



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

## **PLAN DE MANTENIMIENTO PARA MAQUINARIA DE IMPRESIÓN COMERCIAL PRENSA LIBRE S.A.**

**Luis Enrique Rivas Toledo**

Asesorado por el Ing. Edwin Sarceño

Guatemala, abril de 2012



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PLAN DE MANTENIMIENTO PARA MAQUINARIA DE IMPRESIÓN  
COMERCIAL PRENSA LIBRE S.A.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**LUIS ENRIQUE RIVAS TOLEDO**  
ASESORADO POR EL ING. EDWIN SARCEÑO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO MECÁNICO**

GUATEMALA, ABRIL DE 2012



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

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

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Edwin Estuardo Sarceño Zepeda
EXAMINADOR	Ing. Carlos Anibal Chicojay Coloma
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:

### **PLAN DE MANTENIMIENTO PARA MAQUINARIA DE IMPRESIÓN COMERCIAL PRENSA LIBRE S.A.**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica, con fecha 24 de septiembre de 2009.

Luis Enrique Rivas Toledo



## **ACTO QUE DEDICO A:**

- Dios** Quien es la fuente de todo el conocimiento y el creador de todas las cosas, la fuerza que guió mis pasos y cuidó mi camino.
- Mis padres** Enrique Rivas y Lidia Toledo de Rivas por el apoyo que durante todo este tiempo he recibido, por el amor, la paciencia, los consejos, la sabiduría y todos los valores que sembraron en mí, hoy compartimos una alegría enorme.
- Mis hermanos** Carlos y Marty por estar siempre en la disposición de ayudar y por creer en mí.
- Mi novia** Mildred Aguirre mi futura esposa, eres un ser tan especial en mi vida, gracias por todo el cariño, la comprensión y ánimo que me ayudó a seguir adelante.
- Mi familia** A todos porque siempre estuvieron animándome y apoyándome de una manera muy particular, sé que disfrutan esta realización tanto como yo.
- Amigos** Compañeros de trabajo y amigos de la familia que demostraron siempre sus buenos deseos, gracias.



## **AGRADECIMIENTOS A:**

### **Mi asesor**

Ing. Edwin Sarceño, gracias por su comprensión, por animarme a seguir adelante y por su paciencia, su ayuda fue muy importante y valiosa para concluir el presente trabajo.

### **Prensa Libre**

A todo el personal del departamento de mantenimiento, con quienes compartimos experiencias y también amistad, además de permitirme realizar la práctica en sus instalaciones.

### **Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica**

Ing. Julio Campos, por estar siempre en la disposición de contribuir y aportar conocimientos con el fin de enriquecer las investigaciones.



## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN	XI
OBJETIVOS	XIII
INTRODUCCIÓN	XV
1. MARCO TEÓRICO	1
1.1. Tipos de impresión	1
1.1.1. Tipografía	1
1.1.2. Flexografía	3
1.1.3. Serigrafía	5
1.1.4. Hecograbado	6
1.1.5. <i>Offset</i>	8
1.1.5.1. Cuatricromía	9
1.2. ¿Qué es una rotativa o prensa?	12
1.2.1. Sistemas principales	13
1.2.1.1. Sistema de agua	13
1.2.1.2. Sistema de tinta	14
1.2.1.3. Caja de engranajes	15
1.3. Productos de una prensa	16
1.4. Secuencia del proceso	16
1.4.1. Preprensa	17
1.4.1.1. Manejo digital	17

	1.4.1.2.	Impresión de planchas	17
1.4.2.		Rotativa	18
	1.4.2.1.	Alimentador de papel	18
		1.4.2.1.1. Velocidad cero	19
		1.4.2.1.2. Aceleración de bobina	19
	1.4.2.2.	Doblador	20
1.4.3.		Transportador	20
1.4.4.		Contadora	21
1.4.5.		Amarradora	21
1.4.6.		Despacho	22
1.5.		¿Qué es el mantenimiento?	22
	1.5.1.	Correctivo	23
	1.5.2.	Preventivo	23
	1.5.3.	Predictivo	24
1.6.		Diagnóstico de fallas	25
	1.6.1.	Definición del problema	25
	1.6.2.	Tiempo de paro	26
	1.6.3.	Clasificación de la falla	27
	1.6.4.	Información recolectada	27
	1.6.5.	Pruebas básicas de funcionamiento	28
	1.6.6.	Hipótesis	28
		1.6.6.1. Escala de fallas	29
		1.6.6.1.1. Nivel 1	31
		1.6.6.1.2. Accionamiento	31
		1.6.6.1.3. Falta de ajuste	32
		1.6.6.1.4. Falla intermedia	33
		1.6.6.1.5. Falla crítica	33

2.	PLAN DE CONTINGENCIAS (FASE DE INVESTIGACIÓN)	35
2.1.	Definición	36
2.2.	Objetivos del plan	36
2.3.	Funciones principales del plan	37
2.4.	Alcances	37
2.5.	Naturaleza de la contingencia	37
2.6.	Repercusiones operativas	40
2.7.	Las respuestas viables	41
2.8.	Implicaciones financieras	41
2.9.	Efecto en otro proceso	42
3.	PLAN DE MANTENIMIENTO A EQUIPO DE IMPRESIÓN COMERCIAL (FASE TÉCNICO PROFESIONAL)	43
3.1.	Diagnóstico	44
3.1.1.	Indicadores de calidad	44
3.1.2.	Registros de mantenimiento	45
3.1.3.	Reclamos internos	46
3.1.4.	Reclamos externos	47
3.1.5.	Medición de elementos principales	47
	3.1.5.1. Principio de medición	48
	3.1.5.2. Elementos a medir	50
	3.1.5.3. Descripción	53
	3.1.5.3.1. Rodillos oscilantes	54
	3.1.5.3.2. Cilindros	54
	3.1.5.3.3. Rodillos fuente de tinta	55
3.2.	Plan de mantenimiento	56
3.2.1.	Motivación personal	56
3.2.2.	Medidas de seguridad	58
	3.2.2.1. Mandos de control	58

3.2.2.2.	Fuentes de alimentación	59
3.2.2.3.	Señalización	59
3.2.2.4.	Área de trabajo	59
3.3.	Mantenimiento correctivo	60
3.3.1.	Análisis de mediciones	61
3.3.2.	Propuesta de reacondicionamiento	62
3.4.	Mantenimiento preventivo	63
3.4.1.	Rotativas	64
3.4.2.	Doblador de papel	68
3.4.2.1.	Modo directo	69
3.4.2.2.	Modo colectivo	69
3.4.3.	Compresores	76
3.4.4.	Empalmador Enkel	82
3.4.5.	Empalmador Butler	85
CONCLUSIONES		87
RECOMENDACIONES		89
BIBLIOGRAFÍA		91
ANEXOS		93

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Máquina de linotipia	2
2.	Impresora flexográfica continua	4
3.	Máquina grabadora de cilindros (cabezal de diamante)	7
4.	Sistema sustractivo	10
5.	Goss suburban 1 500	13
6.	Rotativa uniset 75 de Man Roland	14
7.	Escala de fallas	30
8.	Reloj comparador de carátula	49
9.	Vista de corte de cojinete de agujas	51
10.	Configuración de rodillos de Harris N-845	52
11.	Cojinete de rodillos esféricos	53
12.	Sistema de lavado de rodillos Uniset 75	64
13.	Dispositivo para lavado de rodillos	65
14.	Puntos de lubricación lado operación Uniset 75	66
15.	Sistema de lubricación de aceite	68
16.	Componentes principales de doblador RBC-2	70
17.	Recorrido del papel en modo colectado	71
18.	Cilindro de doblez	72
19.	Cilindro de modo colectado y corte	72
20.	Leva de bronce	73
21.	Cilindro de corte	73
22.	Rodillos jaladores o de primer doblez	74
23.	Vista de rodillos estrillados de segundo doblez	75

24.	Tornillos de unidad de compresión	77
25.	Compresor Sullair	80

## TABLAS

I.	Elementos mecánicos a medir	51
II.	Datos de mediciones radiales	55
III.	Datos de mediciones axiales	56
IV.	Tipo de elementos	62
V.	Tolerancias	62
VI.	Cojinetes requeridos por revisión	63
VII.	Rutina diaria Uniset 75	65
VIII.	Rutina semanal Uniset 75	66
IX.	Rutina quincenal Uniset 75	67
X.	Rutina mensual y mayor Uniset 75	67
XI.	Rutina diaria folder Harris	71
XII.	Rutina semanal folder Harris	74
XIII.	Rutina mensual y servicio mayor folder Harris	76
XIV.	Rutina semanal compresor Sullair	81
XV.	Rutina 1 000 horas compresor Sullair	81
XVI.	Rutina anual compresor Sullair	82
XVII.	Rutina semanal empalmador Enkel	83
XVIII.	Rutina mensual empalmador Enkel	84
XIX.	Servicio mayor empalmador Enkel	84
XX.	Rutina semanal empalmador Butler	86
XXI.	Servicio mayor empalmador Butler	86

## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>CTP</b>	<i>Computer to plate</i>
<b>CMYK</b>	Cian, Magenta, Amarillo y <i>Key</i> o negro
<b>mm</b>	Longitud en milímetros
<b>“</b>	Longitud en pulgadas
<b>%</b>	Porcentaje
<b>Psig</b>	Presión manométrica en libras por pulgada cuadrada
<b>UV</b>	Radiación ultravioleta
<b>°C</b>	Temperatura en grados Celsius



## GLOSARIO

<b>Hidrófila</b>	Zona en donde toda molécula tiene afinidad por el agua.
<b>Hidrófoba</b>	Zona en donde toda molécula no tiene afinidad por los lípidos o grasas y no se mezcla con ellas.
<b>Husillo</b>	Es un tipo de tornillo largo, utilizado para accionar elementos de apriete de algún dispositivo.
<b>Moletón</b>	Es una funda de algodón usada en impresión para transferir agua de alimentación hacia el sistema mojador.
<b>Movimiento axial</b>	Movimiento en dirección del eje central de la pieza.
<b>Movimiento radial</b>	Movimiento perpendicular al eje central de la pieza.
<b>Racla</b>	Rasqueta o paleta utilizada para limpiar rodillos cilíndricos.
<b>Vástago</b>	Barra o varilla metálica que sirve para unir o sostener otras piezas o transmitir un movimiento a un mecanismo.



## RESUMEN

En este informe de Ejercicio Profesional Supervisado (EPS), se presenta de manera introductoria y como marco conceptual los principales tipos de impresión que en la actualidad se vienen utilizando, mencionando sus diversas aplicaciones, teniendo presente que es un mercado creciente y rentable, al cual se adaptan cada vez más nuevas tecnologías y nuevas maneras mejorando los procesos.

La impresión *offset* tiene un campo movido a trabajos en gran cantidad y a velocidades altas, y dado que el proceso total es relativamente corto su demanda ha requerido en los últimos tiempos cada vez niveles más altos de calidad de impresión.

La parte central de este trabajo de graduación consiste en describir el proceso de impresión *offset* y detallar todo lo relacionado con respecto a una rotativa, además se incluye una secuencia lógica de pasos a seguir para el diagnóstico de fallas o problemas que puedan resultar en los equipos en general, sabiendo que uno de los principales objetivos del personal de mantenimiento es reducir las interrupciones del proceso de producción y eliminar las fallas repetitivas.

Además, se hicieron evaluaciones del estado de algunos elementos en las prensas con el fin de encontrar desviaciones de los estándares permitidos recomendados por parte del fabricante.

Posteriormente se sugieren las rutinas que se consideran necesarias para la buena conservación de los equipos principales en el proceso de impresión *offset*.

# OBJETIVOS

## General

Sugerir la creación de un modelo para la actualización de un plan de mantenimiento, que sea factible y que cumpla con estándares exigentes de calidad y resultados.

## Específicos

1. Orientar a la realización de procedimientos que expliquen con detalles el funcionamiento específico de la maquinaria.
2. Estructurar un método para la resolución de fallas aleatorias que puedan aparecer en los equipos e investigar su causa con el fin de tomar acciones preventivas.
3. Delimitar las áreas de mejora para un proceso de mantenimiento en la industria litográfica.



## INTRODUCCIÓN

En la actualidad el criterio de la industria para con los diversos tipos de procesos de producción y su relación directa con el mantenimiento es común, si se quiere tener un proceso de calidad se debe también hacer un mantenimiento de calidad, teniendo como consecuencia un grado alto de eficiencia y la optimización de los recursos asignados.

Todas las variables que puedan poner en peligro la disponibilidad de una máquina se deben atender e investigar en un plan de mantenimiento, de manera que se pueda tener una respuesta inmediata y efectiva ante cualquier evento no planificado y sorpresivo en los equipos y que afecte directa o indirectamente el producto final, pues la probabilidad de falla existe en todas las condiciones de operación.

Es por eso, que se creyó conveniente incluir en este trabajo un método para diagnosticar fallas o averías debido a que la pérdida de tiempo en producción suele ser determinante para medir la efectividad del mantenimiento, además, de causar atrasos en la entrega del producto y algunos otros inconvenientes que deben ser evitados.

También, se incluye un tema en donde se describen los pasos a seguir en la elaboración de un plan de contingencias, el cual debe estar orientado en primer lugar hacia la protección del personal que forma parte de la organización, para luego agilizar todos los medios a su alcance que permitan el restablecimiento del orden productivo, para ello, se mencionan elementos geográficos que deben ser revisados según la ubicación de la planta de producción.

Uno de los aspectos más importantes en la realización del mantenimiento como parte fundamental en el proceso industrial es la parte humana, es quien ejecuta todas las acciones, su eficiencia depende mucho de la motivación y de condiciones aptas para el desarrollo de sus actividades, teniendo como propósito el mejoramiento continuo y sistemático del mantenimiento.

# 1. MARCO TEÓRICO

## 1.1. Tipos de impresión

La tecnología de impresión ha tenido cambios dramáticos en los últimos tiempos. Las primeras imprentas comerciales en Europa estaban limitadas a impresiones en papel y tintas hechas a mano, prensas lentas y de madera que transferían las imágenes al papel.

Hoy en día, con la transmisión electrónica y tecnología láser, es posible imprimir material simplemente al convertir impulsos electrónicos a palabras o imágenes en un papel.

Imprimir es mucho más que libros, revistas y periódicos. El proceso también transfiere imágenes a textiles, paquetes, afiches, papel mural, bolsas, etiquetas, estampillas, billetes, y en resumen, cualquier superficie que pueda llevar texto o imágenes.

### 1.1.1. Tipografía

La tipografía es la forma más antigua de impresión, nació con el invento del tipo de imprenta metálico y móvil fundido a mediados del siglo XV, y durante cinco siglos fue la única técnica de impresión para grandes tiradas. A mediados del siglo XX, y a pesar de su superioridad en cuanto a claridad de impresión y de densidad de la tinta, la tipografía cedió su predominio al *Offset* por ser un proceso mucho más rápido.

Los estereotipos curvos obtenidos a partir de moldes de papel maché se utilizaron en rotativas tipográficas para imprimir los periódicos diarios hasta principio de los años sesenta, cuando las técnicas de edición sufrieron un cambio radical y las máquinas de composición de fundición fueron sustituidas en gran medida por la tipografía automatizada, la tipografía se efectúa utilizando una superficie de impresión de metal o plástico y una tinta de gran viscosidad.

Figura 1. **Máquina de linotipia**



Fuente: [www.historiayleyenda.com/oldnews/linotipia.htm](http://www.historiayleyenda.com/oldnews/linotipia.htm). [Consulta: octubre de 2011].

Máquina creada para facilitar y dar rapidez a la composición de los tipos en los talleres tipográficos. Es una máquina compuesta de matrices que forman el molde en una línea, constituida por una barra de metal.

Esta máquina mecaniza el proceso de composición de un texto para ser impreso. El profesional encargado de trabajar con esta máquina se llama linotipista, el cual se sienta en la silla de la máquina y presiona las distintas teclas, parecido a una máquina de escribir, correspondiendo cada tecla a un signo o letra. De esta manera se compone el texto que posteriormente se va a imprimir.

En la monotipia cada letra del alfabeto se funde en relieve por separado y en la linotipia se funde cada línea entera por separado (de ahí su nombre), y al acabar la impresión cada línea se vuelve a fundir para crear nuevas líneas.

### **1.1.2. Flexografía**

Las planchas flexibles y las tintas fluidas que se utilizan en la flexografía convierten este proceso en el idóneo para la impresión sobre superficies no porosas como películas y polietilenos. En origen, todas las planchas flexográficas se construían en caucho moldeado, que sigue siendo el material más utilizado cuando se trata de crear sobre un único rodillo de impresión copias múltiples de una misma imagen. Los moldes en caucho son impresiones de las superficies originales en relieve, como los tipos o grabados y normalmente se utilizan para fabricar varias planchas de caucho.

El montaje de un rodillo de impresión con planchas de caucho es un proceso muy largo, ya que hay que montar muchas planchas sobre un único rodillo y cada plancha debe quedar colocada exactamente en la misma posición que las demás.

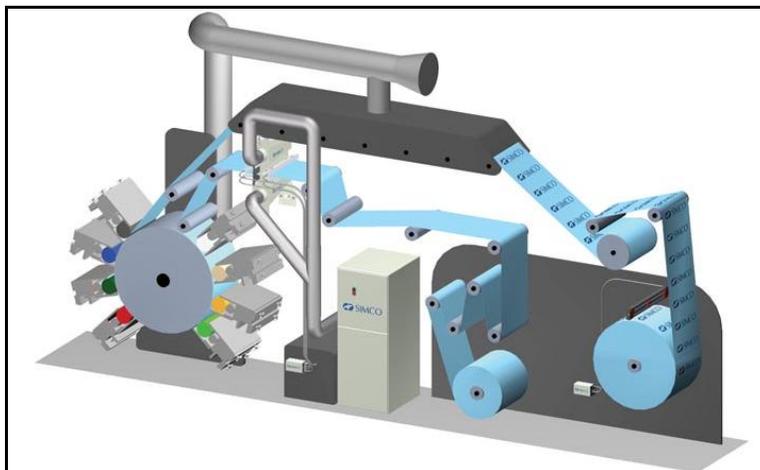
Durante los años setenta aparecieron las primeras sustancias para las planchas de fotopolímero, que acortaron sensiblemente el tiempo necesario para fabricar y montar un juego de planchas, esto ha permitido la extensión de dicho proceso a nuevos mercados, sobre todo a la impresión de revistas.

Además, en la flexografía se pueden usar las tintas solubles en agua, con lo que resulta innecesario el empleo de disolventes tóxicos.

Las imprentas flexográficas poseen un diseño sencillo, ya que la tinta líquida se aplica a la superficie de impresión sin necesidad de ningún otro complejo sistema de entintado. La impresión se efectúa en rodillos o bobinas de soporte en hojas sueltas y las bobinas impresas se transforman en el producto terminándose en un proceso de fabricación independiente.

Es ideal para bolsas o cualquier cosa de material plástico de gran tiraje (se imprime en rollo).

Figura 2. **Impresora flexográfica continua**



Fuente: [www.graficagoyena.com/1%20infotecnicas.htm](http://www.graficagoyena.com/1%20infotecnicas.htm). [Consulta: octubre de 2011].

### **1.1.3. Serigrafía**

Denominada originalmente impresión con estarcido de seda debido a las pantallas de seda que utilizaba, la serigrafía tiene una gran importancia en la producción de los más diversos objetos industriales, tales como paneles de decoración, tableros impresos, conmutadores sensibles al tacto, recipientes de plástico o tejidos estampados.

Las pantallas para la serigrafía comercial suelen fabricarse por medios fotomecánicos. Sobre un bastidor rectangular se tensa un fino tejido sintético o una malla metálica y se le aplica un revestimiento de fotopolímero. Al exponerlo a través de un positivo de película se produce un endurecimiento en las zonas que no se quieren imprimir. Se lava entonces la sustancia que no ha quedado expuesta y se crean las zonas abiertas en la pantalla. En la prensa, la malla se pone en contacto con la superficie a imprimir y se aplica la tinta a través de las zonas abiertas del cliché mediante un rodillo de caucho.

Las prensas para la serigrafía van desde los sencillos equipos manuales para estampar a pequeña escala camisetas y letreros hasta las grandes prensas para aplicaciones multicolores y de grandes tiradas. El proceso se caracteriza por su capacidad para imprimir imágenes con buen nivel de detalle sobre casi cualquier superficie, ya sea papel, plástico, metal y superficies tridimensionales. Además, es el único proceso importante de impresión que se utiliza de forma habitual para producir imágenes que no están a la vista. Los dibujos de los circuitos en los paneles sensibles al tacto, por ejemplo, están serigrafiados con tintas conductoras especiales.

#### **1.1.4. Huecograbado**

El huecograbado o rotograbado es una técnica de impresión en el cual las imágenes son transferidas al papel o sustrato a partir de una superficie, cuyas depresiones contienen tinta, a diferencia del grabado normal, en el que la impresión se realiza a partir de una superficie plana cuyas líneas entintadas están en relieve.

Este sistema de impresión es uno de los más extendidos en la actualidad. Usado habitualmente en la impresión de calidad de embalaje flexible (como bolsas de papas fritas y envoltorios de golosinas), también en edición (libros y revistas de gran tirada), tiene como particularidad que la forma impresora es una forma en bajorrelieve.

La definición y calidad de la impresión del huecograbado son de las mejores para impresiones en materiales como la película de polipropileno, poliéster, poliamidas, aluminios, etcétera. Esto se debe a los pequeños puntos que se pueden lograr en el metal, no como en las técnicas de flexografía donde la forma de aplicar la tinta al papel es mediante un cilindro recubierto con un polímero, lo que hace que la impresión deba tener puntos más grandes, esto hace que las imágenes pierdan definición y al aplicar la tinta mediante contacto con la goma la imagen se revienta y pierde definición.

La forma de impresión típica del huecograbado es el cilindro de impresión, que consta básicamente de un cilindro de hierro, una capa de cobre sobre la que se grabará el motivo a ser impreso y una capa de cromo que permite una mayor resistencia o dureza durante el proceso de impresión (la capa de cobre es muy frágil y se rompería con gran facilidad durante el proceso).

El proceso de grabado (denominando grabado a la incisión de pequeñas oquedades, encargadas de transferir la tinta en la capa de cobre), se hace por métodos químicos o por métodos mecánicos, siendo este último el más extendido actualmente. Para ello, un sistema de grabación es una cabeza de diamante, dirigido desde un computador, que se encarga de grabar la figura que se transferirá posteriormente al impreso mediante repetidos golpes. Cada cilindro tiene diferencias en su grabado que dependen del color y de la imagen que debe transferir. Estas diferencias se ven reflejadas por la lineatura, el ángulo de grabado de la trama y el porcentaje de puntos.

Figura 3. **Máquina grabadora de cilindros (cabezal de diamante)**



Fuente: [www.propackltda.bligoo.com/content/view/11/Impresion-Huecogrado.html](http://www.propackltda.bligoo.com/content/view/11/Impresion-Huecogrado.html).

[Consulta: octubre de 2011].

La máquina de impresión rotativa imprime directamente a partir de un cilindro metálico con los procesos anteriormente explicados, utiliza una tinta con base a solventes de secado rápido.

A medida que gira el cilindro pasa a través de un baño de tinta y es raspado posteriormente por una cuchilla de acero llamada racla, dejando de esta forma la tinta solo en los pozos del área con imágenes. De este modo la tinta es absorbida por la superficie del papel cuando entra en contacto con la placa.

### **1.1.5.     *Offset***

Durante la primera mitad del siglo XX se descubrió que la tinta se podía transferir de la superficie litográfica a una superficie intermedia de caucho y de allí al papel. El elemento intermedio, denominado mantilla, es capaz de transferir la tinta al papel y a otros muchos materiales que no pueden ser impresos de forma directa, incluido el plástico y los metales. Gracias a que la mantilla se adapta a la textura de la superficie que se va a imprimir, la calidad de las imágenes litográficas resulta inigualable.

Es un método de impresión indirecta donde se humedece la placa con agua que está en un cilindro, después se entinta y la tinta solo se adhiere a la parte expuesta de la placa, luego pasa la tinta al papel, esto sucede por el procedimiento químico donde el aceite es repelente al agua y utiliza dos rodillos en vez de placas de piedra como en la litografía.

Aquí la lámina no tiene contacto con el papel, sino que la imagen del negativo contenido en un cilindro queda impresa primero en el otro cilindro que la pasará después al papel. Las placas para la impresión en *offset* son láminas fotosensibles que se exponen a la luz UV para así obtener el diseño que será plasmado.

La función de la superficie de impresión caliza original corresponde hoy a unas finas planchas de aluminio, aunque también se utilizan otros materiales como acero inoxidable y plástico. Las planchas se enrollan sobre un cilindro y entran en contacto directo con el cilindro de caucho. Una batería de rodillos de goma y metálicos se encargan de llevar la tinta y el agua a la superficie de la plancha. La tinta pasa en primer lugar al cilindro de caucho y de ahí al papel.

Las planchas litográficas constituyen las superficies de impresión más económicas en la actualidad, lo cual ha contribuido enormemente al éxito del proceso. Las planchas de aluminio llevan un fino recubrimiento de material fotosensible, como los fotopolímeros, que experimenta un cambio de solubilidad al quedar expuesto a una fuente intensa de luz azul y ultravioleta. Las imágenes se transfieren a la superficie cuando se expone la plancha a través de un positivo o un negativo de película. Ciertas sustancias se pueden exponer directamente, mediante una cámara de artes gráficas o un rayo láser controlado por computadora y elimina por tanto el coste de la película y se acelera el proceso de confección de las planchas.

El tamaño de las prensas modernas de *offset* va desde los duplicadores pequeños alimentados por hojas usados para pequeños trabajos monocolors como folletos y boletines hasta las enormes prensas capaces de imprimir millones de ejemplares de revistas, catálogos y productos de embalaje, ningún proceso puede exhibir una gama tan amplia de aplicaciones.

### 1.1.5.1. Cuatricromía

Es uno de los aspectos más importantes de la impresión, ya que gracias a él la impresión de páginas a color ha proliferado, este modelo se basa en la simulación de colores con la superposición de sólo cuatro de ellos CMYK (Cian, Magenta, Amarillo y *Key* o negro). Esta técnica se usa sobre la creación de imágenes en el papel mediante el uso de esos cuatro colores.

Figura 4. Sistema sustractivo



Fuente: [www.gusgsm.com/principios\\_impression\\_color](http://www.gusgsm.com/principios_impression_color). [Consulta: octubre de 2011].

Se trata de un sistema sustractivo de crear colores, se va añadiendo tinta de los colores primarios y la ausencia de luz va formando el color negro. Si esta técnica se lleva a cabo sobre un fondo blanco habrá un 100% de luz que irá menguando al añadir tintas que resten luz hasta llegar a un 0% donde aparecerá el color negro. Antes de finalizar el proceso y llegar a una ausencia de luz se consiguen los colores complementarios: rojo, verde y azul, tal y como se ve en la imagen superior.

En primer lugar se encuentra el cian, color básico sin el cual no podría llevarse a cabo esta técnica cromática. El magenta y el amarillo complementan al principal. Por último, el negro se alza como la clave de una buena cuatricromía, por sí misma la tinta negra no es lo suficientemente intensa. Entonces ahora la pregunta es obvia ¿para qué se necesita la tinta negra?

Por varias razones, el negro generado al mezclar los colores primarios sustractivos no es ideal y por lo tanto, la impresión a cuatro tintas utiliza el negro además de los colores primarios sustractivos amarillo, magenta y cian. Entre estas razones destacan:

- Una mezcla de pigmentos amarillos, cian y magenta rara vez produce negro puro, porque es casi imposible crear suficiente cantidad de pigmentos puros.
- Mezclar las tres tintas sólo para formar el negro puede humedecer el papel, lo que implica un problema en la impresión rápida en la que el papel debe secarse lo suficientemente rápido para evitar que se marque la siguiente hoja. Además, el papel de baja calidad, como el utilizado para los periódicos, se puede romper si se humedece demasiado.
- El texto se imprime, frecuentemente, en negro e incluye detalles finos, para reproducir el texto utilizando tres tintas sin que se desvanezca o difumine ligeramente el símbolo tipográfico, se requeriría un registro extremadamente preciso. Esta manera de generar el color negro no es posible, en la práctica, si se desea una fiel reproducción en la densidad y contorno de la tipografía (al tener que alinear las tres imágenes con demasiada exactitud).

- Desde un punto de vista económico, el uso de una unidad de tinta negra, en vez de tres unidades de tintas de color, puede significar un gran ahorro, especialmente porque la tinta negra es, por lo general, mucho más económica que cualquier tinta de color.

En el proceso *offset* se emplean cuatro planchas, una por cada uno de los colores utilizados. El proceso de producir esas planchas se llama separación, dado que los colores que componen la imagen se separan físicamente.

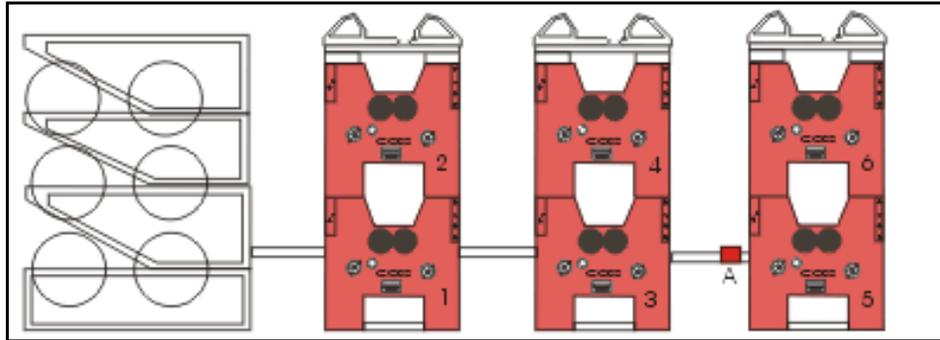
## **1.2. ¿Qué es una rotativa o prensa?**

Una rotativa o también llamada prensa es una máquina de impresión en la que las imágenes a imprimir se curvan sobre un cilindro por medio de una plancha, es un dispositivo de impresión comercial de gran capacidad de tirada que funciona con bobinas de papel continuo. La impresión puede efectuarse sobre gran número de sustratos, incluyendo papel, cartón y plástico.

Una rotativa es una máquina diseñada para la impresión de alta calidad y velocidad, la cual según sus aditamentos adicionales o de diseño, puede llegar a imprimir casi cualquier cosa, además puede tirar fácilmente varios cientos de miles de ejemplares de un periódico o revista, por ejemplo.

Las rotativas pueden aplicar distintos sistemas de impresión: litografía, *offset*, flexografía o huecograbado. Estas últimas son las que se usan para tiradas de mayor volumen y calidad. Debido al auge de los periódicos y de diversos tipos de impresiones las rotativas han llegado a dominar dichos procesos, en el avanzar de la tecnología han evolucionado de manera que se han vuelto más eficientes y cada vez más rápidas, existen modelos que alcanzan hasta 75,000 impresiones por hora.

Figura 5. **Goss suburban 1500**



Fuente: [www.intercontinentalweb.com/Suburban\\_1500.html](http://www.intercontinentalweb.com/Suburban_1500.html). [Consulta: octubre de 2011].

### 1.2.1. **Sistemas principales**

El proceso de impresión en una rotativa *offset* consta de tres etapas básicas las cuales están definidas por su principio de funcionamiento para que al final la imagen se transfiera por presión a una mantilla de caucho por presión:

- Primero la plancha se moja con agua para que repela la tinta (zona hidrófila).
- El resto de la plancha toma la tinta en las zonas donde hay un compuesto hidrófobo (también conocido como oleófilo).

#### 1.2.1.1. **Sistema de agua**

Como la tinta es un compuesto graso, es repelida por el agua y se deposita exclusivamente en las partes tratadas, o sea, con imagen.

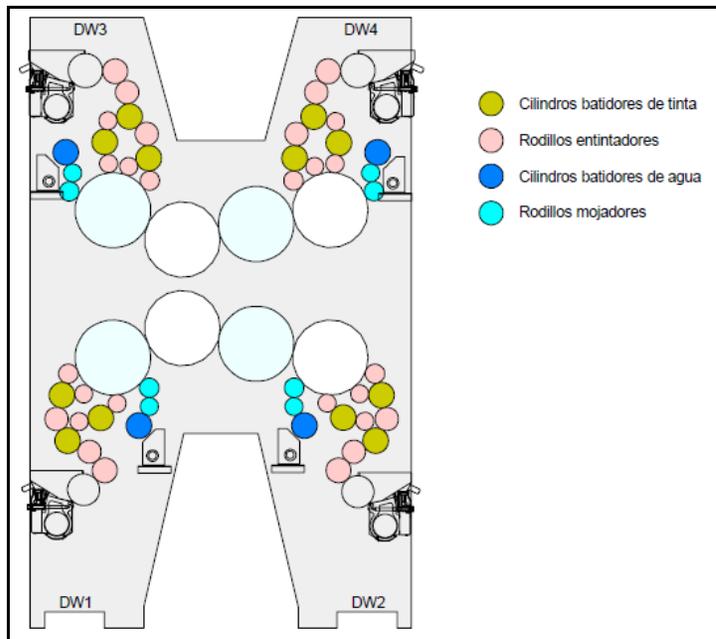
El agua, a menudo, contiene otras sustancias para mejorar su reactividad con la chapa y la tinta.

Este sistema a su vez consta de varios elementos, que pueden variar según el modelo y marca de la rotativa, usualmente se compone de: un sistema de accionamiento de rodillo de agua a placa, un rodillo batidor, un moletón o cepillo y un rodillo de fuente de agua, además de los accesorios necesarios como una bandeja de agua, tuberías, válvulas de paso, etcétera.

### 1.2.1.2. Sistema de tinta

Las imágenes se impregnan de tinta por medio de este sistema, el cual a su vez consta de varios elementos.

Figura 6. Rotativa Uniset 75 Man Roland



Fuente: BERKHAYEN, Holm. Manual de entrenamiento. p.34.

La figura 6 muestra el sistema, el cual consta de un sistema de rodillo directo a la plancha, tres rodillos batidores o vibradores, varios rodillos intermedios, un rodillo de fuente de tinta.

### **1.2.1.3. Caja de engranajes**

La fabricación y diseño de las rotativas ha ido cambiando con el tiempo, pero principalmente tienen un sistema de transmisión de movimiento y fuerza formado por un tren de engranajes que están configurados para sincronizar el movimiento en muchos de los dispositivos de la prensa como el sistema de batidores o vibradores, los cilindros principales, la transmisión principal que conecta una unidad de impresión con otra, etcétera.

La caja de engranajes es uno de los principales sistemas que tiene una rotativa, es vital la sincronización que realizan, además de hacer que funcionen mecanismos necesarios para la impresión sin los cuales no se puede operar.

Las prensas modernas simplifican cada vez más su transmisión de potencia, de manera que agregan motores individuales y variadores de frecuencia para sincronizar su velocidad, reduciendo así el ruido, la fricción, mantenimiento, vibración, entre otras cosas que puede ocasionar una caja de engranajes, haciendo claramente una máquina mucho más eficiente y automatizada.

### **1.3. Productos de una prensa**

La producción de una prensa tiene muchos productos relacionados con el tipo de aditamentos que ésta posea (horno por ejemplo) y también del diseño original.

El *offset* es el sistema de impresión más extendido, se puede decir que el 70% de las impresiones se realizan en *offset*, dando una calidad de impresión superior a otros sistemas exceptuando el huecograbado.

Hay que destacar la elevada calidad de impresión sobre cualquier sustrato. En *offset*, es posible imprimir todos los tipos de papel (desde un couché estándar hasta papel rugoso para etiquetas de vino), cualquier película sin soporte, cartoncillo, materiales metálicos, aluminio, etcétera. Por eso, las rotativas *offset* permiten producir no sólo periódicos y revistas sino también etiquetas y otros tipos de embalaje, como cartoncillo, “*sleeves*”, etiquetas “*in-mould*”, tapas de yogur, etcétera.

### **1.4. Secuencia del proceso**

La producción de periódico se compone de diversos subprocesos que complementan el trabajo de las rotativas *offset*, así mismo, la rotativa necesita de suministros para su funcionamiento continuo, como por ejemplo, aire comprimido, papel, tinta, etcétera, dado que la producción es a veces un proceso complicado, es necesario entender la relación existente entre las diferentes etapas y ambientes que intervienen en la creación del producto para proponer algún tipo de mejora o corrección del proceso en sí, lo que permitirá que sea cada vez más eficiente y se logre la más alta calidad en el producto final.

### **1.4.1. Prerensa**

Se podría decir que el principio de este proceso comienza en esta sección, teniendo en cuenta que el trabajo de edición, redacción y corrección ya ha sido llevado a cabo y que por consiguiente depende ahora del manejo de los archivos digitales y estandarización de toda la información o publicidad que va a salir publicada para seguir con el camino trazado al producto para su finalización.

#### **1.4.1.1. Manejo digital**

Toda la recepción de información digital, proveniente de las diversas secciones que componen el periódico, es unificada y manejada de tal forma que el producto final sea uniforme y de la más alta calidad, aquí se hacen retoques de fotografías así como la separación de colores para su adaptación a la cuatricromía que se procesa en la rotativa.

#### **1.4.1.2. Impresión de planchas**

Luego de tener lista la información a imprimir, se manda por medios digitales a la máquina para este fin llamada CTP, la cual por medio de un rayo láser imprime la plancha de tal forma que luego de pasar a revelado (químico revelador, agua, goma y secado) quedan las áreas donde se puede impregnar de tinta, según el diseño antes programado y así formar en 4 colores la imagen “*full color*” deseada, la plancha está lista para pasar al siguiente proceso.

## **1.4.2. Rotativa**

El personal operativo de la rotativa se encarga de montar las planchas en la máquina para proceder a su impresión, al igual que de todos los ajustes necesarios como densidad de tinta, registro de fotografías, suministro de agua de solución y todo el correcto funcionamiento de producción del periódico en las unidades de impresión, este proceso es clave porque el producto final resulta de estas máquinas y tiene una relación directa con la calidad del periódico en este caso.

Las máquinas cuentan con registros motorizados para el cuadro de las fotografías y los colores, su accionamiento se hace desde una consola de mando por personal indicado para el efecto durante el tiraje, además, se regulan las velocidades de los rodillos de fuente de tinta y de agua para lograr la mezcla y la densidad ideales, no obstante la regulación en la cantidad de tinta desde su depósito es manual y debe hacerse en cada color del proceso y durante el tiempo que dure la producción, lo que involucra a una cantidad considerable de personal.

### **1.4.2.1. Alimentador de papel**

La rotativa necesita de un empalmador o alimentador de papel para que los rollos se cambien sin interrumpir la producción, constan de aditamentos para cortar el rollo que se acaba y pegarlo al rollo nuevo a la velocidad normal de la rotativa, de manera que no tenga que detenerse para hacer el cambio respectivo sino que la producción sea continua.

Existen varios tipos de pegadores o alimentadores de papel y varían según el diseño del fabricante el cual a su vez tiene un principio de funcionamiento además de especificaciones de velocidad máxima de empalmes, tamaños de las bobinas y también otras menos importantes como el tipo de papel utilizado.

#### **1.4.2.1.1. Velocidad cero**

Uno de los principios de funcionamiento de este tipo de máquina para lograr unir la banda de papel de un rollo a otro, con la condicionante que el papel está siendo consumido en la rotativa y no se debe detener la producción, es compensando la velocidad cero del rollo nuevo con el largo de un tramo de banda configurado en unos rodillos de amortiguación neumática y controlados por tarjetas electrónicas, de modo que la recuperación del largo del tramo de amortiguación luego de haberse intercambiado los rollos o bobinas es gradual, conforme se igualan las velocidades del rollo nuevo y la banda de papel que está siendo impresa durante el proceso, manteniendo constante su tensión, para no afectar el proceso durante la transición.

#### **1.4.2.1.2. Aceleración de bobina**

Otro de los métodos empleados en las máquinas comúnmente conocidos en la industria litográfica es el de acelerar el rollo nuevo hasta igualar la velocidad lineal de la banda para realizar el empalme en un momento en el que su velocidad relativa es cero y que el corte del rollo que se acaba para el pegado en el otro que comienza sucede tan rápido que no causa la rotura del papel.

Al igual que en el método anterior tiene un aditamento de amortiguación de la banda para evitar variaciones muy grandes en la tensión del papel, sólo que es un rodillo accionado neumáticamente y no tiene un tramo largo de papel, también está regulado electrónicamente.

#### **1.4.2.2. Doblador**

Luego de pasar por las unidades de impresión el papel continuo llega a un doblador que se encarga de dar el formato deseado al cuadernillo y de cortar los excesos del mismo, también a la velocidad normal de la máquina y sin interrumpir el tiraje.

Existen modelos o aditamentos adicionales para realizar dos o más dobleces en los cuadernillos del periódico según se requiera en un producto específico, usualmente una rotativa posee dos o más dobladores o folder con el objetivo de no causar atrasos exagerados por la falla en una de estas máquinas, la cual muchas veces dependiendo de su gravedad, puede ser sacada de línea para su posterior reparación o cambio de repuestos.

#### **1.4.3. Transportador**

Debido a que muchas veces el área de rotativas es reducida y que otras áreas para manejo del producto terminado se encuentran en otro nivel o ambiente de la planta de producción, es necesario llevar los ejemplares hacia ese lugar lo más rápido posible para que tareas de conteo, empaque y distribución sean realizadas. Con este objetivo se usa un conjunto de rodillos y fajas sincronizados a la velocidad de la máquina para llegar de manera automática hacia otro lugar.

Existen transportadores que usan pinzas accionadas mecánicamente para sujetar cada uno de los ejemplares y son capaces de pasar por áreas complicadas y curvas cerradas sin presentar inconvenientes en el acarreo del material, sin embargo, pueden presentar problemas de sincronización con la rotativa.

La manera de graduar la velocidad del transportador es por medio de variadores de frecuencia y su sincronización depende de sensores de referencia de salida instalados en la rotativa.

#### **1.4.4. Contadora**

Básicamente, esta máquina es la que apila los ejemplares al momento de ingresar en ella los cuales han sido transportados hacia donde se encuentra y al mismo tiempo los cuenta para formar paquetes uniformes y hacer más sencillo su manejo posterior. Los ajustes de tamaño de los paquetes así como de tipo de apilado se realizan en un panel digital para lograr que los ejemplares se acomoden bien y que puedan ser transportados hacia su destino final o intermedio, utiliza fuerza neumática y motoredutores eléctricos para su funcionamiento, controlados por tarjetas electrónicas y variadores de frecuencia.

#### **1.4.5. Amarradora**

Con los paquetes ya formados se procede a un amarrado temporal por medio de una cinta plástica termopegada y estirada para dar estabilidad a los ejemplares y evitar desorden en el transporte, para su funcionamiento posee sensores de posición y secuencias electrónicas para funcionar de manera automática, lo que simplifica enormemente su operación.

#### **1.4.6. Despacho**

Los paquetes apilados son despachados y distribuidos según sea su destino, ya sea hacia el cliente final, a tareas de intercalado o a trefilado.

Cuando dos materiales provenientes de distintos procesos o máquinas componen una publicación se necesita compaginar los mismos, ya sea manualmente (intercalado) o con una máquina (trefilado, corte y engrapado), así el producto final puede ser muy versátil y rico en información, lo cual dependerá del tipo de papel y diseño gráfico invertido.

#### **1.5. ¿Qué es el mantenimiento?**

Es común que en las empresas del país se conceptualice al mantenimiento como un mal necesario, el cual debe ser evitado siempre que sea posible, se considera que el detener la producción de manera periódica para dar mantenimiento al equipo representa una disminución en la producción de la empresa y por lo tanto, disminución en los ingresos. Esto sin duda alguna no podría ser más equivocado, se ha comprobado que por el contrario, el proporcionar mantenimiento constante, permite prevenir fallas que provocan mayores retrasos y desajustes en la producción de la empresa, además se reducen costos en los que se tendrían que incurrir por concepto de reparaciones mayores o incumplimiento de la programación de la producción.

El mantenimiento es un servicio que agrupa una serie de actividades cuya ejecución permite alcanzar un mayor grado de confiabilidad en los equipos, máquinas, construcciones civiles, instalaciones. Una gran cantidad de sistemas están sometidos a rutinas de mantenimiento, con el fin de repararlos cuando fallan o al cambio de partes o lubricación periódica para evitar la falla aleatoria.

La forma en que se programe y se ejecute la labor de mantenimiento determina la disponibilidad del sistema o producto por intervalos prolongados.

Aquellos sistemas que pueden ser reparados están sujetos a mantenimiento correctivo, preventivo o predictivo.

### **1.5.1. Correctivo**

Es la acción mediante la cual se retorna un sistema (máquina, equipo o producto) que ha fallado a su posición de operación o estado de disponible, después de haber corregido la o las fallas que lo sacaron fuera de servicio.

La cantidad de mantenimiento correctivo está determinada por la confiabilidad del sistema, por lo que no puede ser planeada; su ocurrencia es aleatoria. Lo que si puede ser diseñado es el procedimiento y programación de recursos que se usarán cuando se presenten las fallas.

### **1.5.2. Preventivo**

Busca mantener al sistema en operación en estado de disponible, por medio de acciones que prevengan fallas. Las labores que se ejecutan incluyen, entre otras, limpieza, lubricación e inspección de partes críticas cuya reposición sí es necesaria.

Este tipo de mantenimiento afecta positivamente la confiabilidad del sistema y debe ser una actividad planeada. La eficacia de este mantenimiento se mide con base en el tiempo que duran las actividades de prevención y la frecuencia con que estas se realicen.

Además, el elemento humano suele ser determinante para lograr la efectividad plena en el desarrollo de las actividades, porque depende del contacto que se tenga con los equipos para llevar los procedimientos correctos a la realidad y proponer las mejoras necesarias para optimizar el plan de mantenimiento y los recursos utilizados.

Normalmente al transcurrir del tiempo el mantenimiento preventivo debe irse adaptando lo mejor posible al envejecimiento de los equipos y más aún cuando no han sido comprados nuevos (lo cual es muy común en Guatemala) porque muchas veces no se cuenta con manuales del fabricante ni especificaciones técnicas, mucho menos se tiene un historial de los trabajos realizados en los mismos (ya sean correctivos o preventivos) y eso hace un tanto más difícil la adaptación de los mantenimientos.

### **1.5.3. Predictivo**

Está basado en un programa de periódico monitoreo del sistema, con el fin de determinar sus condiciones de operación y, con base en signos vitales, diagnosticar la ocurrencia de las fallas. El monitoreo se basa en la comparación de mediciones de variables físicas tales como vibración, corriente eléctrica, temperatura y presión con patrones de esas mismas variables que fueron fijados cuando los sistemas eran nuevos o que aparecen en los manuales técnicos del producto. La comparación permite predecir fallas basadas en el comportamiento mostrado y que sean condiciones fuera de lo normal.

La actividad de reparar fallas y de efectuar una rutina de mantenimiento preventivo remueve el sistema de su estado de disponibilidad, ocasionando pérdida de tiempo y aumento de costos que deben ser minimizados.

## **1.6. Diagnóstico de fallas**

La efectividad del buen mantenimiento se ve reflejada directamente en la ocurrencia de fallas en los equipos, es el objetivo primordial de un plan de mantenimiento reducir al máximo los atrasos en la producción por paro en la maquinaria, sin embargo, a pesar del monitoreo constante existe siempre la probabilidad de que algo falle sin que se haya podido prevenir la situación muchas veces de emergencia en la producción. Entonces, dada una falla en el sistema, el objetivo del personal técnico es ahora encontrar lo más rápida y efectivamente posible la causa del problema.

La garantía de que se reinicie la producción depende de un acertado diagnóstico, antes de dar una posible solución es necesario tomar en cuenta ciertos puntos para poder llegar a plantear un camino resolutivo, aunque nunca se tenga 100% la certeza de que una causa esté identificada, siempre hay una más probable y más viable.

Antes de sugerir una solución y tomar las acciones pertinentes es imprescindible tomar en cuenta ciertos detalles que ayudan a tomar una decisión más acertada de una situación en particular.

### **1.6.1. Definición del problema**

El primer paso para resolver de manera efectiva un fenómeno es establecer de manera definitiva la falla o efecto producido por la maquinaria, la razón de este planteamiento es que se tenga un concepto que describa lo sucedido de manera explícita y clara, así como de datos propios del equipo o conjunto causante del fenómeno, su ubicación y estado último antes de producirse la falla.

Es necesario mencionar que entre el estado normal de operación y el estado en falla del equipo hubo una serie de sucesos que durante determinado período de tiempo resultaron evidentemente en ese cambio de estado.

El objetivo de diagnosticar el origen de una falla es encontrar el principio de la serie de eventos que desencadenaron un cambio de estado en la maquinaria, esa es la base de todo este proceso y por ello, que localizar e identificar plenamente el problema o efecto resulta en prevenir desviaciones en la búsqueda de la solución, entonces la definición del problema es clave en el resultado final: una definición incorrecta lleva a encontrar una pseudosolución pero el planteamiento correcto del problema significa, en ocasiones, más que de la mitad de su solución.

### **1.6.2. Tiempo de paro**

Lo más importante en un proceso de producción detenido es el tiempo de paro que una falla ha ocasionado, dada la situación de que cada minuto perdido puede significar un costo para la empresa y un atraso en el tiempo de entrega del producto final, para ello, existe (o debe existir) dentro de la planificación de producción un tiempo estimado como factor de seguridad para evitar este tipo de inconvenientes y dentro del cual los costos no se eleven demasiado, es necesario tener el conocimiento de este límite o rango para saber el tipo de solución que se va a plantear y también para determinar la urgencia de la intervención.

El tiempo de paro es un indicador muy comúnmente usado en producción para medir la confiabilidad del sistema, por lo que se hace muy importante dentro del plan de mantenimiento reducirlo al máximo, controlar y monitorear su comportamiento para crear acciones preventivas y evitar fallas repetitivas.

### **1.6.3. Clasificación de la falla**

La falla puede clasificarse según el tipo de síntomas que se presenten, es importante saber el área en que se encuentra la falla, porque su solución podría depender de personal especializado o de personal operativo, por ejemplo, problemas eléctricos o electrónicos, mecánicos, de insumos o de manejo incorrecto en la operación del equipo. Es responsabilidad del encargado de mantenimiento conocer los límites dentro de los cuales su accionar no afecta ni empeora la situación, sino que contribuya al reestablecimiento de la producción que es lo más importante en ese momento.

### **1.6.4. Información recolectada**

Mientras más información se tenga de un sistema mejor se va a entender su funcionamiento y la interrelación de sus subsistemas, entonces mientras más información se tenga de una falla más fácil será identificar el foco del problema y llegar en la menor cantidad de tiempo disponible a su solución definitiva.

Para ello, es muy importante delimitar el problema, para especificar su ubicación, su frecuencia, sus condiciones de aparición y su relación con fallas comunes o rutinarias en el equipo específico.

Si la falla presentada se va a corregir luego de terminada la producción (debido a que no es permanente o no afecta significativamente la calidad del producto) es necesario describir de la manera más completa el fenómeno, tratando de detallarlo al máximo y evitando dar soluciones anticipadas, además, si es posible debe adjuntarse una muestra del ejemplar que presentó el problema a manera de estudiar el efecto por el cual surgió el reporte de anomalías.

### **1.6.5. Pruebas básicas de funcionamiento**

Una vez que se clasifique la falla como técnica, es ideal proceder a la revisión de funcionamiento del o los sistemas involucrados en el problema, puesto que cuando intervienen diversos sistemas la complejidad aumenta, por lo tanto, las posibles soluciones se multiplican y es más difícil llegar a una conclusión.

Dentro de lo estipulado se pueden realizar pruebas de accionamiento, (eléctrico, neumático, hidráulico, mecánico, etcétera) de temperatura, movimientos anormales, revisión de engranes, ruidos anormales e inspecciones visuales por mencionar algunas.

Estas pruebas ayudan a entender mejor el principio de funcionamiento de una determinada maquinaria para formar una secuencia de procesos o acciones que componen y le dan sentido a un equipo o parte del mismo.

### **1.6.6. Hipótesis**

Una hipótesis es una proposición aceptable que ha sido formulada a través de la recolección de información y datos, aunque no esté confirmada sirve para responder de forma tentativa a un problema.

El estudio de un problema determinado lleva consigo siempre una o varias suposiciones que permiten explicar las causas hipotéticas del evento y así establecer una ruta o procedimiento correctivo. Este concepto proviene no solo de la ingeniería sino también de todas las ramas de la ciencia y en todo tipo de problemas.

La razón de actuar en la búsqueda de una solución efectiva tiene como base siempre una hipótesis, la cual ha sido formulada con anticipación (a veces implícita) y que está siendo objeto de comprobación.

Entonces no se puede plantear una solución fiable si no se tiene una hipótesis que derive la aparición de la falla, la cual se complementa muchas veces con pruebas físicas fundamentadas en los principios de funcionamiento de los equipos y que enriquecen la hipótesis como tal.

La mejor manera de llegar a plantear la hipótesis principal es teniendo varias opciones (mientras más, mejor) y combinaciones posibles, para lo que es necesario establecer las variables involucradas y su relación en el sistema, descomponer los subsistemas para entender las interrelaciones de sus elementos y así establecer una secuencia que conduzca a la falla. El resultado será un conjunto de varias hipótesis que serán aceptadas luego de analizarlas y depurarlas bajo criterios confiables que se basen en experiencias o conocimientos de la rama específica.

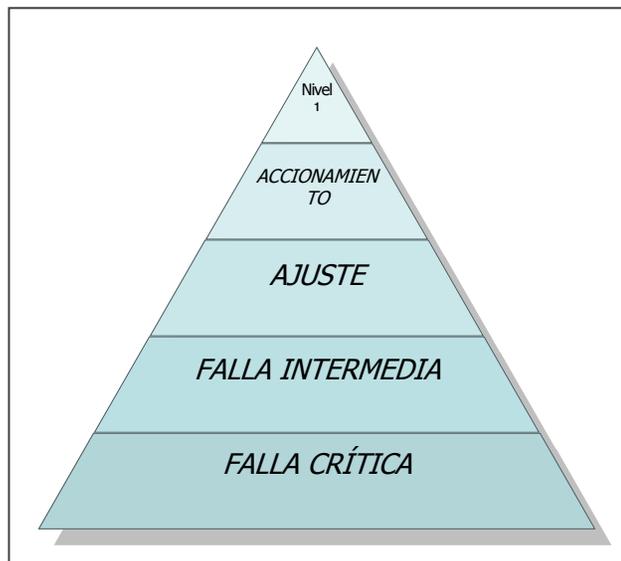
#### **1.6.6.1. Escala de fallas**

Para poder iniciar a plantear las hipótesis se necesita delimitar la falla, es como asignarle una posición determinada para poder ubicar la magnitud de las posibles soluciones y la gravedad de la situación tomando en cuenta que la solución podría estar en pequeños mecanismos como también pensar en la causa más crítica o grave, esto quiere decir, que primero se descartan las causas más sencillas y que llevan menor tiempo de reparación o revisión antes de pensar en mecanismos complicados y delicados, por ejemplo un carro que no arranca.

El motivo podría ser tan sencillo (bornes de batería sucios, sensor de embriague, etcétera) como tan complejo (computadora dañada, problemas de inyección, anillos de pistones quebrados, etcétera), separando estas situaciones se evita el surgimiento de inconvenientes adicionales y totalmente innecesarios, sabiendo que la suposición de las causas debe ser gradual al momento de estudiar todos los factores y signos que muestra la falla para ir descartando posibilidades conforme se describe el fenómeno.

El triángulo de la figura 7 muestra la forma de construir las hipótesis de las causas de un problema, su gravedad incrementa cuando por medios técnicos se comprueba que no existe solución en el nivel actual y es necesario pasar al siguiente, esto implica mayor preparación especializada para su corrección y también mayores recursos invertidos.

Figura 7. **Escala de fallas**



Fuente: elaboración propia.

#### **1.6.6.1.1. Nivel 1**

Dentro de esta categoría se incluyen fallas por errores humanos, por descuidos en el momento de la operación o sencillamente a situaciones que no implican mayor análisis, sino más bien su solución es inmediata y que ha sido detectada por medios visuales, debido a su frecuencia o en el momento de iniciar el uso del equipo, por ejemplo, un tornillo flojo, una pieza que falta, contaminación, etcétera.

Es una buena práctica informar y capacitar al personal operativo para que en determinado momento pueda intervenir y solucionar un problema que no requiere demasiados conocimientos técnicos pero que por el contrario un atraso en función del tiempo si puede resultar en una pérdida significativa para la empresa, de hecho esa es una de las acciones tomadas en el mantenimiento productivo total para maximizar los recursos y reducir las pérdidas por paro y tiempos muertos.

Sin embargo, hay que regular el alcance de la intervención y conocer el nivel de preparación del personal contratado involucrado en todo el proceso de producción.

#### **1.6.6.1.2. Accionamiento o suministro**

Otra falla considerada como sencilla es la ausencia de accionamiento de alguno o varios de los mecanismos del equipo debido a cambios en el suministro o atascamiento (mecánico, eléctrico, neumático, hidráulico) de una de sus partes, para llegar a su identificación es necesario cerciorarse de la presencia de fluido eléctrico, aire comprimido, fluidos especiales o materia prima.

De ser posible se deben realizar pruebas de accionamiento o *by-pass* para asegurar e identificar la falla y comprobar así la hipótesis formulada. Existen también alarmas de aviso (según la fabricación de la máquina y antigüedad) cuando hay algún tipo de interrupción en la alimentación de alguna de sus fuentes o que un sistema no está funcionando adecuadamente (presión de aceite, sobrecalentamiento, etcétera), es por eso, que resulta muy importante antes de pensar en problemas mayores revisar los paneles o monitores del equipo, así como, luces indicadoras o manómetros para saber el estado de los suministros y el funcionamiento de los sistemas básicos.

#### **1.6.6.1.3. Falta de ajuste o calibración**

Luego de formar conceptos que no tienen relación con causas sencillas se puede pasar al siguiente nivel en la escala, lo que significa un aumento en el tiempo de reparación del problema y también del conocimiento previo de los ajustes de los diversos componentes de los sistemas, existen ajustes operativos y otros que requieren mano de obra un tanto más especializada en mecanismos complejos o en ajustes de fábrica, el incremento de tiempo y costos de reparación es notable en este nivel, teniendo en cuenta que algunas veces es necesario el cambio de ciertas partes desajustadas o gastadas.

Regularmente el fabricante de la maquinaria indica cuan frecuente es un ajuste y debe investigarse un aumento de este para poderlo relacionar con alguna otra variable que pueda estar provocando el incremento repentino.

Está directamente afectado por la antigüedad de los equipos y la correcta operación por lo que lo estipulado por el fabricante está basado en condiciones normales y un tanto ideales.

La administración de mantenimiento debe analizar la ocurrencia de este tipo de falla y clasificarla por medio de datos estadísticos con el objetivo de crear indicadores y finalmente lograr la reducción de su aparición no planificada.

#### **1.6.6.1.4. Falla intermedia**

Muchas veces se comprueba por los medios anteriores que el problema gira entorno al cambio de partes notablemente dañadas o elementos eléctricos que dejaron de funcionar y su única solución es el reemplazo, no obstante aunque se encuentra abajo del nivel de calibración, su realización podría no tomar mucho tiempo y así hacer más sencilla la resolución del problema, es decir, que de encontrarse dentro de las posibilidades de costo, el cambio puede ser en cierta manera un mejor camino, con la única e importante condición de que se compruebe lo más real posible la hipótesis de la falla en ese elemento en particular o que sea demasiado obvia.

No se trata de hacer un ensayo de prueba y error sino más bien de estar en la completa seguridad del inminente cambio de piezas porque de lo contrario se tiene un desperdicio claro de los recursos de la empresa.

#### **1.6.6.1.5. Falla crítica**

Dentro de todas las hipótesis formuladas acerca de un fenómeno en especial la que casi siempre va como última opción es una falla crítica en el sistema porque requiere detener la producción totalmente y su reparación podría demorar mucho más tiempo del estipulado. Aún así, se toma como probable en caso de llegar a extremos.

Todas las medidas de diagnóstico deben señalar que la causa principal del asunto es complicada y que se ha estudiado la manera de hacer de la solución la más viable aún en las condiciones más desfavorables. Es la base del triángulo y se espera no ocurra con frecuencia, sino todavía mejor es que sea detectada antes de su aparición para que se planifique la intervención especializada del personal y se preparen todos los repuestos requeridos.

## **2. PLAN DE CONTINGENCIAS**

En todos los ámbitos de la vida diaria, existe siempre la posibilidad de que suceda algún problema o hecho que se presente de forma imprevista. Contingencia tiene que ver precisamente con la posibilidad de una situación riesgosa y de emergencia hacia determinado grupo de personas.

A través de la historia el ser humano ha ido comprendiendo que nunca se está lo suficientemente preparado para reaccionar ante un hecho ajeno a sus acciones, derivado de un problema social o de un desastre natural.

La supuesta tranquilidad y el acomodamiento del día a día hacen que las personas no crean en la necesidad de prevenir un suceso o lo vean como algo imposible. Hay muchos ejemplos en los que ha sido de gran diferencia el grado de preparación, capacitación y planificación de las personas que ocupan un inmueble para salir de la contingencia porque se evitan pérdidas humanas principalmente y se agilizan las acciones de rescate o auxilio.

El objetivo fundamental de un departamento de producción es superar cualquier interrupción en sus actividades para hacerla más rentable, sin embargo, en el momento de ocurrir algún siniestro el objetivo primordial debe ser siempre resguardar la vida humana y evitar todos los riesgos potenciales que puedan poner en peligro al personal de la empresa, para luego tratar de movilizar los mecanismos necesarios en la recuperación del orden productivo.

## **2.1. Definición**

Es el conjunto de procedimientos a seguir con el objetivo de mantener el funcionamiento normal de una empresa a pesar de que una o varias de sus funciones se vean afectadas por un accidente interno o externo o también de algún desastre natural o problema político.

Es importante hacer del conocimiento de todos los colaboradores que al momento de suceder cualquier eventualidad se pueden acarrear pérdidas tan graves no solo materiales sino también humanas.

Un plan de contingencias establece el camino a futuros acontecimientos de los cuales es necesario estar preparado, teniendo siempre la necesidad de estar siendo actualizado y adaptado a las condiciones cambiantes de la empresa.

## **2.2. Objetivos del plan**

Como un objetivo común en todo plan de contingencia debe estar primero la protección a la integridad física de todas las personas involucradas en el suceso, a manera de priorizar las acciones encaminadas para salir de la crisis sin afectar la vida humana y buscando el restablecimiento de las operaciones productivas de la empresa lo más pronto posible.

Planificar cuando todavía no es necesario, es decir, antes de que sucedan los accidentes. Debe expresar claramente lo que hay que hacer por quién y cuándo para evitar confusiones y pérdida de tiempo de reacción lo cual es muy importante.

### **2.3. Funciones principales del plan**

Prevenir sucesos: lógicamente se busca tomar acciones preventivas para afrontar accidentes de impacto negativo en la organización evitando que se materialicen, mediante acciones formativas, planes de emergencia, simulacros, etcétera.

Disminuir la vulnerabilidad: frente a las amenazas a través de un correcto análisis y valoración de riesgos, así como la implantación de las medidas preventivas apropiadas. Minimizar los daños y el período de recuperación: en caso de que las amenazas se materialicen, mediante planes de contingencia, dirección de crisis, etcétera.

### **2.4. Alcances**

Es necesario definir la estrategia de coordinación entre los integrantes de las diferentes jefaturas dentro de la organización, indicando las acciones que dentro del ámbito de su competencia corresponda a cada uno, con el fin de controlar riesgos y evitar o mitigar el impacto destructivo de los desastres.

### **2.5. Naturaleza de la contingencia**

Un plan de contingencia deberá identificar opciones flexibles adaptables a situaciones específicas; aunque generalmente, no es posible anticipar todas las contingencias que pudieran ocurrir, es necesario tomar acciones preventivas ante un número considerable de supuestos sucesos y hacer un plan específico para cada uno de ellos.

### **2.5.1. Fenómenos geológicos**

Son de origen geológico y son producto de la actividad de la corteza terrestre en su constante transformación en el tiempo. Los riesgos que se tipifican en este apartado comprenden básicamente: sismos, vulcanismo, deslizamiento y colapso de suelos; hundimiento y agrietamientos, tsunamis y lahares.

El avance de la ciencia ha permitido que en la actualidad se puedan predecir algunos de estos fenómenos; el conocimiento de las fallas tectónicas posibilita a determinar las áreas susceptibles de ser afectadas, más no ha de predecir cuándo ocurrirá un sismo; así también, el monitoreo de los volcanes permite obtener un pronóstico aceptable de la actividad que pudiera provocar un desastre.

### **2.5.2. Fenómenos hidrometeorológicos**

Este término es empleado para designar ciertos fenómenos del tiempo, que dependen mayormente a las modificaciones del vapor del agua en la atmósfera.

Esta clasificación engloba a los fenómenos que son producto de la condensación o sublimación de vapor de agua atmosférica, como son los ciclones tropicales, lluvias torrenciales, inundaciones, nevadas, granizadas, mareas de tempestad e inversiones térmicas. La magnitud de los daños que generan difiere ampliamente por su origen, naturaleza, grado de predictibilidad, probabilidad y control, así como por la velocidad con la que aparecen, por su alcance y por los efectos destructivos en la población, en los bienes materiales y en la naturaleza.

### **2.5.3. Fenómenos químicos**

Este fenómeno, es efecto de las actividades humanas y de los procesos propios del desarrollo tecnológico aplicado a la industria, que conlleva al uso amplio y variado de energía y de sustancias de materiales volátiles y flamables susceptibles de provocar incendios y explosiones, ya sea por fuga de gas, explosión que cause graves daños humanos y materiales, fuga de combustible, incendios que originen otra explosión y otra lamentable secuela de pérdidas. Dentro de este tipo de calamidades merecen especial atención los incendios y las explosiones, los cuales son fenómenos comúnmente asociados, ya que uno puede generar al otro.

### **2.5.4. Fenómenos sanitarios**

Calamidad que se genera por la acción patógena de agentes biológicos que atacan a la población, a los animales y a las cosechas, causando su muerte o la alteración de su salud. Las epidemias o plagas constituyen un desastre sanitario en el sentido estricto del término. En esta clasificación también se ubica la contaminación del aire, suelo y alimentos.

Los agentes de origen sanitario son producto en parte del crecimiento poblacional e industrial.

### **2.5.5. Fenómenos sociorganizativos**

En este grupo de fenómenos destructivos se encuentran las manifestaciones del quehacer humano, asociadas directamente con procesos del desarrollo económico, político, social y cultural de la sociedad, presentándose, al interactuar el hombre en la realización de diversas actividades cotidianas tales como accidentes aéreos, terrestres, marítimos y fluviales; en la interrupción o desperfecto en el suministro u operación de servicios públicos y sistemas vitales; en los problemas originados por las concentraciones masivas de población; y en las demostraciones de conducta antisocial tales como, el terrorismo y el sabotaje.

### **2.6. Repercusiones operativas**

La planeación para contingencias debe abordar diversas áreas donde las fallas de los sistemas o los sucesos sobre los que los administradores operativos no tengan control alguno, podrían afectar la prestación eficaz de los servicios de determinada empresa, de acuerdo con el plan establecido.

Las repercusiones podrían ser graves dependiendo del tipo de contingencia que se esté presentando, para ello, es necesario detallar los pasos a seguir luego de que una situación ha sido detectada para evaluar los daños causados y dar un informe hacia la dirección de la magnitud de lo sucedido.

Es necesario que exista un cuadro de contactos a los cuales acudir en caso de que se necesite ayuda o soporte técnico como en caso de una maquinaria, así también, de las personas responsables de cada departamento y de instituciones de auxilio de manera que se agilice el proceso de recepción de la ayuda lo más pronto posible.

## **2.7. Las respuestas viables**

Siempre existe una mejor manera de enfrentarse a lo desconocido, de esto depende que una lista preventiva de acciones sea eficaz, así como de su actualización constante debido a lo cambiante del ambiente y del entorno que compone a una empresa.

La viabilidad quiere decir que es posible llevar a cabo ciertas acciones o movimientos planeados con anticipación para cumplir un procedimiento dado, es por eso que es necesario analizar y estudiar en detalle todas las respuestas planteadas sobre un fenómeno o desastre a manera de que se ajusten a la realidad lo más fielmente posible.

Una de las partes esenciales de todo buen procedimiento es la creación de un modelo o como en este caso, un simulacro a razón de ejercitar la secuencia del plan y también para información de los posibles involucrados.

## **2.8. Implicaciones financieras**

Es necesario hacer un presupuesto adecuado mediante el cual se costearán las tareas de restablecimiento del orden operacional y productivo, analizando los posibles procedimientos aplicados, además de situaciones preventivas como señalización, capacitación, entrenamiento, estudios y simulacros que pueden aportar mucho a la organización en general ante la aparición de una situación real.

## **2.9. Efecto en otro proceso**

La interrelación de todos los elementos o subprocesos que intervienen en la producción de determinada industria es clave para determinar la magnitud de un suceso y su incidencia en el sistema, con ello, se pueden conocer los límites de reacción y la toma de decisiones ante una amenaza o un hecho que afecte las actividades de la empresa de manera directa o indirectamente desfavoreciendo su funcionalidad como un todo.

Se deben establecer rutas alternas así como vías de comunicación que permitan una conexión estrecha entre los departamentos implicados de manera que no se vean imposibilitados o paralizados, sino que se supere la crisis.

### **3. PLAN DE MANTENIMIENTO A EQUIPO DE IMPRESIÓN COMERCIAL (FASE TÉCNICO PROFESIONAL)**

El mantenimiento no es una función miscelánea, produce un bien real, que puede resumirse en: capacidad de producir con calidad, seguridad y rentabilidad.

Uno de los conceptos actuales relacionados con mantenimiento es el término conservación, su definición general, es que toda acción humana que mediante la aplicación de los conocimientos científicos y técnicos, contribuye al óptimo aprovechamiento de los recursos existentes en el hábitat humano y propicia con ello, el desarrollo integral del hombre y de la sociedad. Usándolo en el mantenimiento industrial se trata de aplicar los conocimientos científicos y técnicos para lograr el óptimo aprovechamiento de los recursos asignados a un conjunto de equipos llevándolos hacia un grado cada vez más exigente de calidad.

Trata de la protección de los recursos asignados y al mismo tiempo de mantener en la calidad deseada el servicio que proporciona este. Dentro de sus objetivos están:

- Mantener la calidad y cantidad de servicio que entrega un recurso o sistema de recursos, dentro de los parámetros esperados, durante su tiempo programado de funcionamiento.
- Preservar dentro de sus límites económicos establecidos, el costo del ciclo de vida de los recursos de la empresa.

### **3.1. Diagnóstico**

La mejor manera de iniciar con un plan de mantenimiento en una planta de producción o de mejorar el programa ya existente es haciendo un diagnóstico que permita recabar información real del producto final y de su calidad, así como analizar datos de producción y del mismo departamento de mantenimiento para conocer un poco acerca del buen estado y también de fallas ocurridas en los equipos involucrados en determinada industria.

Diagnóstico se refiere a la investigación y análisis de las posibles causas que afecten el producto final y que pueda ser corregido con el fin de optimizar los recursos y elevar la calidad. Con ello, se busca una ubicación y una medición de la efectividad del mantenimiento, pues un problema en la maquinaria puede afectar considerablemente la calidad del producto.

Un indicador es una magnitud asociada a una característica (del resultado, del proceso, de las actividades, de la estructura, etcétera) que permite a través de su medición en períodos sucesivos y por comparación con el estándar establecido, evaluar periódicamente dicha característica y verificar el cumplimiento de los objetivos (estándares) establecidos.

#### **3.1.1. Indicadores de calidad**

Una manera de estar al tanto acerca del resultado final de un producto es conociendo los datos de control de calidad que en la mayoría de empresas se manejan, por medio de evaluaciones y retroalimentaciones del departamento de producción, en muchos casos se presenta como parte del proceso porque así se permite la corrección y búsqueda de soluciones antes de que se llegue a un problema mayor además de medir los parámetros de la calidad como:

- Densidad de la tinta
- Limpieza de impresión
- Registro de colores
- Encuadre de fotografías

Por mencionar algunos, estos factores evidencian el buen desempeño de las máquinas y de todos los procesos involucrados, pero también pueden reflejar problemas cuando algo a lo largo de todo el trayecto del producto no da los resultados esperados y necesarios, pudiendo ser mecánicos, de ajuste e incluso de mantenimiento del equipo; sin embargo, no se puede descartar que también pueden verse implicadas muchas otras posibles causas como fallas de operación, materia prima, manejo del producto, etcétera, se necesita mantener mejoras en el mantenimiento para que su influencia sea reflejada en el final del proceso, lo cual beneficia enormemente la industria y justifica muchas veces los recursos utilizados.

### **3.1.2. Registros de mantenimiento**

El departamento de mantenimiento debe tener también registros del funcionamiento de los equipos, este se lleva aparte de la información que lleva producción, pues existen fallas que pueden ser según su importancia reparadas en el momento de su aparición o simplemente planificadas con tiempo debido a que no afectan directamente con la calidad del producto, ni tampoco con el paro de la maquinaria, para estos controles se pueden utilizar correos electrónicos, llamadas telefónicas, o directamente reportes por medio de un *software* específico para la gestión del mantenimiento.

Es notorio que la comunicación interna resulta muy valiosa en el departamento de mantenimiento no solo al momento de producirse un problema sino también para trasladar los conocimientos adquiridos por el personal de mucha experiencia a las personas que se hayan ido integrando al cuerpo técnico más recientemente, en ese momento depende del manejo del personal y de la calidad de las relaciones que hayan formado.

### **3.1.3. Reclamos internos**

La observación por parte de la gente que opera las máquinas puede ser de mucha importancia para el mantenimiento, es necesario tomar en cuenta que la mayoría de fallas en los equipos suelen dar determinados avisos o muestras de que algo está por romperse o dañarse durante el proceso lo cual debe ser objetivo de mantenimiento reducir al máximo, además de que el personal técnico también es una fuente de información importante por tener un contacto directo con las máquinas a su cargo y por la experiencia que es fundamental.

La empresa debe tener un formato para realizar un reclamo o solicitud de atención de falla, en donde se debe dar una descripción de lo que está sucediendo, siendo clara la información podría ser clasificada jerárquicamente como:

- Crítico (afecta el funcionamiento)
- Secundario (no afecta el funcionamiento directamente)
- Ajuste
- Ruido o movimiento anormal

Además de un espacio para redactar el fenómeno con lujo de detalles, esto puede agilizar el proceso de reparación y corrección del problema.

#### **3.1.4. Reclamos externos**

Un estado un tanto más delicado es cuando se recibe un informe de no conformidad por parte del cliente final del producto, que en el caso de Prensa Libre podría ser, la variación de color en un anuncio o errores que son totalmente notables en el final del proceso, esto también puede ser resultado de muchos factores y depende del análisis por las jefaturas para determinar hacia donde se va a atacar la falla.

También debe ser un objetivo muy importante reducir este tipo de situaciones, debido a que generan descontento y pérdidas en las utilidades de la empresa, aparte que dan una idea del estado en que se encuentra el departamento de mantenimiento en el caso específico.

#### **3.1.5. Medición de elementos principales**

Existe una revisión como ensayo no destructivo para determinar el estado del desgaste que han sufrido las diferentes partes de una unidad de impresión, el fabricante sugiere analizar los elementos más importantes con el fin de determinar su estado de uso y también para realizar un aproximado de las refacciones necesarias para su completa reparación, se trata de encontrar una característica cuantitativa y su grado de complejidad (como costos, tiempo, mano de obra, etcétera).

Estos valores pueden ser muy importantes para hacer una comparación no solo entre los mismos equipos, sino también entre valores normales y valores críticos, determinados por el fabricante si se tiene o ya sea por criterios obtenidos mediante la experiencia.

El criterio del fabricante muchas veces es muy estricto pues es ideal, sin embargo, el estado ideal de la maquinaria se ve en función de los recursos económicos y de los beneficios que esto podría traer para justificarlo.

#### **3.1.5.1. Principio de medición**

El principio de medición es sencillo, se trata de medir la holgura existente entre el elemento antifricción y el mecanismo giratorio, haciendo uso de una palanca directa o indirecta por medio de una cadena y usando un reloj indicador (como el de la figura 8) para saber la magnitud de la clarencia.

Los elementos a medir giran a gran velocidad apoyados en sus extremos, las mediciones serán identificadas en 2 puntos por cada elemento, según el manual se identifican estos dos extremos en las unidades de impresión como *work side* y *gear side* que en inglés significa lado de mando o trabajo de operación y lado de engranajes o transmisión, de aquí en adelante se llamarán lado operación y lado transmisión.

El comparador de carátula es un instrumento de medición en el cual un pequeño movimiento del husillo se amplifica mediante un tren de engranes que mueven en forma angular una aguja indicadora sobre la carátula del dispositivo. La aguja indicadora puede dar tantas vueltas como lo permita el mecanismo de medición del aparato.

Figura 8. **Reloj comparador de carátula**



Fuente: [www.spanish.alibaba.com/products/dial-indicator](http://www.spanish.alibaba.com/products/dial-indicator). [Consulta: octubre de 2011].

Este instrumento no entrega valores de mediciones, sino que entrega variaciones de mediciones (de ahí su nombre) su exactitud está relacionada con el tipo de medidas que se desea comparar, suelen medir rangos de 0,25 mm a 300 mm (0,015" a 12,0"), con resoluciones de 0,001 mm a 0,01 mm o 0,00005" a 0,001".

Algunas recomendaciones en el uso de un reloj comparador son:

- Seleccione el reloj comparador más adecuado para atender las necesidades de medición (tamaño, curso, lectura y tipo).
- Evite el error de paralaje observando la carátula del reloj en posición frontal.

- Montar el reloj siempre en posición perpendicular a la base de referencia para evitar errores en la lectura.
- Para fijar a vástago, introdúzcalo por el agujero lo máximo posible
- Procurar siempre dejarlo lo más cercano posible a la base
- Proteger el reloj de impactos o fuerzas excesivas
- Mantener limpios todos los componentes del instrumento, además de los elementos objeto de medición para procurar su conservación.
- Usar una base rígida para montar el reloj

Además, antes de usar un instrumento de medición es necesario revisar las unidades de medida que tiene para evitar confusiones en el momento de hacer las comparaciones, usar siempre como soporte los manuales del usuario para entender mejor la correcta operación del aparato.

### **3.1.5.2. Elementos a medir**

Los puntos críticos para la toma de las holguras son según su clasificación en el sistema en que se encuentran, su incidencia es directa en el proceso, y se considera importante según el diseño de este tipo de maquinaria, los cuales se describen a continuación en la tabla I.

Tabla I. **Elementos mecánicos a medir**

Figura	Parte mecánica	Cantidad por unidad de impresión	Función en la máquina
4	Oscilante de tinta	4	Distribuir la tinta, con un movimiento radial y axial
8	Oscilante de agua	2	Distribuir el agua, con movimiento radial y axial
-	Cilindro de placa	2	Portar la plancha que lleva la impresión
-	Cilindro de mantilla	2	Portar el caucho que recibe la impresión y transmitirla al papel
1	Rodillo tintero	2	Alimentar de tinta el sistema

Fuente: elaboración propia.

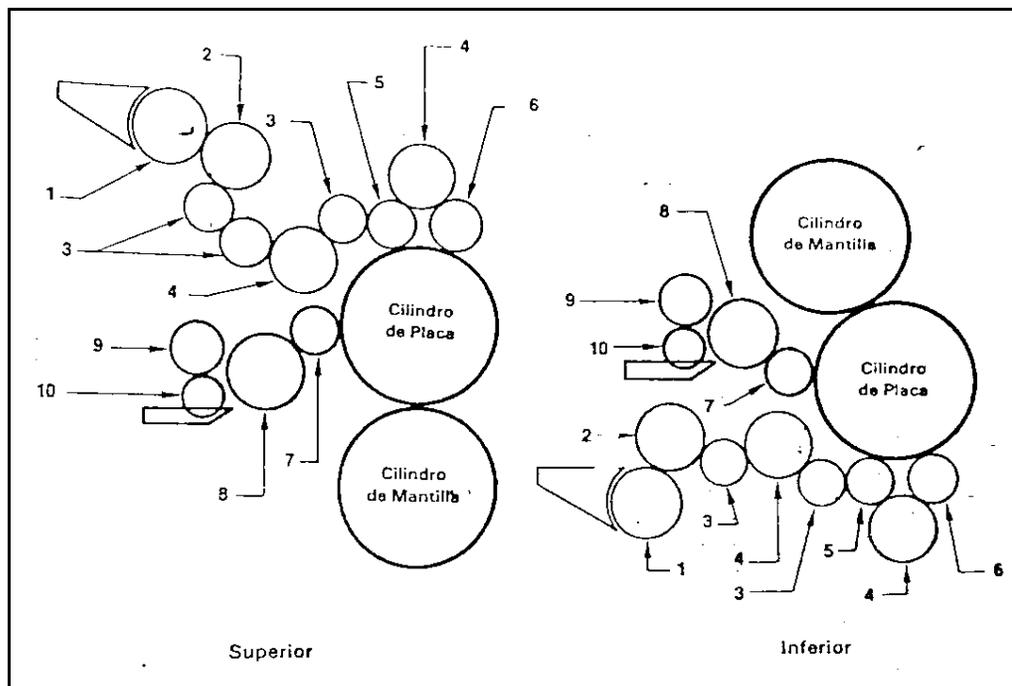
Figura 9. **Vista de corte de cojinete de agujas**



Fuente: [www.directindustry.es/prod/ntn-snr](http://www.directindustry.es/prod/ntn-snr). [Consulta: octubre de 2011].

La idea de esta toma de datos se basa principalmente en el posible desgaste ocurrido entre el rodamiento y el eje que gira en él, como es el caso de los oscilantes, los cuales además de girar también oscilan a gran velocidad para distribuir la tinta o agua y crear una película uniforme, que es su función principal, los cojinetes mencionados así como el de la figura son de tipo aguja sin anillo interior para soportar la carga radial y axial, poseen sellos en sus extremos para evitar que se escape la grasa.

Figura 10. Configuración de rodillos de Harris N-845



Fuente: RAYLAND, Tom. Manual de operación N-845. p 22.

También se usan en estas unidades de impresión cojinetes de rodillos esféricos (ver figura 11), los cuales van montados sobre ejes cónicos y ajustados con precisión por medio de espaciadores tope para determinar la precarga del cojinete, según el diseño realizado por el fabricante.

La medición realizada incluye los cilindros portaplancha y portamantilla, la holgura si existiera puede deberse a factores de calibración del cojinete o desgaste de otro elemento.

Figura 11. **Cojinete de rodillos esféricos**



Fuente: [www.nskeurope.es/cps/rde/xchg/eu\\_es](http://www.nskeurope.es/cps/rde/xchg/eu_es). [Consulta: octubre de 2011].

### **3.1.5.3. Descripción**

A continuación se hará una breve descripción de las diferentes partes en análisis así como de la forma en que se tomaron las mediciones y el tipo de soporte utilizado.

Cabe mencionar que dentro del procedimiento realizado en la práctica, existen otras variables que no se toman en cuenta pero de las cuales es necesario estar conscientes.

Los oscilantes por ejemplo, hacen contacto con dos rodillos de hule, los cuales ejercen una fuerza normal a los soportes de los oscilantes, el inconveniente podría estar en que la lectura no sea tan exacta y real lo que puede aumentar el grado de incerteza en las mediciones realizadas de una manera considerable. El personal encargado de realizar esta tarea también puede influir directamente en la correcta toma de mediciones por lo que es necesario estandarizar el proceso capacitando a los involucrados y monitoreando su trabajo frecuentemente.

#### **3.1.5.3.1. Rodillos oscilantes**

También llamados batidores o vibradores, su medición consiste simplemente en la holgura existente entre el cojinete de agujas y el eje, lo que probablemente dirá el estado del mismo y lógicamente su solución consiste únicamente en el reemplazo de las piezas, el sistema de soporte y transmisión es el mismo para los dos tipos de oscilantes, agua y tinta.

#### **3.1.5.3.2. Cilindros**

Aunque la medición se realizó bajo las mismas condiciones, este juego de cilindros posee soportes diferentes a los otros elementos, ya que su funcionamiento tiene un accionamiento neumático el cual a su vez mueve unas levas que logran el contacto entre los cuatro cilindros y así poder presionar las planchas y luego transmitir las imágenes al papel, es necesario hacer una serie de observaciones para determinar el origen del desgaste, además de realizar mediciones de juegos radiales también se mide el desplazamiento axial de estos pues es una condición que puede dar problemas de descuadre de fotografías y de variaciones repentinas en el registro.

Aunque el desplazamiento axial puede solucionarse ajustando el dispositivo de sujeción localizado de lado de operación, debe ser corregido de ser posible, para descartar una falla en cojinetes o en algún otro elemento.

### 3.1.5.3.3. Rodillos fuente de tinta

Es el punto inicial de donde parte la tinta hasta llegar al papel, están montados sobre cojinetes de agujas, su desajuste puede provocar una variación considerable en la densidad de la tinta, se examina el desgaste radial si existiera.

Tabla II. Datos de mediciones radiales

<i>Elemento mecánico</i>	<b>UNIDAD DE IMPRESIÓN</b>															
	<b>1</b>		<b>2</b>		<b>3</b>		<b>4</b>		<b>5</b>		<b>6</b>		<b>7</b>		<b>8</b>	
	<i>OPE</i>	<i>TRA</i>	<i>OPE</i>	<i>TRA</i>	<i>OPE</i>	<i>TRA</i>	<i>OPE</i>	<i>TRA</i>	<i>OPE</i>	<i>TRA</i>	<i>OPE</i>	<i>TRA</i>	<i>OPE</i>	<i>TRA</i>	<i>OPE</i>	<i>TRA</i>
Oscilante 1	2	1	2	2	5	8	4	6	2	3	5	6	6	5	5	5
Oscilante 2	3	2	5	4	5	6	3	3	4	6	8	6	2	2	5	7
Oscilante 3	5	8	5	6	8	7	2	3	5	4	2	3	4	8	3	5
Oscilante 4	1	2	4	2	6	7	2	3	4	2	7	5	2	4	6	5
Oscilante de agua sup	4	5	3	4	5	4	2	2	5	3	5	4	1	2	3	3
Oscilante de agua inf	2	2	1	2	5	2	3	4	3	5	2	3	6	4	2	3
Cilindro de placa sup	1	2	0	1	0	0	2	3	0	1	1	3	2	4	3	5
Cilindro de placa inf	0	2	1	2	3	2	1	0	4	3	4	1	2	2	1	0
Cilindro de mantilla sup	1	1	2	3	1	3	0	0	0	1	1	2	3	3	1	2
Cilindro de mantilla inf	3	2	2	2	0	2	3	2	3	4	2	1	2	0	1	0
Tintero sup	1	1	0	1	2	1	2	2	3	4	4	5	1	0	2	1
Tintero inf	2	3	1	2	2	0	1	0	2	2	1	1	3	3	3	1

\*medidas en milésimas de pulgada.

Fuente: elaboración propia.

Tabla III. **Datos de mediciones axiales**

<i>Desplazamiento lateral</i>	<i>UNIDAD DE IMPRESIÓN</i>							
	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>
Cilindro de placa sup	10	5	2	8	5	11	3	4
Cilindro de placa inf	15	9	10	3	8	8	10	12
Cilindro de mantilla sup	3	5	2	2	4	2	1	5
Cilindro de mantilla inf	5	10	4	5	2	6	3	2

\*medidas en milésimas de pulgada.

Fuente: elaboración propia.

### **3.2. Plan de mantenimiento**

La idea de realizar una propuesta en un plan de mantenimiento debe ser integral, la importancia de la calidad en los trabajos realizados es grande, así como la capacidad del personal y las herramientas proporcionadas, pero para lograr la efectividad máxima del departamento de mantenimiento también es importante mencionar la parte humana, elemento que hace la diferencia en muchos aspectos del departamento como un equipo y que puede resultar evidente al final de todo el proceso.

#### **3.2.1. Motivación personal**

El tratar con personas siempre ha sido uno de los mayores retos que enfrentan los mandos en cualquiera de los departamentos de una empresa, teniendo como principal razón que todos los seres humanos son diferentes y piensan de maneras distintas; así se tiene que para lograr un desarrollo y un cambio de actitudes se necesita de acciones bien planificadas y estructuradas para fortalecer todos los aspectos que implican las relaciones humanas.

Uno de los aspectos que siempre se mencionan en el ámbito laboral es la motivación, que se desprende de las jefaturas a los mandos intermedios hasta llegar a los técnicos o personal del último nivel para hacer las tareas asignadas.

La motivación es cualquier comunicación que influye en las elecciones que se hacen. Precisamente cualquier acción realizada por una persona está directamente relacionada con el nivel de motivación que posea, lo cual influye estrictamente en el resultado de esas acciones.

Un personal altamente motivado le aporta ideas creativas e innovadoras a la compañía que quizás podrán generarle éxito a la organización. En cambio la desmotivación del trabajador supone un riesgo para sí mismo, para otros o para las instalaciones que lo rodean, es por eso que se menciona como un elemento de gran influencia en el desarrollo de sus obligaciones.

Existen muchas maneras de motivación al personal y la dirección debe estar muy actualizada en este conocimiento, hay algo evidente: el dinero es importante. Es lo que motiva a acudir cada día al lugar de trabajo. Con el salario se cubren gran parte de las necesidades que Maslow recoge en la base de su pirámide: alimento, ropa, ocio, etcétera.

No se trata de que deban desaparecer las compensaciones económicas. Pero no se pueden convertir en el único método empleado para motivar al personal, entre algunas acciones que deben ejercer las jefaturas están:

- Ser agradecido
- Dedicar tiempo a sus trabajadores
- Proporcionar *feedback* (retroalimentación, información del proceso)

- Cuidar el ambiente de trabajo
- Proporcionar información sobre la empresa
- Involucrar a los empleados
- Fomentar la autonomía
- Establecer alianzas con cada trabajador
- Utilizar el desempeño para discriminar la tarea realizada

### **3.2.2. Medidas de seguridad**

Antes de iniciar acciones de cualquier índole de mantenimiento, ya sea preventivo o correctivo es necesario tomarse un tiempo prudencial para asegurarse de que no se corren riesgos que puedan causar algún accidente debido al accionamiento involuntario de los mecanismos o al flujo de corriente a partes en servicio, por ejemplo, además de inspeccionar el lugar donde se sitúa la maquinaria, para ello, se deben tomar en cuenta ciertos aspectos necesarios para su aplicación.

#### **3.2.2.1. Mandos de control**

Una de las principales recomendaciones de seguridad en un equipo industrial es de suspender la comunicación desde los mandos de control de los mismos, los cuales muchas veces están a considerable distancia del mecanismo o unidad intervenida o también pueden estar localizados en cada segmento o sección de la maquinaria, evitando su activación total o parcial.

### **3.2.2.2. Fuentes de alimentación**

Es recomendable desactivar todas las fuentes de alimentación de los equipos, para asegurarse que no se activen los mandos principales de control, aún por desconocimiento de otra persona ajena en ese momento al mantenimiento en desarrollo, comprende alimentación eléctrica, neumática, hidráulica, transmisión mecánica y electrónica.

### **3.2.2.3. Señalización**

Para que no se produzcan accidentes por desinformación del personal que comprende todo el proceso de producción, es necesario señalar el equipo en el que se está trabajando, por medio de rótulos, avisos, llamadas telefónicas, mensajes personales o correos electrónicos a los usuarios que tengan la posibilidad de dar uso a la máquina sin previo aviso.

### **3.2.2.4. Área de trabajo**

Dar una revisión al área en la que se van a estar haciendo los trabajos es algo que es parte de una rutina segura, analizando los riesgos que se pueden presentar y tomando en cuenta el ambiente en particular en el que se estará interactuando. Cabe mencionar el equipo básico que es necesario utilizar para efectuar el trabajo con la menor cantidad de riesgos posible, esto dependerá de la naturaleza del mantenimiento y si se están utilizando máquinas herramientas en buenas condiciones, es responsabilidad del técnico tomar en consideración lo siguiente:

- Ventilación adecuada, en caso de trabajos con soldadura o gases peligrosos.

- Protección contra partículas producto de esmerilado, soldadura, pulido, sopleteado, etcétera, como lentes de protección o caretas.
- Uso de guantes en el caso del manejo de químicos o piezas calientes o punzocortantes.
- Uso de uniforme (zapato industrial, ropa adecuada, casco, etcétera)
- Uso correcto de la herramienta, cada una tiene su función
- Protección debida al esfuerzo físico, sin sobrepasar los límites normales
- Comunicación efectiva entre los encargados de realizar el mantenimiento de forma que no se vean interrumpidas las acciones entre sí y que no se arriesgue, su integridad física ni tampoco la del equipo.
- Área en general, posible derrame de líquidos, suciedad o grasa en el suelo, orden en el acomodamiento de piezas de montaje o desmontaje así como la de la herramienta utilizada.

### **3.3. Mantenimiento correctivo**

La importancia de las mediciones realizadas tiene que ver más con la calidad del periódico y sus parámetros que con la profunda investigación predictiva que pueda realizarse a sus elementos con el fin de determinar el momento en el que puedan fallar, básicamente existe una tolerancia máxima de operación de un rodamiento y su respectivo eje, para que la calidad sea la óptima.

Además, se tuvieron datos de otros elementos en los que no precisamente haya un rodamiento que no llena los requisitos o que esté a punto de fallar, sino que su soporte como en este caso la estructura de la máquina y una excéntrica puedan ser las causas del juego entre las piezas.

### **3.3.1. Análisis de mediciones**

La manera de analizar las holguras detectadas en los diversos sistemas es clave para lograr principalmente una mejora en la calidad del material impreso, debido a que las variaciones en el color o en la nitidez del producto pueden causar verdaderos problemas con los clientes o alejar de comparaciones tan exigentes como una norma de calidad internacional (ISO por ejemplo).

La idea fundamental de determinar cuantitativamente estos desajustes es porque a través de los años las rotativas así como todas las máquinas comienzan a dar señales de fatiga en sus elementos o debido al inadecuado mantenimiento pueden resultar desgastes mayores, por lo que es necesario el cambio inmediato de las partes si no se quiere que los daños sean mayores o que los gastos de reparación también se eleven innecesariamente.

Existen tres divisiones en cuanto al tipo de rodamiento y soporte examinado en esta medición, las cuales se pueden apreciar en la tabla IV.

Tabla IV. **Tipo de elementos**

Elemento giratorio	Tipo de rodamiento	Tipo de carga
Rodillos batidores	Cojinetes de agujas	Rodadura
Cilindros de impresión	Cojinetes de rodillos esféricos	Radial
Rodillos de fuente tinta	Cojinetes de agujas	Radial

Fuente: elaboración propia.

Según los datos revelados por el fabricante la holgura considerada como normal en estos cojinetes no debe ser mayor a la indicada en la siguiente tabla, entendiendo que podría derivarse de algunas otras causas, dependiendo del elemento medido, lo que implicaría una revisión más profunda en los mismos para determinar la razón o razones del movimiento anormal.

Tabla V. **Tolerancias**

Elemento giratorio	Movimiento Radial Max	Posible causa
Rodillos batidores	0,004"	Desgaste en cojinete
Cilindros de impresión	0,002"	Desajuste de cojinete, desgaste en la estructura
Rodillos de fuente tinta	0,001"	Desgaste en cojinete

Fuente: elaboración propia.

### 3.3.2. Propuesta de reacondicionamiento

Comparando los datos obtenidos con los máximos se tiene que es inminente el cambio de las siguientes partes:

Tabla VI. **Cojinetes requeridos por revisión**

<i>Cojinetes</i>	<i>CANTIDAD POR UNIDAD DE IMPRESIÓN</i>								<i>TOTAL</i>
	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	
Oscilante de tinta	2	4	8	2	4	6	4	8	38
Oscilante de agua	1	2	4	0	4	2	2	0	15
Cilindros de placa	0	0	2	2	2	4	4	2	16
Cilindros de mantilla	2	2	2	2	2	0	2	0	12
Tintero sup	0	0	2	2	2	2	0	2	10
Tintero inf	2	2	2	0	2	0	2	2	12

Fuente: elaboración propia.

Al hacer este tipo de comparación y medición del espacio existente entre las partes móviles de los cojinetes se determina que no es solo el simple hecho del cambio de las partes, sino que también es necesario tomar en cuenta que podrían surgir otras piezas defectuosas y que deben incluirse en el presupuesto del proyecto de reparación, además de que no se puede cambiar un solo cojinete del elemento sino solo en pares.

### 3.4. **Mantenimiento preventivo**

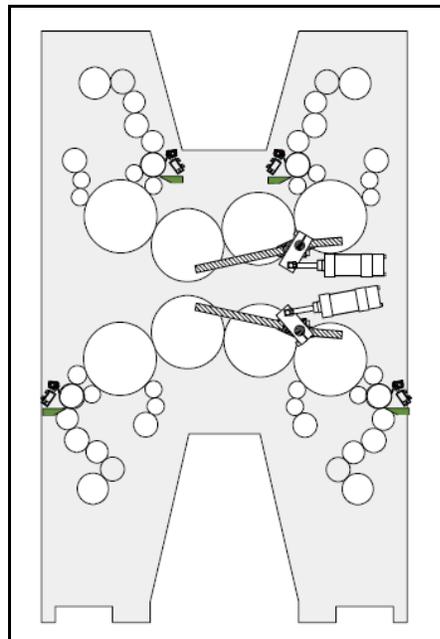
Es aquel que consiste en un grupo de tareas planificadas que se ejecutan periódicamente, con el objetivo de garantizar que los activos cumplan con las funciones requeridas durante su ciclo de vida útil y teniendo como resultado un proceso eficiente, rentable y que garantice el máximo aprovechamiento de los recursos disponibles.

### 3.4.1. Rotativas

Según sea el modelo y la marca de la prensa, las rutinas pueden variar dependiendo de su diseño, pero si se tiene la ayuda de un manual de operación y servicio, se cuenta con la base de lo que el fabricante cree que es necesario hacer para mantener la calidad y para conservar los equipos, sin embargo, al pasar de los años los equipos tienden a dar señales más intensas de fatiga y problemas no comunes, por lo tanto, es necesario adecuar el mantenimiento a los requerimientos que el equipo da como consecuencia del envejecimiento.

La figura 12 muestra la disposición del sistema de lavado de rodillos, el cual se debe utilizar frecuentemente como una actividad de mantenimiento muy importante para conservar la calidad y para cuidar también sus partes.

Figura 12. **Uniset 75 sistema de lavado de rodillos**



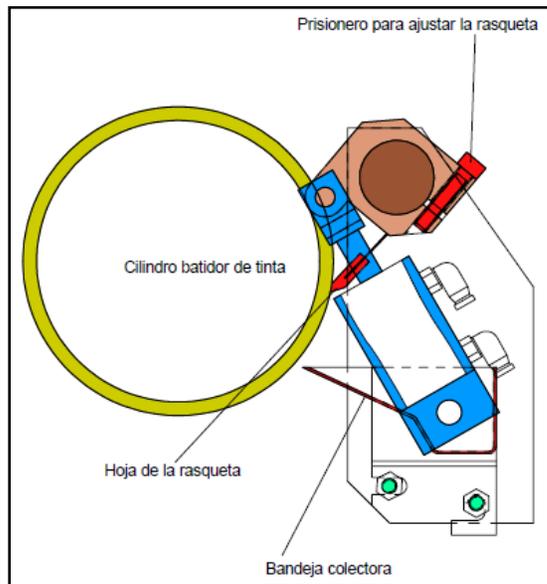
Fuente: BERKHAYEN, Holm. Manual de entrenamiento. p.60.

Tabla VII. Rutina diaria Uniset 75

Rotativa Man Roland Uniset 75			
	Actividad	Descripción	Frecuencia
1	Lubricación de guarniciones	Lubricación de guarniciones en todas las unidades	Diario
2	Revisión normal de funcionamiento	Revisar el accionamiento de motores, cilindros neumáticos, sistema de humectación y correcta lubricación en la caja de engranajes.	Diario
3	Lavado de rodillos	Es necesaria la limpieza de todos los rodillos y cilindros que han tenido contacto con la tinta debido a que la misma se cristaliza y endurece rápido, todas poseen dispositivos de limpieza para este fin y debe hacerse luego de cada tiraje, debe usarse el dispositivo diseñado mostrado en la figura 13.	Diario

Fuente: elaboración propia.

Figura 13. Dispositivo para el lavado de rodillos



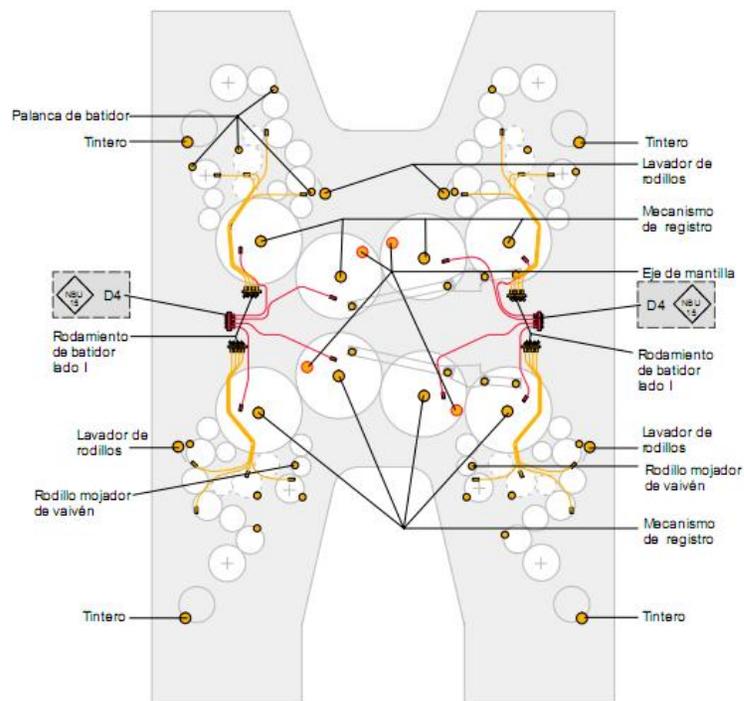
Fuente: BERKHAYEN, Holm. Manual de entrenamiento. p.61.

Tabla VIII. Rutina semanal Uniset 75

Rotativa Man Roland Uniset 75			
	Actividad	Descripción	Frecuencia
4	Nivel de aceite	Revisión de nivel de aceite en caja principal de engranajes, aceptable arriba de la mitad del visor.	Semanal
5	Engrase	Cojinetes de rodillos batidores de agua y tinta (Fig. 14)	Semanal
6	Limpieza de sistema agua de alimentación	Limpiar bandejas y tuberías de circulación de agua de solución, así como el turbomojador.	Semanal

Fuente: elaboración propia.

Figura 14. Puntos de lubricación lado operación Uniset 75



Fuente: BERKHAYEN, Holm. Manual de entrenamiento. p.71.

**Tabla IX. Rutina quincenal Uniset 75**

<i>Rotativa Man Roland Uniset 75</i>			
	Actividad	Descripción	Frecuencia
7	Revisión de sistema de humectación	Revisar el estado de la correa, de los cojines del rodillo humector, correcta sujeción y ruidos anormales.	Quincenal
8	Revisión de sistema de humectación	Revisar el estado de la correa, de los cojines del rodillo humector, correcta sujeción y ruidos anormales.	Quincenal

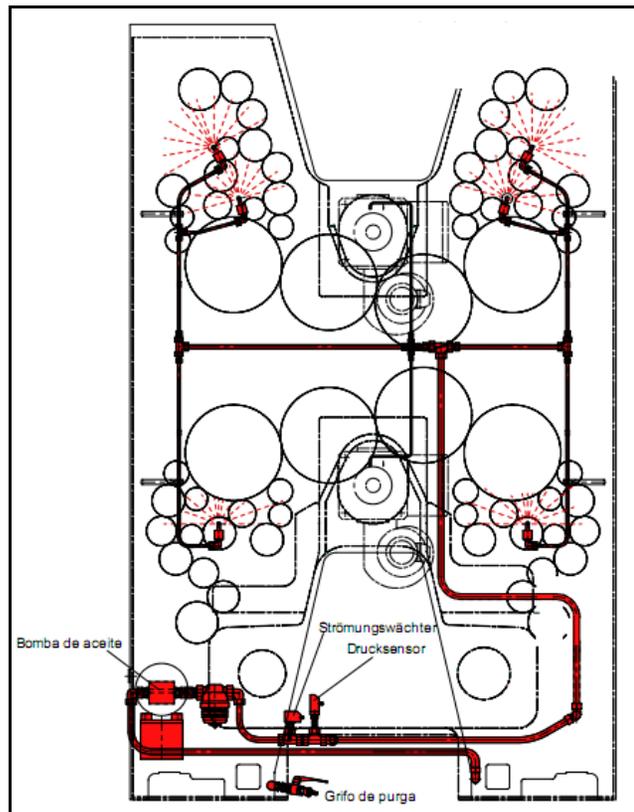
Fuente: elaboración propia.

**Tabla X. Rutina mensual y mayor Uniset 75**

<i>Rotativa Man Roland Uniset 75</i>			
	Actividad	Descripción	Frecuencia
9	Engrase	Cojinetes de cilindros de impresión, tinteros, mecanismos de registro, palancas de los batidores, lavador de rodillos, tensores de impresión (Fig. 14).	Mensual
10	Engrase	Cojinetes de cilindros de impresión, tinteros, mecanismos de registro, palancas de los batidores, lavador de rodillos, tensores de impresión (Fig. 12).	Mensual
11	Revisión de sistema de entintado	Revisar el funcionamiento de los accionamientos así como sus elementos de sujeción, rodillo de película y tintero.	Mensual
12	Revisión de motores principales	Limpieza de ventilador, colector, engrase de cojinetes, revisión de carbones.	Mensual
13	Revisión neumática	Revisar el estado de la unidad de mantenimiento, purgar el agua acumulada así como ver si existen fugas.	Mensual
14	Cambio de aceite	Cambio de aceite de la caja principal de engranajes y revisión del estado de desgaste de los mismos, limpieza de tubería, depósito y bomba, la figura 14 muestra sistema de lubricación.	Anual

Fuente: elaboración propia.

Figura 15. **Sistema de distribución de aceite**



Fuente: BERKHAYEN, Holm. Manual de entrenamiento. p.70.

### 3.4.2. **Doblador de papel**

La salida del producto impreso como un cuadernillo depende de un doblador de papel, el cual corta el papel al formato especificado y además lo dobla por en medio (2 o 3 dobleces según el modelo), la mayoría de modelos también compaginan el producto para elevar el número de páginas impresas al final pero reduciendo también la velocidad de entrega de los mismos, esto es lo que se conoce en el medio como modo colectado y modo directo el cual se describe a continuación.

### **3.4.2.1. Modo directo**

Al funcionar el doblador en esta modalidad el papel y la disposición de las páginas es normal; la velocidad de impresión es máxima según el modelo de rotativa, porque los cuadernillos salen directos al pasar por los 2 cilindros que componen esta máquina, el cilindro de corte y el cilindro de doblez.

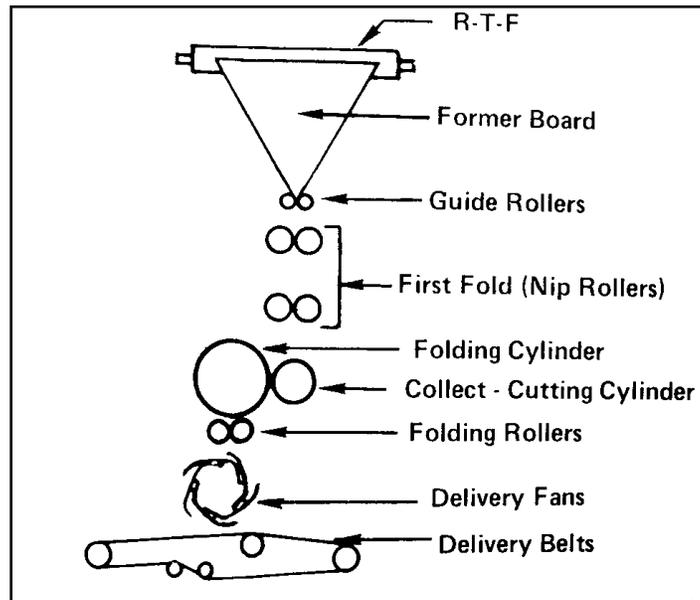
Las 2 planchas puestas en la máquina son iguales y no existe diferencia entre ellas, normalmente se identifican como altas y bajas; en la figura 16 se muestra el camino normal que toma el papel en este modo de trabajo hasta su salida como un cuadernillo doblado, por ello, se hace necesario conocer las principales partes involucradas, las cuales son:

- Rodillo RTF
- Formador
- Rodillos guía de entrada
- Cilindro de colectado y corte
- Abanico de entrega
- Rodillos de segundo doblez
- Rodillos de primer doblez
- Cilindro de doblez

### **3.4.2.2. Modo colecto**

En este modo el doblador guarda un cuadernillo en el cilindro de corte, el cual espera al siguiente y se inserta en él al momento de pasar por la cuchilla de corte. La disposición de las planchas en la rotativa cambia porque ahora son diferentes, se haya diseñado el producto, la velocidad de impresión se reduce ahora a la mitad que en el modo anterior.

Figura 16. **Componentes principales**

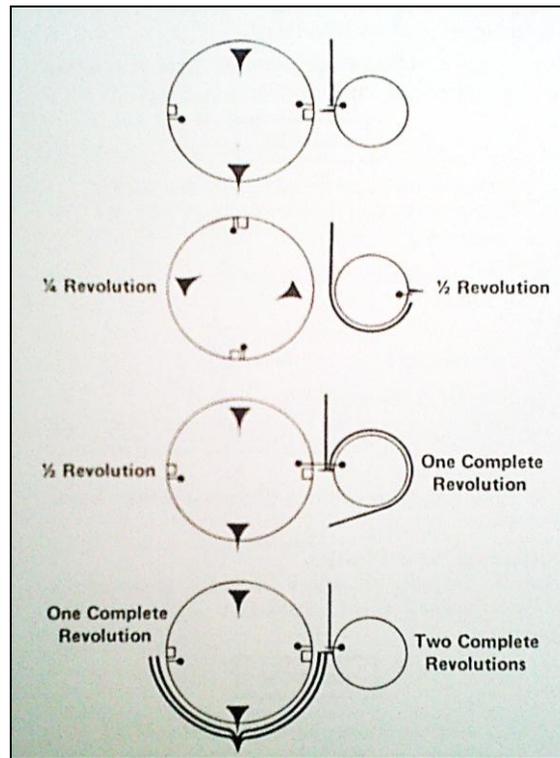


Fuente: RAYLAND, Tom. Manual de operación folder RBC-2. p 1-1.

La figura 17 muestra mejor el proceso mecánico para poder compaginar dos cuadernillos de diferente diseño en la misma tirada, es un proceso a alta velocidad y funcionan varios mecanismos de accionamiento como leva y seguidor.

Aunque lógicamente queda reducido a la mitad el número de impresiones por hora, su capacidad de paginado aumenta al doble, debido a que uno de los cuadernillos espera al siguiente, para luego unirse al mismo y doblarse los dos en el mismo punto, esta configuración puede ser muy útil en la industria y dependerá también del número de unidades de impresión que posea la rotativa.

Figura 17. **Recorrido el papel en modo colectado**



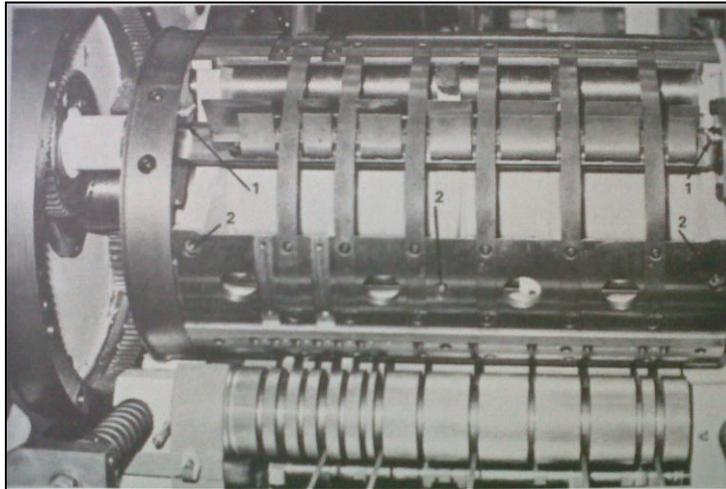
Fuente: RYLAND, Tom. Manual de operación folder RBC-2. p 2-14.

Tabla XI. **Rutina diaria folder Harris**

<i>Folder RBC-2</i>			
	Actividad	Descripción	Frecuencia
1	Lubricación	Engrasar todos los puntos mostrados en las figuras 18-21	Diario
2	Nivel de aceite	Revisión de nivel de aceite en sistema de rocío <i>oil mist</i>	Diario
3	En tiraje	Revisión de la correcta circulación de aceite luego de 10 minutos de haber iniciado el tiraje.	Diario
4	Revisión de mecanismos	Mover manualmente para revisar seguidores, agujas, cuchillas y piezas móviles, puede ser en el momento de la lubricación.	Diario
5	Accionamiento de embriague	Revisar el accionamiento neumático del embriague de la transmisión principal.	Diario

Fuente: elaboración propia.

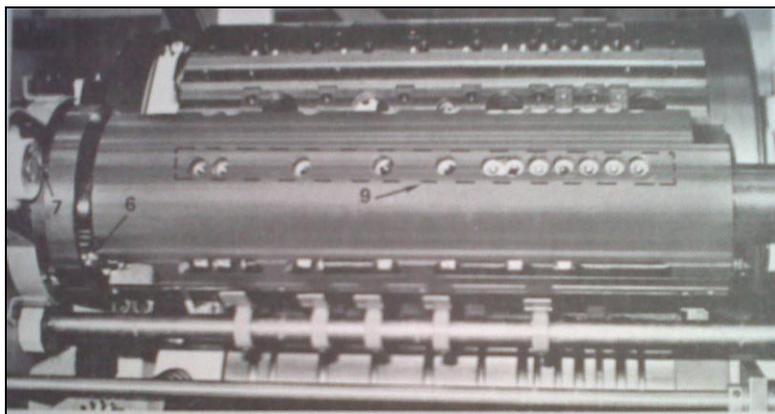
Figura 18. **Cilindro de doblez**



Fuente: RAYLAND, Tom. Manual de operación folder RBC-2. p 4-5.

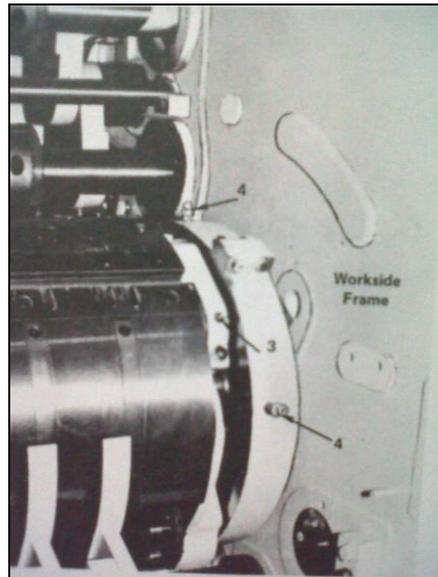
La figura 18 muestra los puntos de lubricación identificados como 1 y 2, así como la figura 19 muestra los puntos 6, 7 y 9 ubicados en el cilindro de corte.

Figura 19. **Cilindro de modo colectado y corte**



Fuente: RAYLAND, Tom. Manual de operación folder RBC-2. p 4-6.

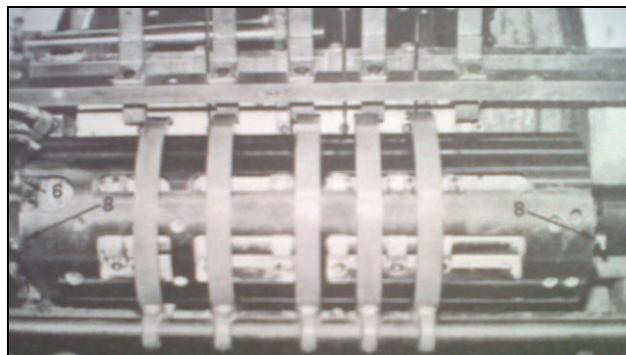
Figura 20. **Leva de bronce**



Fuente: RAYLAND, Tom. Manual de operación folder RBC-2. p 4-5.

La figura 20 muestra los puntos de lubricación identificados con los números 3 y 4 (seguidores para accionamiento de agujas y leva circular de bronce) y la figura 21 los puntos 6 y 8 ubicados en el cilindro de corte.

Figura 21. **Cilindro de corte**



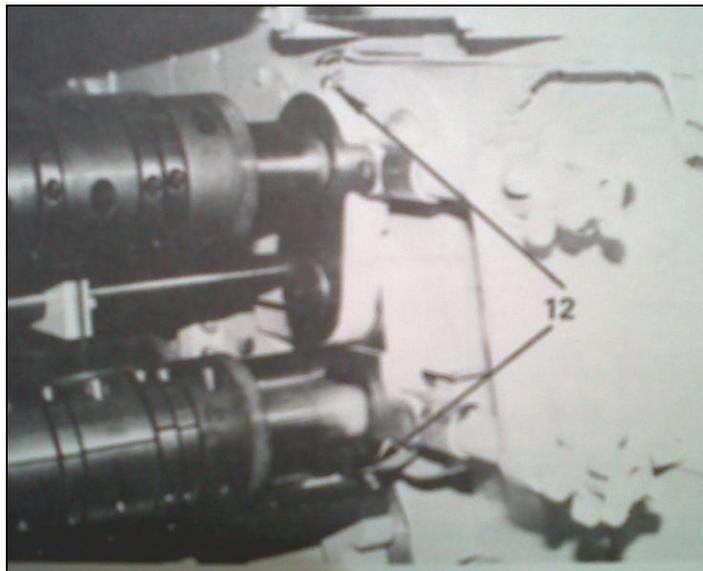
Fuente: RAYLAND, Tom. Manual de operación folder RBC-2. p 4-6.

Tabla XII. Rutina semanal folder Harris

Folder RBC-2			
	Actividad	Descripción	Frecuencia
1	Lubricación	Engrasar todos los puntos mostrados en la figura 17 y 18	Semanal
2	Nivel de aceite	Revisión de nivel de aceite de caja principal de engranajes, debe estar de 2" a 3" arriba del filtro de la bomba.	Semanal
3	Revisión de cuchillas	Desmontaje y revisión de caja de cuchillas, así como su lubricación y limpieza, además recalibrar altura si es necesario. Revisión de cuchilla circular.	Semanal
4	Revisión de agujas	Revisar que no falte ni que se encuentre dañada ninguna de las agujas en los cilindros de doblez y corte.	Semanal
5	Rocío de aceite	Cerciorarse que el sistema <i>oil mist</i> está atomizando correctamente el aceite y que las superficies están siendo lubricadas.	Semanal
6	Revisión de fajas	Revisión del estado de las fajas en la salida de los ejemplares, y limpieza del sistema de tracción.	Semanal

Fuente: elaboración propia.

Figura 22. Rodillos jaladores o de primer doblez

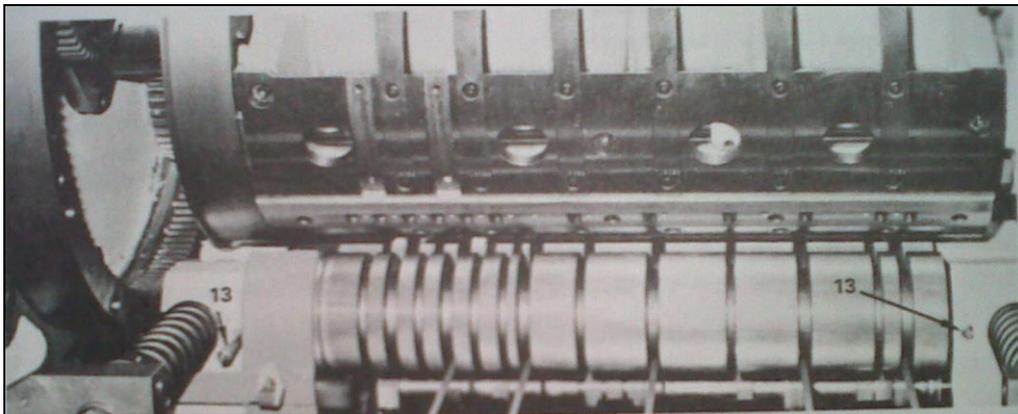


Fuente: RAYLAND, Tom. Manual de operación folder RBC-2. p 4-7.

La figura 22 muestra el punto de lubricación identificado con el número 12 y que se refiere a los cojinetes alojados en los brazos pivote de rodillos de primer dobléz y que están ubicados en los extremos de cada rodillo.

La figura 23 hace referencia a los puntos que lubrican directamente los cojinetes de los rodillos estrillados del segundo dobléz, número 13.

Figura 23. **Vista de rodillos estrillados de segundo dobléz**



Fuente: RAYLAND, Tom. Manual de operación folder RBC-2. p 4-7.

Tabla XIII. Rutina mensual y servicio mayor folder Harris

<i>Folder RBC-2</i>			
	Actividad	Descripción	Frecuencia
1	Lubricación	Lubricar puntos superiores de la máquina, eje de cuchilla circular y de los troles, en agujeros de lubricación.	Mensual
2	Engranajes	Revisar el estado de los engranajes de la caja principal y de los rodillos de doblez.	Mensual
3	Limpieza de cadena de salida	Lubricación y limpieza de cadena para tracción de fajas de salida de ejemplares así como de sus <i>sprockets</i> .	Mensual
4	Revisión de porta-agujas	Revisión de agujas, levas y brazos que mueven todo el sistema en ambos cilindros.	Mensual
5	Revisión sistema de rocío	Limpieza y revisión de todo el sistema lubricado por rocío, verificar conexiones.	Semestral
6	Cambio de aceite	Cambio de aceite en caja principal de engranajes, limpieza y revisión de todo el sistema de tracción así como de filtros, se utilizan 15 galones aproximadamente.	Anual

Fuente: elaboración propia.

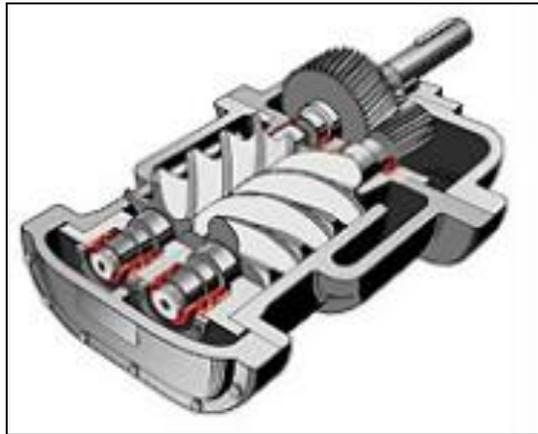
### 3.4.3. Compresores

Un compresor es una máquina que transforma la energía mecánica en energía de flujo elevando la presión de la sustancia que pasa por él, la cual es una sustancia compresible por lo que se eleva su presión y energía cinética además de que existe un cambio en su temperatura y densidad.

Su principio de funcionamiento se basa en cambiar el volumen del fluido que pasa a través de su cámara de compresión (puede ser casi cualquier gas), usando un método mecánico de una o varias etapas, en este caso usa tornillos lubricados sincronizados por medio de un tren de engranajes y movidos por un motor eléctrico.

Los tornillos están sumergidos en aceite por lo que al momento de iniciar la compresión, se tiene una mezcla de aire y aceite que a medida que pasa por sus cavidades, el espacio disminuye, obligando así a que exista un cambio en el volumen del fluido compresible (aire en este caso), como se aprecia en la figura 24.

Figura 24. **Tornillos de unidad de compresión**



Fuente: [www.schaeffler.es/content.schaeffler.es](http://www.schaeffler.es/content.schaeffler.es). [Consulta: octubre de 2011].

Al salir de la unidad de compresión la mezcla de aire y aceite llega hacia un depósito en el cual se da una separación de los dos para enviar el aire hacia la línea de servicio y el aceite a recirculación en el sistema, dada la elevación en la presión del fluido se tiene también una elevación en su temperatura, por lo que antes de enviar el aire a la línea y el aceite a recirculación se necesita una reducción en la temperatura, lo cual se logra a través de un intercambiador de calor para completar el ciclo.

El compresor *sullair* trabaja a base de modulación, lo que hace que cuando la demanda lo exige entrega el 100% de su capacidad (según su regulación) y cuando la demanda baja, puede funcionar en modo descargado, enviando presión solo cuando se necesite la cual esta determinada por el sistema de *sullicon control*, en donde se determina la cantidad de aire que puede ingresar a la unidad, a diferencia de otros sistemas que paran y arrancan según la demanda, este tipo de diseño evita el consumo de energía en las paradas y arranques constantes, lo cual puede ser una ventaja muy buena.

El trayecto de la mezcla y del aire se puede apreciar en la figura 25, ahí se tiene una mejor idea de los detalles de funcionamiento, no obstante es necesario mencionar cuales son los componentes elementales para el funcionamiento de esta máquina, siendo estos los que se describen a continuación.

Elemento separador: es un filtro por el cual la mezcla pasa y donde el aceite se acumula dejando pasar solo el aire y haciendo que el aceite escurra por las paredes del cárter para retornar a la unidad, posee una línea de retorno para aliviar la acumulación de aceite en su interior.

Intercambiadores de calor: el aceite y el aire sufren una reducción en su temperatura por separado a través de estos serpentines para luego continuar según su camino en el ciclo.

Filtro de aceite: aunque la fricción entre los tornillos helicoidales suele ser pequeña, existe siempre la posibilidad de partículas extrañas en el aceite, lo que causaría un daño importante en su estructura, es por eso, que el aceite pasa por el elemento del filtro.

Válvula de retención: cuando el compresor para; esta válvula se encarga de evitar que el aceite siga fluyendo hacia la unidad de compresión y evita la saturación en ella, obligando a que el aceite retorne hacia el cárter.

*Sullicon control*: este sistema que consta de solenoides, válvulas *check*, un diafragma, un *swicth* de presión y varios accesorios. Su función consiste en regular la cantidad de aire que ingresa por la admisión del compresor para cubrir así la demanda, ya sea cerrar la mariposa del tubo de admisión por exceso de presión, o la de abrir para entregar todo el aire que ingrese, al momento de que la demanda baja también alivia la presión en el tanque del cárter debido al aire que todavía se comprime (aunque un porcentaje mucho menor).

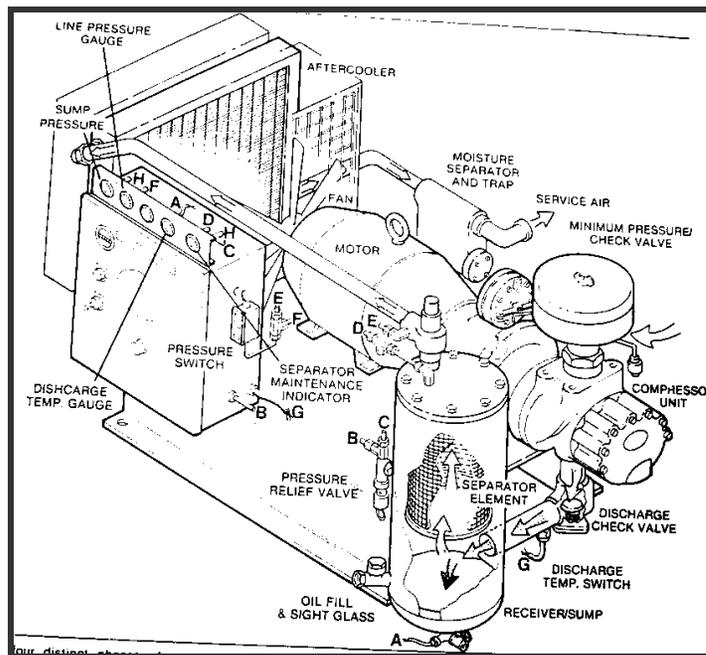
Válvula de presión mínima: cuando la presión del depósito del cárter es menor que la de la línea de servicio (modo descargado o cuando para) esta válvula evita que haya una contrapresión en la unidad del compresor, funcionando como una válvula de retención, al momento de que la presión del depósito baje de 50 psig. Al momento de subir la presión del depósito, abre para incorporarse a la línea.

Manómetros indicadores: debido a que es necesario monitorear ciertas propiedades del fluido se necesita de indicadores que permanentemente señalen el estado de los diferentes cambios que sufre la sustancia, estos son:

- Temperatura: se mide la temperatura del fluido al salir de la unidad de compresión (77 ° C temperatura normal).
- Presión: se mide la presión manométrica en el depósito del cárter y también en la línea de servicio para regular el funcionamiento.

- Presión diferencial: mide la diferencia entre la presión que entra y la que sale de los filtros que posee este compresor (separador y filtro de aceite) indicando el grado de saturación de los mismos para su funcionamiento normal, posee una escala y un rango aceptable de presión, así como el máximo posible permitido.

Figura 25. **Compresor sullair**



Fuente: BLOOMBERG, Robert. Manual de mantenimiento Sullair. p.8.

Tabla XIV. Rutina semanal compresor Sullair

Compresor Sullair LS100			
	Actividad	Descripción	Frecuencia
1	Revisión nivel de aceite	Verificar el nivel del aceite visualmente, debe estar por encima de la mitad del visor, nivelar si es necesario.	Semanal
2	Limpeza de filtro de aire	Revisar el estado del filtro por medio del indicador (rojo=defectuoso) y limpiar el filtro con aire comprimido a baja presión (30 psi), desde adentro hacia afuera.	Semanal
3	Monitoreo de manómetros de funcionamiento	Comprobar que los manómetros del filtro y del separador de aceite no excedan su límite de normal de operación (presión diferencial).	Semanal
4	Revisión por fugas	Observar el funcionamiento del compresor y comprobar que no existan fugas de aire ni de aceite.	Semanal
5	Monitoreo	Revisar que el termómetro del depósito no exceda de 170 °F	Semanal
6	Presión	Revisar que la presión normal de trabajo este ajustada correctamente.	Semanal

Fuente: elaboración propia.

Tabla XV. Rutina 1 000 horas compresor Sullair

Compresor Sullair LS100			
	Actividad	Descripción	Frecuencia
7	Tubería de retorno	Limpeza y revisión de tubería de retorno de aceite de filtro separador.	1 000 horas
8	Cojinetes del motor	Lubricación de los cojinetes de motor eléctrico	1 000 horas
9	Intercambiadores de calor	Limpeza externa de los intercambiadores de calor, aceite y aire.	1 000 horas
10	Trampa de agua	Revisión y limpieza de mecanismo	1 000 horas
11	Filtro de aire	Reemplazo de filtro	1 000 horas
12	Filtro de aceite	Reemplazo de filtro, revisar que no quede fuga en empaque	1 000 horas
13	Lubricación	Lubricar la unión articulada del <i>sullicon control</i>	1 000 horas

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVI. Rutina anual compresor Sullair

<i>Compresor Sullair LS100</i>			
	Actividad	Descripción	Frecuencia
14	Separador de aceite	Reemplazo de filtro separador, torqueando los tornillos de sujeción de cubierta a 55 lb-pie.	Anual
15	Aceite	Cambio de aceite de la unidad de compresión, así como su filtro.	Anual
16	Filtro de aceite	Se reemplaza cada 1 000 horas o cada cambio de aceite	Anual
17	Válvula de stop	Limpieza y revisión de válvula de stop, todos sus componentes.	Anual
18	Válvula de presión mínima	Revisión y limpieza de mecanismo	Anual
19	Cojinetes del motor	Reemplazo de cojinetes y revisión eléctrica de motor	Anual
20	Válvula piloto	Revisión y limpieza de mecanismo, así como, del solenoide que acciona la válvula.	Anual
21	Acople flexible	Revisión del estado del acople entre motor y unidad de compresión, cambiar si se necesita.	Anual

Fuente: elaboración propia.

#### 3.4.4. Empalmador Enkel

Es un alimentador continuo que usa el método de aceleración de bobina para lograr unir el rollo de papel que se acaba con el rollo nuevo, controlando la tensión en la banda, usando un freno con pastillas accionadas neumáticamente para mantener constante la alimentación del papel hacia la rotativa y compensar las diferencias y los cambios de velocidad. El trayecto que tiene un rollo entero está controlado por sensores de posición y un sistema de transporte que guiado por un riel llevan los rollos por las diferentes posiciones en el proceso de alimentación a las prensas, estas posiciones son:

Posición A: es la posición en la que se monta un rollo nuevo previamente preparado para el proceso de pega y donde se encamina en el riel, en esta posición es donde comienza el ciclo automático y ya no depende del operario para finalizar el proceso.

Posición B: ya en esta posición el rollo nuevo espera el tiempo necesario para que se ordene su aceleración de parte de los sensores que detectan el tamaño del rollo en uso, una vez se determine el momento, la bobina es acelerada hasta la velocidad en que se encuentra la banda del rollo que se acaba y un sistema de empalme se encarga de cortar y pegar la nueva bobina, luego el sistema de transporte (carritos) lo lleva hacia el siguiente paso.

Posición C: el rollo ya cambiado se consume montado en unos brazos y dejando al sistema de transporte libre para que comience el ciclo nuevamente, el cual dura regularmente como 25 minutos, dependiendo del tamaño del rollo y la velocidad de impresión de la rotativa.

Tabla XVII. **Rutina semanal empalmador Enkel**

<i>Empalmador Enkel</i>			
	Actividad	Descripción	Frecuencia
1	Revisión eléctrica	Buscar cables y terminales flojos, revisión de sensores y <i>encoders</i> .	Semanal
2	Revisión de funcionamiento	Pruebas con dispositivos de diagnóstico	Semanal
3	Limpieza de componentes	Limpieza de áreas de tarjetas y contactores, flushineado de borneras y controles.	Semanal
4	Revisión de fajas	Revisar todas las fajas y la tensión de las mismas, así como el estado de las poleas.	Semanal

Fuente: elaboración propia.

**Tabla XVIII. Rutina mensual empalmador Enkel**

<i>Empalmador Enkel</i>			
	Actividad	Descripción	Frecuencia
5	Lubricación	Lubricar cadenas de dancer y carritos	Mensual
6	Revisión	Revisar accionamiento de embriague de motor de aceleración de bobina.	Mensual
7	Revisión	Revisar brazos que levantan las bobinas y sus ruedas plásticas	Mensual
8	Revisión	Una de arrastre , cuchilla de corte y cepillo de pega, así como su accionamientos neumáticos.	Mensual
9	Engrase	Engrasar las chumaceras de todos los <i>sprockets</i>	Mensual
10	Revisión	Revisar el estado de todos los rodillos que componen el empalmador (juegos y ruidos anormales).	Mensual

Fuente: elaboración propia.

**Tabla XIX. Servicio mayor empalmador Enkel**

<i>Empalmador Enkel</i>			
	Actividad	Descripción	Frecuencia
11	Reemplazo de piezas	Cambiar los seguidores de los carritos que transportan la bobina, así como los cojinetes de los brazos elevadores.	Semestral
12	Revisión	Revisar el nivel del puente de empalme	Semestral
13	Nivel de aceite	Revisar el nivel de aceite de todas las cajas reductoras	Semestral
14	Lubricación	Los brazos de las patas que levantan la bobina	Semestral
15	Reemplazo de piezas	Cambio de cadenas de la faja aceleradora de bobina	Anual
16	Reemplazo de piezas	Cambio de los cojinetes de las poleas de todo el sistema acelerador de bobina.	Anual
17	Revisión	Revisar el estado de las fricciones del freno y todos sus componentes; cambiar si es necesario.	Anual
18	Limpieza	Limpiar las tarjetas electrónicas	Anual
19	Revisión	Revisar las borneras de todos los sensores	Anual

Fuente: elaboración propia.

### **3.4.5. Empalmador Butler**

Esta marca de empalmador es del tipo de velocidad cero, ya que a diferencia del anterior el rollo de papel que se va a intercambiar no se acelera para lograr la pega del papel, sino que al momento de pegar la bobina que está en reposo compensa la diferencia de velocidad por medio de un sistema de amortiguación que evita la rotura de la banda manteniendo constante la tensión de esta, debido a que posee un tramo considerablemente largo de la banda, configurado en unos rodillos que amplían y reducen la distancia entre ellos para amortiguar los cambios bruscos.

La posición de los rollos al estar en posición de trabajo es vertical y también posee un sistema de freno controlado por circuitos electrónicos que controlan la alimentación y la tensión continua.

La posición de los rollos es la misma luego de ponerlos en su lugar, no posee sistema de transporte de bobina pues el cambio lo hace vertical.

Los sistemas principales a pesar de ser más sencillos que el empalmador anterior, es necesario mantenerlos en constante monitoreo para evitar inconvenientes al momento de un tiraje, los sistemas principales son:

- Sistema de preparación de bobina, rodillos de vacío
- Sistema de amortiguación (rodillos balancín), accionado neumáticamente
- Sistema de pega
- Sistema de alineación de rollo
- Sistema electrónico y control

**Tabla XX. Rutina semanal empalmador Butler**

<i>Empalmador Butler</i>			
	Actividad	Descripción	Frecuencia
1	Engrase	Engrasar los seguidores de los diferentes sistemas	Semanal
2	Revisión	Revisar los empaques de los rodillos de preparación de pega	Semanal
3	Revisión	Revisar el funcionamiento del sistema de vacío de los rodillos de preparación.	Semanal
4	Limpieza	Limpiar y revisar los agujeros del rodillo de succión y también los cepillos.	Semanal
5	Revisión	Revisar fugas neumáticas, de aceite o cualquier anomalía en el estado general.	Semanal

Fuente: elaboración propia.

**Tabla XXI. Servicio mayor empalmador Butler**

<i>Empalmador Butler</i>			
	Actividad	Descripción	Frecuencia
6	Limpieza	Limpiar las tarjetas electrónicas	Mensual
7	Revisión	Revisar el estado de todos los rodillos que componen el empalmador (juegos y ruidos anormales).	Mensual
8	Lubricación	Lubricar las cadenas del sistema de tensión	Mensual
9	Nivel de aceite	Revisar el nivel de aceite de todas las cajas reductoras	Semestral
10	Revisión	Revisar el nivel del puente de empalme	Semestral
11	Revisión	Revisar el estado del riel del sistema de tensión	Semestral
12	Reemplazo de piezas	Cambiar seguidores de ejes de bobina	Anual
13	Reemplazo de piezas	Cambiar las pastillas y discos del freno	Anual
14	Aceite	Cambio de aceite de las cajas reductoras	Anual
15	Limpieza	Limpiar la caja principal de controles	Anual
16	Reemplazo de piezas	Cambiar los cojinetes del sistema de freno	Anual

Fuente: elaboración propia.

## CONCLUSIONES

1. Después de analizar el funcionamiento de cada una de las partes que componen un equipo, se debe revisar el procedimiento del mantenimiento y sus rutinas como tal, para contribuir mejor a su conservación.
2. Al realizar las mediciones en los elementos principales se crea un indicador que pretende aumentar la calidad de impresión detectando los mínimos cambios en el desgaste de las piezas, no obstante debe considerarse también por la alta gerencia que el cambio es realmente necesario debido a las complicaciones que este podría generar.
3. El elemento humano representa de manera considerable el éxito del plan de mantenimiento y de su constante mejora, por ello, es muy importante contribuir al desarrollo y al mejoramiento de las condiciones en que se realizan las actividades.
4. La mayoría de fallas en intervenciones técnicas tiene que ver con la ausencia de pruebas de funcionamiento y de la falta de supervisión a los responsables del servicio.
5. El seguimiento en operación de los equipos representa también un enriquecimiento en la información necesaria para comprender los fenómenos que puedan ocurrir, por ello, la comunicación debe fluir en todas direcciones y sentidos.



## RECOMENDACIONES

Al gerente de mantenimiento:

1. Revisar los procedimientos de mantenimiento y sus rutinas de manera periódica, con el fin de contribuir mejor a la conservación de los equipos implementando medidas de prevención que busquen mejorar la disponibilidad de la maquinaria.
2. Formar un grupo de trabajo que analice e investigue las posibles causas de las fallas repentinas ocasionadas en los equipos, para establecer de manera sistemática un método de recuperación y de no reincidencia.

Al supervisor de mantenimiento:

3. Clasificar y documentar las fallas ocurridas en los equipos, pues es un instrumento de retroalimentación hacia futuros problemas y hacia la formación del cuerpo técnico encargado.
4. Capacitar al personal constantemente y promover proyectos que fortalezcan la formación especializada de la mano de obra, esto puede representar un aumento en su calidad como técnicos, además de fomentar el desarrollo personal de sus integrantes, parte de estas capacitaciones pueden ser impartidas por el personal de más experiencia y complementadas por el fabricante de la máquina o con alguna institución de la especialidad en cuestión.

Al personal técnico:

5. Involucrarse en todos los procedimientos y métodos establecidos para mejorar la ejecución de los trabajos y poner el empeño necesario para fortalecer a base de sus conocimientos, el proceso de planificación y la mejora del mantenimiento.

## BIBLIOGRAFÍA

1. ACUÑA, Jorge. *Ingeniería de confiabilidad*. Cartago: Tecnológica de Costa Rica, 2003. 328 p. ISBN 997766-141-3.
2. DIXON, John. *Diseño en ingeniería inventiva*. México: Limusa, 1979. 398 p. ISBN 968-18-0580-1.
3. NIEBEL, Benjamin. *Ingeniería Industrial*. 11a ed. México: Alfa Omega, 2004. 745 p. ISBN 970-15-0993-5.
4. TORRES A. *Mantenimiento Orientado a la Seguridad*. La Habana: Cuba Energía, 2000. ISBN 959-7136-10-4.

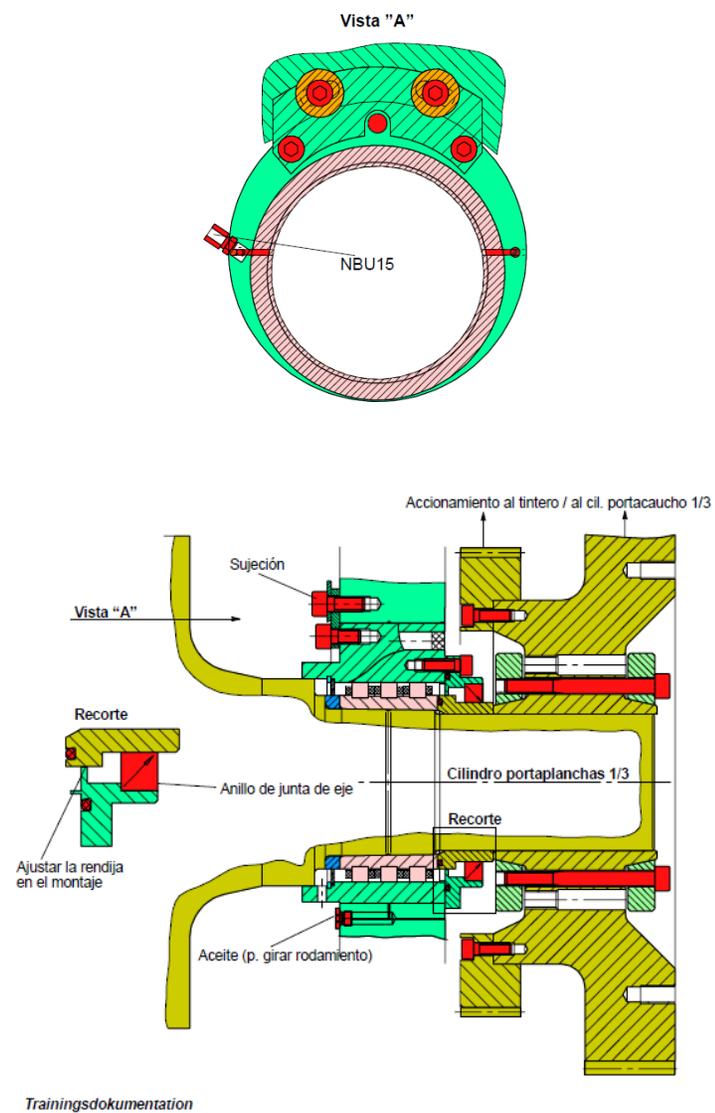


## **ANEXO**



## Anexo 1. Rodamientos de cilindros

Los cilindros portaplancha 1 y 3 de una rotativa uniset 75 marchan en rodamientos de rodillos excéntricos de 2 anillos.



Fuente: BERKHAYEN, Holm. *Trainings documentation*, Uniset-Druckeinheit-es. p 6.