



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

**REDUCCIÓN DE PAROS Y AVERÍAS PARA LA OPTIMIZACIÓN EN
LA PRODUCTIVIDAD DE LAS MÁQUINAS DE IMPRESIÓN OFFSET
PRINTMASTER PM74 Y PRESSTEK DI34X EN LA EMPRESA IPRESS**

Lester Alejandro Lima Maldonado

Asesorado por el Ing. Carlos Aníbal Chicojay Coloma

Guatemala, julio de 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**REDUCCIÓN DE PAROS Y AVERÍAS PARA LA OPTIMIZACIÓN EN
LA PRODUCTIVIDAD DE LAS MÁQUINAS DE IMPRESIÓN OFFSET
PRINTMASTER PM74 Y PRESSTEK DI34X EN LA EMPRESA IPRESS**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

LESTER ALEJANDRO LIMA MALDONADO
ASESORADO POR EL ING. CARLOS ANÍBAL CHICOJAY COLOMA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO

GUATEMALA, JULIO DE 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Narda Lucía Pacay Barrientos
VOCAL V	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Carlos Aníbal Chicojay Coloma
EXAMINADOR	Ing. Edwin Estuardo Sarceño Zepeda
EXAMINADOR	Ing. Julio César Campos Paiz
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:

REDUCCIÓN DE PAROS Y AVERÍAS PARA LA OPTIMIZACIÓN EN LA PRODUCTIVIDAD DE LAS MÁQUINAS DE IMPRESIÓN OFFSET PRINTMASTER PM74 Y PRESSTEK DI34X EN LA EMPRESA IPRESS

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica, con fecha 7 de agosto 2014.


Lester Alejandro Lima Maldonado



Guatemala, 23 de marzo de 2015
REF.EPS.DOC.255.03.15.

Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
Director Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Rodríguez Serrano.

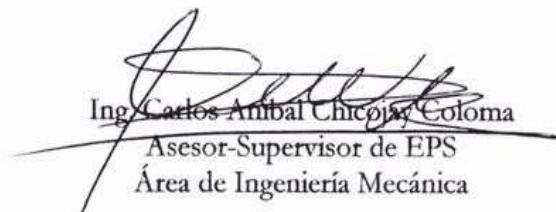
Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Lester Alejandro Lima Maldonado** de la Carrera de Ingeniería Mecánica, con carné No. 200614960, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **REDUCCIÓN DE PAROS Y AVERÍAS PARA LA OPTIMIZACIÓN EN LA PRODUCTIVIDAD DE LAS MÁQUINAS DE IMPRESIÓN OFFSET PRINTMASTER PM74 Y PRESSTEK DI34X EN LA EMPRESA IPRESS.**

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”


Ing. Carlos Anibal Chicojey Coloma
Asesor-Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Mecánica

c.c. Archivo
CACC/ra





Guatemala, 23 de marzo de 2015
REF.EPS.D.144.03.15

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

Estimado Ingeniero Campos Paiz:

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado: **REDUCCIÓN DE PAROS Y AVERÍAS PARA LA OPTIMIZACIÓN EN LA PRODUCTIVIDAD DE LAS MÁQUINAS DE IMPRESIÓN OFFSET PRINTMASTER PM74 Y PRESSTEK DI34X EN LA EMPRESA IPRESS**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **Lester Alejandro Lima Maldonado** quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ingeniero Carlos Anibal Chicojay Coloma.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
Director Unidad de EPS



SJRS/ra



USAC

TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Escuela de Ingeniería Mecánica

Ref.E.I.Mecanica.117.2015

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica, de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Supervisor, con la aprobación del Director del Departamento de EPS, del trabajo de graduación titulado: **REDUCCIÓN DE PAROS Y AVERÍAS PARA LA OPTIMIZACIÓN EN LA PRODUCTIVIDAD DE LAS MÁQUINAS DE IMPRESIÓN OFFSET PRINTMASTER PM74 Y PRESSTEK DI34X EN LA EMPRESA IPRESS.** Del estudiante **Lester Alejandro Lima Maldonado**, procede a la autorización del mismo.

"Id y Enseñad a Todos"

MA. Ing. Julio Cesar Campos P
Director
Escuela de Ingeniería Mecánica



Guatemala, abril de 2015.



DTG. 235 .2015

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica, al Trabajo de Graduación titulado: **REDUCCIÓN DE PAROS Y AVERÍAS PARA LA OPTIMIZACIÓN EN LA PRODUCTIVIDAD DE LAS MÁQUINAS DE IMPRESIÓN OFFSET PRINTMASTER PM74 Y PRESSTEK D134X EN LA EMPRESA IPRESS,** presentado por el estudiante universitario: **Lester Alejandro Lima Maldonado,** y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Ing. Pedro Antonio Aguilar Po
Decano



Guatemala, 1 de julio de 2015

/gdech

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XI
INTRODUCCIÓN	XIII
RESUMEN.....	XV
OBJETIVOS.....	XVII
1. FASE DE INVESTIGACIÓN.....	1
1.1. Impresión <i>offset</i>	1
1.1.1. Antecedentes históricos	1
1.1.1.1. Impresión <i>offset</i> en la actualidad	2
1.1.2. La máquina <i>offset</i>	4
1.1.2.1. Componentes de una máquina de impresión <i>offset</i>	5
1.1.2.1.1. Alimentador de pliegos	6
1.1.2.1.2. Ventosas	7
1.1.2.1.3. Sistema de entintaje y humectación	8
1.1.2.1.4. Rodillos de forma.....	11
1.1.2.1.5. Sistema de presión.....	12
1.1.2.1.6. Velocímetro	16
1.1.2.1.7. Recibidor de cadena.....	16
1.1.2.1.8. Motor, sistema de tracción y engranajes ...	17

	1.1.2.1.9.	Compresor y bombas de vacío.....	18
	1.1.2.1.10.	Sistema de enfriamiento (Baldwin).....	19
1.1.3.		El principio litográfico.....	19
	1.1.3.1.	<i>Offset</i> digital.....	22
	1.1.3.2.	Ahorro eficiente de consumo de agua de enfriamiento y humectación	23
1.2.		Mantenimiento productivo total (TPM).....	25
	1.2.1.	Definiciones	26
	1.2.2.	Objetivos estratégicos del TPM.....	28
	1.2.3.	Actividades esenciales para realizar TPM	29
	1.2.4.	Las seis grandes pérdidas del sistema productivo....	31
	1.2.4.1.	Pérdidas por averías.....	31
	1.2.4.2.	Pérdidas causadas por preparación y ajustes.....	33
	1.2.4.3.	Pérdidas por funcionamiento a velocidad reducida.....	34
	1.2.4.4.	Pérdidas por tiempo de ciclo en vacío y paradas cortas.....	35
	1.2.4.5.	Pérdidas por defectos de calidad.....	37
	1.2.4.6.	Pérdidas por puesta en marcha del equipo	37
	1.2.5.	Mejoras enfocadas.....	38
	1.2.6.	Mantenimiento autónomo (<i>Hishu Hozen</i>)	40
	1.2.7.	Mantenimiento planificado (<i>Keikaku Hozen</i>)	42
	1.2.8.	Mantenimiento de calidad	44

1.2.9.	Las 5S.....	45
1.2.10.	Indicadores de TPM.....	47
1.2.11.	El plan de implementación de TPM.....	48
2.	FASE TÉCNICO PROFESIONAL	51
2.1.	Máquina de impresión <i>offset</i> convencional Print Master 74.....	51
2.1.1.	Especificaciones técnicas	51
2.1.2.	Situación actual.....	53
2.1.2.1.	Productividad.....	53
2.1.2.1.1.	Velocidad de impresión.....	54
2.1.2.1.2.	Eficiencia global equipo (OEE).....	55
2.1.2.2.	Disponibilidad	56
2.1.2.2.1.	Tiempo de mantenimiento correctivo.....	57
2.1.2.2.2.	Tiempo de mantenimiento preventivo.....	57
2.1.2.2.3.	Tiempo medio entre fallas.....	58
2.1.2.2.4.	Tiempo promedio entre reparaciones.....	58
2.1.2.3.	Calidad	58
2.1.2.3.1.	Tasa de desperdicio/reprocesos.....	59
2.1.2.4.	Seguridad y buenas prácticas de manufactura.....	60

	2.1.2.5.	Principales problemas en impresión	61	
	2.1.2.6.	Principales problemas en equipo.....	61	
2.2.		Aplicación del TPM para la máquina Print Master 74	62	
	2.2.1.	Pérdidas claves.....	62	
		2.2.1.1.	Principales fallas y averías62	
		2.2.1.2.	Pérdidas por preparación y ajustes63	
		2.2.1.3.	Pérdidas por parada menor63	
		2.2.1.4.	Pérdidas por velocidad64	
		2.2.1.5.	Pérdidas por defectos y reprocesos64	
	2.2.2.	Mejoras enfocadas.....	65	
	2.2.3.	Mantenimiento autónomo.....	66	
	2.2.4.	Mantenimiento de calidad	67	
	2.2.5.	Mantenimiento planificado	69	
	2.2.6.	Instructivo de arreglo.....	74	
	2.2.7.	Procesos de control de impresión.....	75	
	2.2.8.	Diagrama de operaciones de proceso	77	
2.3.		Máquina de impresión <i>offset</i> digital Presstek DI34X	78	
	2.3.1.	Especificaciones técnicas	78	
	2.3.2.	Situación actual.....	79	
		2.3.2.1.	Productividad.....80	
			2.3.2.1.1.	Velocidad de impresión81
			2.3.2.1.2.	Eficiencia global equipo (OEE).....82
		2.3.2.2.	Disponibilidad	83
			2.3.2.2.1.	Tiempo de mantenimiento correctivo84

	2.3.2.2.2.	Tiempo de mantenimiento preventivo.	84
	2.3.2.2.3.	Tiempo medio entre fallas.	85
	2.3.2.2.4.	Tiempo promedio entre reparaciones.....	85
	2.3.2.3.	Calidad.....	85
	2.3.2.3.1.	Tasa de desperdicio/ reprocesos	86
	2.3.2.4.	Seguridad y buenas prácticas de manufactura.....	86
	2.3.2.5.	Principales problemas en impresión	87
	2.3.2.6.	Principales problemas en equipo.....	87
2.4.		Aplicación del TPM para la máquina Presstek Di34X.....	87
	2.4.1.	Pérdidas claves.....	87
	2.4.1.1.	Principales fallas y averías	88
	2.4.1.2.	Pérdidas por preparación y ajustes	88
	2.4.1.3.	Pérdidas por parada menor	88
	2.4.1.4.	Pérdidas por velocidad	89
	2.4.1.5.	Pérdidas por defectos y reprocesos	89
	2.4.2.	Mejoras enfocadas.....	90
	2.4.3.	Mantenimiento autónomo.....	90
	2.4.4.	Mantenimiento de calidad	91
	2.4.5.	Mantenimiento planificado.....	92
	2.4.6.	Instructivo de arreglo.....	93
	2.4.7.	Procesos de control de impresión	95
	2.4.8.	Diagrama de operaciones de proceso	96

3.	FASE DE DOCENCIA	99
3.1.	Presentación de resultados	99
3.2.	Capacitación a operarios y gerencia sobre el TPM	100
3.3.	Logros esperados	101
	CONCLUSIONES	107
	RECOMENDACIONES	111
	BIBLIOGRAFÍA	113
	APÉNDICE	115

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Máquina moderna <i>offset</i> de 4 colores	5
2.	Alimentador y registro	6
3.	Ventosas o succionadores	7
4.	Sistema de humectación 1	9
5.	Sistema de humectación 2	9
6.	Grupo entintador (pirámide)	10
7.	Rodillos dadores o de forma	11
8.	Sistema de presión.....	12
9.	Cilindro portaplaca o de la plancha	13
10.	Cilindro <i>blanket</i>	14
11.	Cilindro de numeradora.....	15
12.	Velocímetro	16
13.	Recibidor de cadena	17
14.	Sistema de enfriamiento Baldwin	19
15.	Principio litográfico	20
16.	<i>Offset</i> húmedo.....	21
17.	Ciclo Deming (mejoras enfocadas)	39
18.	Relación entre las acciones de mantenimiento y producción para prevenir averías	43
19.	Cálculo de la OEE	48
20.	Gráfica OEE vs. tiempo (semanas) PM.....	54
21.	Gráfica rendimiento vs. tiempo (semanas) PM	55
22.	Gráfica disponibilidad vs. tiempo (semanas) PM	56

23.	Gráfica calidad vs. tiempo (semanas) PM.....	59
24.	Diagrama de operaciones de procesos PM	77
25.	Gráfica OEE vs. tiempo (semanas) PT.....	81
26.	Gráfica rendimiento vs. tiempo (semanas) PT	82
27.	Gráfica disponibilidad vs. tiempo (semanas) PT	83
28.	Gráfica calidad vs. tiempo (semanas) PT.....	86
29.	Diagrama de operaciones de procesos PT	97

TABLAS

I.	Clasificación de las averías.....	32
II.	Mejora en procesos para caídas de velocidad.....	34
III.	Problemas de paradas breves	35
IV.	Efectos de pérdidas productivas	38
V.	Objetivos del mantenimiento autónomo	40
VI.	Etapas del mantenimiento autónomo.....	41
VII.	Fases de desarrollo de TPM	49
VIII.	Especificaciones técnicas prensa PM74	51
IX.	Tareas de mantenimiento autónomo PM	66
X.	Tareas de mantenimiento de calidad PM.....	68
XI.	Tareas de mantenimiento preventivo PM.....	70
XII.	Procesos de control de calidad PM.....	75
XIII.	Especificaciones técnicas prensa PT34X	78
XIV.	Tareas de mantenimiento autónomo PT	91
XV.	Tareas de mantenimiento de calidad PT.....	92
XVI.	Tareas de mantenimiento preventivo PT	93
XVII.	Procesos de control de calidad PT.....	95

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
IPA	Alcohol isopropílico
COV	Compuestos orgánicos volátiles
OEE	Efectividad global del equipo
RCM	Mantenimiento basado en confiabilidad
TPM	Mantenimiento productivo total
PT	Presstek
PM	PrintMaster
T/H	Tiros por hora

GLOSARIO

Ciclo Deming	Herramienta del sistema de mejora continua, consiste en planificar-hacer-verificar y actuar.
Cuatricromía	Sistema de impresión basado en la mezcla de cuatro colores (cian, magenta, amarillo y negro) en diferentes proporciones para así obtener todos los demás colores existentes.
Emulsión	Mezcla de líquidos inmiscibles de forma más o menos homogénea.
JIMP	Japan Institute of Plant Maintenance.
Mantilla de caucho	Material flexible (mantilla), generalmente caucho o silicona, que recibe la imagen para transferirla, por presión a la superficie impresa, generalmente papel.
Muda	Palabra japonesa para desperdicio.

INTRODUCCIÓN

La alta productividad de una empresa marca la diferencia entre la calidad y la competencia; un buen plan de productividad óptima es de suma importancia en cualquier sector industrial; esto se define como la mayor eficiencia de producción, reduciendo al mínimo los gastos y maximizando la ganancia en productividad.

Para lograr esto existen varias estrategias tanto administrativas como ingenieriles, las cuales concentran sus esfuerzos en aumentar la capacidad de producción y a la producción ajustada, sin consumo de recursos innecesarios.

Los sistemas que en la actualidad consiguen optimizar conjuntamente la eficiencia productiva de los procesos y la calidad de los productos resultantes son considerados como altamente competitivos.

Actualmente uno de los métodos más competitivos en cuanto a optimización de producción se refiere es el conocido como mantenimiento productivo total (*total productive maintenance*, TPM, por sus siglas en inglés), el cual se enfoca en la eliminación de pérdidas asociadas con paros, calidad y costes en los procesos de producción industrial.

RESUMEN

La evolución de los sistemas de imprenta ha dado a la humanidad una forma más rápida de reproducir y divulgar información; esto ha llevado a un avance tecnológico en lo que se refiere a técnicas y máquinas de reproducción de ideas, anuncios, publicidad, libros, revistas, entre otros. Estos avances tecnológicos han desarrollado a su vez, métodos de producción eficientes, que son pilares en toda industria actual.

Se presenta el nacimiento, la evolución y la tecnología actual en métodos de impresión *offset*, así como la finalidad primordial de este trabajo, análisis e implementación de un programa de mantenimiento productivo total para cada máquina *offset*.

Ipress es una litografía dedicada a la impresión digital e impresión *offset* convencional y digital. La empresa cuenta con dos máquinas de impresión *offset*, una convencional de 2 colores marca Heidelberg modelo Print Master 74, y una digital de 4 colores marca Presstek modelo DI34X, las cuales son los pilares del trabajo de esta empresa, por lo que mantenerlas y utilizarlas de forma adecuada es imperativo para la competitividad.

OBJETIVOS

General

Reducir averías y paros para optimizar la productividad de las máquinas de impresión *offset*, Print master PM74 y Presstek DI34X.

Específicos

1. Analizar flujo de procesos, materiales, mano de obra, cargas de trabajo y mantenimiento de la máquina.
2. Implementar plan mantenimiento productivo total (TPM) en área de producción para eliminar pérdidas de los equipos.
3. Reducir averías, paros y tiempos de reparación.
4. Localizar pérdidas claves en los procesos productivos de las máquinas *offset*.
5. Programar rutinas de mantenimiento periódico con el fin de mantener la maquinaria en óptimas condiciones.
6. Establecer variables de controles de producción que permitan controlar la optimización del programa TPM.

7. Plantear sistemas de soluciones a los problemas que generan pérdidas sustanciales en producción.
8. Analizar y mejorar condiciones de entorno y seguridad laboral.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1. La impresión *offset*

La impresión *offset* u *óset* (del inglés: *offset printing*) es un método de impresión (reproducción de documentos e imágenes sobre distintos soportes), que consiste en aplicar una tinta, generalmente oleosa, sobre una plancha metálica, compuesta generalmente de una aleación de aluminio. Constituye un proceso similar al de la litografía.

1.1.1. Antecedentes históricos

La impresión *offset* es una técnica de impresión utilizada en la que la imagen entintada se transfiere de una placa a una manta de goma, y luego la superficie de impresión. Cuando se utiliza en combinación con el proceso litográfico, que se basa en la repulsión de aceite y agua, la técnica de desplazamiento emplea un portador de imagen plana en la que la imagen a imprimir obtiene de tinta de los rodillos de tinta, mientras que el área de no impresión atrae una película de agua basada en mantener las zonas de no impresión.

El desarrollo de la imprenta *offset* se produjo en dos versiones: en 1875 por Robert Barclay de Inglaterra para la impresión sobre hojalata, y en 1903 por Ira Washington Rubel de los Estados Unidos, para su impresión en papel.

Fue creado inicialmente para ser un método barato de reproducción de obras de arte. Este proceso de impresión se limita al uso en superficies porosas planas porque las planchas de impresión se producen a partir de piedra caliza.

De hecho, la palabra "litografía" significa históricamente "una imagen de piedra." Las latas eran materiales de embalaje populares en el siglo 19, pero se requerían tecnologías de transferencia antes de que el proceso litográfico se puede utilizar para imprimir en la lata.

1.1.1.1. Impresión *offset* en la actualidad

La litografía *offset* es una de las formas más comunes de la creación de la materia impresa. Algunas de sus aplicaciones más comunes incluyen: periódicos, revistas, folletos, papelería y libros. En comparación con otros métodos de impresión, impresión *offset* es el más adecuado para producir económicamente grandes volúmenes de impresiones de alta calidad de una manera que requiere poco mantenimiento.

Muchas prensas *offset* modernas utilizan equipo para sistemas de placa, en comparación con el equipo de más edad a los flujos de trabajo de la película, lo que aumenta aún más su calidad.

Ventajas de la impresión *offset* en comparación con otros métodos de impresión incluyen:

- Alta calidad de imagen consistente. Impresión *offset* produce imágenes nítidas y el tipo y limpia más fácilmente que, por ejemplo, impresión tipográfica; esto es debido a que la mantilla de goma se ajusta a la textura de la superficie de impresión.
- Rápido y fácil la producción de placas de impresión.

- Una vida más larga placa de impresión que en las prensas litográficas directas porque no hay contacto directo entre la placa y la superficie de impresión. Placas debidamente desarrolladas se utilizan con las tintas optimizadas y la solución de fuente podrán alcanzar tiradas de más de un millón de impresiones.
- Costo: la impresión *offset* es el método más económico para producir impresiones de alta calidad en cantidades de impresión comercial.
- Una ventaja adicional de la impresión *offset* es la posibilidad de ajustar la cantidad de tinta en el rodillo de fuente con las teclas de tornillo. Más comúnmente, una hoja de metal controla la cantidad de tinta transferida desde el canal de tinta al rodillo de fuente. Mediante el ajuste de los tornillos, la separación entre la cuchilla y el rodillo de fuente es alterada, lo que lleva a la cantidad de tinta aplicada al rodillo, de ser aumentado o disminuido en ciertas áreas. Por consiguiente, la densidad del color en el área respectiva de la imagen se modifica. En equipos antiguos los tornillos se ajustan manualmente, pero en las máquinas modernas las llaves de tornillo son operados electrónicamente por el control de la impresora de la máquina, lo que permite un resultado mucho más preciso.

Desventajas de la impresión *offset* en comparación con otros métodos de impresión incluyen:

- Calidad de imagen ligeramente inferior en comparación con el hueco grabado o impresión por fotograbado.

- Propensión a planchas de aluminio anodizado para ser sensibles y de impresión en las áreas *non-image/background* cuando las placas desarrolladas no reciben los cuidados necesarios.
- El tiempo y los costos asociados con la producción de placas de impresión y configuración de prensa; como resultado, muy pequeños trabajos de impresión de cantidad pueden ahora utilizar máquinas *offset* digitales.

1.1.2. La máquina *offset*

Las máquinas de imprimir *offset* son el resultado de la litografía a escala menor; este tipo de maquinaria está basado en el proceso de rotación por medio de fuerza motriz, combinando el movimiento de rotación, fuerza de succión de compresor, la distribución del agua para la humectación; la correcta aplicación de la tinta da como resultado el ajuste preciso de impresión.

El *offset* es, a diferencia de la litografía, un sistema de impresión indirecto, es decir, la forma impresora no toca el papel sino que transfiere la tinta a través de un elemento intermedio, que será el caucho. Este, debido a su elasticidad, lo transmite perfectamente al papel.

Existen máquinas de impresión *offset* que van desde una cabeza hasta diez, que tienen la característica de imprimir con dos, tres, cuatro colores primarios (CMYK) hasta colores personalizados, especiales y aplicar barniz.

Este tipo de máquinas de impresión es el más utilizado en las grandes tiradas de volumen, debido a sus evidentes ventajas de calidad, rapidez y costo, lo que permite trabajos de grandes volúmenes de impresión a precios muy reducidos.

Figura 1. **Máquina moderna *offset* de 4 colores**



Fuente: Omc Sae. <http://www.omcsae.com/maquina-impresion-offset-hoja-komori-spica-p1.htm>. Consulta: 28 de abril de 2014.

1.1.2.1. Componentes de una máquina de impresión *offset*

Combinando una serie de componentes y un ajuste milimétricamente preciso; se obtiene un sistema cuerpo impresor que se separa en cuatro grupos: sistema de alimentación (alimentador, registro, ventosas), cuerpo impresor (sistema de entintaje y humectación); recibidor de cadena y sistemas auxiliares (motor, compresor, bombas de vacío y sistema de enfriamiento).

Muchas impresoras *offset* de última generación usan sistemas computarizados a la plancha de impresión en lugar de los antiguos, que lo hacían a la película, lo que incrementa aún más su calidad.

1.1.2.1.1. Alimentador de pliegos

El alimentador de pliegos es la parte de la máquina en la que se coloca la pila de papel, para que sean separados los pliegos uno a uno, con el fin de alimentarlos a la prensa offset en forma consecutiva, y, con una posición controlada y ritmo sincronizado, para ser impresas. Los mecanismos de agarre de las hojas y el suministro a los cuerpos de impresión influyen en la calidad final del producto impreso. Estos mecanismos tienen tres funciones principales:

- Recoger una hoja de la pila de papel de la bandeja de entrada (mediante ventosas).
- Controlar que entre una sola hoja en la prensa cada vez.
- Ajustar o registrar la hoja de modo que todas entren en la máquina exactamente de la misma manera. Esto para asegurar que la imagen sera impresa exactamente en el mismo sitio en todas las hojas.

Figura 2. **Alimentador y registro**



Fuente: Grupo Mañas. <http://www.grupomanas.com/impresion-offset.php>. Consulta: 3 de mayo de 2014.

1.1.2.1.2. Ventosas

Las ventosas o succionadores tienen como función el atrapar al papel por medio de la succión de aire de un compresor, que por medio de una conexión de mangueras toman el papel desde la plataforma donde está la mesa de registro (dispositivos de sincronía de medida de entrada de papel; en caso de que la máquina no tenga mesa de registro, los chupadores llevan el papel directo a los cilindros de impresión. Posteriormente al ingreso del papel a la máquina, por la intervención de las ventosas, el papel o material de impresión, pasa a ser impreso por el contacto del cilindro de *blanket*.

Figura 3. Ventosas o succionadores



Fuente: Lecta group. *Formacion tecnica de impresion*. p. 17.

1.1.2.1.3. Sistema de entintaje y humectación

Llamado también batería de entintaje y batería de humectación; el sistema de entintaje tiene como función distribuir la tinta desde la fuente hasta los rodillos de forma, (la fuente en donde se aplica la tinta directamente del recipiente y se calibra su dosificación por medio de reguladores) que estos a su vez entintan el cilindro de placa, el cual entinta el cilindro de *blanket*; este último es el que tiene contacto con el material impreso.

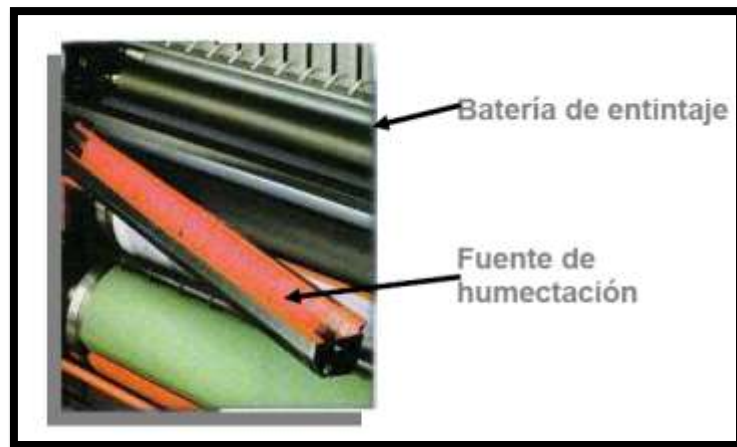
Las principales funciones del sistema de entintado son:

- Batir la tinta transformándola desde un estado plástico a un estado semilíquido.
- Distribuir una capa delgada, en comparación con el espesor de tinta del rodillo del tintero, a los rodillos dadores.
- Depositar una fina película uniformemente igualada sobre las áreas imagen de la forma impresora.
- Eliminar la solución de mojado de la plancha litográfica, emulsificar parte de esta solución en la tinta y permitir la evaporación del resto.
- Recoger de la plancha litográfica todas las partículas sueltas de materias extrañas y mantenerlas en suspensión hasta la limpieza del mecanismo.

El sistema de humectación, como su nombre lo dice, tiene como función la humectación de los rodillos que llevan la tinta, ya que la humectación de estos

debe ser esencial y equilibrada, para que no permita que el papel se pegue a los rodillos o estos se saturen de tinta.

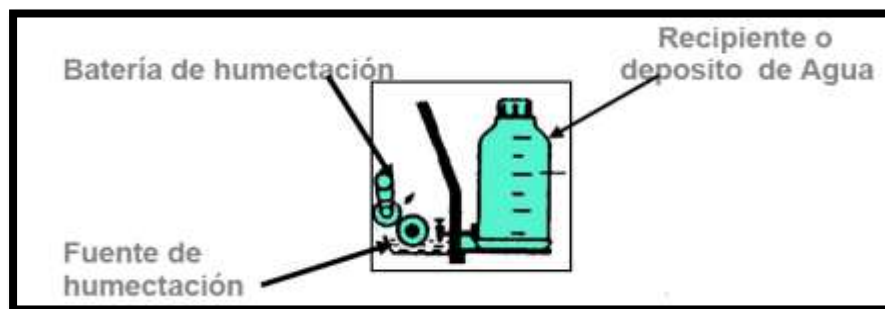
Figura 4. **Sistema de humectación 1**



Fuente: RODRÍGUEZ, Philips. *Proceso básico impresión offset*. p. 39.

El sistema de humectación tiene la capacidad de tomar el agua de la fuente y transportarla a la placa, para limpiar bien las áreas de no-imagen.

Figura 5. **Sistema de humectación 2**



Fuente: RODRÍGUEZ, Philips. *Proceso básico impresión offset*. p. 39.

El proceso de humectación se inicia con el recipiente de agua, que la dosifica por goteo hacia la fuente de humectación y a su vez a los rodillos.

La función de la batería de humectación es primordial para una buena impresión, en el papel; este tiene que entrar a la máquina de forma precisa y sincronizada; esta labor la llevan a cabo las ventosas.

Figura 6. Grupo entintador (pirámide)

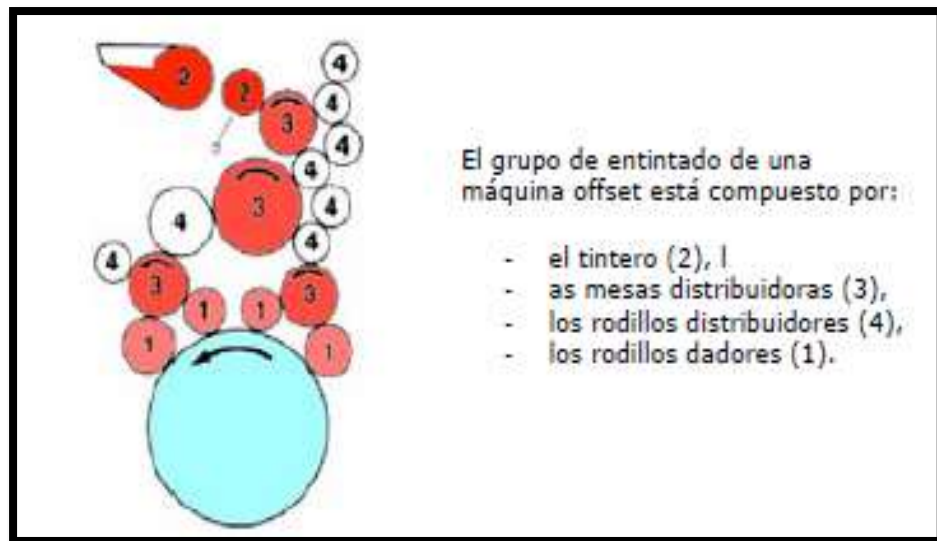


Fuente: Escuela de artes CADIZ. *Modelo de técnicas gráficas industriales*. p. 9.

1.1.2.1.4. Rodillos de forma

Los rodillos de forma tienen una función muy importante en la calidad de la impresión en el *offset*, ya que estos forma parte también de la batería de entintaje y son los encargados de la base de entintaje para la impresión del tiraje; entre menos rodillos de forma tenga la máquina *offset*, menor será la capacidad de esta de poder reproducir colores sólidos sin errores, tales como: disolvensias injustificadas, bajo color en los tonos, puntos inoportunos, todo esto dentro de la impresión en sólidos.

Figura 7. Rodillos dadores o de forma



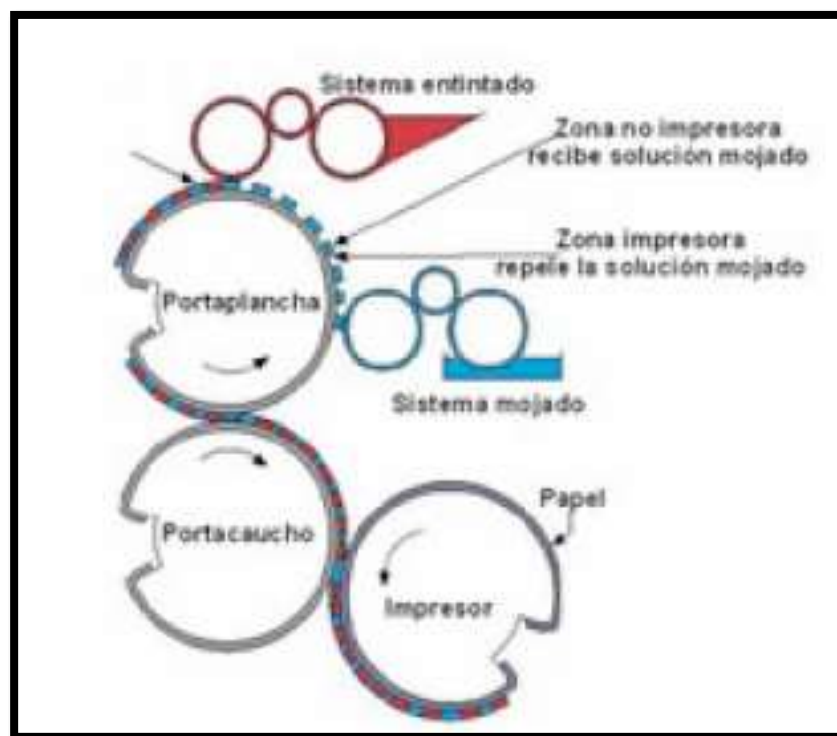
Fuente: TERRADAS, Steve. *Procesos en artes gráficas*. p. 14.

Los rodillos de forma tienen contacto directo con los rodillos de la batería de humectación, que a su vez llevan humedad a la placa metálica para una impresión eficaz.

1.1.2.1.5. Sistema de presión

En todas las máquinas hay tres tipos de cilindros: el portaplacas, el portacauchos o *blanket* y el de presión o impresor, excepto en casos especiales como el sistema caucho contra caucho. Cada fabricante tiene su propio sistema para la fabricación de los cilindros. A pesar de todo, el sistema general es el de recurrir a una pieza única de fundición de elevada resistencia.

Figura 8. Sistema de presión



Fuente: TERRADAS, Steve. *Procesos en artes gráficas*. p. 14.

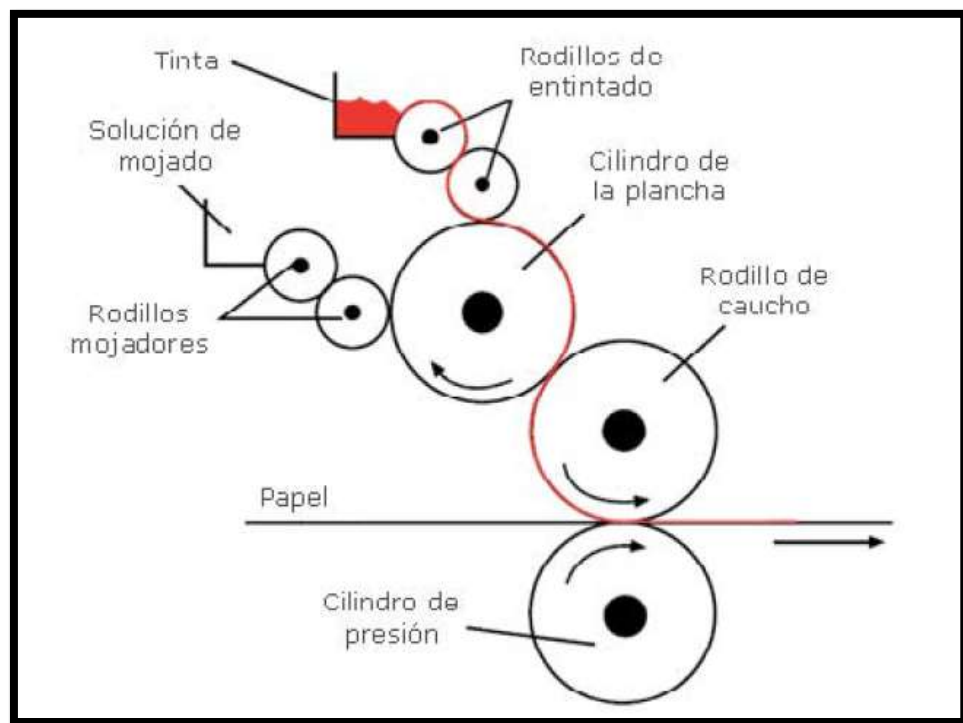
La fundición se realiza con una técnica especial y difícil, con el fin que el cilindro pueda resistir presiones y flexiones. La posición de los cilindros en la máquina permite durante el proceso de impresión, una buena visibilidad de la

placa y del caucho, así como un fácil acceso durante las operaciones de limpieza. El cilindro impresor va colocado detrás del cilindro portacaucho, en una posición que permite controlar fácilmente la entrada y la salida de pliegos.

Los diferentes tipos de cilindro son:

- Cilindro porta placa: sujeta la lámina o placa en su posición correcta, por medio de un sistema de mordazas o pinzas y recibe agua y tinta de los sistemas periféricos o baterías de rodillos.

Figura 9. **Cilindro portaplaca o de la plancha**

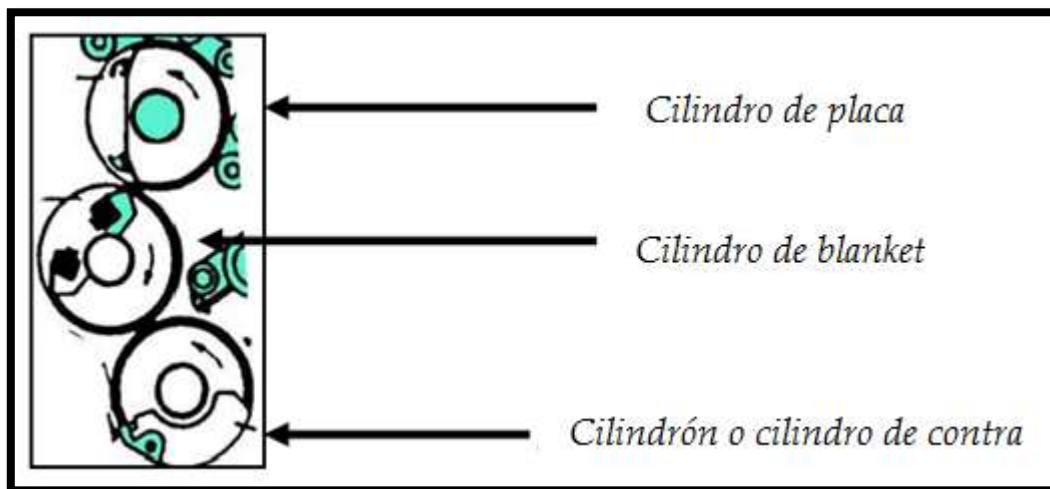


Fuente: Lecta group. *Formación técnica de impresión*. p. 10.

Por debajo de la placa se puede, de ser necesario, suplementar la forma con lo que se llama "suplemento de alzas" o "cama" (unas pocas hojas de acetato o papel que dan un ajuste fino a la presión con que la chapa trabaja sobre el cilindro de transferencia). Esta pieza es en la cual se sujeta la placa; esta contiene en sí el origen de las imágenes o textos que se van imprimir en el material, la placa sujeta al cilindro se entinta y esta a su vez entinta el *blanket*, el cual tendrá contacto con el material.

- Cilindro de *blanket*: también llamado rodillo de caucho. Sujeta la mantilla o *blanket* (pieza de tela recubierta de caucho sintético rectificado donde se imprime la tinta que hará contacto con el papel) en su posición correcta y recoge la tinta del área de imagen de la lámina y la transporta al papel o material a imprimir.

Figura 10. **Cilindro *blanket***



Fuente: RODRÍGUEZ, Philips. *Proceso básico impresión offset*. p. 42.

- Cilindrón: también llamado cilindro de contra o de presión. Este recibe el papel del sistema de alimentación y lo sitúa en contacto con el cilindro de *blanket*, ejerciendo una presión controlada para lograr que la tinta se transfiera del *blanket* al sustrato, correctamente. Finalmente este cilindro entrega el papel al sistema de salida (también sujeta al papel en su posición correcta).
- Cilindro de la numeradora: esta pieza trabaja por medio de la misma rotación de los rodillos, por cada rotación completa y el contacto del material impreso; este cilindro activa la numeradora, la cual lleva el conteo de las impresiones realizadas; esto le sirve al operador para saber la totalidad de material a imprimir y no confundirse, imprimiendo más o menos material.

Figura 11. **Cilindro de numeradora**

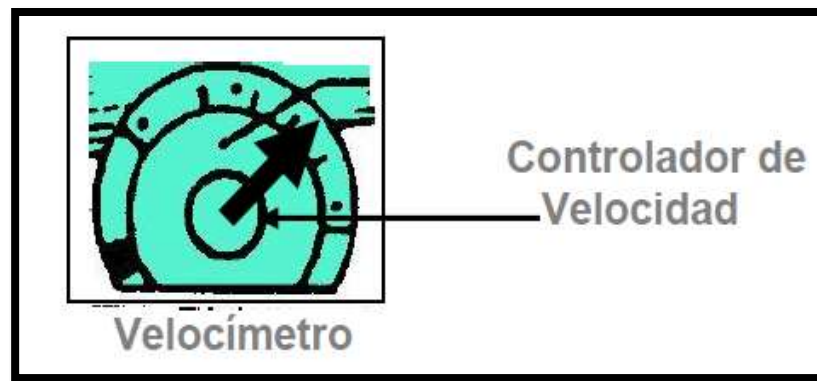


Fuente: RODRÍGUEZ, Philips. *Proceso básico impresión offset*. p. 43.

1.1.2.1.6. Velocímetro

Es el dispositivo que controla e indica la velocidad de impresión de la máquina; la velocidad varía según el tipo de máquina; esta puede oscilar desde 3 000 hojas por hora hasta la velocidad de 15 000 hojas por hora.

Figura 12. Velocímetro



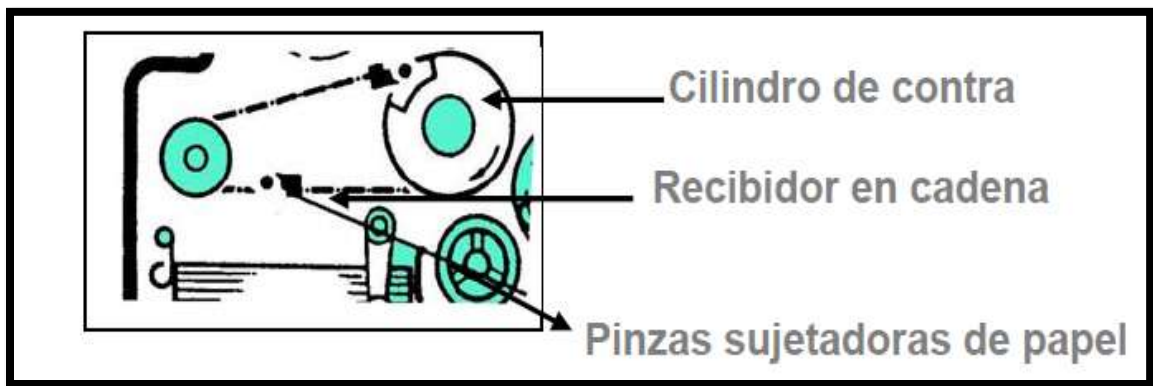
Fuente: RODRÍGUEZ, Philips. *Proceso básico impresión offset*. p. 44.

1.1.2.1.7. Recibidor de cadena

Está compuesto por una cadena con pinzas, la cual tiene una doble función; la primera consiste en tomar el papel impreso que viene del cilindro de *blanket* y el cilindro de contra con sus pinzas y depositarlo en su respectiva plataforma uno a uno, apilándolos nuevamente, es aquí donde el operador obtiene la muestra del pliego impreso, y verifica el resultado final de la impresión.

En esta unidad se encuentra también, el aspersor de polvo antirrepinte que se utiliza para que las hojas no queden pegadas entre sí.

Figura 13. **Recibidor de cadena**



Fuente: RODRÍGUEZ, Philips. *Proceso básico impresión offset*. p. 44.

1.1.2.1.8. Motor, sistema de tracción y engranajes

La función del motor radica en impulsar con su fuerza todos los mecanismos y engranajes de la máquina *offset*, desde la batería de entintaje y de humectación, los cilindros, cadena de recibidor, numeradora, entre otros; a su vez se tiene que el sistema de succión de las ventosas está compuesto por un compresor, que en algunas ocasiones funciona con el mismo motor.

En la mayoría de casos tiene una fuente de fuerza (motor) individual, para activar el sistema de succión de los succionadores.

El sistema de tracción y engranajes de la máquina lo forma un conjunto de motores y mecanismos que permiten el movimiento continuo y sincronizado de las unidades impresoras, así como del recibidor y alimentador de pliegos.

Los diferentes sistemas de tracción varían mucho en su diseño, pero la mayoría tienen las siguientes partes:

- Un motor eléctrico principal que proporciona la fuerza motriz para toda la máquina.
- Un motor eléctrico secundario que controla los arranques intermitentes, hacia delante o hacia atrás, que necesita efectuar la prensa impresora, durante las operaciones de lavado, montaje y mantenimiento.
- Una flecha de transmisión principal con sus respectivos engranes y diferenciales de velocidad, que transmite la fuerza motriz a la unidad impresora, al alimentador y al receptor de pliegos.
- Los engranes y sistema de tracción que mueven los diferentes cilindros y rodillos de cada unidad impresora.
- Una serie de servomotores que mueven la posición de los cilindros para alinear la placa con los pliegos que entran a la unidad impresora.

1.1.2.1.9. Compresor y bombas de vacío

El sistema de succión de las ventosas está compuesto por un compresor, que en algunas ocasiones funciona con el mismo motor, pero en la mayoría de casos tiene una fuente de fuerza (motor) individual, para activar el sistema de succión de los succionadores, que ayudan a aplicar fuerza neumática, en el manejo y transporte del papel.

1.1.2.1.10. Sistema de enfriamiento (Baldwin)

El sistema de enfriamiento y humectación consta de una caja auxiliar de solución de humectación compuesta por alcohol isopropílico, una solución refrigerante y emulsificante conocida como *combifix*, y el resto de agua. Esta solución se dosifica por medio de bombas, enfriando la máquina y dando a la placa impresora las propiedades respectivas para realizar la emulsión y la impresión.

Figura 14. Sistema de enfriamiento Baldwin



Fuente: Exapro. <http://www.exapro.biz.tr/bes-renkli-ofset-heidelberg-sm-52-5p3-1996-p30129048/>. Consulta: el 2 de junio 2014.

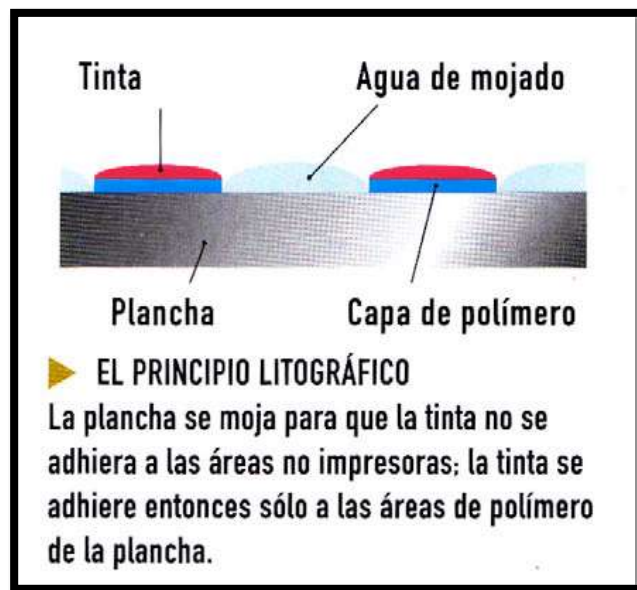
1.1.3. El principio litográfico

En la impresión litográfica, las áreas impresas y no impresas se diferencian por sus características químicas, que hace que mantengan o rechacen las tintas

grasas o el agua: en una plancha litográfica moderna, las áreas impresoras están hechas de un polímero y las no impresoras de aluminio (tradicionalmente piedra caliza). Las primeras son oleófilas, es decir atraen la tinta, que es grasa, mientras que las áreas no impresoras son oleófobas, es decir, rechazan la tinta.

La impresión litográfica trabaja de forma diferente a la impresión en relieve, en la que las áreas impresoras y no impresoras de la imagen están separadas unas de otras por diferencias de relieve en su superficie.

Figura 15. **Principio litográfico**



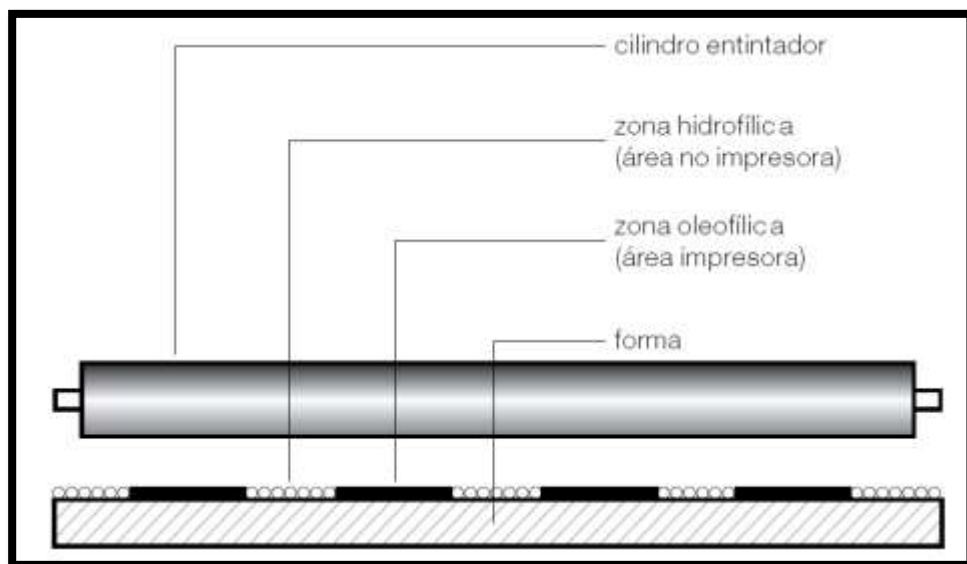
Fuente: Escuela de artes CÁDIZ. *Modelo de técnicas gráficas industriales*. p. 2.

Las zonas de impresión son los lugares donde ha quedado esta emulsión tras someter la plancha al revelado, en un proceso similar al positivado fotográfico, en el que el negativo sería el fotolito y el papel la plancha. Las zonas

de no impresión son las partes de la plancha sin emulsión que retienen el agua de humectación que impide el entintado.

En el *offset* húmedo, el agua se utiliza para que la tinta no se adhiera a las áreas no impresoras de la plancha. Por eso se dice también que las áreas no impresoras son hidrófilas (atraen el agua) y las áreas impresoras son hidrófobas (rechazan el agua). En el *offset* seco (sin agua), en cambio, las áreas no impresoras están recubiertas con una silicona oleófoba que rechaza las tintas grasas de la impresión.

Figura 16. **Offset húmedo**



Fuente: Artículo. *El sistema de impresión offset*. p. 1.

Las tintas utilizadas en este sistema son de composición grasosa. Se hace que la zona en la que no se desea que haya impronta sea receptiva al agua (hidrofílica) para que el agua allí ubicada impida la sujeción de la tinta.

1.1.3.1. **Offset digital**

Estos sistemas ofrecen ventajas frente a los sistemas tradicionales, tales como la posibilidad de tiradas muy cortas y entregas rápidas. La calidad de impresión de estos sistemas está cada vez más cercana a los de impresión tradicional, lo que ha llevado a su expansión.

La diferencia fundamental con los sistemas tradicionales es que el fichero digital que contiene lo que se quiere imprimir se envía directamente a la máquina de impresión, sin necesidad de fabricar una forma impresora. Por tanto, se produce un ahorro en los costes de preparación, que son fijos en cualquier proceso de impresión; los costes por página no se ven afectados por la cantidad que se vaya a imprimir.

Existen diferentes tipos de máquinas digitales en el mercado. *Ink-jet*, de transferencia térmica, de *toner*, y las de creación directa de imagen.

Un caso especial es el llamado *offset* digital, término un tanto controvertido: hay autores que llaman *offset* digital, exclusivamente, a una prensa de *offset* que tiene la particularidad de tener un sistema de *Computer to plate* (CTP); en español se traduce como "Directo a placa" o "Directo a plancha"; integrado sobre cada uno de los cuerpos de impresión. De forma que la máquina de impresión, para cada trabajo, carga automáticamente una plancha convencional virgen sobre el cilindro portaplanchas. Una vez ahí colocada, el CTP graba la imagen sobre ella. Las planchas no son reutilizables: tras la impresión del trabajo se desecha manualmente la plancha.

Por lo demás, es exactamente igual que cualquier prensa *offset*, usando las mismas tintas, cauchos, etc.

Todo esto también es conocido como *Direct imaging* (DI), y un ejemplo de esta tecnología es la que comercializa la firma Presstek.

1.1.3.2. Ahorro eficiente de consumo de agua de enfriamiento y humectación

Uso de sistemas de impresión *offset* sin agua:

Se trata de un proceso en fase de desarrollo aplicable al sistema de impresión *offset* que elimina el sistema de humectación o solución de remojo.

Los beneficios ambientales que se obtienen con la implantación de esta alternativa consisten, por una parte, en la eliminación de la solución de remojo con todos los productos que la integran (ácidos, bactericidas, fungicidas, IPA, etc.); por lo tanto, de la corriente residual generada por su agotamiento, y por otra parte, en la eliminación de las emisiones de COV.

La ausencia de agua en este sistema propicia una minimización de las maculaduras originadas en la obtención del balance agua tinta en sistemas convencionales. También genera un color más brillante y consistente, y que se mantiene estable durante todo el tiraje. Además, el inicio de la impresión es más rápido y por lo tanto se reduce el tiempo de preparación del proceso industrial.

Minimización del consumo de la solución de remojo en las máquinas *offset*: generalmente, la solución de remojo utilizada durante el proceso de impresión *offset* va recirculando hasta que llega a un nivel de deterioro que hace falta cambiarla, pues perjudica visiblemente la calidad del impreso.

El motivo del deterioro de la solución de remojo es la contaminación por los restos de papel y tinta que se depositan en ella en el transcurso de la impresión, los cuales modifican los niveles de conductividad hasta hacer necesario su cambio.

Actualmente existen unos filtros especialmente diseñados para mejorar el tratamiento de la solución, que si se utilizan evitan el cambio frecuente de la solución de remojo, de forma que alargan su vida útil y minimizan la cantidad de residuo líquido generado. Con este filtraje se consigue una disminución de las incrustaciones en la maquinaria y por tanto, una reducción del mantenimiento relacionado con la limpieza de los tanques y conductos afines.

El correcto filtraje de la solución de remojo también mejora la estabilidad de la conductividad, elimina la formación de manchas y reduce el engrase de la plancha de impresión.

Para disfrutar de estas ventajas hay que acompañar la implantación de los filtros con ciertas condiciones de trabajo. Una temperatura adecuada de la solución y un cambio periódico que permita óptimas condiciones de trabajo pueden suponer un ahorro de un 50 % del volumen de solución de remojo empleado y, por lo tanto, idéntica reducción de la cantidad de tratamiento de aguas residuales.

La instalación de este sistema de filtraje es muy recomendable y se trata simplemente de un filtro de cartucho que se pone en el aparato de refrigeración en la entrada de la solución recirculada.

Eliminación del alcohol isopropílico en la solución de remojo: existen en el mercado algunas tecnologías que contribuyen a conseguir las propiedades necesarias para la impresión offset sin alcohol, como las que se describen a continuación:

- Sistema de remojo de nueva generación: mediante un sistema de remojo automático de la solución se consigue que se mantenga constantemente una fina película de agua sobre la superficie de la plancha. Esta fina película, necesaria para disfrutar de una calidad constante durante la impresión, se obtiene a través de la presión ejercida entre dos rodillos (mojador y distribuidor), que son a la vez, lipófilos e hidrófilos. Entre ellos crean una emulsión agua tinta que se distribuye del rodillo mojador a la superficie de la plancha, donde su capacidad natural de seleccionar determina que se tome agua o tinta.
- El propio rodillo mojador recoge el sobrante y lo devuelve al depósito de remojo formado en la línea de contacto entre el rodillo mojador y el distribuidor. Un rodillo oscilador se encarga de ajustar la distribución agua tinta que regula la unidad de entintado en función de la imagen. Los rodillos tienen unas características de dureza y acabado determinados de tal forma que permite asegurar de forma precisa, uniforme y constante la presencia de emulsión agua-tinta sobre la plancha.

1.2. Mantenimiento productivo total (TPM)

Filosofía japonesa destinada a incrementar la eficiencia de producción y aumentar la vida útil de los equipos utilizados.

1.2.1. Definiciones

El TPM es una filosofía de vida que se implementó originalmente en las empresas japonesas para afrontar la recesión económica que se estaba desarrollando en la década de los 70 y la competencia que se avecinaba de occidente. El TPM busca agrupar a toda la cadena productiva con miras a cumplir objetivos específicos y cuantificables. Uno de los objetivos que se busca cumplir en el TPM es la reducción de las pérdidas, para incrementar la productividad.

Existen varias definiciones asociadas estrechamente al mantenimiento productivo total como lo son:

- Efectividad global de los equipos: la eficiencia global del equipo productivo es un índice importante durante la implantación y desarrollo del programa TPM, permite definir los módulos o áreas críticas dentro del proceso, sobre todo cuando se inicia un proceso piloto de TPM, identificando cuantitativamente el estado global del sistema productivo. Por medio de sus índices se pueden orientar y priorizar los tipos de acciones o pilas TPM a implantar en las máquinas para reducir los tipos de pérdidas que se presentan, ya sea en calidad, rendimiento o disponibilidad y permite visualizar cómo están incidiendo los programas y acciones de mejora en el proceso productivo.
- Calidad: ocurre cuando un producto sea adecuado para su uso. Así la calidad consiste en ausencia de deficiencias y de aquellas características que satisfacen al cliente. En términos menos formales se puede decir que la calidad la define el cliente; es el juicio que este tiene sobre un producto o servicio y resulta por lo general en la aprobación o rechazo del producto. Un

cliente queda satisfecho si se le ofrece todo lo que él esperaba encontrar. Así la calidad es ante todo la satisfacción del cliente.

- **Producción:** es la actividad que transforma determinados bienes en otros que poseen una utilidad mayor. Es todo proceso a través del cual un objeto, ya sea natural o con algún grado de elaboración, se transforma en un producto útil para el consumo o para iniciar otro proceso productivo.
- **Productividad:** de manera simple, productividad se refiere a realizar más trabajo de manera más rápida, teniendo en cuenta que se debe reducir el porcentaje de productos defectuosos y deficientes mediante cambios en el sistema: mejorar la capacitación, estandarizar las operaciones, modificar máquinas y procesos, entre otros.
- **Disponibilidad:** el factor de disponibilidad de un equipo o sistema es una medida que indica cuánto tiempo está ese equipo o sistema operativo respecto de la duración total durante la que se hubiese deseado que funcionase. Típicamente se expresa en porcentaje. La disponibilidad se mide (o se obtiene por cálculo y deducción matemática) a partir de la confiabilidad y de la mantenibilidad.
- **Confiabilidad:** puede ser definida como la “confianza” que se tiene de que un componente, equipo o sistema desempeñe su función básica, durante un periodo de tiempo preestablecido, bajo condiciones estándares de operación. La confiabilidad se mide a partir del número y la duración de las fallas (tiempos útiles, reparaciones, tareas proactivas, entre otros).
- **Mantenibilidad:** se define como la expectativa que se tiene de que un equipo o sistema pueda ser colocado en condiciones de operación dentro de un

periodo de tiempo establecido, cuando la acción de mantenimiento es ejecutada de acuerdo con procedimientos prescritos. La mantenibilidad se cuantifica a partir de la cantidad y de la duración de las reparaciones (o mantenimientos planeados).

1.2.2. Objetivos estratégicos del TPM

Los objetivos del TPM son:

- Reducir el delay para poner al equipo en operación.
- Mejorar la disponibilidad, incrementando la fracción de tiempo productivo.
- Incrementar la vida de los equipos.
- Incluir a los usuarios de los equipos en su mantención, con el apoyo de los especialistas adecuados.
- Hacer uso balanceado e intensivo de la mantención predictiva y preventiva.
- Mejorar la mantenibilidad de los equipos.

A nivel operativo el TPM logra que:

- Cada operador sea responsable por su(s) máquina(s), y realice tareas de mantención básicas tales como limpiar, lubricar, inspeccionar visualmente, reportar si observa anomalías.

- Formar pequeños grupos de trabajo para discutir problemas de sugerir mejoras y lograr una visión común del conjunto mantención empresa.

Sus características básicas son:

- Postula la maximización de la efectividad del equipo.
- Establece un sistema de mantención programada que cubre el total de la vida útil del equipo.
- Cubre todos los departamentos involucrados.

Estas características se pueden resumir en un plan de mantención ideado y realizado por todos los trabajadores organizados en pequeños grupos, reestructurándolo periódicamente.

El TPM también puede ser caracterizado por el tipo de actividad que promueve:

- Mantención autónoma.
- Mantención preventiva y predictiva.
- Mejoramiento de equipos.

1.2.3. Actividades esenciales para realizar TPM

Hay cinco actividades de un total de doce que se pueden identificar, que son fundamentales para el programa tenga éxito. El programa debe ser

implementado teniendo muy en cuenta las características de la industria, el método de producción, el estado del equipo y los problemas que son más habituales. Estas actividades son:

- Mejorar la efectividad de cada equipo. Seleccionar un equipo o familia de equipos y formar un grupo de tarea para hacer análisis de su funcionamiento y llevar a cabo la eliminación de las seis grandes pérdidas, logrando con ello el mejoramiento de su efectividad.
- Implantar el mantenimiento autónomo de los operadores. Promover que se realicen trabajos de mantención por parte de pequeños grupos de terreno.
- Implantar un buen sistema de administración de mantenimiento que tenga bajo control todas las funciones como planificación, programación, abastecimiento de repuestos, herramientas, manuales de taller, entre otros, y que establezca trabajos periódicos de mantención preventiva o sintomática.
- Definir e implementar programas de capacitación para mejorar los conocimientos y destrezas de operadores y personal de mantenimiento.
- Establecer un sistema para diseñar y producir equipos o componentes que permita llevar a la práctica las mejoras que se propongan en confiabilidad, mantenibilidad y ciclo económico de vida.

En este aspecto hay que hacer mucho énfasis, recordando que son las condiciones de diseño las que tienen mayor importancia en la disponibilidad.

1.2.4. Las seis grandes pérdidas del sistema productivo

Las principales causas que no permiten llegar a maximizar la eficiencia global del equipo productivo se han clasificado en seis grandes grupos y se conocen como las seis grandes pérdidas dentro del concepto TPM, siendo su meta minimizar cada una de ellas.

1.2.4.1. Pérdidas por averías

Una avería constituye la pérdida de función de un elemento, componente o equipo; tal pérdida puede ser total o parcial. Según la función que afecta pueden existir tres clases:

- Averías críticas o mayores: afecta las funciones consideradas como mayores o principales.
- Avería parcial: afecta algunas funciones pero no todas.
- Avería reducida: afecta al elemento sin que pierda su función principal y secundaria.

Tal clasificación es de ayuda al efectuar un análisis de averías, permite distinguir las prioritarias con el fin de conseguir una mejora significativa del equipo. Un análisis de Pareto es de mucha utilidad en estos estudios de diagnóstico.

Las pérdidas por averías provocan tiempos muertos del proceso por paro total debido a problemas en el funcionamiento, lo que conlleva a una clasificación sobre cómo puedan presentarse a través del tiempo.

Clasificación a través del tiempo:

- Averías crónicas: afecta al equipo en forma sistemática o permanece por largo tiempo, y puede ser crítica, parcial o reducida.
- Averías esporádicas: afectan al equipo de manera aleatoria y pueden ser parciales o reducidas.
- Avería transitoria: afecta durante un tiempo limitado al equipo; a veces no es necesario llevar una acción de mejora.

Tabla I. **Clasificación de las averías**

CLASIFICACIÓN DE LAS AVERÍAS		
Clase de pérdida	Característica	Técnica de análisis
Crónicas (crítica, parcial o reducida)	Problemas ocultos	-Diagrama causa- efecto (Ishikawa). -Análisis modal de fallos y efectos (AMFE). -Diagramas de Pareto. -Análisis de correlación. causa-efecto entre variables.
	Soluciones complicadas y a largo plazo	
	Causas y efectos difíciles de relacionar	
	Problemas latentes no resueltos	
	Ocurrencia frecuentes y periódicas	
Esporádicas (parcial o reducida)	Causa única	
	Resulta de una causa simple	
	Produce desviaciones en el proceso	
	Poco frecuente su ocurrencia	
	Identificación fácil de la causa	

Fuente: COFIÑO, Allan. *Análisis y aplicación del programa TPM*. p. 21.

1.2.4.2. Pérdidas causadas por preparaciones y ajustes

El tema de esta pérdida tiene que ver con el tiempo empleado en la preparación o cambio de herramientas y los cambios que deben hacerse en las máquinas para empezar una producción de un nuevo producto. Así que el objetivo es minimizar este tiempo invertido en la preparación, y es aquí donde están las denominadas técnicas SMED (*Single minute exchange die*), cuyo objetivo es la ejecución de la preparación completa, por lo que se refiere al tiempo en el que el equipo permanece parado en un tiempo inferior a 10 minutos.

Las operaciones de preparación se realizan bajo dos aspectos en el momento de realizar una nueva producción que suponen un conjunto de operaciones a máquina parada (MP), con otras que se realizan fuera de las mismas y que son llevadas a máquina en marcha (MM). El objetivo es el tiempo de reducción (*lead time*) a máquina parada donde se realizan; se tienen en cuenta las operaciones de preparación, montaje y ajuste.

Existen tres tipos de acciones en el que el sistema SMED actúa:

- Reducir los tiempos de las operaciones de preparación, haciendo énfasis en las que se realizan a MP.
- Minimizar la cantidad de operaciones a MP y convertir un buen porcentaje de estas en operaciones MM.
- Hacer de forma simultánea operaciones no necesariamente secuenciales. El método consiste en dividir la preparación en operaciones externas (MM)

y operaciones internas (MP), convirtiendo en lo posible operaciones internas en externas.

1.2.4.3. Pérdida por funcionamiento a velocidad reducida

El concepto que se maneja en esta pérdida tiene que ver con la diferencia en velocidad de operación a la que fue diseñada la máquina contra la velocidad real de operación, en el que la máquina elabora productos no defectuosos; en muchas ocasiones al operar maquinaria al top de su velocidad dada por especificación de fabricante, esta presenta problemas de calidad en los productos, así que es importante hacer un análisis para lograr definir un estándar de velocidad máxima que permita minimizar las deficiencias y producir productos sin problemas en la calidad.

Tabla II. **Mejora en procesos para caídas de velocidad**

ETAPAS EN LA MEJORA DE PROCESOS PARA CAÍDAS DE VELOCIDAD
• Determinar los factores que condicionan el nivel de velocidad (estudio de procesos que requiere mayor velocidad por presentar un “cuello de botella”, así como la tasa de defectos relacionados con la velocidad).
• Historial de eventos que afectan la velocidad.
• Establecer la diferencia en velocidad entre el nivel actual de operación y las especificaciones del equipo.
• Análisis y establecimiento de nuevos estándares de operación que corrijan deficiencias (precisión /calidad) y mejoren la velocidad.
• Realización de ciclos de prueba bajo el nuevo estándar.
• Hacer ajustes pertinentes, confirmar y puesta en marcha.
• Realizar seguimiento.

Fuente: COFIÑO, Allan. *Análisis y aplicación del programa TPM*. p. 23.

1.2.4.4. Pérdidas por tiempo de ciclo en vacío y paradas cortas

En este tipo de pérdida está asociado el término MTBF (tiempo medio entre fallos o *mean time between failures*); con él se establece la medida de la incidencia de las paradas cortas en el proceso productivo y permite establecer objetivos con los que se lograría minimizar el efecto de este tipo de paradas.

El concepto de pérdida que se maneja se refiere a los periodos de funcionamiento en vacío (sin producción debido a un problema temporal) y en las paradas cortas, y es de vital importancia tenerlas presente sobre todo en un producción automatizada.

Las paradas breves pueden atacarse en primera instancia a través del pilar del mantenimiento autónomo al que se menciona más adelante; y pueden ser el resultado de los problemas y causas que se mencionan a continuación:

Tabla III. Problemas de paradas breves

Relación con el transporte del material	Relación con las operaciones de producción y montaje	Relación con el control de las operaciones y los sistemas de detección
<ul style="list-style-type: none">• Atascamientos• Enganches	<ul style="list-style-type: none">• Deformación y falta de precisión en las medidas de las piezas.• Errores de fijación y ajustes antes de iniciar la operación.	<ul style="list-style-type: none">• Posición de los sensores.• Sensibilidad de los sistemas de detección.

Continuación de la tabla III.

<ul style="list-style-type: none"> • Caída de material • Mezclado de piezas • Alimentación inadecuada (lenta, insuficiente y excesiva) • Defectos dimensionales de las piezas • Problemas en el sistema de alimentación (defectos de perfil, suciedad, etc...) 	<ul style="list-style-type: none"> • Problemas con el <i>timing</i> de las operaciones. • Realización defectuosa del montaje. 	<ul style="list-style-type: none"> • Utilización incorrecta del equipo de detección.
---	---	---

Fuente: COFIÑO, Allan. *Análisis y aplicación del programa TPM*. p. 24.

Para atacar esta pérdida de las paradas breves hay dos elementos esenciales que permiten establecer una metodología que se apropie al contexto del equipo productivo:

- Que constituye una parada breve a resolver y establecer las características que la definen; se refiere al hecho de distinguirlas de otras pérdidas como por ejemplo las averías; para tal caso no se consideran paradas breves:
 - El tiempo que una máquina trabaja en vacío después de finalizar un producto.

- No lo son tiempos de vacío de operaciones anteriores.
 - Los tiempos de preparación.
 - Controles de rutina de calidad.
 - Cambios de turno y tiempos de descanso.
- Establecer una medida de la incidencia de las paradas breves (MTBF); esto permite evaluar las paradas y fijar un punto de partida para orientar las acciones de mejora conducentes al mejoramiento de la capacidad real del proceso.

1.2.4.5. Pérdidas por defectos de calidad

Esta pérdida está asociada a los defectos de la calidad y está relacionada con el programa de la gestión de la calidad total (TQM) que junto con las estrategias del TPM actúan sobre el sistema productivo, aumentando la calidad y la eficiencia del sistema productivo.

1.2.4.6. Pérdidas por puesta en marcha del equipo

Se presenta en la puesta en marcha y arranque de una máquina, cuyo efecto es la baja capacidad o velocidad; esta es una pérdida de rendimiento y deben efectuarse procedimientos de arranque vertical (arranque de inmediato y libre de dificultades).

Se deben priorizar los arranques sin obstáculos (falta de material, insumos, personal, entre otros).

Tabla IV. **Efectos de pérdidas productivas**

EFFECTOS DE LAS PÉRDIDAS SOBRE LA EFICIENCIA GLOBAL DEL EQUIPO						
Efecto	Tiempos muertos y vacío		Disminución de velocidad del proceso		Productos y procesos defectuosos	
Pérdida	Averías	Preparación y ajustes	Velocidad reducida	Ciclo en vacío y paradas cortas	Defectos de calidad	Puesta en marcha
Objetivo	Eliminar	Reducir	Anular	Eliminar	Eliminar	Minimizar

Fuente: COFIÑO, Allan. *Análisis y aplicación del programa TPM*. p. 26.

1.2.5. Mejoras enfocadas

Las mejoras enfocada son actividades que se desarrollan individualmente o con la intervención de las diferentes áreas comprometidas en el proceso productivo, con el objeto maximizar la efectividad global de equipos, procesos y plantas; todo esto a través de un trabajo organizado individualmente o en equipos interfuncionales, empleando metodología específica y concentrando su atención en la eliminación de los despilfarros que se presentan en las plantas industriales.

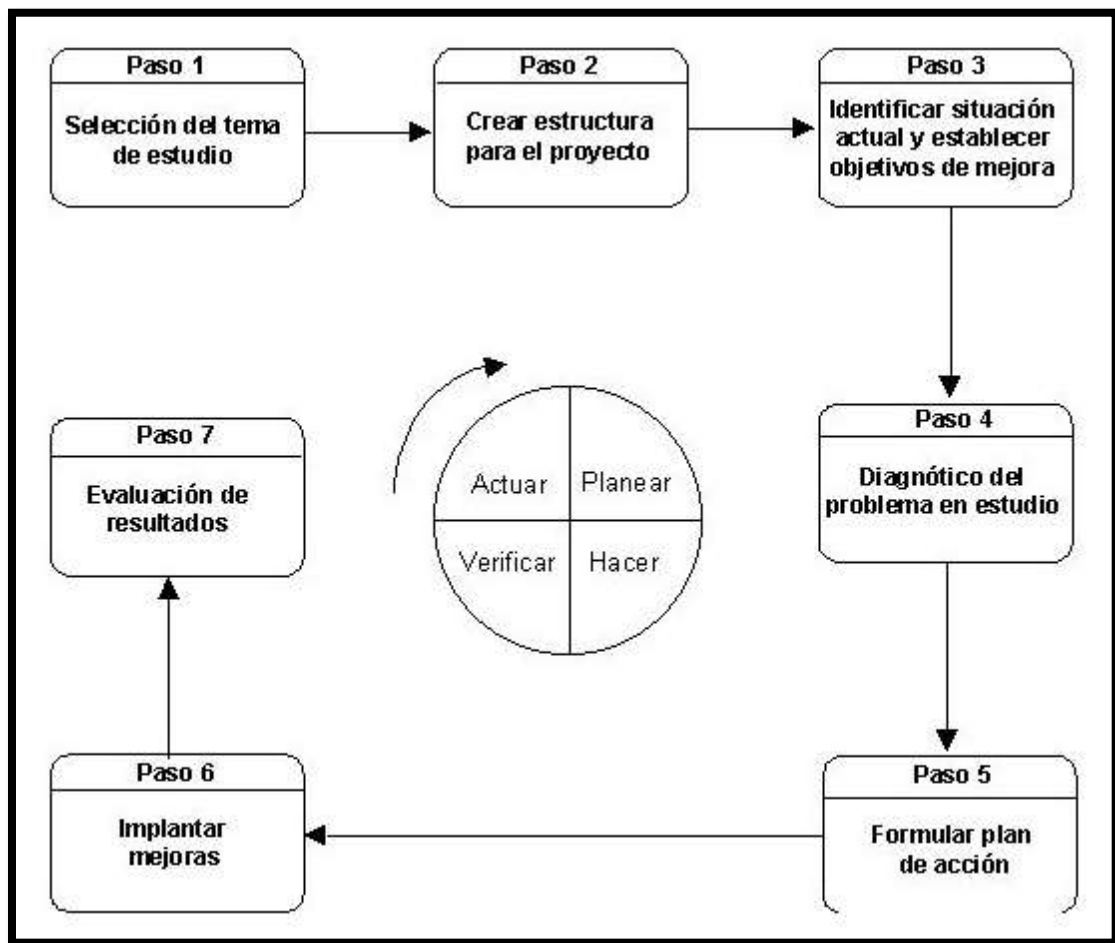
Se trata de desarrollar el proceso de mejora continua similar al existente en los procesos de control total de calidad, aplicando procedimientos y técnicas de mantenimiento.

Las técnicas TPM ayudan a eliminar dramáticamente las averías de los equipos. El procedimiento seguido para realizar acciones de mejoras enfocadas

sigue los pasos del conocido ciclo Deming PHVA (planificar-hacer-verificar-actuar).

El desarrollo de las actividades *Kobetsu Kaizen* se realizan a través de los pasos mostrados en la siguiente figura:

Figura 17. **Ciclo Deming (mejoras enfocadas)**



Fuente: Construsur. <http://www.construsur.com.ar/News-sid-18-file-article-pageid-3.html>

Consulta: 15 de mayo de 2014.

1.2.6. Mantenimiento autónomo (*Hishu Hozen*)

Este pilar es una importante base en la esencia del TPM, ya que involucra al operario de producción en el logro de la meta de “cero averías” y en la filosofía básica: “que la persona que opera con un equipo productivo se ocupe de su mantenimiento”.

El mantenimiento autónomo es llevado a cabo por una serie de actividades diarias por parte de los trabajadores en sus equipos respectivos, que incluye la inspección, lubricación, limpieza, intervenciones menores, cambio de herramientas y componentes, estudiando posibles causas, analizando y solucionando posibles problemas que se presenten en el equipo, para mantenerlo en las condiciones óptimas de funcionamiento.

Este pilar o proceso fundamental está basado sobre el principio de las 5S (*Gemba – Kaizen*) que son cinco aspectos básicos para el desarrollo de las actividades de los procesos de producción y del mantenimiento, con la máxima eficacia y rapidez.

Tabla V. **Objetivos del mantenimiento autónomo**

OBJETIVOS FUNDAMENTALES DEL MANTENIMIENTO AUTÓNOMO
<ul style="list-style-type: none">• Crear habilidades para el análisis de problemas.• Emplear el equipo de producción como medio para el aprendizaje.• Mantener las condiciones necesarias para que el equipo funcione sin averías.• Mejorar la seguridad en el trabajo.• Crear un sentido de pertenencia y responsabilidad del trabajador.

Fuente: COFIÑO, Allan. *Análisis y aplicación del programa TPM*. p. 32.

Tabla VI. **Etapas del mantenimiento autónomo**

ETAPAS DEL MANTENIMIENTO AUTÓNOMO			
Etapas	Nombre	Gemba Kaizen (5S)	Actividades a realizar
0	Preparación		Establecer objetivos, entrenamiento y preparación de documentos.
1	Limpieza e inspección	Seiri, Seiton y Seise	Eliminación de suciedad, escapes, polvo, etc...
2	Acciones correctivas para eliminar las causas que producen deterioro en los equipos	Actividad Kaizen	Evitar que nuevamente se ensucie el equipo, facilitar su inspección al mejorar el acceso a los sitios que requieren limpieza y control.
3	Preparación de estándares experimentales de inspección autónoma	Seiketsu y Shitsue, actividad Kaizen	Se diseña y aplican estándares provisionales para mantener los procesos de limpieza, lubricación y apriete.
4	Inspección general	Ciclo Deming	Entrenamiento para la inspección con manuales de procedimiento, eliminación de averías y mayor conocimiento del equipo por medio de la inspección.
5	Inspección autónoma	Ciclo Kaizen	Formulación e implantación de procedimientos de control autónomo.
6	Estandarización y proceso de asegurar la calidad	Hoshin Kanri y/o dirección por políticas	Estandarización de los elementos a ser controlados (registros de datos, controles a herramientas, moldes, medidas de producto, patrones de calidad, etc...)
7	Control autónomo pleno del área de trabajo	Acciones Kaizen	Aplicación de políticas establecidas por la dirección de la empresa. Empleo de tableros de gestión visual, tablas MTBF y tableros Kaizen.

Fuente: COFIÑO, Allan. *Análisis y aplicación del programa TPM*. p. 33.

1.2.7. Mantenimiento planificado (*Keikaku Hozen*)

El mantenimiento progresivo es uno de los pilares más importantes en la búsqueda de beneficios en una organización industrial. El JIPM le ha dado a este pilar el nombre de "mantenimiento planificado". Algunas empresas utilizan el nombre de mantenimiento preventivo o mantenimiento programado.

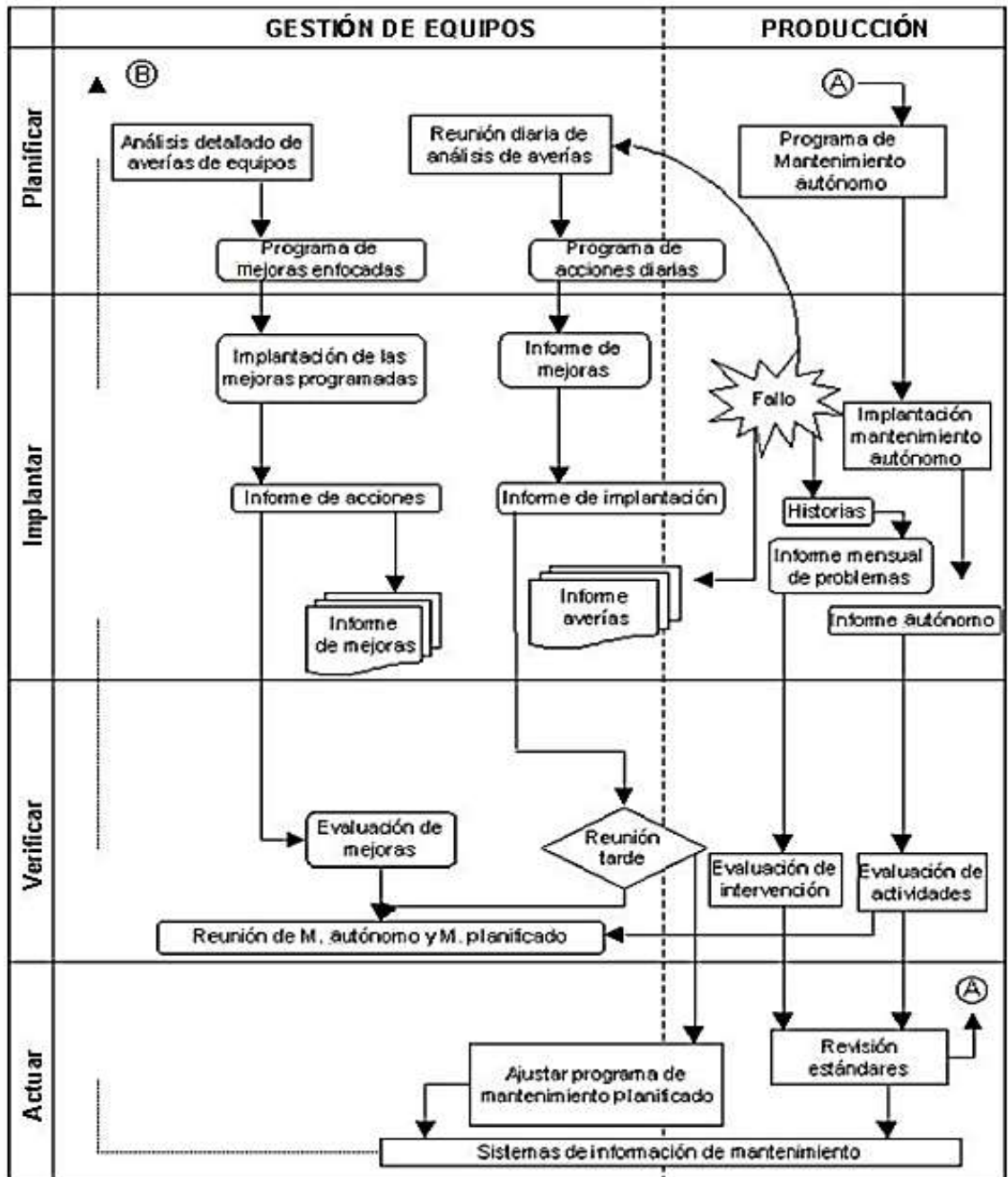
En las operaciones de mantenimiento, el mantenimiento preventivo es el destinado a la conservación de equipos o instalaciones mediante la revisión y reparación que garanticen su buen funcionamiento y fiabilidad. El mantenimiento preventivo se realiza en equipos en condiciones de funcionamiento, por oposición al mantenimiento correctivo que repara o pone en condiciones de funcionamiento aquellos que dejaron de funcionar o están dañados.

El primer objetivo del mantenimiento es evitar o mitigar las consecuencias de los fallos del equipo, logrando prevenir las incidencias antes de que estas ocurran. Las tareas de mantenimiento preventivo incluyen acciones como cambio de piezas desgastadas, cambios de aceites y lubricantes, entre otros.

El mantenimiento preventivo debe evitar los fallos en el equipo antes de que estos ocurran.

Algunos de los métodos más habituales para determinar qué procesos de mantenimiento preventivo deben llevarse a cabo son las recomendaciones de los fabricantes, la legislación vigente, las recomendaciones de expertos y las acciones llevadas a cabo sobre activos similares.

Figura 18. Relación entre las acciones de mantenimiento y producción para prevenir averías



Fuente: Cero averías. www.ceroaverias.com. Consulta: en 20 de mayo de 2014.

1.2.8. Mantenimiento de calidad

Mantenimiento de calidad es conocido en Japón con el nombre *Hinshitsu Hozen*. La palabra *Hinshitsu Kanri* es muy conocida en la industria japonesa, ya que significa "control de calidad".

Es una estrategia de mantenimiento que tiene como propósito establecer las condiciones del equipo en un punto donde el "cero defectos" es factible. Las acciones del MC buscan verificar y medir las condiciones "cero defectos" regularmente, con el objeto de facilitar la operación de los equipos en la situación donde no se generen defectos de calidad.

Los principios en que se fundamenta el mantenimiento de calidad son:

- Clasificación de los defectos e identificación de las circunstancias en que se presentan, frecuencia y efectos.
- Realizar un análisis de mantenimiento preventivo para identificar los factores del equipo que generan los defectos de calidad.
- Establecer valores estándar para las características de los factores del equipo y valorar los resultados a través de un proceso de medición.
- Establecer un sistema de inspección periódico de las características críticas.
- Preparar matrices de mantenimiento y valorar periódicamente los estándares.

1.2.9. Las 5S

El TPM utiliza las 5S como estrategia dentro de sus pilares fundamentales como medio para obtener los objetivos esenciales al construir un sistema, alcanzando un nivel alto de productividad y a la vez forjar una cultura de trabajo, un ambiente seguro y sitios de trabajo donde la participación es posible por parte del trabajador.

Las 5S dentro del contexto del *Gemba Kaizen* forma parte de tres pilares, cuyo objetivo es el mejoramiento continuo; estos son: la estandarización, las 5S y la eliminación de la muda; que son primordiales en la implantación y puesta en marcha de los procesos fundamentales del TPM.

Los cinco pasos del *housekeeping* son los siguientes:

- Seiri (separar): se clasifica lo necesario y lo innecesario, erradicando este último del sitio de trabajo; esto ayuda a eliminar todo aquello que induce al desorden, elementos innecesarios generadores de riesgos y elementos existentes en cantidades superiores a las necesarias. Se aplica el método de las tarjetas rojas para identificar los elementos innecesarios, así se logra que todo elemento identificado sea retirado del sitio de trabajo y llega a hacer un diagnóstico que indique las deficiencias que se presentan; paso siguiente se aplican los correctivos y el mejoramiento respectivo del sistema.
- Seiton (ordenar): cumplido el seiri los elementos que no fueron descartados y que son esenciales para el proceso deben ser clasificados por uso y disponerlos de forma tal que se facilite su búsqueda; a los elementos se les asignará un sitio, una descripción y un código. Esta práctica ayuda a

ordenar el lugar de trabajo y a ubicar de manera efectiva los elementos utilizados por los operarios.

- Seiso (limpiar): significa limpiar el sitio de trabajo, lo cual incluye a las máquinas y herramientas, los procesos de limpieza por parte de los operarios permite descubrir defectos ocultos y tomar entonces acciones correctivas. Limpiar genera un ambiente seguro y crea disciplina y respeto por los estándares internos.
- Seiketsu (estandarización): continuar los procesos de seire, seiton y seiso en forma continua y todos los días; se deben diseñar e implementar procedimientos que aseguren la realización de las 3 primeras “S”.
- Shitsuke (autodisciplina): las personas adquieren a través de las “5S” autodisciplina; se crea un hábito y a la vez una filosofía en el trabajo diario; en esencia es seguir lo que se ha acordado y en el cumplimiento de las normas de cada una de las etapas de las “S”; la Gerencia debe establecer estándares para cada paso y asegurarse de que los sitios de trabajo están siguiendo los estándares. La disciplina exige liderazgo y responsabilidad de los encargados y de la dirección.

Establecer un programa en torno a las “5S” permitirá mejoras en la productividad y costos, agilidad en la ejecución de los procesos, calidad, seguridad y confianza, además de los cimientos para implementar un programa de mejoramiento, en este caso el TPM.

El resultado se mide tanto en productividad como en satisfacciones del personal respecto a los esfuerzos que han realizado para mejorar las condiciones de trabajo.

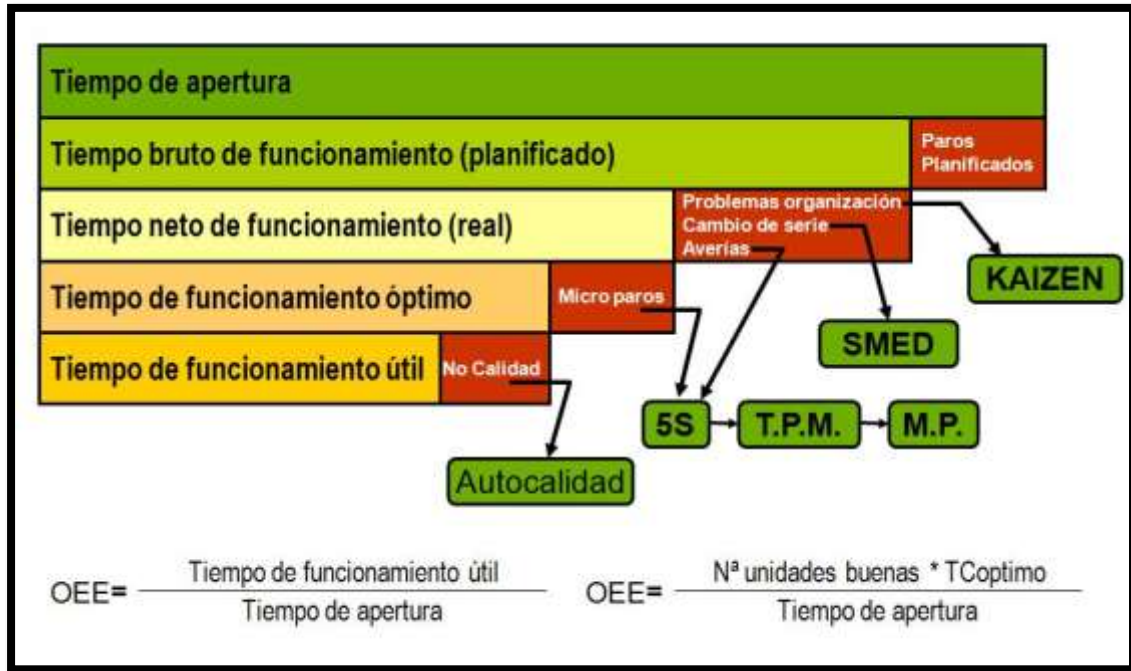
1.2.10. Indicadores de TPM

La producción de productos aprobados se queda por detrás de la capacidad instalada, se refiere a la capacidad oculta de producción (esta no está siendo utilizada para la fabricación de productos buenos, y de manera no intencionada, está siendo utilizada para otras cosas... pérdidas...).

Como las máquinas funcionan en comparación con una máquina ideal (máquina que funciona siempre que se quiere, a la máxima velocidad y produciendo solo productos buenos a la primera); OEE permite identificar las pérdidas diferenciadas en los siguientes factores:

- Disponibilidad: cuánto tiempo ha estado funcionando la máquina o equipo respecto del tiempo que quería que estuviera funcionando (quitando el tiempo no planificado).
- Rendimiento: durante el tiempo que ha estado funcionando, cuánto ha fabricado (bueno y malo) respecto de lo que tenía que haber fabricado a tiempo de ciclo ideal.
- Calidad: es el indicador más conocido por todos. Cuánto se ha fabricado bueno a la primera respecto del total de la producción realizada (bueno y malo).
- El OEE indica con cuánta efectividad las máquinas están siendo utilizadas comparadas con la máquina ideal (OEE = 100 %). La figura posterior ilustra cómo se determina el OEE.

Figura 19. **Calculo de la OEE**



Fuente: Leanbox. <http://leanbox.es/tpm/>. Consulta: en 21 de mayo de 2014.

1.2.11. El plan de implementación de TPM

El tiempo necesario para completar el programa varía de 1 a 3 años. La etapa preparatoria requiere entre 3 y seis meses y está constituida por la primera fase. A un principio, los equipos de trabajo están integrados por uno o más operadores y un supervisor de producción y un mecánico y un electricista de mantenimiento, así como el coordinador. A medida que la implementación avanza, el involucramiento de los departamentos de producción va en aumento constante, hasta el punto en que el equipo se compone de tres a seis personas de producción y el coordinador.

Tabla VII. Fases de desarrollo de TPM

FASE DE DESARROLLO DEL PROGRAMA TPM		
Fase	Etapas	Aspectos
1. Preparación	Decisión gerencial de implementar el TPM en la compañía.	Hacer pública la decisión de la alta gerencia de desarrollar un programa TPM.
	Documentar la información pertinente sobre el programa TPM.	Fomentar e informar los principios generales del TPM a los diferentes niveles de la compañía.
	Diseñar una estructura promocional del TPM a toda la organización.	Crear una dirección del programa TPM y comités en los diferentes niveles.
	Establecer los objetivos y políticas del TPM.	Estudiar las condiciones actuales y establecer objetivos cuantificables.
	Estudio y desarrollo de plan maestro de TPM.	Establecer un cronograma de actividades y planes a desarrollar en el TPM.
2. Introducción	Inicio formal del programa.	Se escoge una fecha para hacer el lanzamiento del programa.
3. Implantación	Mejorar la efectividad del equipo.	Definir un equipo piloto de implementación TPM para definir sus pérdidas y analizar sus causas-raíces para tener una base para actuar.
	Crear un programa de mantenimiento autónomo (Hishu Hozen-5S).	Implementar este pilar con los operarios para involucrarlos en el mantenimiento diario previa capacitación, para lograr una buena base de inicio del programa TPM.
	Crear un programa de mejoras enfocadas (Kobetsu Kaizen).	Se definen los instrumentos y los métodos del pilar que solucionarán los problemas generados por las causas-raíces.
	Capacitación para aumentar las capacidades de operación y mantenimiento.	Entrenar a los líderes de cada uno de los grupos de operación.
4. Consolidación	Estabilizar el programa y elevar las metas.	Establecer un programa de mejoramiento continuo.

Fuente: COFIÑO, Allan. *Análisis y aplicación del programa TPM*. p. 17.

2. FASE TÉCNICO PROFESIONAL

2.1. Máquina de impresión *offset* convencional Print Master 74

La prensa *offset* convencional PrintMaster 74 marca Heidelberg de 2 colores es capaz de imprimir pliegos de tamaño 34x25 plg. alcanzando una velocidad máxima de 13,000 pliegos/hora, cuenta con sistema de *perfector* para impresión en ambas caras.

2.1.1. Especificaciones técnicas

A continuación se presentan las especificaciones técnicas de la prensa PM74.

Tabla VIII. Especificaciones técnicas prensa PM74

Especificaciones de la máquina Heidelberg PrintMaster Pm74			
Nombre de la máquina	PrintMaster 74		
Marca	Heidelberg		
Modelo	PM		
Serie	74-2-P		
Capacidad del equipo	Tamaño de pliego	Formato largo	530*740mm (20.87*29.13 plg.)
		Formato corto	210*280mm (8.27*11.02 plg.)

Continuación de la tabla VIII.

Tamaño de pliego	Formato corto para el perfector	300*280mm(11.81*11.02plg)		
	Grosor del material	0.03 - 0.6 (0.0012-0.024plg)		
Velocidad de impresión	Máxima	13000 pliegos/hora		
	Mínima	3000 pliegos/hora		
	Velocidad de arrastre	5rpm		
Placas de impresión	Formato	605*745mm(23.82*29.33plg)		
	Grosor	0.25*0.3mm(0.0098*0.012plg)		
Blanket	Formato	627*772mm(24.69*30.39plg)		
	Grosor	1.95mm(0.077plg)		
Unidad de entintado	Total de rodillos	20		
	Rodillos de forma	4	Diámetros	70.5mm(2.78plg), 60.5mm(2.38plg), 55.5mm(2.19plg), 65.5mm(2.58plg)
	Zonas de fuente de tinta	23		
Unidad de humectación	Modelo	Sistema de humectación tipo continuo alcolor		
	Total de rodillos	5		
	Rodillos de forma	1	Diámetro	75 mm(2.95plg)
Requerimientos eléctricos	Potencia eléctrica	28.8 kW	voltajes conexión(V)	fusibles eléctricos(A)
	Factor de potencia	0.84	200, 220, 230, 240	125
			350, 380	80
			400, 415, 440, 480	63
			600	50

Fuente: HEIDELBERG. *Manual de servicio y mantenimiento Printmaster 74*. p. B.3.6.

2.1.2. Situación actual

Se definen indicadores que revelan las cualidades del proceso productivo; estos a su vez servirán de base o punto de partida para la implementación y mejoramiento continuo de un plan de mantenimiento productivo total.

Estos indicadores en conjunto forman a su vez lo que se conoce como eficiencia global del equipo, que es el fin primario de este tema, tanto su medición, análisis e interpretación, que sirven plenamente para fijar las próximas metas o rutas para optimizar la eficiencia.

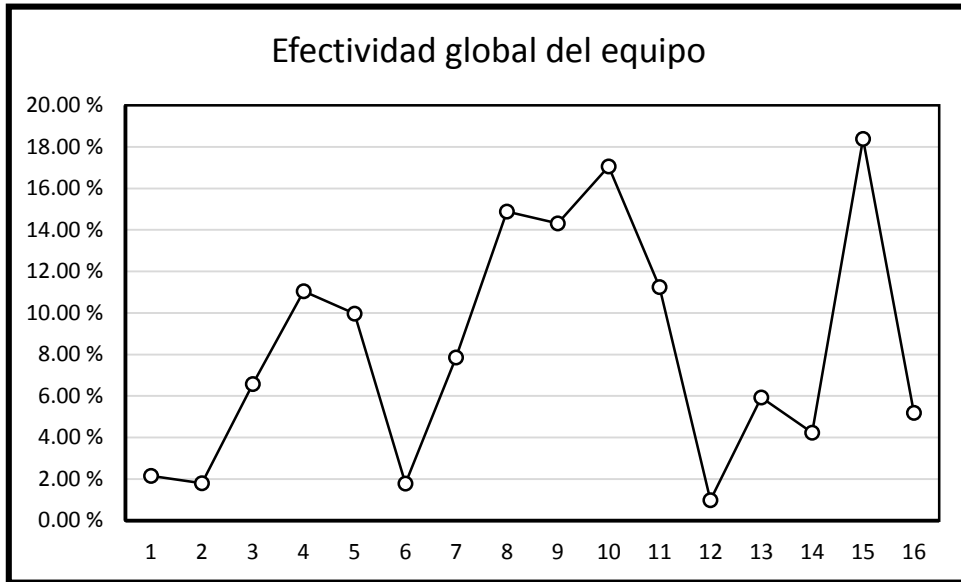
Entre más alto sea el índice de productividad OEE, menos pérdidas están involucradas en los procesos; por tanto, mantener y elevar su nivel es imperativo para la competitividad y productividad de las empresas.

2.1.2.1. Productividad

La productividad se mide de manera global utilizando el índice de eficiencia global del equipo OEE; asimismo, la productividad mide el tiempo de respuesta al proceso, siendo más alto al eliminar pérdidas innecesarias, y al trabajar al máximo de capacidad en las máquinas; lo que en la realidad es difícil lograr, dado que la velocidad de producción es inversa al indicador de calidad, es decir entre más rápido se logre producir, más defectos pueden suscitarse.

La productividad es la relación entre la cantidad de productos obtenida por un sistema productivo y los recursos utilizados para obtener dicha producción. También puede ser definida como la relación entre los resultados y el tiempo utilizado para obtenerlos: cuanto menor sea el tiempo que lleve obtener el resultado deseado, más productivo es el sistema.

Figura 20. **Gráfica OEE vs. tiempo (semanas) PM**



Fuente: elaboración propia.

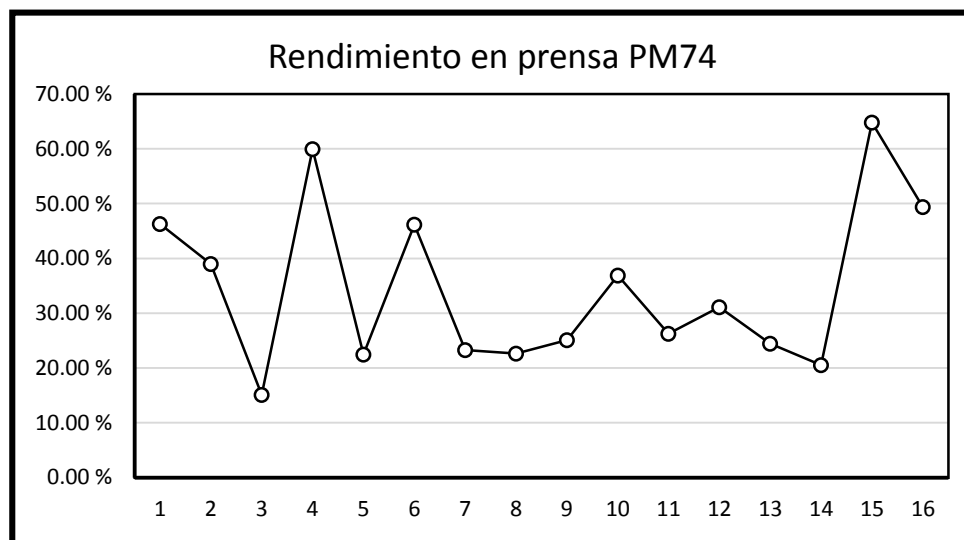
Las OEE resultaron con un promedio para esta máquina de 8,46 %, situándose en una posición muy baja; dado los problemas de retrasos excesivos en producción, alcanzó un pico de 18,39 % en la semana 15, debido a la eficacia y simplicidad de los trabajos en esa semana.

2.1.2.1.1. Velocidad de impresión

La velocidad de impresión máxima para esta máquina, según el fabricante, puede llegar hasta 13 000 pliegos/hora; el problema con esta velocidad puede ser el defecto más común conocido como repinte, el cual consiste en que la tinta se corre o no se adhiere bien a la superficie. El exceso de velocidad, como tal, produce otros efectos como fantasmas, maculas, defectos de color, entre otros.

El promedio de velocidades utilizadas en esta máquina está en el rango de 6 600 a 7 300 pliegos/ hora; se ha observado con la experiencia qué rangos más altos pueden producir defectos en la calidad de la impresión, lo que conlleva a quejas de clientes y al final reprocesar todo el material, generando gran pérdida económica. Otra ventaja de trabajar a esta velocidad es que no se produce tanto desgaste, en los componentes, en comparación si se trabajará a capacidad máxima.

Figura 21. **Gráfica rendimiento vs. tiempo (semanas) PM**



Fuente: elaboración propia.

2.1.2.1.2. **Eficiencia global equipo (OEE)**

La efectividad global parece deficiente, pero dada la naturaleza del trabajo variable, el tiempo de pruebas y ajustes alarga el proceso en comparación con el tiempo que se utiliza para impresión. Estos tiempos son difíciles de reducir, dado que estos involucran el verdadero control de calidad de la empresa.

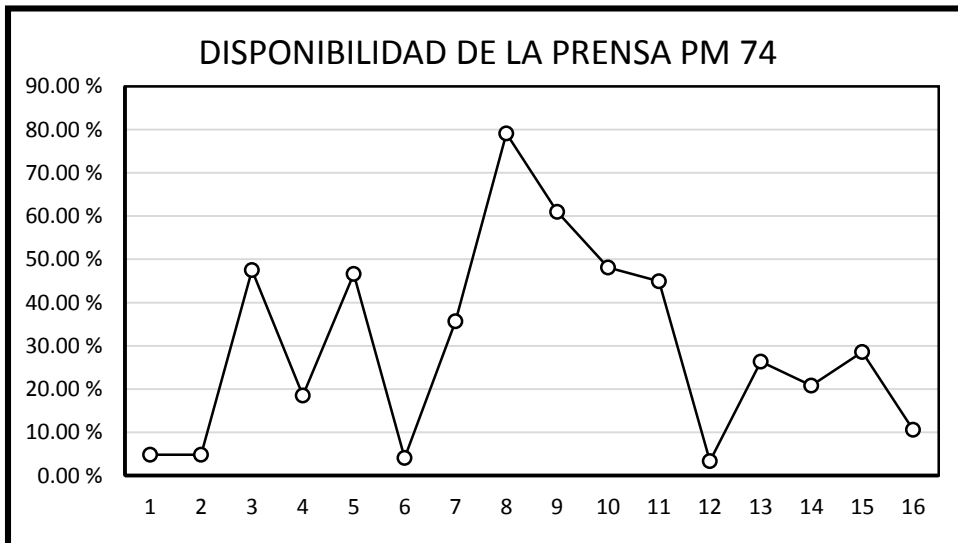
2.1.2.2. Disponibilidad

La disponibilidad en la máquina puede verse afectada por varios factores; los principales son paros y averías.

Se estimó que los principales fallos o averías son por falta de limpieza y de mantenimiento preventivo adecuado, llevado en periodos no especificados resultando en fallas prematuras e impredecibles.

Los paros en la línea de producción se deben a la falta de planificación siendo uno de los principales factores de tiempo muerto el tiempo de espera en recepción de placas y papel. Otros problemas de paros son los causados por diseños mal adecuados u órdenes de trabajos estancados.

Figura 22. **Gráfica disponibilidad vs. tiempo (semanas) PM**



Fuente: elaboración propia.

2.1.2.2.1. Tiempo de mantenimiento correctivo

Se fija el índice conocido como tiempo medio entre fallas para llevar un control predictivo de la ocurrencia de fallas en las máquinas; este tiempo debe ser alto, llevando un proceso adecuado y puntual del mantenimiento preventivo.

Este tiempo medio entre fallas resultó en 3 a 4 fallas por mes, fallas menores en el equipo, no documentándose fallas críticas que afecten en su totalidad a la línea de producción.

Por otra parte se fija otro indicador conocido como tiempo medio entre reparaciones, que define el tiempo que el encargado de la reparación requiera; este indicador debe ser bajo, prestando atención en la capacitación del operario y técnico de mantenimiento, para elevar su capacidad de detección y reparación de fallas.

Este tiempo medio entre reparaciones resulto en aproximadamente 57 min.; siendo fallas menores a moderadas sin ninguna repercusión crítica.

2.1.2.2.2. Tiempo de mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo que es la cuna de la mantenibilidad del equipo, se realiza fuera de control estipulado por Gerencia, siendo esto inadecuado ya que se realiza en periodos de tiempo variables, sin aplicar un mantenimiento preventivo completo e integral sobre el equipo.

Los operarios realizan mantenimiento sin programación, lo que resulta en unas partes de la máquina en correcta mantención y otras partes en completo descuido.

Se realiza un mantenimiento preventivo anual completo y a profundidad, siendo a consideración personal algo no adecuado.

Se debe considerar a las máquinas el motor económico de la empresa, por lo que se debe de prestar más atención a las causas que pueden producir defecto de calidad como primer plano, así como limpieza y lubricación; luego en segundo plano, el funcionamiento adecuado de los equipos periféricos.

2.1.2.2.3. Tiempo medio entre fallas

Este tiempo medio entre fallas resultó en 3 a 4 fallas por mes, fallas menores en el equipo, no documentándose fallas críticas que afecten en su totalidad a la línea de producción.

2.1.2.2.4. Tiempo promedio entre reparaciones

Este tiempo medio entre reparaciones resultó en aproximadamente 57 min.; siendo fallas menores a moderadas sin ninguna repercusión crítica.

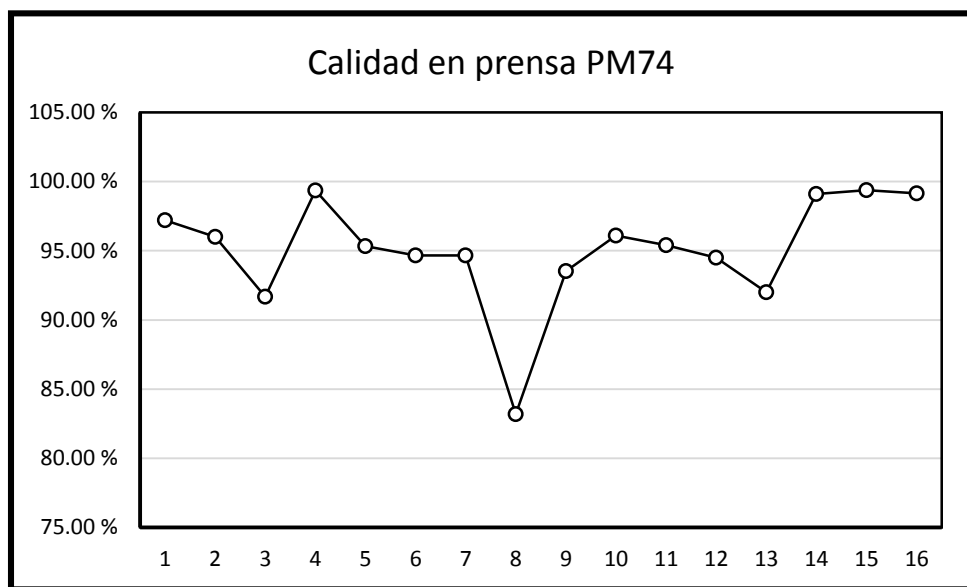
2.1.2.3. Calidad

La calidad se define como la satisfacción de un cliente hacia un producto que cumpla con sus expectativas; la máquina PM74 cumple con los requerimientos de calidad mayoritarios, lo cual se refleja en la satisfacción del cliente.

El proceso de control de calidad sobre el producto elaborado es verificado y controlado por el mismo operario, desde la verificación de las muestras, las pruebas de impresión y la preparación de la máquina.

Se obtienen constantemente muestras durante el proceso de impresión para hacer comparaciones; esto para lograr eliminar todos los defectos que pudieran suscitarse.

Figura 23. **Gráfica calidad vs. tiempo (semanas) PM**



Fuente: elaboración propia.

2.1.2.3.1. Tasa de desperdicio / reprocesos

La tasa de desperdicio es baja, siguiendo los lineamientos de control desde que reciben la muestra el operario logra obtener un promedio de desperdicio del 3 %.

Por la naturaleza del trabajo en industria gráfica toda esta tasa de desperdicio obtenida, es compensada con lo que en la industria llaman “ventaja”, que no es más que un porcentaje o cantidad de papel extra que se suma a la orden de trabajo, para cubrir estos fallos durante la impresión.

La tasa de reprocesos estimada ha sido baja; aunque este control de calidad puede retrasar el proceso de producción, es de suma importancia para el resultado final.

2.1.2.4. Seguridad y buenas prácticas de manufactura

La seguridad en cualquier tipo de industria es algo primordial, dado que la industria gráfica tampoco está exenta de accidentes, es necesario contar con planes de prevención ante accidentes, lo cual no está contemplado en la empresa; falta señalización de equipo de seguridad y de protección personal, como guantes y caretas para manipulación de químicos; existe un botiquín de primeros auxilios que no está completo; la gente no utiliza protección lumbar aunque sí la tengan, falta iluminación en algunas áreas; el control de extracción de olores debe mejorarse.

Las buenas prácticas de manufactura se aplican a industrias farmacéuticas y de alimentos, dado que la industria gráfica es partícipe en la elaboración de cajas y empaques para estos productos, las buenas prácticas de higiene son necesarias.

En IPRESS se cuenta con planes de higiene, como rotulación de prohibición de comida; muchos de los cuales no son acatados por la personas que laboran ahí, siendo esto una causa de contaminación y desorden dentro de la empresa.

Tampoco se cuenta con uniformes de trabajo, ni con área de casilleros, haciendo que aumente las causas de contaminación externa en los productos.

2.1.2.5. Principales problemas en Impresión

Los principales problemas de impresión se dan en las mantillas de caucho, deficiencia en la solución de humectación y algunos problemas con la transmisión de tinta entre rodillos.

Estos factores generan defectos en las impresiones, no graves, y no requieren un paro mayor de actividades, pero deben observarse y corregirse de forma minuciosa, para obtener una buena calidad de impresión.

2.1.2.6. Principales problemas en equipo

Los principales factores que generan fallas en el equipo se dan por falta de limpieza y de planificación de mantenimiento preventivo; lo que conlleva a daños críticos en la máquina a largo plazo.

El principal fallo observado fue el bloqueo de la máquina que se da por la obstrucción de conductos de aire debido a la suciedad que el compresor succiona; este bloqueo impide que la máquina encienda, la solución es una limpieza de filtros y tuberías de aire.

Otro de los fallos que repercute críticamente en la funcionalidad de la máquina son apagones de luz constantes; estos incidentes son ajenos a la empresa, pero conllevan a fallos graves si no se toman medidas.

2.2. Aplicación del TPM para la máquina Print Master 74

Para aplicar el método de TPM se debe primero definir las pérdidas claves en los equipos y procesos; luego generar soluciones sistemáticas a los problemas y darle un seguimiento minucioso y continuo.

2.2.1. Pérdidas claves

Se observaron y documentaron los principales factores de pérdida en las máquinas *offset*, se definieron dos grandes factores críticos en la disponibilidad que pueda tener el equipo, el retraso en la entrega de placas por parte del proveedor externo como principal problema, luego la falta de planificación impide un óptimo desarrollo de las actividades productivas.

2.2.1.1. Principales fallas y averías

Para la eliminación de las principales fallas y averías, se recomienda como plan principal un programa complejo de mantenimiento preventivo; este se debe reprogramar sistemática y periódicamente.

Este mantenimiento según el programa TPM, se puede dividir en 3 partes:

- Mantenimiento autónomo.
- Mantenimiento de calidad.
- Mantenimiento preventivo.

2.2.1.2. Pérdidas por preparación y ajustes

Las pérdidas asociadas a la preparación y ajuste se definen como difíciles de reducir, dado que este es el verdadero control de calidad que tiene la empresa sobre sus productos, el tiempo que los operarios utilizan para ajustar y preparar colores, placas, limpieza de tinteros, son indispensables para la óptima calidad del proceso de impresión.

Cualquier defecto es observado al principio, durante y al finalizar el proceso; el control riguroso por parte de los operarios debe favorecer a los estándares de calidad de la empresa.

Como recomendación a esto se puede agregar que se deben normalizar los procesos de arreglo de las máquinas para obtener la ruta óptima y crítica.

2.2.1.3. Pérdidas por parada menor

Las paradas menores en la línea se producen cuando la máquina deja de imprimir material, y su funcionamiento no es continuo; estos paros en parte se deben a material atascado, para lo cual la máquina trae sensores de detección de doble hojas y de registro de posición de hoja, los cuales al conmutarse detienen el funcionamiento de la misma.

Otro factor de paro menor es el que se produce por algún problema de mantilla, puede ser porque la mantilla ya se ha utilizado mucho o por corrimiento de tinta en la mantilla; una limpieza es suficiente, o si es necesario un cambio, debe de realizarse.

2.2.1.4. Pérdidas por velocidad

Las pérdidas asociadas a la velocidad son inversas a las de calidad; es decir, si la máquina se trabaja a máxima velocidad lo cual no es recomendable pero es posible que produzca defectos en la impresión, siendo lo más común el repinte.

Por lo que la velocidad promedio siempre debe intentarse elevar hasta un 10 % a 20 % de la misma. Siempre teniendo el control adecuado de las hojas impresas.

2.2.1.5. Pérdidas por defectos y reprocesos

Como se mencionó anteriormente, el control de calidad se realiza en la misma máquina; los defectos que producen pérdida de material deben quedarse en el tiempo de prueba.

El porcentaje de merma o desperdicio debe reducirse hasta un 20 % de la ventaja, y un 5 % en el tiempo de impresión. Teniendo este margen error puede ahorrarse una buena cantidad de papel de ventaja para los próximos procesos.

El control estadístico de estos porcentajes de mermas puede llegar a proyectar una tendencia, la cual puede optimizarse, para obtener nuevos porcentajes de ventajas, para los trabajos futuros. Ahorrando aún más porcentajes de desperdicio.

Se recomienda también normalizar estos procesos.

2.2.2. Mejoras enfocadas

Las mejoras enfocadas en la impresión *offset* deben favorecer al óptimo desarrollo de las actividades; para esto se requiere que los operarios expresen a través de su experiencia qué requieren para laborar en mejores condiciones; se recomienda que Gerencia general tome en cuenta las sugerencias y peticiones acerca de estas mejoras.

Un enfoque hacia las mejoras debe ser implementado, y favorecer y elevar el nivel de moral y satisfacción del operario para que este realice una mejor labor; en caso contrario producirá en el operario una sensación de descontento y desprecio, que puede llevar a un mal desempeño de su labor.

Por consiguiente, al implementar un buzón de sugerencias para mejoras, se debe tomar muy en serio las peticiones; al principio de la implementación de TPM, puede resultar muy difícil implementar alguna mejora por falta de recursos; esto es un reto enfrentarlo, por lo que se recomienda realizar reuniones para hablar sobre los avances y posibles mejoras y sugerencias que puedan surgir; luego de lograr una mejora en producción, puede instalarse el buzón de sugerencias siguiendo lineamientos y dando continuidad a las reuniones informativas por lo menos una vez por mes.

El seguimiento a estas mejoras debe documentarse en un cuadro de mando integral que permita visualizar la lista de mejoras, y el progreso de las mismas, dando esto como resultado una mejoría en la moral y el sentido de importancia de los empleados.

El sistema conocido como *kaizen* es ideal para realizar todas estas tareas de mejoras y seguimientos continuos.

2.2.3. Mantenimiento autónomo

El mantenimiento autónomo complementa al programa de las 5S; deben realizarse controles diarios de las labores de las 5S de forma general, y agregar tareas de limpieza y lubricación de la máquina a los operarios de las mismas.

Medir tiempos para esto, con el fin de lograr una óptima planificación de las labores diarias; normalizar estos procesos también es importante.

El control de estas tareas es básico para mantener su realización, ya que si se deja a decisión del operario, este lo hará un tiempo y luego dejará de realizarlo, regresando a la misma situación.

Tabla IX. Tareas de mantenimiento autónomo PM

Tareas de mantenimiento autónomo o mantenimiento diario para la prensa PM74					
	Frecuencia				
	I	II	III	IV	V
Limpieza general de la máquina	x	x	x	x	x
Revisión general	x	x	x	x	x
Lubricación partes claves	x	x	x	x	x
Limpieza del sensor de alineamiento	x	x	x	x	x
Limpiar soportes de control de impresión	x	x	x		
Limpieza de superficie de cilindro de impresión(antes del perfector)	x	x	x		
Limpieza de la camisa del cilindro de impresión (después del perfector)	x	x	x		
Limpieza de la superficie del cilindro de placa	x	x	x	x	x
Limpieza del borde de goma y cuchilla del dispositivo de lavado del rodillo de entinte	x	x	x		
Revisión de solución humectante	x	x	x	x	x
Purgar sistema de aire	x	x	x	x	x

Fuente: *Manual de mantenimiento de Heidelberg PM74*. p. A.2.1.

2.2.4. Mantenimiento de calidad

La calidad es la mejor carta de presentación de una empresa. La satisfacción se logra llevando un riguroso control de las actividades de proceso, pero esto puede resultar insuficiente, si las máquinas no llenan las expectativas. Por tanto un término nuevo es implementado por el sistema TPM, el cual es conocido como mantención de calidad.

Este término se reduce a labores semanales de mantenimiento preventivo según recomendaciones del fabricante de la máquina; a esto debe sumarse la mantención de puntos clave que puedan afectar la calidad de impresión final, principalmente revisión, limpieza y lubricación de rodillos, revisión y cambio de la solución de humectación y limpieza de sensores.

Lo importante no es mantener en funcionamiento el equipo (se supone que es altamente fiable gracias a otros pilares TPM). Se trata de mantener los más altos estándares de calidad del producto controlando las condiciones de los elementos y sistemas de la maquinaria. El control de calidad en proceso se concentra en este, mientras que el mantenimiento de calidad se concentra en las condiciones de la maquinaria.

Las acciones del mantenimiento de calidad buscan verificar y medir las condiciones "cero defectos" regularmente, con el objeto de facilitar la operación de los equipos en la situación donde no se generen defectos de calidad aumentando la confiabilidad en el equipo.

Observar las variaciones de las características de los equipos para prevenir defectos y tomar acciones adelantándose a las situaciones de anormalidad potenciales.

Tabla X. Tareas de mantenimiento de calidad PM

Tareas de mantenimiento de calidad o mantenimiento semanal para la prensa PM74					
	Frecuencia				
	I	II	III	IV	V
Limpieza del sensor de alineamiento	x	x	x	x	x
Limpieza de rodillos de guía		x	x	x	x
Limpieza de las 13 pinzas del transfer		x	x	x	x
Limpiar soportes de control de impresión	x	x	x		
Limpieza de superficie de cilindro de impresión(antes del perfector)	x	x	x		
Limpieza de la camisa del cilindro de impresión (después del perfector)	x	x	x		
Limpieza de la superficie del cilindro de placa	x	x	x	x	x
Limpieza de parte frontal y trasera del dispositivo de sujeción de placas		x	x	x	x
Limpieza y lubricación del registro diagonal del dispositivo de sujeción de placas		x	x	x	x
Limpieza del rodillo de presión y rodillo de soporte en el dispositivo de sujeción de placas		x	x	x	x
Limpieza del borde de goma y cuchilla del dispositivo de lavado del rodillo de entinte	x	x	x		
Limpieza de filtro de suministro de aire		x	x	x	x
Chequear filtro de agua limpia, limpiar si es necesario		x	x	x	x
Chequear el filtro de la tubería de succión de la bomba, limpiar si es necesario		x	x	x	x
Chequeo del filtro en la salida de la bomba, limpiar si es necesario		x	x	x	x
Chequear el filtro de la tubería de succión de la bomba, limpiar si es necesario		x	x	x	x
Chequear si existen fugas en el sistema		x	x	x	x
Chequear flotador, limpiar si es necesario		x	x	x	x
Chequear presión de alimentación de solución de humectación, ajustar si es necesario		x	x	x	x
Chequear la bolsa filtrante en el contenedor de solución humectante, reemplazar si es necesario		x	x	x	x
Usar aire comprimido para remover cualquier contaminación		x	x	x	x
Chequear la función automática de drenado en el filtro de aire del compresor		x	x	x	x
Limpiar el flotador de drenaje y chequear su función		x	x	x	x

Fuente: Manual de mantenimiento de Heidelberg PM74. p. A.2.1.

2.2.5. Mantenimiento planificado

Es conocido como servicio mayor son todas las labores minuciosas que mantienen el perfecto funcionamiento de la máquina, por lo tanto deben ser programadas con anticipación, llevando un óptimo control del tiempo, repuestos, herramientas, mano de obra, entre otros, y todo lo demás que sea necesario para cumplir con la meta de mantención. Debe optimizarse el tiempo entre mantenimientos; lo recomendable es hacerlo con base en hora máquina trabajada, dado que se obtiene mejor precisión en su realización.

Para su realización se divide en 3 partes:

- Mantenimiento preventivo mensual.
- Mantenimiento preventivo semestral.
- Mantenimiento preventivo anual.

Estas tareas se pueden dividir en un comienzo y según información del fabricante, en tiempo calendario; aún así esto puede resultar algo impreciso, se deben optimizar las tareas agregando y eliminando las que no se consideren necesarias en el periodo establecido.

El conteo de horas de trabajo es más acertado, se debe crear algún programa que indique la fecha y hora en la que se debe realizar el mantenimiento siempre, y obligatoriamente tiene que ser programado.

Tabla XI. Tareas de mantenimiento preventivo PM

Tareas de mantenimiento preventivo anual para la prensa PM74						
		Frecuencia				
		I	II	III	IV	V
Pila del alimentador	Lubricar cadena de la pila del alimentador			x	x	x
Succionadores	Desmontaje y limpieza de los succionadores de elevación y reenvió			x	x	x
	Afloje y limpieza de válvula rotativa			x	x	x
Mesa de alimentación	Chequear detector electromecánico de doble hoja			x	x	x
Unidad de control del compresor de aire	Chequear nivel y drenar agua de condensado del compresor de aire			x	x	x
	Chequear presión de manómetro del compresor de aire (6.4 ± 0.3 bars)			x	x	x
	Chequear filtro del compresor de aire y reemplazar, si es necesario					x
Sistema de alineación de hojas	Limpieza y cambio del succionador frontal, reemplazar si es necesario				x	x
Lubricador central de grasa	Chequeo del nivel y suministro de lubricante del lubricador central de grasa				x	x
Sistema de alineación de hojas	Limpieza de sensor de registro y de doble hoja			x	x	x
	Limpieza del sensor de alineamiento	x	x	x	x	x
	Limpieza de rodillos de guía		x	x	x	x
Pinzas del transfer	Lubricar rodillo nivelador			x	x	x
	Lubricar soportes de pinzas			x	x	x
	Limpieza de las 13 pinzas del transfer		x	x	x	x
Batería de alimentación	Lubricar engrasadores empotrados del cojinete de eje de pinzas			x	x	x
	Lubricar engrasadores empotrados del rodillo nivelador			x	x	x
Transfer	Lubricación del cojinete de eje de pinzas del cilindro de impresión(antes del perfector)			x	x	x
	Lubricación del rodillo de nivel del cilindro de impresión(antes del perfector)			x	x	x
Transfer	Lubricación del cojinete de eje de pinzas del cilindro de impresión(después del perfector)			x	x	x

Continuación de la tabla XI.

Transfer	Lubricación del rodillo de nivel del cilindro de impresión(después del perfector)				x	x	x
Cilindro de placa	Limpieza de la superficie del cilindro de placa	x	x	x	x	x	
	Lubricación del equipo de registro circunferencial del cilindro de placa					x	x
Dispositivo de sujeción de placas	Limpieza de parte frontal y trasera del dispositivo de sujeción de placas			x	x	x	x
	Limpieza y lubricación del registro diagonal del dispositivo de sujeción de placas			x	x	x	x
	Limpieza del rodillo de presión y rodillo de soporte en el dispositivo de sujeción de placas			x	x	x	x
Dosificador de agua	Lubricación de la unidad de rodillo de la bandeja de agua y rodillo dosificador de agua			x	x	x	
Transfer I	Lubricación del cojinete de eje de pinzas del cilindro <i>transfer</i> 1			x	x	x	
	Lubricación del rodillo de nivel en el cilindro <i>transfer</i> 1			x	x	x	
Transfer II	Lubricación del cojinete de eje de pinzas de la batería de <i>transfer</i> II			x	x	x	
	Lubricación del rodillo nivelador de la batería de <i>transfer</i> II			x	x	x	
	Lubricación del cojinete de la tubería de succión de la batería del <i>transfer</i> II			x	x	x	
Transfer III	Lubricación del eje de pinzas del cilindro de <i>transfer</i> III			x	x	x	
	Lubricación del rodillo nivelador del cilindro de <i>transfer</i> III			x	x	x	
Batería de almacenaje	Lubricación del seguidor de la leva de la barra de succión en la batería de forma				x	x	
	Lubricación del cojinete en la parte móvil de la batería de forma				x	x	
	Lubricación del cojinete del eje de pinzas en la batería de almacenaje			x	x	x	
	Lubricación del rodillo nivelador de la batería de almacenaje			x	x	x	
	Lubricación del cojinete principal en la barra de operación de la batería de almacenaje				x	x	
	Lubricación del cojinete de empuje en la succión de la batería de almacenaje				x	x	
	Lubricación del cojinete de empuje en el collar de fijación y barra de succión en batería almacenaje				x	x	

Continuación de la tabla XI.

	Lubricación de ranuras en la barra de operación en batería de almacenaje				x	x
	Lubricación del perno de bloqueo en la barra de succión en batería de almacenaje				x	x
Batería de reversa	Lubricación de la leva de seguimiento en la batería de reversa			x	x	x
	Lubricación de superficie de cilindro en la batería de reversa			x	x	x
	Lubricación de engranajes y segmentos de engranes en el cilindro de reversa			x	x	x
	Lubricación de cojinetes de eje de pinzas			x	x	x
	Lubricación del collar de fijación en el cilindro de reversa			x	x	x
	Lubricación de pinzas de detención en el cilindro de reversa			x	x	x
	Lubricar con spray la barra de pinzas de agarre			x	x	x
Perfector	Limpieza del sensor detector de hoja perdida en el perfector				x	x
Dispositivo perforador	lubricación del rodamiento del disco perforador 1 abrir agujero de lubricación de aceite			x	x	x
Sistema de pinzas	Lubricar pinzas del transportador de hojas				x	x
	Lubricar rodillos niveladores				x	x
	Lubricar la cámara de pinzas				x	x
Suministro de aire	Limpieza de filtro de suministro de aire		x	x	x	x
Sistema de solución de agua de enfriamiento Baldwin	Chequear filtro de agua limpia, limpiar si es necesario		x	x	x	x
	Chequear el filtro de la tubería de succión de la bomba, limpiar si es necesario		x	x	x	x
	Chequeo del filtro en la salida de la bomba, limpiar si es necesario		x	x	x	x
	Chequear el filtro de la tubería de succión de la bomba, limpiar si es necesario		x	x	x	x
	Chequear si existen fugas en el sistema		x	x	x	x
	Chequear flotador, limpiar si es necesario		x	x	x	x
	Chequear presión de alimentación de solución de humectación, ajustar si es necesario		x	x	x	x

Continuación de la tabla XI.

	Chequear la bolsa filtrante en el contenedor de solución humectante, reemplazar si es necesario		x	x	x	x
	Chequear el filtro de tubería de succión por aditivos y alcohol, limpiar si es necesario			x	x	x
	Drenar y limpiar contenedor de solución humectante					x
Dispositivo rociador de polvo antirrepinte	Usar aire comprimido para remover cualquier contaminación	x	x	x	x	
	Desmontar distribuidores de polvo, remover y limpiar con aire la conexión de mangueras				x	x
	Limpiar abertura de entrada de aire en el soplador		x	x	x	
	Chequear la tensión y condición de la faja		x	x	x	
	Reemplazar la faja			x	x	
	Limpiar boquillas rociadoras, mangueras de polvo, tubería de polvo y soportes con aire comprimido		x	x	x	
	Realiza prueba de rociado de polvo			x	x	
Compresor neumático	Chequear filtro de succión, reemplazar si es necesario		x	x	x	
	Chequear la función de la válvula de alivio de aire y de seguridad, reemplazar de ser necesario			x	x	
	Limpiar pujador de aire del Carter, limpiar tuberías					x
	Limpiar las válvulas de succión y de presión, chequear; funcionamiento					x
	Cambio de aceite cada 6000 horas de operación(recomendación del fabricante)					x
	Chequear la función automática de drenado en el filtro de aire del compresor	x	x	x	x	
	Limpiar el flotador de drenaje y chequear su función	x	x	x	x	
Bomba de vacío	Limpiar aletas y tubos de refrigeración, Chequear embrague de caucho, reemplazar si es necesario					x
	Lubricar boquillas roscadas en los rodamientos cada 2000 horas de trabajo					x
	Reemplazar filtro			x	x	

Fuente: *Manual de mantenimiento de Heidelberg PM74*. p. A.2.1.

2.2.6. Instructivo de arreglo

Instructivo de arreglo para la prensa PrintMaster 74.

- Recepción de la orden de trabajo.
- Comienzo de realización de los controles de impresión.
- Limpieza de la máquina utilizando *wash-up* a-530 que es rociado sobre la batería de entintaje, durante aproximadamente media hora o más, si es necesario, a una velocidad de la máquina de 5000 tiros/h, utilizando *wipe* con *thinner*, para limpiar de lado a lado los rodillos de la batería de entintado y la bandeja de tinta.
- Colocación de la pintura en la bandeja con la máquina en movimiento.
- Limpieza e inspección de la placa impresora, realizar limpieza con esponja en solución de goma arábica y *wash*.
- Detención de la máquina y colocación de la placa impresora en ambas cabezas de la máquina.
- Colocación del papel en la unidad alimentadora de pliegos; revisar medidas, calibre y tipo de papel con los datos contenidos en la orden de trabajo; se ajustan guías y registros.
- Comienzo de las pruebas de impresión: se imprimen unos cuantos pliegos para ver la alineación de las cruces usando el lente cuentahílos; se chequean variaciones de color comparándola con la muestra impresa

entregada adjunta a la orden de trabajo; se reajusta el balance de tinta de la máquina hasta alcanzar el tono deseado.

- Impresión.
- Si es necesario el cambio de placas para imprimir otros colores o un retiro, se lava la máquina de nuevo y se realiza el mismo proceso.

2.2.7. Procesos de control de impresión

A continuación se detalla el proceso de control de calidad durante el proceso de impresión.

Tabla XII. **Proceso de control de calidad PM**

Procesos de control de calidad prensa PM74	
Leer Orden de trabajo	Leer con cautela la información contenida en la orden de trabajo.
Revisar elementos de la orden de trabajo	Revisar elementos adicionales a la orden de trabajo, incluyendo las pruebas de color.
Verificar tintas	Verificar y asegurar que las tintas y colores estén disponibles en el puesto de trabajo, asimismo se debe revisar la cantidad de tinta, si es sobrante de algún trabajo anterior y el estado de la misma.
Verificar medidas de material	Verificar medidas del material sean las que la orden de trabajo indica, empleando una cinta métrica.
Verificar calibre del material	Verificar calibre de papel utilizando una pesa electrónica o un micrómetro.

Continuación de la tabla XII.

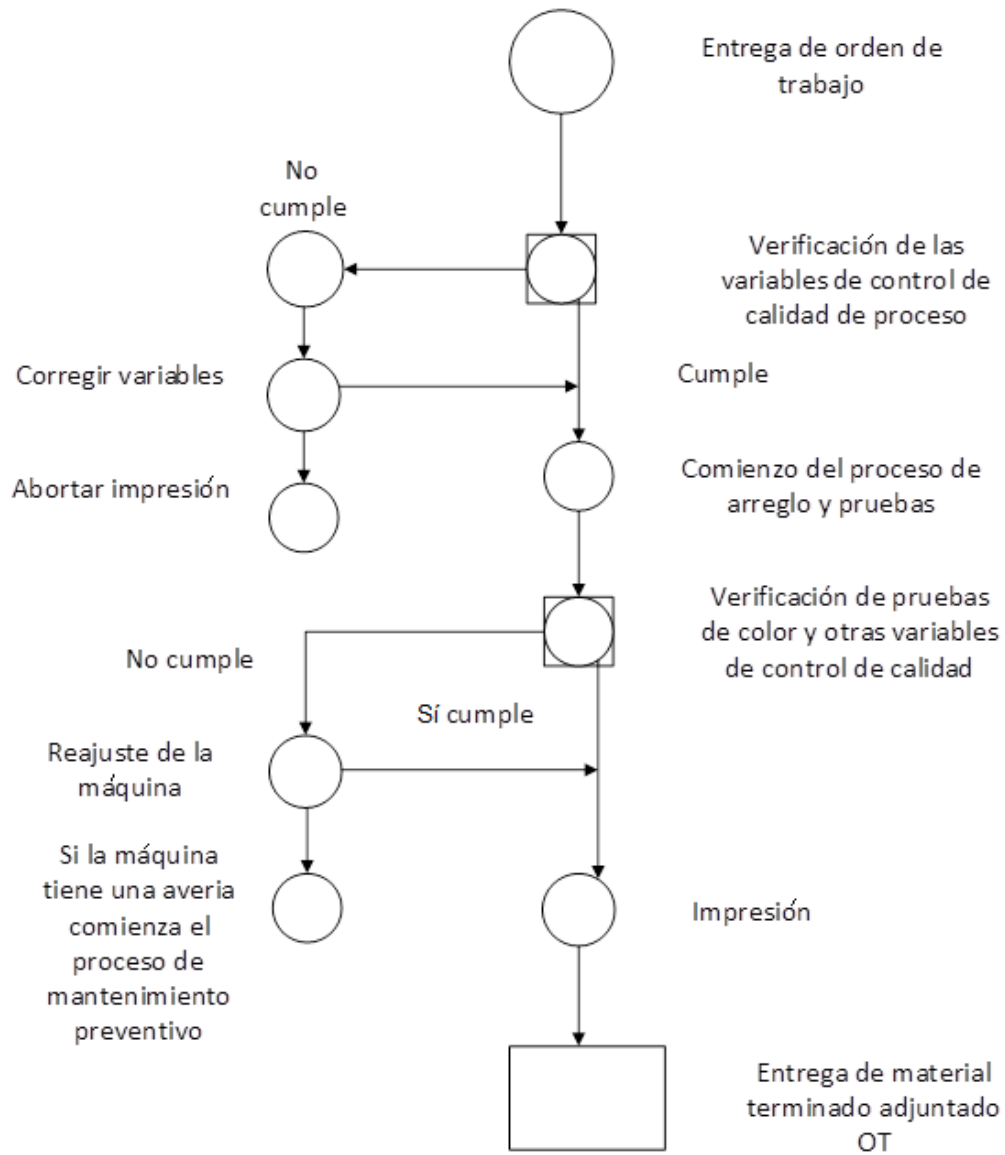
Revisar tipo de material	Revisar que el material a imprimir sea el adecuado de acuerdo con la orden de trabajo
Verificar estado de placa	Revisar que las placas no estén manchadas o dañadas de manera que afecten la impresión, de ser necesario se notifica a gerencia de producción, para su reemplazo.
Verificar estado de mantillas de caucho	Verificar que las mantillas de cauchos no estén dañadas de manera que afecten la impresión, cambiarlas de ser necesario.
Revisar centrado	Utilizando un lente cuentahílos se revisa el registro de cruces y la correcta posición de los puntos en la selección de colores.
Revisar texto	Verificar visualmente que todos los textos del pliego se encuentren completos y sin faltas ortográficas, utilizando la muestra.
Revisar registro de impresión	Se colocan los pliegos en el alimentador de pliegos verificando las marcas de registro en la máquina, doblando el pliego por la mitad y centrándolo en el alimentador de pliegos; se colocan las medidas del material en la máquina.
Revisar colores según guía o muestra de color	Verificar que los colores sean iguales en la tinta y en las muestras de color.
Verificar áreas reservadas de barniz	Verificar la posición de áreas reservadas para barniz, en la placa y en las muestras, verificar medidas de reservado
Verificar estado de solución de agua de humectación	Revisar la cantidad de alcohol isopropílico y solución aditiva.
Verificar cantidad de polvo	Verificar la medida de cantidad de polvo rociado en la máquina, verificar que los rociadores no estén tapados.
Verificar dirección de hilo	Verificar con el lente cuentahílos, la dirección de los hilos del pliego de material, y de los puntos de color.
Verificar presiones	Determinar las presiones de trabajo de los rodillos de la máquina, según datos del fabricante.
Ajustar curva de color	Se ajusta el balance de tinta en las unidades de tinta de la máquina.
Ok de arranque	Se da luz verde a las pruebas; si existe algún inconveniente se reajusta lo necesario y se imprime.

Fuente: MONTENEGRO, Carlos, *Incremento de la productividad prensa offset*. p. 21.

2.2.8. Diagrama de operaciones de proceso

A continuación se presenta el diagrama de procesos para la prensa PM74.

Figura 24. Diagrama de operaciones de procesos PM



Fuente: elaboración propia.

2.3. Máquina de impresión *offset* digital Presstek DI34X

La prensa digital Presstek se diferencia de la prensa convencional por poseer un sistema CTP (*computer to plate*) integrado, además posee un sistema de *offset* seco, es decir no requiere agua, esta prensa puede imprimir formatos de 12x18 plg.

2.3.1. Especificaciones técnicas

A continuación se presentan las especificaciones técnicas de la prensa digital Presstek Di34X.

Tabla XIII. Especificaciones técnicas prensa PT34X

Especificaciones de la máquina Presstek Di34X			
Nombre de la máquina	Presstek		
Marca	Presstek		
Modelo	Di		
Serie	34X		
Capacidad del equipo	Tamaño de pliego	Formato largo	340*460 mm (13.39*18.11plg)
		Formato corto	90*100 mm (3.54*3.94plg)
		Grosor del material	0.06-0.3 mm (0.0024-0.012plg)
	Velocidad de impresión	Máxima	7000 pliegos/hora
		Mínima	1500 pliegos/hora
	Placas de impresión	Material	Profire Digital Media

Continuación de la tabla XIII.

	Número	28 por rollo mínimo
Blankets	Formato	526*350*1.95 mm(20.71*13.78*0.077plg)
	Tipo	Blanket con barra de aluminio
Requerimientos eléctricos	Potencia eléctrica	17.5 kW
	Amperaje	Tres fases, 200v, 50/60 Hz, 60ª

Fuente: *Manual de servicio Presstek Di34X*. p. 1-1.

2.3.2. Situación actual

La máquina Presstek DI34X cuenta con una tecnología única en el país; esta máquina posee un sistema de impresión conocido como digital; según algunas bibliografías, este término no es adecuado; el adecuado es prensa CTPress.

Esta máquina cuenta con sistema interno de fotomecánica de placas, las cuales se imprimen en formato digital, ahorrando tiempo en la impresión de placas por medio de otro proceso, como es el caso de la máquina PM74.

La limitación de esta máquina es el formato de impresión, que corresponde a la mitad de lo que se imprimiría en la máquina PM74.

Por ser tecnología más avanzada, con una impresión de calidad superior a las prensas convencionales, el proceso de impresión ahorra un tiempo significativo, por lo que la cotización es mayor a la convencional, y por esta misma causa es que no se mantienen en operación por largos periodos de tiempo.

Esta máquina recibe más atención por parte del operario que le da mantenimiento constante; esto se refleja en que los fallos son menores y no graves.

2.3.2.1. Productividad

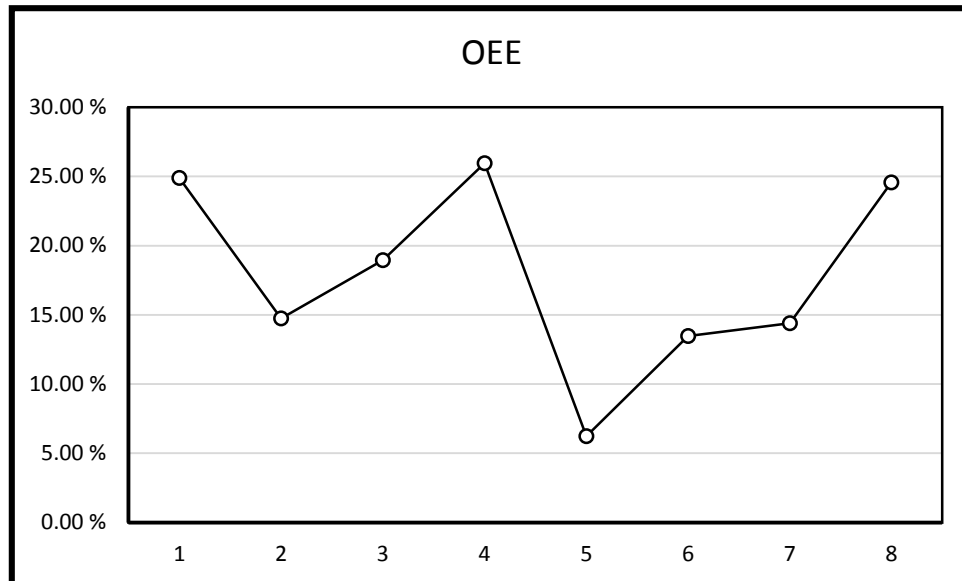
Los porcentajes de productividad en esta máquina son elevados; el tiempo de entrega se reduce considerablemente, con una calidad excepcional. Dado el proceso de preparación e impresión se reduce en comparación con una máquina *offset* convencional; es posible realizar trabajos que requieren entrega inmediata, pero el inconveniente se presenta en el formato del pliego, que corresponde a la mitad de lo que se puede ingresar en la máquina *offset* convencional.

Otro inconveniente en la productividad de esta máquina de alta tecnología es la cotización, que es más elevada que la de una máquina convencional, por lo que el precio muchas veces no es bien recibido por el cliente, haciendo observación en la tecnología calidad y tiempo de entrega; no pasa por alto la economía del cliente, quien se inclina por lo más económica. Esto hace que esta máquina permanezca apagada durante largos periodos de tiempo.

Esta tecnología requiere de una atención más minuciosa, debido a sus componentes electrónicos avanzados; esto se traduce en una mayor atención de mantenimiento de parte del operario y conlleva a que el índice de disponibilidad se mantenga elevado.

Rendimiento y calidad son las características principales que hacen que esta máquina *offset* digital satisfaga las necesidades de un cliente.

Figura 25. **Gráfica OEE vs. tiempo (semanas) PT**



Fuente: elaboración propia.

Esta máquina alcanza un rendimiento pico de 25,95 % en la semana 5, promediando 17,89 %; esto es una efectividad global alta, que a consideración personal debería explotarse.

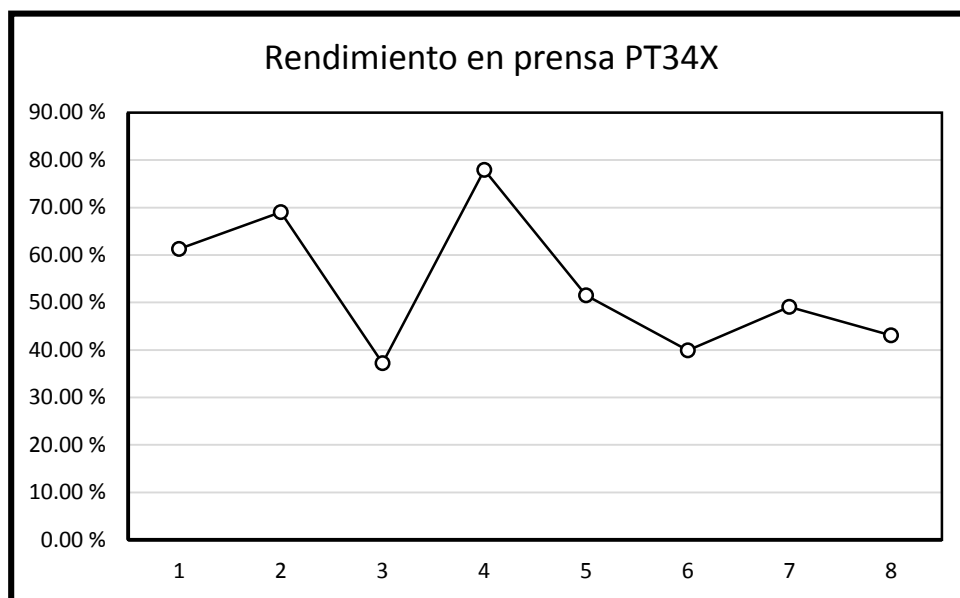
2.3.2.1.1. Velocidad de impresión

La velocidad de impresión está por debajo del límite de velocidad máxima; por razones ya conocidas no es posible trabajarla a velocidad máxima; dependiendo del caso, el promedio está en 5 000 tiros/hora.

El valor de rendimiento de esta máquina es alto debido a que se puede acelerar a un valor cerca de su velocidad máxima.

La precisión digital de la impresión es incomparable, reduciendo tiempos de ajustes y reajustes durante el proceso; también logra alcanzar un equilibrio entre la tinta y la solución humectante que se mantiene constante en la mayoría de los casos.

Figura 26. **Gráfica rendimiento vs. tiempo (semanas) PT**



Fuente: elaboración propia.

2.3.2.1.2. Eficiencia global equipo (OEE)

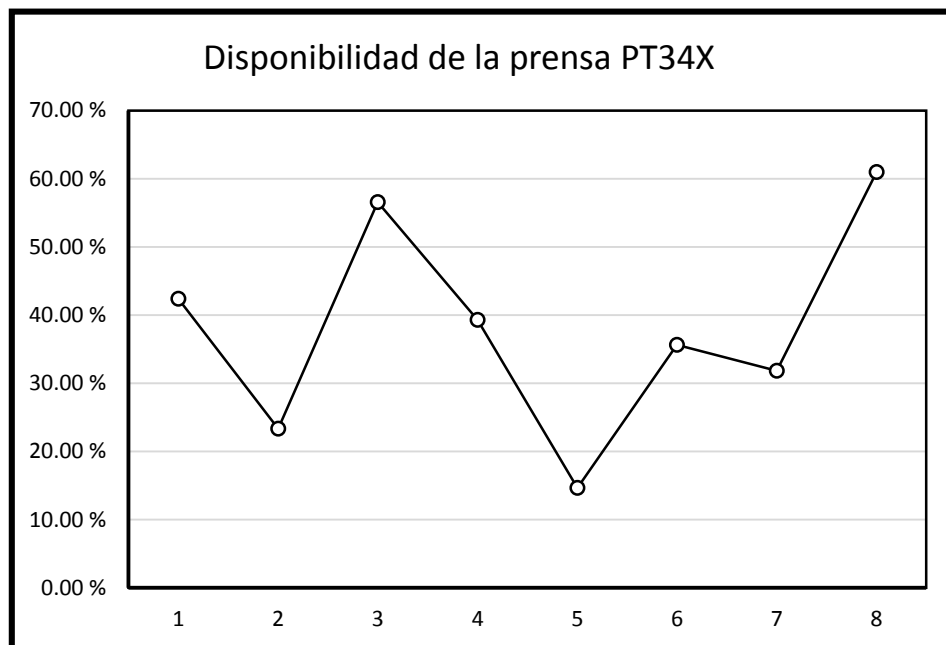
La eficiencia global de producción es más alta en comparación a la convencional; situándose 17,89 %; esto se debe a que la velocidad de operación se sitúa un poco debajo de la velocidad máxima; esta máquina no requiere de placas, por lo que el tiempo de espera de material es casi nulo, a excepción del papel que presenta el porcentaje de retraso.

La calidad es excepcional y el índice de desperdicio es bajo, situándose en 2 %. Además de lo anterior, esta máquina recibe más atención de mantenimiento preventivo.

2.3.2.2. Disponibilidad

La disponibilidad para la prensa digital Presstek presenta los mismos inconvenientes que la convencional; la espera de papel es el problema principal de paros en la producción, las fallas han sido menores de rápida reparación, sin presentar mayor inconveniente. Fuera de esto y del precio de trabajo en esta máquina, esta es bastante productiva.

Figura 27. **Gráfica disponibilidad vs. tiempo (semanas) PT**



Fuente: elaboración propia.

2.3.2.2.1. Tiempo de mantenimiento correctivo

Esta máquina recibe más atención por parte del operario; no se utiliza tanto como la convencional; esto se debe más que todo por el precio cotizado; el operario realiza tareas correspondientes de mantenimiento no planificado, pero con óptimos resultados observados.

Durante el tiempo de observación no se documentó ninguna falla crítica en el equipo.

Exceptuando un bloqueo de la máquina debido a un corte de electricidad temporal, lo que afectó su funcionalidad electrónica por casi un día entero.

2.3.2.2.2. Tiempo de mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo se realiza correctamente pero sin planificación ni control de parte de Gerencia; se hace bajo la responsabilidad y habilidad del operario; dado que no trabaja todo el tiempo, existen periodos para realizarle un correcto mantenimiento.

Se realiza un mantenimiento anual programado para las dos máquinas, tiempo considerado inadecuado para su óptimo funcionamiento.

No están establecidas las tareas de prevención; los mantenimientos son a criterio del operador de la prensa.

2.3.2.2.3. Tiempo medio entre fallas

Dado que esta máquina no trabaja tanto como la *offset* convencional, como se mencionó anteriormente, se tiene tiempo para realizar un mantenimiento preventivo adecuado, por lo que las fallas suscitadas han sido menores.

Estos fallos no han requerido mayor detalle para su reparación; se reportan una a dos fallas mensuales sin incidencias críticas.

Este tiempo se ha calculado entre 3 a 4 fallas por mes.

2.3.2.2.4. Tiempo promedio entre reparaciones

El tiempo muerto que ha generado los fallos en esta máquina ha sido atendido inmediatamente sin mayor repercusión ni gravedad, por lo que el tiempo promedio entre reparaciones está en 18 minutos.

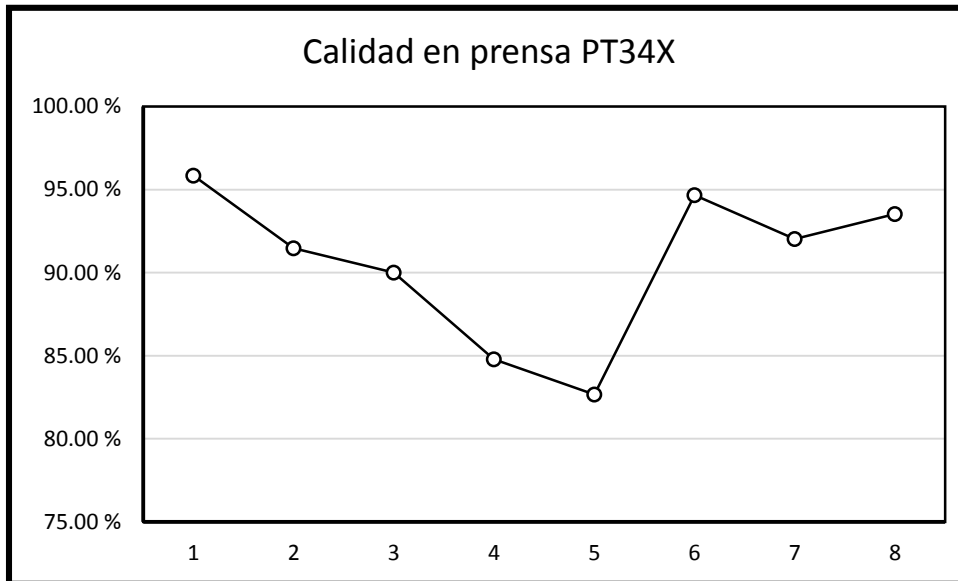
La capacidad de reacción ante la falla es inmediata por lo que no se generan pérdidas sustanciales en producción.

2.3.2.3. Calidad

La calidad de esta máquina está por encima de cualquier *offset* convencional, la precisión electrónica y la resolución, también el tipo de tinta utilizado la hace una de las mejores prensas de impresión *offset* en la industria gráfica.

Las quejas por clientes en cuestión de calidad son mínimas; y se han producido por descuidos inoportunos del operador de la prensa.

Figura 28. **Gráfica calidad vs. tiempo (semanas) PT**



Fuente: elaboración propia.

2.3.2.3.1. Tasa de desperdicio/reprocesos

Dada la magnífica calidad de imagen y precisión de resolución, la tasa de desperdicios es baja, situándose en 2 %; la tasa de reprocesos es también baja, dado el control de calidad por parte del operario durante todo el proceso de impresión.

2.3.2.4. Seguridad y buenas prácticas de manufactura

Al igual que en la *offset* convencional, no se cuenta con un plan concreto de seguridad e higiene, lo que no retiene fuentes de contaminación al material. No se cuenta con área de limpieza cercana al puesto de trabajo, ni señalización de equipo de protección personal.

2.3.2.5. Principales problemas en impresión

Los principales problemas de impresión en esta máquina son causados por limpieza en los rodillos, siendo estos de fácil acceso; la solución a estos problemas son solucionados de inmediato mediante limpieza y calibración de los aparatos, un problema mayor puede suceder cuando el rollo de caucho se acaba, y su reemplazo es inmediato, por lo que no requiere mayor atención.

2.3.2.6. Principales problemas en equipo

Los fallos son menores y los documentados han sido bloqueos electrónicos, que son parte de los dispositivos de seguridad de la máquina ante cambios bruscos de voltaje; se requiere prevención a estos asuntos, porque aunque son esporádicos, pueden en algún momento causar una falla crítica en el equipo.

2.4. Aplicación del TPM para la máquina Presstek Di34X

Para aplicar el método de TPM se requiere identificar las seis grandes pérdidas del proceso productivo y establecer rutas para mitigarlas, estandarización de procesos, entre otros.

2.4.1. Pérdidas claves

Las pérdidas claves para esta máquina son similares a la de la prensa *offset* convencional; el detalle está en la organización de producción; el retraso en la entrega de papel genera pérdidas sustanciales por el tiempo muerto de la máquina, sumado esto el coste de trabajo; en esta máquina es mayor al de la convencional, dada la relativa sencillez de trabajarlas.

Debido a que no requiere placas y que posee cuatro cabezas para cuatro colores, no requiere agua ni sustancia agregada, el tiempo de trabajo y el gasto de insumos se reduce considerablemente, así como el tiempo de entrega. Esto favorece que pueda cotizarse más cara, dada la tecnología que presenta, pero es una desventaja a la hora de que el cliente solicite una cotización.

2.4.1.1. Principales fallas y averías

Esta máquina no trabaja a tiempo completo, lo que resulta en tiempo que el operario utiliza para realizar mantenimiento preventivo; esto se refleja en una tasa de fallas y averías menores, siendo uno de los principales factores de falla las caídas de voltaje en las conexiones primarias, las cuales son externas pero se deben de tomar medidas para minimizar el impacto que producen.

2.4.1.2. Pérdidas por preparación y ajustes

Como se observó en la máquina *offset* convencional, las principales cualidades para el control de calidad se ven claras en lo que es el tiempo de preparación y ajustes; en esto radica la dificultad de reducirlos, por lo tanto la implementación de tecnología y capacitaciones pueden ser una buena opción.

2.4.1.3. Pérdidas por parada menor

Las pérdidas menores resultan por paros en la línea; el principal problema de paro en esta máquina son problemas de transmisión de tinta en los rodillos y de consistencia en la tinta; las soluciones a estos problemas son sencillas: limpieza y ajuste, que detienen la producción por cortos periodos no significativos; la ventaja de estos paros es que el ajuste favorece a la calidad continua.

La detección de estas inconsistencias es primordial; la toma de muestras constantes produce estos paros, pero como se mencionó anteriormente, favorecen la búsqueda de la mejor calidad de impresión.

Otro factor de parada al igual que la máquina *offset* convencional es la de trabes de papel, para el cual la máquina posee sensores que protegen y detienen la máquina instantáneamente.

2.4.1.4. Pérdidas por velocidad

Esta máquina posee una velocidad menor a la prensa *offset* convencional, pero comparten el mismo problema; a velocidad alta se pueden producir defectos de color en la impresión, por lo que no es aconsejable trabajarla al máximo.

Se recomienda al igual que la máquina *offset* convencional, siempre y cuando resulte posible, un aumento de velocidad de 10 % extra.

2.4.1.5. Pérdidas por defectos y reprocesos

Los errores que pueden suscitarse en el proceso de impresión muchas veces son por error humano o algún leve desajuste de la máquina; estos errores resultan graves cuando no se toman las medidas correspondientes durante el proceso.

Una buena recomendación es normalizar el proceso llevando una lista de tareas de control de calidad, las cuales deberán ser rigurosas durante el proceso y siempre supervisadas por gerencia; esta lista de control debe ser marcada, firmada por el operario, y entregada adjunta a la orden de trabajo.

En esta hoja se puede incluir el dato de tiempos de trabajo, para llevar control de los índices de producción enlistados en el cuadro de mando integral.

2.4.2. Mejoras enfocadas

Como una propuesta acertada se requiere que se realicen mejoras constantes en los puestos de trabajo; esto favorece la sana realización del mismo, al implementarse mejoras; se debe tomar muy en cuenta que el operario posee la experiencia previa del manejo del área y el óptimo funcionamiento de sus procesos; por lo que se debe brindar el apoyo necesario para lograrlo; muchos operadores poseen experiencia de otros lugares donde han laborado y pueden proporcionar sugerencias y recomendaciones que han observado exitosas en otras empresas.

2.4.3. Mantenimiento autónomo

La mantención por parte del operario es la adecuada, aunque fuera de control y de tiempo, lo que igualmente conlleva a desgaste de la máquina, pero en menor gravedad.

Se deben establecer a nivel general, rutinas diarias de limpieza y lubricación, así como revisiones y ajustes; esto disminuye en gran parte el riesgo de una falla crítica en el sistema. Estas rutinas deben ser controladas y supervisadas por gerencia, o de ser posible, un grupo pequeño de voluntarios dispuestos a verificar el cumplimiento de las rutinas.

Estas rutinas de limpieza están destinadas a mantener el orden, y eliminar fuentes de contaminación en las áreas de trabajo.

Tabla XIV. **Tareas de mantenimiento autónomo PT**

Tareas de mantenimiento autónomo o mantenimiento diario para la prensa Presstek Di34X	
	Diario
Revisión general	x
Limpieza general	x
Limpieza superficial de rodillos	x
Lubricación de partes claves	x
Limpieza y revisión de cuchillas de goma de la bandeja de tinta	x

Fuente: *Manual de servicio Presstek Di34X*, p. 39.

2.4.4. Mantenimiento de calidad

Las actividades previstas por el fabricante como semanal y otras tareas que pueden verse involucradas en los defectos de calidad observados y analizados periódicamente, hacen en conjunto que la calidad óptima de la máquina se mantenga en perfecto estado. Estas tareas se programan y controlan por medio de reportes.

Se recomienda establecer valores estándar para las características de los factores del equipo y valorar los resultados a través de un proceso de medición, establecer un sistema de inspección periódico de las características críticas y preparar matrices de mantenimiento y valorar periódicamente los estándares.

También se recomienda realizar un análisis de mantenimiento preventivo para identificar los factores del equipo que generan los defectos de calidad.

Tabla XV. **Tareas de mantenimiento de calidad PT**

Tareas de mantenimiento de calidad o mantenimiento semanal para la prensa Presstek Di34X	
Manualmente engrasar y aceitar cada sección	Cada semana o cada mes, dependiendo de la cantidad de trabajo
Suministrar grasa a cada sección usando la bomba de grasa central	
Limpieza de superficies de sensores	Cada semana
Limpieza de filtro de bomba de aire	
Limpieza de rodillos de deslizamiento	
Limpieza de rodillos de salida y rodillos de guía	
Limpieza de dispositivo pulverizador de polvo antirrepinte	
Limpieza de dispositivo de limpieza de placa (limpieza en seco)	
Limpieza del filtro de la bomba para limpieza de placas	
Aceitar bomba de aire	
Drenar agua del compresor de aire	
Limpieza de sistema de alimentación de papel	
Limpieza de piezas y bases de pinzas en el cilindro de impresión	

Fuente: *Manual de servicio Presstek Di34X*. p. 39.

2.4.5. Mantenimiento planificado

La mantención planificada debe satisfacer la cantidad de horas trabajadas, por lo que el control y programación del mantenimiento debe programarse así.

Teniendo un control adecuado de horas o revoluciones de la máquina se alcanza aún más un estado de fiabilidad que se requiere.

La optimización de estas tareas debe favorecer a la cantidad de trabajo efectuada en la prensa, debe analizarse sistemática y periódicamente para agregar y eliminar tareas en un tiempo que se considere acertado.

Tabla XVI. **Tareas de mantenimiento preventivo PT**

Tareas de mantenimiento de preventivo, mensual, semestral, anual para la prensa Presstek Di34X	
Manualmente engrasar y aceitar cada sección	Cada semana o cada mes dependiendo de la cantidad de trabajo
Suministrar grasa a cada sección usando la bomba de grasa central	
Limpieza de filtro de la boquilla de la bomba	Cada mes
Limpieza del electrodo eliminador de estática	
Limpieza del filtro del compresor de aire	
Limpieza de unidad del condensador del sistema de rodillo de tinta	
Limpieza del láser de control de temperatura	
Limpieza del filtro del dispositivo pulverizador de polvo antirrepinte	Cada 6 meses
Limpieza de los elementos del regulador del compresor de aire	Cada año

Fuente: *Manual de servicio Presstek Di34X*, p. 39

2.4.6. Instructivo de arreglo

Instructivo de arreglo para la prensa Presstek:

- Recepción de la orden de trabajo impresa, además se recibe un archivo digital en la computadora instalada en el área de prensa Presstek.
- Comienzo de los procesos de control de impresión.

- Limpieza de los rodillos entintadores de la máquina; para esto la máquina trae un opción de autolavado, revisar la cantidad de *wash* en los depósitos constantemente; con *wipe* se limpian manualmente los rodillos de entintaje; si es necesario, utilizar alcohol isopropílico o *thinner*. Este lavado se realiza por 30 min o un poco más, si es necesario.
- Colocación de la pintura en la bandeja de tinta, con la máquina en movimiento.
- Colocación del papel en unidad alimentadora de pliegos de la máquina; se revisan y ajustan guías y registros; se revisan medidas, calibre y tipo de papel.
- El proceso de quemado de placas tarda alrededor de doce minutos; los datos son enviados desde el ordenador hacia la prensa, la cual realiza el proceso de quemarlas internamente; antes de esto se revisa el estado y duración de los rollos de placa especiales para esta máquina.
- Comienzo de las pruebas de impresión: se obtienen unas cuantas muestras de pliegos impresos; se compara la variación de color respecto de la muestra, se utiliza un lente cuentahílos para esto y se reajusta el balance de tinta de la máquina hasta alcanzar el tono deseado.
- Impresión.
- Si es necesario otro color o una impresión de retiro, realizar limpieza de máquina y comenzar de nuevo el proceso.

2.4.7. Procesos de control de impresión

A continuación se detalla el proceso de control de calidad de la impresión.

Tabla XVII. **Procesos de control de calidad PT**

Procesos de control de calidad prensa Presstek Di34X	
Leer orden de trabajo	Leer con cautela la información contenida en la orden de trabajo.
Revisar elementos de la orden de trabajo	Revisar elementos adicionales a la orden de trabajo, incluyendo las pruebas de color.
Verificar tintas	Verificar y asegurar que las tintas y colores estén disponibles en el puesto de trabajo; asimismo se debe revisar la cantidad de tinta, si es sobrante de algún trabajo anterior y el estado de la misma.
Verificar medidas de material	Verificar medidas del material sean las que la orden de trabajo indica, empleando una cinta métrica.
Verificar calibre del material	Verificar calibre de papel utilizando una pesa electrónica o un micrómetro.
Revisar tipo de material	Revisar que el material a imprimir sea el adecuado de acuerdo con la orden de trabajo.
Verificar estado de placa	Revisar estado de placas y duración de las mismas, reemplazar cartucho de placa, si es necesario.
Verificar estado de mantillas de caucho	Observar si las mantillas de cauchos estén dañadas de manera que si afecten la impresión; cambiarlas de ser necesario.
Revisar centrado	Utilizando un lente cuentahílos se revisa el registro de cruces y la correcta posición de los puntos en la selección de colores.
Revisar texto	Verificar visualmente que todos los textos del pliego se encuentren completos y sin faltas ortográficas, utilizando la muestra.

Continuación de la tabla XVII.

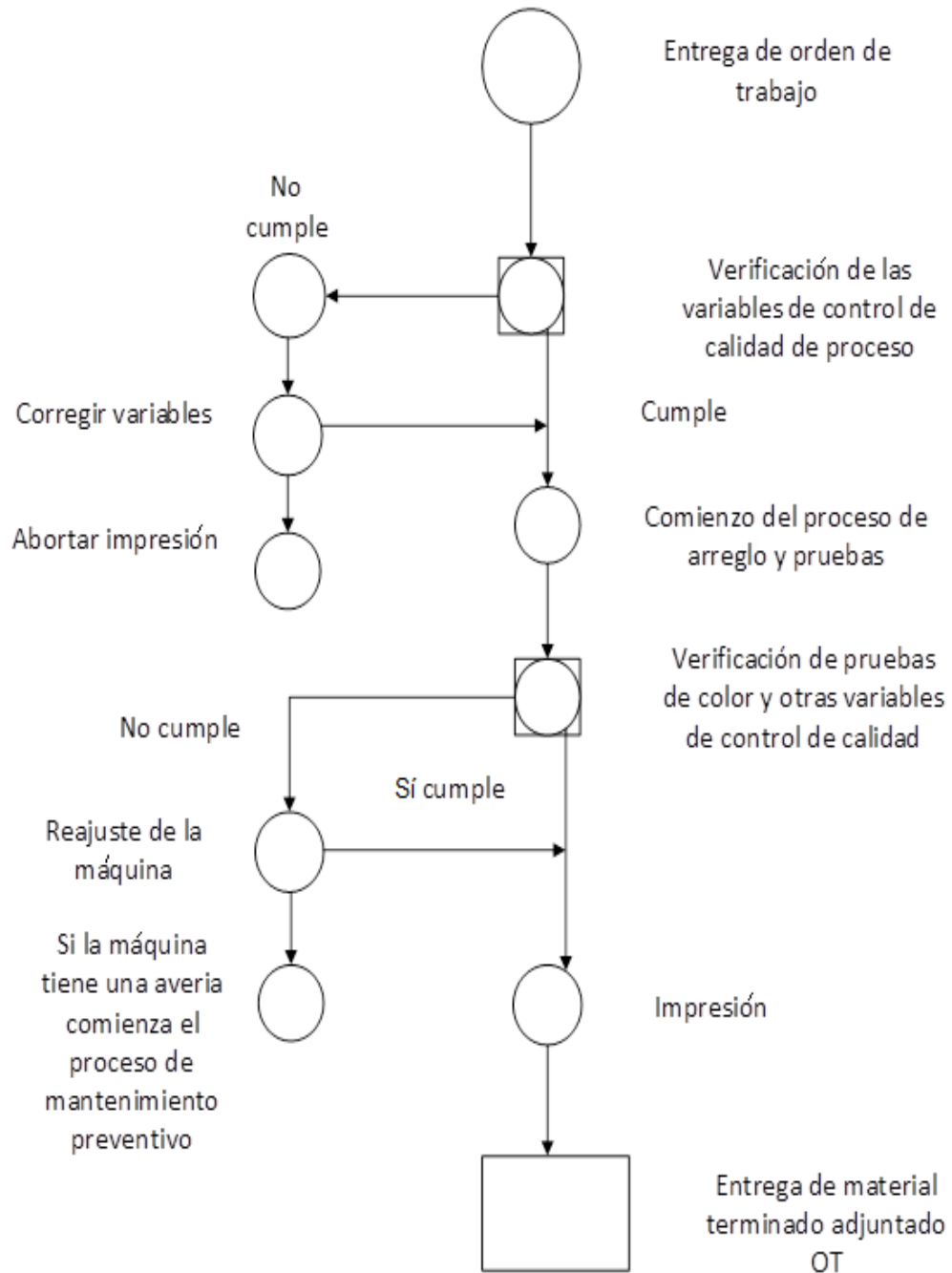
Revisar registro de impresión	Se colocan los pliegos en el alimentador de pliegos, verificando las marcas de registro en la máquina, doblando el pliego por la mitad y centrándolo en el alimentador de pliegos; se colocan las medidas del material en la máquina.
Revisar colores según guía o muestra de color	Verificar que los colores sean iguales en la tinta y en las muestras de color.
Verificar áreas reservadas de barniz	Verificar la posición de áreas reservadas para barniz, en la placa y en las muestras, y las medidas de reservado.
Verificar cantidad de polvo	Verificar la medida de cantidad de polvo rociado en la máquina, que los rociadores no estén tapados.
Verificar dirección de hilo	Verificar con el lente cuentahilos, la dirección de los hilos del pliego de material, y dirección de los puntos de color.
Verificar presiones	Comprobar las presiones de trabajo de los rodillos de la máquina, según datos del fabricante.
Ajustar curva de color	Se ajusta el balance de tinta en las unidades de tinta de la máquina.
Ok de arranque	Se da luz verde a las pruebas; si existe algún inconveniente se reajusta lo necesario y se imprime.

Fuente: MONTENEGRO, Carlos, *Incremento de la productividad prensa offset*. p. 21.

2.4.8. Diagrama de operaciones de proceso

A continuación se presenta el diagrama de operaciones de proceso para la prensa Presstek Di34X.

Figura 29. Diagrama de operaciones de procesos PT



Fuente: elaboración propia.

3. FASE DE DOCENCIA

3.1. Presentación de resultados

Al finalizar la fase técnicoprofesional se presentaron a los gerentes y operarios, los resultados de diagnóstico y propuestas de mejoras; para esto se dividió la presentación en tres partes:

- Definiciones de lo que es el programa de mantenimiento productivo total o TPM, haciendo énfasis en lo que son los indicadores de TPM, así como su interpretación para determinar pérdidas sustanciales en la productividad de su empresa.
- Presentación de resultados con base en los indicadores, gráficas y estadísticas, de lo que es la situación actual de la producción en las máquinas *offset*, las pérdidas claves en los procesos y los principales problemas que presenta la máquina (problemas de impresión y problemas con la funcionalidad de la máquina) en el desarrollo del proceso productivo.
- Recomendaciones y propuestas de mejoras a seguir: se presentaron recomendaciones generales y específicas para el personal y la Gerencia; se discutieron las recomendaciones y propuestas técnicas presentadas junto con otras ideas de mejora; esto siguiendo el plan de TPM de involucrar directamente a operarios y gerentes en conjunto para la solución de los problemas que aquejan a la empresa.

3.2. Capacitación a operarios y gerencia sobre el TPM

Se discutió y aconsejó a los operarios de las máquinas *offset* sobre los beneficios de un sistema de mantenimiento preventivo funcional, básico y complejo, comenzando por tareas conocidas como mantenimiento autónomo, realizando la importación de la limpieza, revisión y lubricación diaria de las partes básicas de operación de la máquina.

Se recomendó llevar una bitácora de mantenimiento con el fin de documentar todo trabajo realizado y con base en eso, poder predecir de alguna manera un suceso de avería futura y control más riguroso de lo que a la máquina le aqueja.

Se brindaron formatos de control de mantenimiento con tareas, tipo *checklist* divididas en tres partes:

- Mantenimiento autónomo (tareas diarias).
- Mantenimiento de calidad (tareas semanales).
- Mantenimiento preventivo (tareas mensuales, semestrales y anuales).

Adicional a esto se platicó del programa de las 5S, indicando a los gerentes los beneficios de implementar este sistema a nivel general; limpieza orden y estandarización son requeridos para un mejor ambiente laboral.

También se discutieron factores de seguridad e higiene industrial, uso de equipo de protección personal, señalización de áreas de trabajo, de material y otros insumos, rutas de emergencia, áreas carga y descarga, entre otros.

Se platicó sobre los beneficios de un sistema cuadro de mando integral para dar a conocer logros metas y alcances periódicos de los indicadores de TPM; adicional a esto se platicó de un sistema de buzón de sugerencias donde el empleado puede depositar por escrito una sugerencia, recomendación, idea de mejora y cambio, quejas, entre otros.

Al finalizar la plática se realizó la importancia principal del programa TPM, que es el trabajo conjunto entre gerencia y operación, además la importancia de la comunicación entre los diferentes niveles de la empresa para el aporte de ideas y discusión de mejoras conjuntas.

Por último se instó a la empresa a realizar reuniones semanales con todo el personal, con el fin de platicar sobre los avances, retrocesos, caminos a seguir, estrategias y resultados de todas acciones tomadas; esto con el fin a fortalecer las relaciones y comunicación entre los diferentes niveles de la empresa.

3.3. Logros esperados

Entre los logros que se esperan con la implementación del programa de mantenimiento productivo total, principalmente están: la reducción de paros en la línea de producción y averías en la máquina para aumentar el tiempo real productivo y reducir los costos asociados a estas grandes pérdidas.

Además, se espera que mejoren las condiciones de seguridad e higiene industrial en la empresa, así como el ambiente de trabajo y la moral de los empleados, generando sentimiento de importancia dentro de los empleados; esto es de suma importancia para mejorar globalmente la eficiencia dentro de la empresa.

Se espera especialmente la unión y trabajo conjunto de todos los niveles de la empresa para la solución integral de los problemas que aquejan su productividad.

Se espera generar un compromiso sólido a las tareas que trae consigo la implementación de este programa de TPM, principalmente las de control de indicadores productivos, así como su reducción sistemática y periódica, capacitaciones, reuniones constantes, mejoras continuas en tecnología y procesos productivos.

Con la implementación de TPM se espera reducir las seis grandes pérdidas asociadas a la productividad; por consiguiente el aumento de los indicadores de TPM; en resumen se espera lo siguiente de estas pérdidas:

- Pérdidas por averías: constituyen la tercera gran pérdida de este estudio; estas pueden ser evitadas y tratadas mediante la implementación de los tipos de mantenimiento descritos anteriormente. Aunque en algunos casos la implementación de este sistema no sea suficiente, debe reestructurarse periódicamente, analizando el historial de la bitácora, desgastes y cargas de trabajo, a fin de establecer acertadamente un tiempo de mantenimiento adecuado para cada parte de la máquina.

Con la implementación de los programas de mantenimiento se espera la reducción de fallas y averías en la máquina hasta un mínimo de cero fallas y cero averías por mes. Inicialmente, luego de la implementación del sistema de mantenimiento preventivo; se espera la reducción a por lo menos una falla o avería al mes en las dos máquinas *offset*.

- Pérdidas por preparación y ajustes: la preparación y ajustes de las máquinas deben llevar consigo una revisión de los sistemas principales de impresión; aquí se realiza el verdadero control de calidad de la empresa a través del operario; la preparación de la máquina y los reajustes que se le hagan a las variables, tales como velocidad de la máquina, presiones de trabajo, cantidad de tinta, revisión del papel, etc., inciden directamente en la calidad de la impresión final. Por consiguiente la reducción de estas tareas es difícilmente reducible, si se quiere una calidad de impresión óptima que satisfaga al cliente.

Se comprobó además que la reducción de estas variables se puede realizar con la colaboración de un ayudante en la máquina, pero esto puede ser contraproducente para los gastos monetarios. Se comprobó que los tiempos de preparación y ajuste se reducen a la mitad con la participación de dos personas en la máquina. Además se sugiere que se realicen mejoras tecnológicas que pueden reducir un poco estos ajustes; estas herramientas, tales como espectrómetro de color, dobladoras de placas automáticas, quemadores de placas, dispensadores de tinta, y otros insumos pueden acelerar un poco estos tiempos. Se recomendó también establecer un control más riguroso de la calidad de la impresión, al fin de estandarizar los procesos de control de calidad y hallar la ruta más adecuada en cuanto tiempo y optimización de la impresión.

- Pérdidas por funcionamiento a velocidad reducida: la velocidad de impresión está relacionada directamente con la calidad de impresión; una velocidad alta puede llevar al corrimiento de la tinta y otros problemas de impresión, por lo que se recomienda establecer velocidades promedio y analizar sobre la marcha un incremento de velocidad de hasta un 20 %, de ser posible, en la máquina. Relativamente el tiempo de impresión

comparado con los demás tiempos de procesos es bajo, o sea aproximadamente del 100 % de tiempo productivo, un 10-20 % es de impresión, por lo que una aceleración de la máquina no produciría una reducción muy significativa en la productividad; por el contrario puede producir más problemas que beneficios.

- Pérdidas por defectos de calidad: como se mencionó anteriormente, el tiempo de preparación y ajustes es el verdadero proceso de calidad de la empresa; por lo que si este no se realiza correctamente, conlleva a una mala calidad de impresión. Al fallar la impresión o la calidad de impresión, el material se pierde en su totalidad y el proceso tiene que volver a comenzar en la máquina. Estos reprocesos causan pérdidas económicas elevadas y aunque en esta empresa los índices de reprocesos y quejas de clientes son bajos, es recomendada la estandarización del proceso de control de calidad, como se recomendó anteriormente. Este control debe reajustarse a ciertas necesidades de impresión y se espera la reducción al mínimo.
- Pérdidas por ciclo al vacío: estas pérdidas están relacionadas con los paros durante el proceso de impresión, principalmente problemas de tinta en la hoja y atascamientos de hojas. Se espera que con la preparación y ajuste se eviten estos problemas, pero en la realidad son eventos casi impredecibles y no requieren demasiada atención ni tiempo para solucionarlo, por lo que no representan mayor inconveniente en la productividad.
- Pérdida por puesta en marcha del equipo: aquí es donde están los principales paros en la línea de producción; este es el principal problema, se estableció un promedio para ambas máquinas de 50 min., para poner en marcha el equipo; este tiempo es demasiado extendido en algunas

ocasiones, por lo que genera muchas pérdidas en la producción. Se recomendó a Gerencia fortalecer su sistema de planificación diario a fin de tener los materiales listos para el comienzo del próximo trabajo; con esto se espera la fluidez de las labores en producción. Se espera que con la planificación y control de insumos y proveedores este tiempo perdido desaparezca; esto podría implicar cierta inversión en equipo auxiliar, y servicios extras internos que ahora son subcontratados externamente. Se requiere de controles predictivos de insumos, es decir tener siempre lo necesario sin ninguna falta importante.

CONCLUSIONES

1. Con base en los resultados estadísticos se debe tomar mucha consideración al enfocar mejoras donde se detectaron pérdidas sustanciales de productividad; específicamente se debe redireccionar la forma de trabajo en Gerencia de producción, aumentando controles de todo tipo, tiempo, capacidad, insumos, trabajos externo, mantenimiento, planificación diaria, controles estadísticos de toda índole, entre otros.
2. Implementar el programa de mantenimiento preventivo total involucra al personal de todos los rangos jerárquicos totalmente comprometidos en todos los niveles posibles; esta cultura de cambio debe favorecer a los productivos, pero puede extenderse hasta los procesos administrativos, como por ejemplo el mantenimiento de sistemas informáticos, mantenimiento y expansión de volúmenes de venta, optimización en procesos de control de material de bodega, capacitaciones constantes para el personal, entre otros, con tal de llegar al punto de cero tolerancias, cero pérdidas, cero paros y cero averías.
3. La reducción de los indicadores de productividad debe reanalizarse y reestructurarse sistemática y periódicamente; las averías y los paros que aquejan a la productividad, son en sí problemas que tienen solución, pero debe ser un compromiso integral de todos los niveles de la empresa lo que conlleve a su eliminación total.
4. En la práctica los paros en producción son eliminables a totalidad, estableciendo una programación acertada y un sistema de control

apropiado, además de un sistema de apreciación a los empleados que permita eliminar las resistencias al cambio que trae el programa de TPM.

5. Se determinó que las pérdidas principales en la línea de producción son las asociadas a puesta en marcha de los equipos; esto por falta de planificación y control; seguidamente las preparaciones y ajustes de la máquina llevan tiempo; aunque en teoría es tiempo perdido, en la realidad es el verdadero control de calidad de impresión de la empresa, por lo que su reducción no puede realizarse, mas sí puede mejorarse con la implementación de herramientas tecnológicas. La otra pérdida que se considera como fundamental es la que se da por averías, la cual puede reducirse hasta el mínimo estableciendo y reestructurando periódicamente las tareas de mantenimiento, analizando los indicadores de TPM y las fallas y averías más comunes, con el fin de atacarlas antes de que ocurran.
6. Se deben dividir las tareas de mantenimiento en tres fases, según el programa de mantenimiento productivo total, estas son: mantenimiento autónomo o diario, de calidad o semanal y preventivo en tres escalas; mensual trimestral y anual. Estas actividades deben ser programadas con anticipación, para asegurar que se tomen en cuenta en los tiempos de entrega a clientes; además se deben controlar los insumos y repuestos de bodega que se utilizan al momento de realizar un mantenimiento.
7. Una base de datos con repuestos en necesaria, así como lista de repuestos críticos que deben mantenerse en bodega para cualquier emergencia que pueda suscitarse. Acompañado a esto se pueden brindar capacitaciones constantes a los operarios por medio de técnicos

especializados en la materia, a fin de que el operario pueda involucrarse en toda tarea de revisión, diagnóstico y reparación de las máquinas.

8. Las actividades de mantenimiento se deben dividir y reajustar con cada incidencia suscitada, para esto también se requiere de reuniones entre operarios y Gerencia (de ser posible implementar Gerencia de Mantenimiento), para llevar controles minuciosos de incidencias y reajustar programas de mantenimiento, realizar mejoras enfocadas a procesos de mantención y reducir costos asociados es estos mantenimientos.
9. El control óptimo de mantenimiento por parte de Gerencia determinará el rendimiento óptimo de las máquinas, obteniendo unos indicadores de efectividad global de los equipos altos; se debe tener control de repuestos, refacciones críticas, mano de obra e insumos extras, los cuales deben de contabilizarse debido a que tendrán un costo final variable. Estos controles deben agruparse y analizarse estadísticamente para establecer tendencias y pronósticos, también pueden reestructurarse, a fin de obtener un mejor resultado de las mismas.

RECOMENDACIONES

1. Optimizar procesos de preprensa y administrativos para obtener una productividad ágil, al reducir el tiempo que una orden de trabajo requiere hasta llegar al puesto de trabajo final; estos costos son indirectos a producción por lo que su reducción es imperativa en el momento de optimizar la productividad.
2. Implementar rutinas de mantenimiento preventivo y autónomo para eliminar el tiempo muerto por puesta en marcha.
3. Elaborar diariamente una planificación que permita la preparación de materia prima por lo menos un día antes.
4. Colocar puntos de limpieza en área de prensas; estos pueden incluir como mínimo: jabón antibacterial que no requiera agua, toallitas húmedas o mayordomo y un basurero, para facilitar limpieza de manos de los operarios.
5. Señalizar zonas de trabajo con franjas amarillas, y rutas de evacuación y accesorios de seguridad para los operarios.
6. Mejorar iluminación en mesa del alimentador de la máquina PM74 y el tamaño de la muestra impresa, ya que una muy pequeña dificulta la comparación; analizar la implementación de un densitómetro o bien pantallas electrónicas para visualizar la muestra.

7. Cambiar *wipe* por trapos de tela para mejorar la limpieza y evitar que las fibras afecten las partes móviles de los rodillos.
8. Cambiar alcohol isopropílico por solución que contenga glicol, reparar alcoholímetro, o utilizar bandas medidoras de pH y conductímetro.
9. Aplicar el sistema *Kaizen* para mejorar competitividad y ambientes de trabajo y productividad; implementar sistema de sugerencias para los operarios y trabajadores en general, en los cuales puedan expresar sus sugerencias respecto de los cambios y mejoras en los puestos de trabajo y explicar los beneficios de la mejora organizacional.
10. Llevar a cabo rutinas de mantenimiento autónomo o 5s, estandarizando procesos de mantenimiento y revisiones tanto diarias como semanales, para mantener las máquinas en óptimas condiciones de funcionamiento y confiabilidad.
11. Dar a conocer periódicamente resultados de las actividades de mejoras en la empresa por medio de un cuadro de mando integral, donde se presenten estadísticas de productividad y cambios o mejoras realizados.

BIBLIOGRAFÍA

1. COFIÑO MARÍN, Allan Adolfo. *Análisis y aplicación del programa TPM dentro de un sistema productivo orientado a eficiencia*. Trabajo de grado., Chía Dinamarca Universidad de la Sabana. 2003, 52 p.
2. ESCUELA DE ARTES CADIZ. *Módulo de técnicas gráficas industriales*. Artículo independiente. 11 p.
3. HEIDELBERG. PrintMaster PM74, *Manual de operación y mantenimiento*, Alemania, 2005. 43 p.
4. MONTAÑA BERNAL, Edgar. *Diseño de un modelo de gestión de mantenimiento para maquinas impresoras con base en el proceso productivo de la imprenta nacional de Colombia*. Trabajo de especialización, Universidad de la Salle, Bogotá D.C. 2006, 133 p.
5. MONTENEGRO GONZALES, Carlos Arnoldo. *Incremento de la productividad y calidad en una prensa offset mediante aplicación de kaizen* Trabajo de graduación de ingeniería industrial, Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería, 2006. 120 p.
6. PARK, Alex. *Manual del ingeniero de mantenimiento.*, EEUU Learning Factory. 2001, 281 p.
7. PRESSTEK DI34X, *Manual de operación y mantenimiento*. Presstek Inc. 2006. 83 p.

APÉNDICES

Apéndice 1. Reporte de fallas

iPress <small>Impresión Inteligente</small>		Reporte de fallas	
Máquina		Fecha	
		Hora	
Descripción del fallo	Posible fuente de falla	Corrección realizada	
Refacción utilizada:		Código:	
Tiempo de reparación:			
Observaciones:			
Firma de operario/ encargado de reparación		Firma gerente de producción	

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 4. Control Mantto. Autónomo PM74

Control de tareas de mantenimiento autónomo o mantenimiento diario para la prensa PM74												
	Mes											
	Semana 1			Semana 2			Semana 3			Semana 4		
	L	M	V	L	M	V	L	M	V	L	M	V
Limpieza general de la máquina												
Revisión general												
Lubricación partes claves												
Limpieza del sensor de alineamiento												
Limpiar soportes de control de impresión												
Limpieza de superficie de cilindro de impresión (antes del perceptor)												
Limpieza de la camisa del cilindro de impresión (después del perceptor)												
Limpieza de la superficie del cilindro de placa												
Limpieza del borde de goma y cuchilla del dispositivo de lavado del rodillo de entinte												
Revisión de solución humectante												
Responsable:	Gerencia de producción:											
Observaciones:												


Fuente: elaboración propia.

Apéndice 5. Control de mantto. de calidad PM74

iPress Control de tareas de mantenimiento de calidad o mantenimiento semanal para la prensa PM74				
	Mes			
	semana 1	semana 2	semana 3	semana 4
Limpieza del sensor de alineamiento				
Limpieza de rodillos de guía				
Limpieza de las 13 pinzas del transfer				
Limpiar soportes de control de impresión				
Limpieza de superficie de cilindro de impresión (antes del perceptor)				
Limpieza de la camisa del cilindro de impresión (después del perceptor)				
Limpieza de la superficie del cilindro de placa				
Limpieza de parte frontal y trasera del dispositivo de sujeción de placas				
Limpieza y lubricación del registro diagonal del dispositivo de sujeción de placas				
Limpieza del rodillo de presión y rodillo de soporte en el dispositivo de sujeción de placas				
Limpieza del borde de goma y cuchilla del dispositivo de lavado del rodillo de entinte				
Limpieza de filtro de suministro de aire				
Chequear filtro de agua limpia, limpiar si es necesario				
Chequear el filtro de la tubería de succión de la bomba; limpiar si es necesario				
Chequeo del filtro en la salida de la bomba; limpiar si es necesario				
Chequear el filtro de la tubería de succión de la bomba; limpiar si es necesario				
Chequear si existen fugas en el sistema				
Chequear flotador, limpiar si es necesario				
Chequear presión de alimentación de solución de humectación; ajustar si es necesario				
Chequear la bolsa filtrante en el contenedor de solución humectante; reemplazar si es necesario				
Usar aire comprimido para remover cualquier contaminación				
Chequear la función automática de drenado en el filtro de aire del compresor				
Limpiar el flotador de drenaje y chequear su función				
Responsable:	Gerencia de producción:			
Observaciones:				

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 6. **Control de mantto. preventivo anual PM74**

 <small>Impresión Inteligente</small>	Control de tareas de mantenimiento preventivo anual para la prensa PM74	
	Año:	
Pila del alimentador	Lubricar cadena de la pila del alimentador	
Succionadores	Desmontaje y limpieza de los succionadores de elevación y reenvió	
	Afloje y limpieza de válvula rotativa	
Mesa de alimentación	Chequear detector electromecánico de doble hoja	
Unidad de control del compresor de aire	Chequear nivel y drenar agua de condensado del compresor de aire	
	Chequear presión de manómetro del compresor de aire (6.4 ± 0.3 bar)	
	Chequear filtro del compresor de aire y reemplazar, si es necesario	
Sistema de alineación de hojas	Limpieza y cambio del succionador frontal; reemplazar si es necesario	
Lubricador central de grasa	Chequeo del nivel y suministro de lubricante del lubricador central de grasa	
Sistema de alineación de hojas	Limpieza de sensor de registro y de doble hoja	
	Limpieza del sensor de alineamiento	
	Limpieza de rodillos de guía	
Pinzas del transfer	Lubricar rodillo nivelador	
	Lubricar soportes de pinzas	
	Limpieza de las 13 pinzas del transfer	
Batería de alimentación	Lubricar engrasadores empotrados del cojinete de eje de pinzas	
	Lubricar engrasadores empotrados del rodillo nivelador	
	Lubricación del cojinete de eje de pinzas del cilindro de impresión (antes del perfector) Lubricación del rodillo de nivel del cilindro de impresión (antes del perfector)	
Cilindro de placa	Lubricación del cojinete de eje de pinzas del cilindro de impresión (después del perfector)	
	Lubricación del rodillo de nivel del cilindro de impresión (después del perfector)	
	Limpieza de la superficie del cilindro de placa	
	Lubricación del equipo de registro circunferencial del cilindro de placa	

Continuación del apéndice 6.

Dispositivo de sujeción de placas	Limpieza de parte frontal y trasera del dispositivo de sujeción de placas Limpieza y lubricación del registro diagonal del dispositivo de sujeción de placas Limpieza del rodillo de presión y rodillo de soporte en el dispositivo de sujeción de placas	
Dosificador de agua	Lubricación de la unidad de rodillo de la bandeja de agua y rodillo dosificador de agua	
Transfer I	Lubricación del cojinete de eje de pinzas del cilindro transfer 1 Lubricación del rodillo de nivel en el cilindro transfer 1	
Transfer II	Lubricación del cojinete de eje de pinzas de la batería de transfer II Lubricación del rodillo nivelador de la batería de transfer II Lubricación del cojinete de la tubería de succión de la batería del transfer II	
Transfer III	Lubricación del eje de pinzas del cilindro de transfer III Lubricación del rodillo nivelador del cilindro de transfer III	
Batería de almacenaje	Lubricación del seguidor de la leva de la barra de succión en la batería de forma Lubricación del cojinete en la parte móvil de la batería de forma Lubricación del cojinete del eje de pinzas en la batería de almacenaje Lubricación del rodillo nivelador de la batería de almacenaje Lubricación del cojinete principal en la barra de operación de la batería de almacenaje Lubricación del cojinete de empuje en la succión de la batería de almacenaje Lubricación del cojinete de empuje en el collar de fijación y barra de succión en batería almacenaje Lubricación de ranuras en la barra de operación en batería de almacenaje Lubricación del perno de bloqueo en la barra de succión en batería de almacenaje	
Batería de reversa	Lubricación de la leva de seguimiento en la batería de reversa Lubricación de superficie de cilindro en la batería de reversa Lubricación de engranajes y segmentos de engranes en el cilindro de reversa Lubricación de cojinetes de eje de pinzas Lubricación del collar de fijación en el cilindro de reversa Lubricación de pinzas de detención en el cilindro de reversa Lubricar con spray la barra de pinzas de agarre	
Perfector	Limpieza del sensor detector de hoja perdida en el perfector	

Continuación del apéndice 6.


Dispositivo perforador	Lubricación del rodamiento del disco perforador 1 abrir agujero de lubricación de aceite	
Sistema de pinzas	Lubricar pinzas del transportador de hojas	
	Lubricar rodillos niveladores	
	Lubricar la cámara de pinzas	
Suministro de aire	Limpieza de filtro de suministro de aire	
Sistema de solución de agua de enfriamiento Baldwin	Chequear filtro de agua limpia; limpiar si es necesario	
	Chequear el filtro de la tubería de succión de la bomba; limpiar si es necesario	
	Chequeo del filtro en la salida de la bomba; limpiar si es necesario	
	Chequear el filtro de la tubería de succión de la bomba; limpiar si es necesario	
	Chequear si existen fugas en el sistema	
	Chequear flotador, limpiar si es necesario	
	Chequear presión de alimentación de solución de humectación, ajustar si es necesario	
	Chequear la bolsa filtrante en el contenedor de solución humectante, reemplazar si es necesario	
Dispositivo rociador de polvo antirrepinte	Chequear el filtro de tubería de succión por aditivos y alcohol, limpiar si es necesario	
	Drenar y limpiar contenedor de solución humectante	
	Usar aire comprimido para remover cualquier contaminación	
	Desmontar distribuidores de polvo, remover y limpiar con aire la conexión de mangueras	
	Limpiar abertura de entrada de aire en el soplador	
	Chequear la tensión y condición de la faja	
	Reemplazar la faja	
Compresor neumático	Limpiar boquillas rociadoras, mangueras de polvo, tubería de polvo y soportes con aire comprimido	
	Realiza prueba de rociado de polvo	
	Chequear filtro de succión, reemplazar si es necesario	
	Chequear la función de la válvula de alivio de aire y de seguridad, reemplazar de ser necesario	
	Limpiar purgador de aire del cárter, limpiar tuberías	
	Limpiar válvula de succión y válvula de presión, chequear funcionamiento	
Compresor neumático	Cambio de aceite cada 6000 horas de operación (recomendación del fabricante)	
	Chequear la función automática de drenado en el filtro de aire del compresor	

Continuación del apéndice 6.

	Limpiar el flotador de drenaje y chequear su función	
Bomba de vacío	Limpiar aletas y tubos de refrigeración, chequear embrague de caucho, reemplazar si es necesario	
	Lubricar boquillas roscadas en los rodamientos cada 2000 horas de trabajo	
	Reemplazar filtro	
Responsable:	Gerencia de producción:	
Observaciones:		


Fuente: elaboración propia.

Apéndice 7. Control de mantto. autónomo Di34X

 Control de tareas de mantenimiento autónomo o mantenimiento diario para la prensa Presstek Di34X												
MES:	Semana 1			Semana 2			Semana 3			Semana 4		
	l	m	j	v	l	m	j	v	l	m	j	v
Revisión general												
Limpieza general												
Limpieza superficial de rodillos												
Lubricación de partes claves												
Limpieza y revisión de cuchillas de goma de la bandeja de tinta												
Responsable:	Gerencia											
Observaciones:												

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 8. Control de mantto. de calidad Di34X

 Tareas de mantenimiento de calidad o mantenimiento semanal para la prensa Presstek Di34X				
Mes:	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
Manualmente engrasar y aceitar cada sección				
Suministrar grasa a cada sección usando la bomba de grasa central				
Limpieza de superficies de sensores				
Limpieza de filtro de bomba de aire				
Limpieza de rodillos de deslizamiento				
Limpieza de rodillos de salida y rodillos de guía				
Limpieza de dispositivo pulverizador de polvo antirrepinte				
Limpieza de dispositivo de limpieza de placa (limpieza en seco)				
Limpieza del filtro de la bomba para limpieza de placas				
Aceitar bomba de aire				
Drenar agua del compresor de aire				
Limpieza de sistema de alimentación de papel				
Limpieza de pinzas y bases de pinzas en el cilindro de impresión				
Responsable:	Gerencia:			
Observaciones:				

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 9. Control de mantto. preventivo Di34X

iPress <small>MANEJO DE GOMAS</small> Tareas de mantenimiento de preventivo, mensual, semestral, anual para la prensa Presstek Di34X			
	Mensual	6 meses	Anual
Manualmente engrasar y aceitar cada sección			
Suministrar grasa a cada sección usando la bomba de grasa central			
Limpieza de filtro de la boquilla de la bomba			
Limpieza del electrodo eliminador de estática			
Limpieza del filtro del compresor de aire			
Limpieza de unidad del condensador del sistema de rodillo de tinta			
Limpieza del láser de control de temperatura			
Limpieza del filtro del dispositivo pulverizador de polvo antirrepinte			
Limpieza de los elementos del regulador del compresor de aire			

Responsable:	Gerencia:
Observaciones:	

Fuente: elaboración propia.