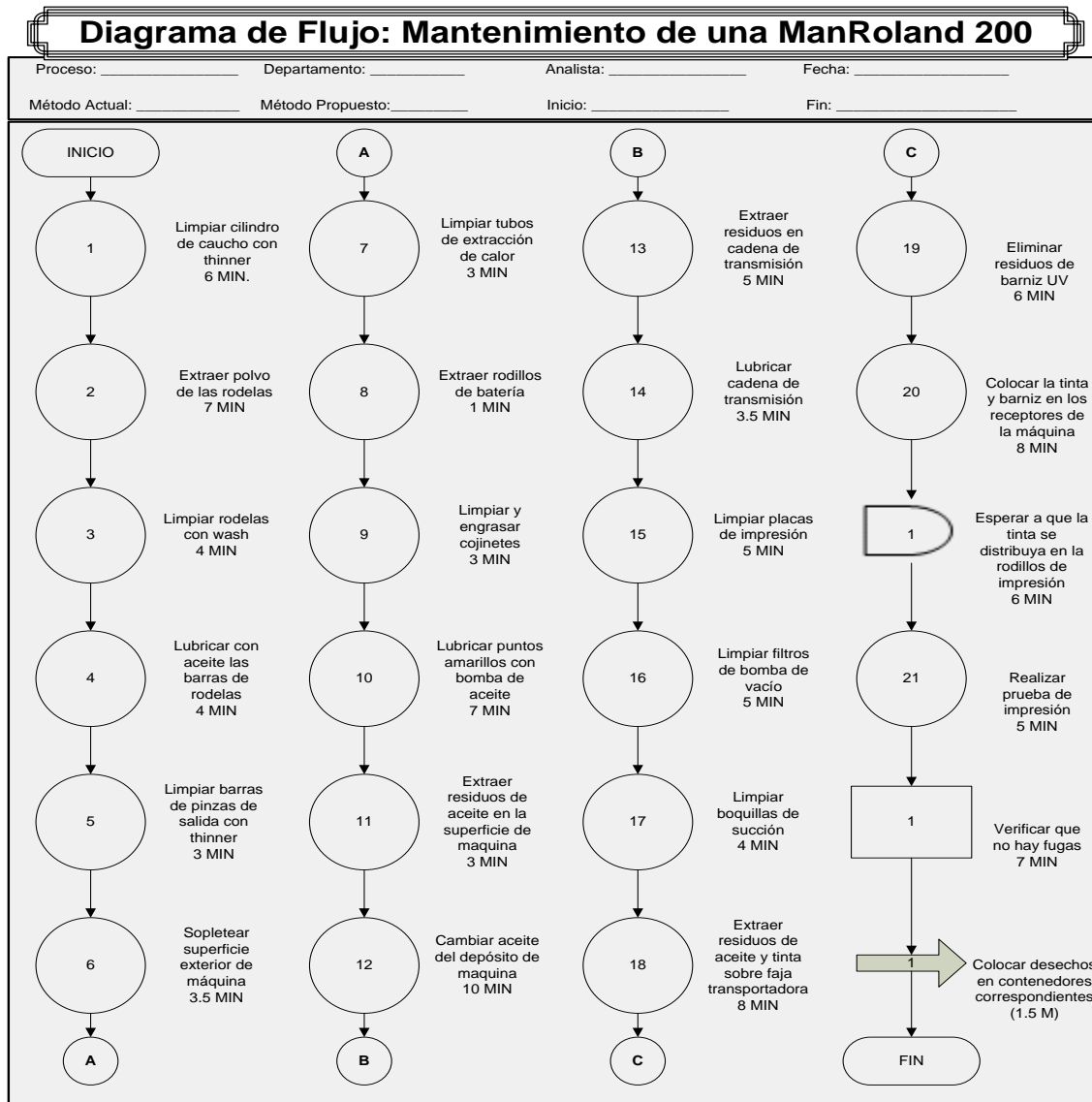
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 5. Propuesta de distribución de señalizaciones en LithoPress



Fuente: elaboración propia.

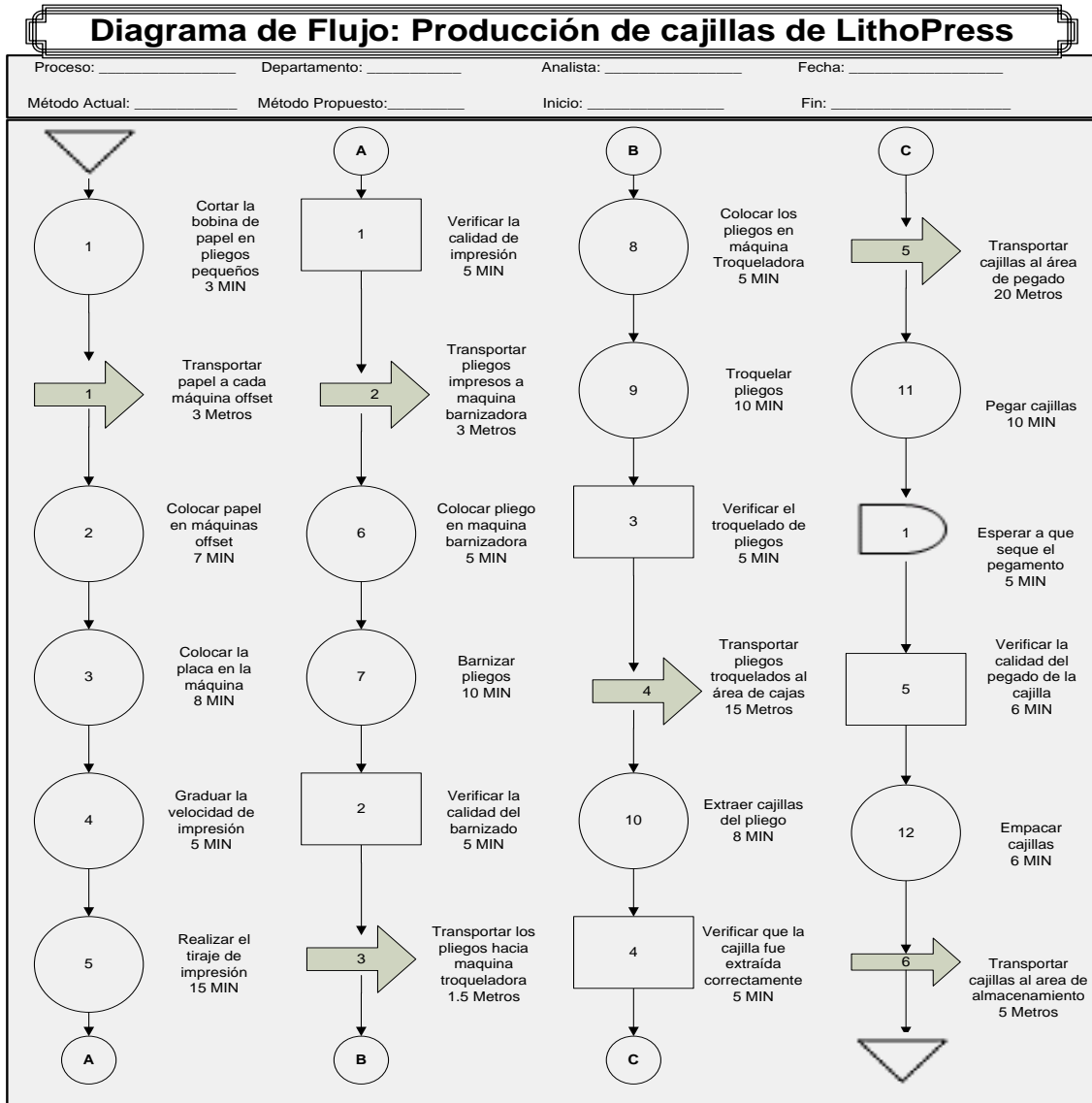
Apéndice 6. Diagrama de flujo de mantenimiento a una ManRoland 200



ACTIVIDAD	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	Resultado (minutos)
Operación	○	Se produce o realiza algo	103
Transporte	➡	Se cambia de lugar o mueve un objeto	1.5 Metros
Demora	D	Se interfiere o retrasa el paso siguiente	6
Inspección	□	Se verifica la calidad y/o cantidad del producto	7
TOTAL			115 Minutos – 1.5 Metros

Fuente: elaboración propia

Apéndice 7. Diagrama de flujo de producción de cajillas de LithoPress



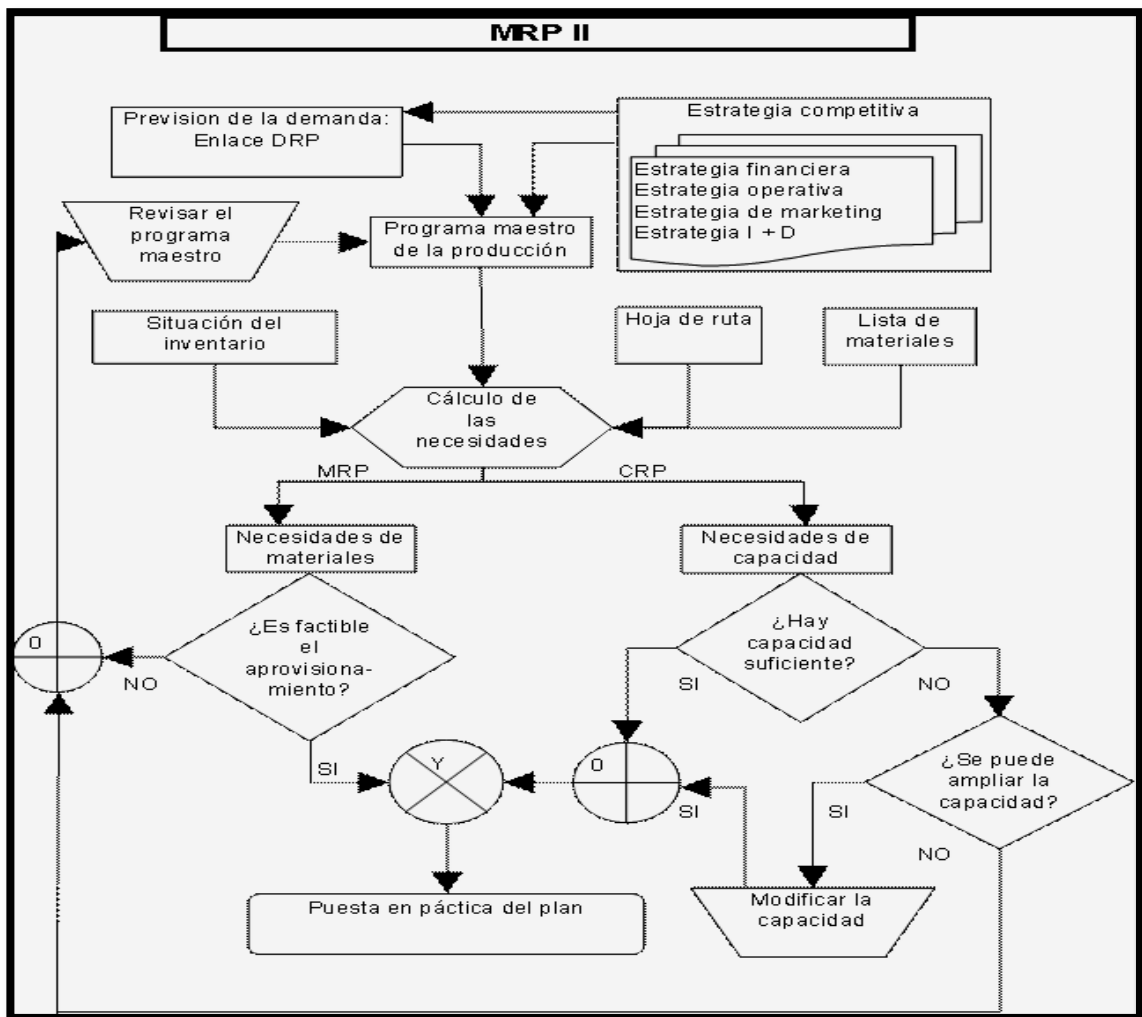
ACTIVIDAD	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	Resultado (minutos)
Operación		Se produce o realiza algo	92
Transporte		Se cambia de lugar o mueve un objeto	47.5 Metros
Demora		Se interfiere o retrasa el paso siguiente	5
Inspección		Se verifica la calidad y/o cantidad del producto	26
TOTAL			123 Minutos – 47.5 Metros

Fuente: elaboración propia.

ANEXOS

En el anexo 1 se puede observar el flujo de proceso de un MRP II.

Anexo 1. Flujo de proceso de un plan de recursos de manufactura



Fuente: www.gestiopolis.com Requerimiento de materiales de manufactura.

Anexo 2. Procedimiento para mediciones con multímetro análogo

I) MEDIDA DE RESISTENCIA:

Antes de medir resistencias asegúrese que no haya corrientes por el circuito que se va a probar. Desconecte el componente del circuito antes de medir su resistencia.

1. Escoja el rango adecuado con el botón como sigue:
 - a) Para resistencias de 0 – 100 ohms use R x 1
 - b) Para resistencias de 100 – 10 000 ohms use R x 100
 - c) Para resistencias mayores de 10 000 ohms use R x 10 000
2. Coloque el botón en cualquiera de las posiciones + DC. – DC.
3. Para determinar la resistencia medida, multiplique el valor de la lectura por el factor que señala el selector. (R x 1, R x 100 o R x 10 000)

III) PARA MEDIR VOLTAJES DE 0 – 250 mV (mili volts):

1. Coloque el selector en + DC.
2. Conecte el cable negro en la entrada COMMON y el cable rojo en la entrada señalada con +50 μ AMPS/250 mV
3. Coloque el selector en 50 μ AMPS que esta en la misma posición de 50 v
4. Conecte el cable negro al negativo del circuito que se va a medir y el cable rojo al positivo de dicho circuito
5. Lea los voltajes en la graduación DC. Y use los números de 0 – 250 en la graduación

V) MEDICIÓN DE CORRIENTE:

1. Seleccione la escala que va a utilizar de entre las 4 marcadas: 0 – 1 MA, 0 – 10 MA, 0 – 100 MA, 0 – 500 MA, MA indica que las lecturas que se hacen en miliamperios
2. Conecte el multímetro en serie con el circuito o elemento del circuito que va a medir
3. Las lecturas se hacen en la graduación negra señalada con DC. Para el intervalo de 0 – 1 MA, use los números de 0 – 10 y divida entre 10. Para el intervalo de 0 – 10 MA lea directo en los números de 0 – 10. Para el intervalo de 0 – 100 MA use los números de 0 – 10 y multiplique por 10. Para el intervalo de 0 – 500 MA use los números de 0 – 50 y multiplique por 10

III) MEDICIÓN DE VOLTAJE:

1. Coloque el selector en la posición + DC.
2. Conecte el cable negro en la entrada señalada con COMMON y la roja en la entrada marcada Con +
3. Seleccione la escala que va a utilizar, las cinco escalas de medición más usuales en laboratorio son: 0 – 2.5V, 0 – 10V, 0 – 50V, 0 – 250V, 0 – 500V. Estos números indican el valor máximo que se mide en esa escala
4. Conecte el cable negro al negativo del circuito que se va a medir y el rojo al positivo del circuito
5. Para mediciones de voltaje directo las lecturas se hacen en la GRADUACIÓN NEGRA señalada con DC. Observe que los números máximos que indica esta graduación son: 250, 50 y 10, estos se utilizan para encontrar el factor por el cual se debe multiplicar o dividir la lectura que se realice

IV) PARA MEDIR VOLTAJES DE 0 – 1 V:

1. Coloque el selector en + DC.
2. Conecte el cable negro en COMMON y el rojo en la entrada + 1V
3. Conecte el cable negro al lado negativo del circuito y el rojo al lado positivo
4. Haga las lecturas en la graduación de 10 y divida entre 10

VII) PARA MEDIR CORRIENTES DE 0 – 10 AMPERIOS:

1. Conecte el cable negro en la entrada marcada con el -10 A. y el cable rojo a la entrada marcada con +10^A
2. Mueva el selector a la posición 10 MA
3. Conecte el multímetro en serie con el circuito o elemento del circuito donde se va a realizar la medición

Fuente: www.informemultimetrolina.blogspot.com Proceso para uso de multímetro.