

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

**FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA**



**PLAN DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO DE UNA  
MAQUINA IMPRESORA OFFSET DE PLIEGOS  
HEIDELBERG SPEEDMASTER CD 102-6-LX**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO MECANICO**

**ERICK DANIEL ESCALANTE CIEZA**

**PROMOCION 2008-II**

**LIMA-PERU**

**2011**

A Dios, que durante todo este tiempo me estuvo acompañando, iluminando y guiándome para llegar a mí meta.

A mis padres, que me apoyaron en todo momento, siempre incentivándome a seguir adelante.

A mis maestros, que con su dedicación y profesionalismo, me dirigieron con el objetivo de enseñarme e instruirme para mi futuro.

Muchísimas Gracias a todos por acompañarme en este camino.

# CONTENIDO

<b>PROLOGO</b>	<b>1</b>
<b>1. INTRODUCCION</b>	<b>3</b>
1.1    Antecedentes	3
1.2    Justificación	4
1.3    Objetivo	5
1.4    Alcances	5
<b>2. MARCO TEORICO</b>	<b>7</b>
2.1    Historia de la tecnología en la impresión offset	7
2.2    El proceso de impresión offset	12
2.2.1    Planchas de impresión, tinta de impresión y solución de mojado	13
2.3    Principio de funcionamiento de la impresora offset de pliegos	19
2.3.1    Unidad de entintado, unidad de humectación y unidad de impresión	19
2.3.2    Sistema de alimentación, transporte y acabado superficial de pliegos	28
2.4    El polipropileno biorientado (BOPP)	43
2.5    El mantenimiento en el mundo	44
2.6    Indicadores clave de desempeño	48

<b>3. DESCRIPCION TECNICA DE LA IMPRESORA</b>	<b>51</b>
3.1 Esquema de la impresora offset de pliegos Heidelberg Speedmaster CD102	52
3.2 Componentes principales de la impresora offset y equipos auxiliares	56
<b>4. ANALISIS Y DESARROLLO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO</b>	<b>62</b>
4.1 Sistemas de informáticos de mantención	62
4.2 Datos estadísticos	64
4.2.1 Resumen mensual de producción	64
4.2.2 Velocidad de impresión	65
4.2.3 Tiempo de parada por mantenimiento	66
4.2.4 Disponibilidad de la impresora	66
4.2.5 Tasa de rendimiento	67
4.2.6 Tasa de calidad	68
4.2.7 Efectividad global del equipo	69
4.2.8 Datos de costos de producción	69
4.3 Análisis del impacto del mantenimiento actual	75
4.4 Análisis de las fallas del equipo	84
4.5 Descripción del plan de mantenimiento correctivo	93
4.6 Estructura del equipo de trabajo de mantenimiento	94
4.7 Evaluación técnica del equipo	95
4.8 Recomendaciones de mantenimiento	97
4.9 Actividades del plan de mantenimiento	102
4.10 Cronograma de las actividades de mantenimiento	107

<b>5. COSTO DEL MANTENIMIENTO CORRECTIVO</b>	<b>110</b>
5.1 Inversión en repuestos, mano de obra y reparaciones	110
5.2 Cálculo del retorno de la inversión	115
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>118</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>120</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>121</b>
<b>APENDICE</b>	

## PROLOGO

El tema a desarrollar en el presente informe está relacionado con la planificación de un trabajo de mantenimiento que busca solucionar los problemas más recurrentes en una máquina de impresión industrial con diez años antigüedad y así lograr una mejora en sus niveles de productividad.

La máquina en mención forma parte de un grupo de tres máquinas del mismo tipo, con diferentes años de fabricación, instaladas en una planta industrial dedicada a la fabricación de envases de papel y cartón.

El uso de herramientas informáticas, así como de la base de datos, son algunos de los principales puntos de apoyo para la evaluación del estado actual del equipo.

Para dar solución a estos problemas, se busca realizar una evaluación técnica con especialistas representantes del equipo conjuntamente con el personal de mantenimiento y producción de la empresa, utilizando los resultados del análisis de la base de datos, a fin de identificar las causas por las que el equipo ha perdido rendimiento y en consecuencia poder elaborar un plan de trabajos correctivos sustentados con una evaluación económica de la inversión que represente una propuesta de solución viable.

## Descripción resumida de capítulos:

### 1.0 Introducción

Se describe los antecedentes relacionados con la performance de la máquina y la justificación del trabajo a ejecutar.

### 2.0 Marco teórico

Se presenta una descripción de la evolución en la tecnología de impresión, fundamentos del proceso de impresión, funcionamiento de la impresora offset de pliegos, tipos de mantenimiento existentes y un breve resumen de los indicadores de desempeño.

### 3.0 Descripción técnica de la impresora

En este capítulo se presentan las características y componentes principales de la máquina, así como de los equipos auxiliares.

### 4.0 Análisis y desarrollo del plan de mantenimiento correctivo

Describe el análisis de las fallas en los subcomponentes del equipo, la evaluación técnica del equipo y el desarrollo de las actividades para el mantenimiento correctivo.

### 5.0 Costo del mantenimiento correctivo

Se presenta los costos en repuestos, mano de obra y la evaluación económica del plan de mantenimiento.

Finalmente, se enumeran las conclusiones y recomendaciones obtenidas de la propuesta del plan de mantenimiento correctivo.

# CAPITULO I

## INTRODUCCION

### 1.1 Antecedentes

La máquina, objeto del estudio, es una impresora offset de pliegos marca Heidelberg, modelo Speedmaster CD 102, de seis cuerpos de impresión y uno de barnizado, con fecha de fabricación 2001. Esta máquina fue adquirida por una empresa del sector gráfico, dedicada a la fabricación de envases industriales de papel y cartón, en el año 2001. La máquina entró al programa de mantenimiento preventivo de acuerdo a la política de la gerencia de producción y el departamento de mantenimiento, hasta el día de hoy. En este periodo no se realizaron trabajos para incluir nuevos procedimientos de mantenimiento acorde al estado de la máquina, ya que ésta trabaja en operación continua (24 horas al día, incluido domingos), a tal punto que sus niveles de eficiencia y capacidad operativa fueron disminuyendo a lo largo de los años de operación. Por otro lado la empresa, en el marco de su plan estratégico, encontró una oportunidad de negocio en la impresión de láminas de BOPP (polipropileno biorientado), surgiendo así la necesidad de planificar un mantenimiento correctivo para mejorar la

capacidad operativa e implementar equipos auxiliares para la impresión de este nuevo material.

## 1.2 **Justificación**

Como parte del plan de mantenimiento el equipo cuenta con un mantenimiento preventivo semanal y tri-semanal. La realización de los trabajos en el equipo están registrados en un software de mantenimiento llamado MP2 Enterprise<sup>®</sup>, que controla la data para el tiempo de paro, los tipos de falla, los comentarios de reparación, la asignación de mano de obra. Este sistema fue implementado en el 2004; y el Departamento de Producción y Proyectos cuenta además con un ERP VISUAL Manufacturing<sup>®</sup> para el control de producción, tiempos improductivos del proceso, control de mermas, etc. El uso de estas bases de datos nos permitirá evaluar el estado actual del equipo y sustentar el trabajo.

El estado actual del equipo no permitiría cumplir con los requisitos de calidad para la impresión del nuevo material. Siendo este el último equipo impresor adquirido, debido a la decisión de no renovar el parque industrial, es oportuno proponer la realización de trabajos para el mejoramiento del equipo. En consecuencia este requerimiento se sustenta en los siguientes factores:

- Necesidad de mejorar la capacidad operativa así como la calidad de los productos.
- El equipo en mención cuenta con diez años de operación continua.
- La decisión de la gerencia de no renovar el parque industrial.

- La adecuación del equipo para la impresión del nuevo material (BOPP).
- Necesidad de disminuir la maculatura (merma) de impresión.

### **1.3 Objetivo**

Realizar el planeamiento para la ejecución del mantenimiento correctivo de la impresora offset de pliegos Heidelberg Speedmaster CD 102, para elevar su eficiencia, recuperar capacidad operativa (nominal 12000 pliegos/hora, actualmente 7600 pliegos/hora), mejorar la calidad del producto y acondicionar la máquina para la impresión del nuevo material, y para lo cual se presenta una evaluación técnico-económica.

### **1.4 Alcances**

- 1) Planificar el mantenimiento correctivo de la impresora así como de los equipos auxiliares del sistema, según la evaluación técnica realizada por el Departamento de Mantenimiento y el personal de planta.
- 2) Acondicionar el equipo para la impresión del nuevo material con:
  - Instalación de barra de iones para la eliminación de la carga estática en la entrada de pliegos.
  - Instalación de la fuente de alimentación para la barra de iones.
- 3) Contar con la participación del personal Técnico Especializado (representante local) y de los técnicos del Departamento de Mantenimiento, fortaleciendo así de esta manera sus conocimientos en ese sentido.
- 4) Contratar proveedores locales para la ejecución del mantenimiento de equipos auxiliares.

- 5) Contar con la participación de talleres externos para servicios de maestranza y reparaciones requeridas.

## **CAPITULO II**

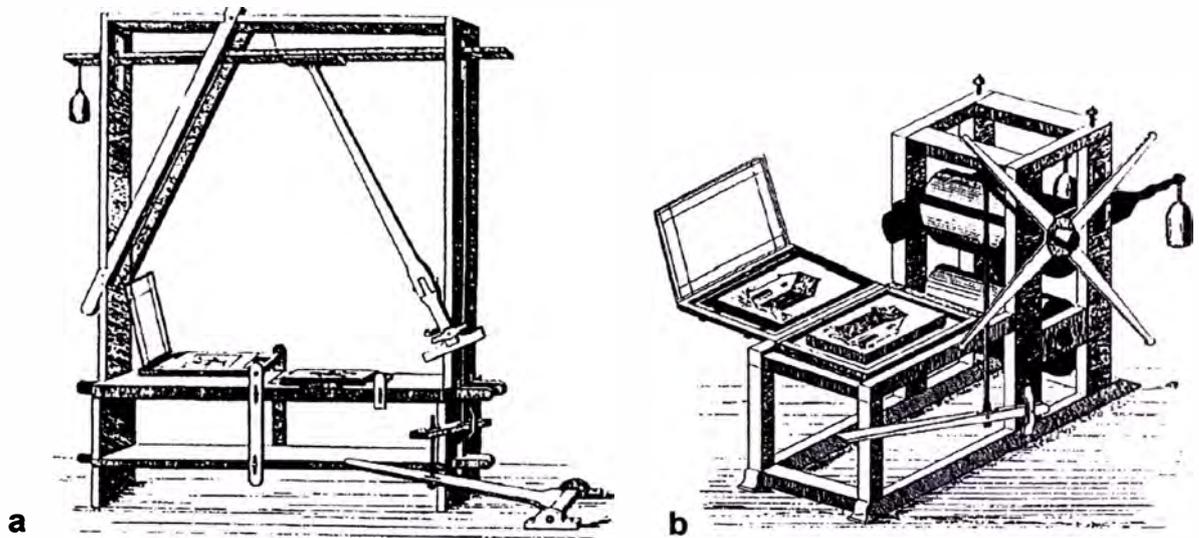
### **MARCO TEORICO**

#### **2.1 Historia de la tecnología en la impresión offset**

Cuenta la historia que una mañana de 1796 el dramaturgo e inventor alemán Alois Senefelder (1771-1834), tenía que preparar la lista de ropa que llevaría la lavandera y solamente contaba a la mano con una piedra pulida y un lápiz graso. Ante tal situación concibe la idea de imprimir utilizando la piedra Solhofen (piedra caliza de la época del jurasico superior), un material graso y la ya conocida técnica del grabado al agua fuerte, obteniendo así un método más barato para imprimir sus obras y partituras, con el uso de planchas de piedra grabadas con diseños en alto relieve, método que se conocería después como litografía.

Senefelder también invento una prensa manual especial para su nuevo proceso de impresión, al cual llamó “prensa de palanca” (Figura 2.1.a). Este equipo imprimía sobre hojas sucesivas posicionadas sobre la piedra con un mecanismo de espada giratoria de madera. Al ser difícil de operar, Senefelder construyó otra versión con un largo cilindro de impresión (Figura 2.1.b).

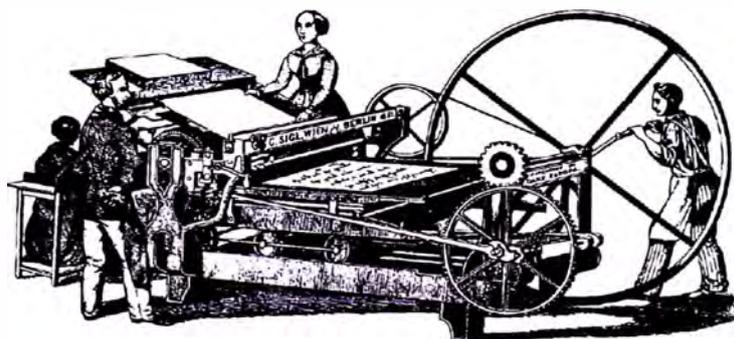
**Figura 2.1: Prensas de palanca de Senefelder**



Varios años antes Friedrich Koenig registró en Londres el diseño del cilindro para su impresora por cilindro automático (reemplazando el principio de la platina). Ambos sistemas coexistieron por un largo tiempo, probablemente por razones de costo.

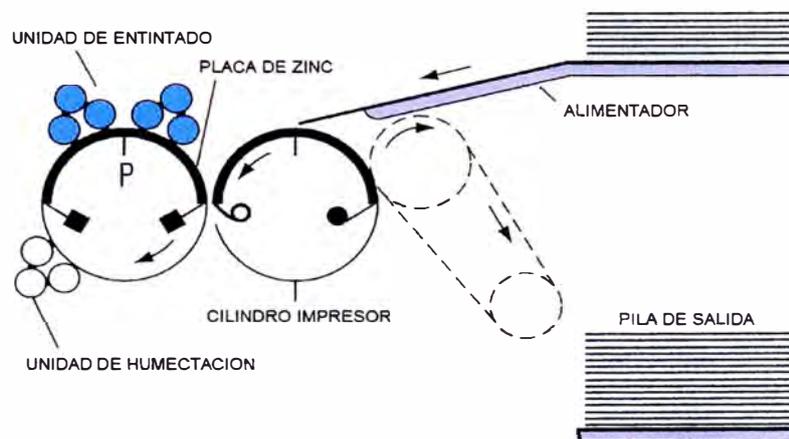
La primera impresora automática litográfica de cilindro fue producida en Francia en 1846 por Nicolle's Press. Georg Sigl's Press le siguió en Viena en 1852 (Figura 2.2).

**Figura 2.2: Primera impresora de cilindro automática**



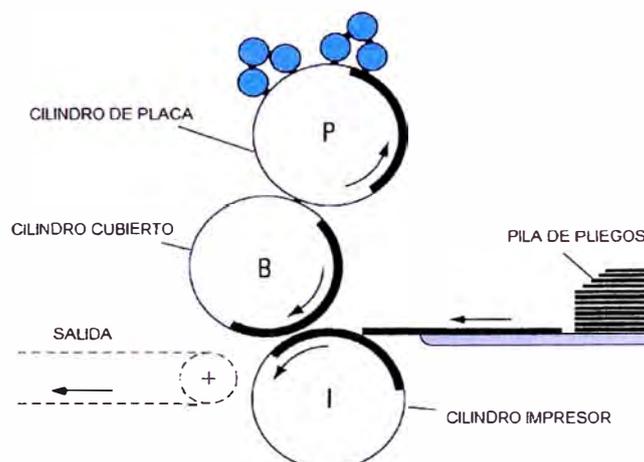
Senefelder ya había desarrollado ideas sobre cómo la forma plana de las placas de piedra podría ser sustituida por una forma redonda, por ejemplo, moliendo el material de piedra y aplicándolo a placas de metal flexible; sin embargo la idea del cilindro fue posible años más tarde hasta el descubrimiento de la placa de zinc con un recubrimiento sensible a la luz como un portador de imagen adecuado y el acompañamiento del “zinc rotatorio” (Figura 2.3). La primera máquina de este tipo se atribuye a Ruddiman Johnston en Edimburgo en 1886. La primera patente, tomada por un francés, ya había estado en existencia desde 1835. Esta invención puso fin al lento movimiento de la pesada piedra, concibiéndose en adelante la idea del cilindro de peso ligero y la placa de metal flexible. Años más tarde los estadounidenses reemplazaron el zinc por el aluminio, ya que contaban con la materia prima y adecuados trenes de laminación.

**Figura 2.3: Impresora de placa de zinc rotatoria**



La invención de la impresión offset, desarrollada a partir de la tipografía indirecta para imprimir pliegos delgados (Figura 2.4) es atribuido a dos inventores: el estadounidense Ira W. Rubel y el inmigrante germano Caspar Hermann, que en 1904, tuvieron la idea de imprimir indirectamente de placas litográficas a través de un cilindro cubierto. Rubel trabajó en una pequeña impresora de placa de zinc en Rutherford (USA), presentándose el problema que al momento de imprimir pliegos duros de papel, la imagen salía con medios tonos. Para evitar este problema, Rubel instaló una manta de goma suave sobre el cilindro impresor. Ocasionalmente el operador de alimentación de pliegos cometía el error de no hacerlo, originando que la tinta fuera se impregnara en la manta de goma, generando la impresión en el lado reverso del pliego siguiente. Debido a esta falla constante, Rubel observó que la calidad de la impresión por el reverso era considerablemente mejor que la directa decidiendo renunciar a su trabajo de impresión y dedicarse a la fabricación de máquinas de impresión litográfica indirecta, que pronto vendría a llamarse impresión offset.

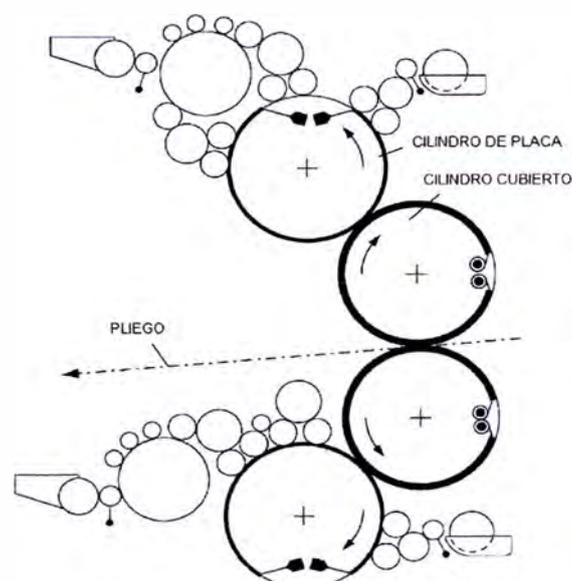
**Figura 2.4: Impresión indirecta de pliegos**



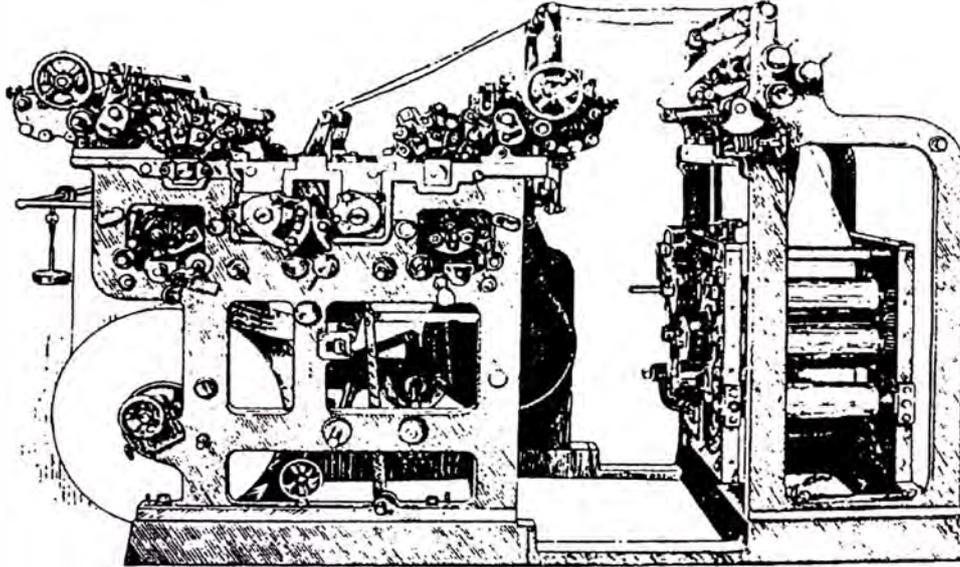
Hermann, la otra persona a la que se le atribuye el invento, desarrolló nuevas ideas para prensas de impresión multicolor, impresión offset de pliegos y prensas para imprimir simultáneamente ambas caras (perfeccionamiento) (Figura 2.5). En mayo de 1907 regresó a Alemania al ver que no había posibilidades de desarrollo en EE.UU. en aquel momento.

Hermann escribió a los fabricantes de impresora líderes en Europa Central, sin éxito. No fue hasta septiembre de 1910 en que Ernst Herrmann propietario de la conocida fábrica de recubrimientos de goma Felix Böttcher en Leipzig, convencido del concepto de la impresión offset, encargó diseñar y fabricar una prensa en VOMAG (Vogtländische Maschinenbau AG), que en Junio de 1912 fue presentada con el nombre "Universal" (Figura 2.6) en Félix Böttcher donde ganó el reconocimiento de editores e impresores; convirtiéndose VOMAG en el primer fabricante de impresoras offset con patente Gaspar Hermann que dominó el mercado.

**Figura 2.5: Impresora indirecta de doble cara**



**Figura 2.5: Impresora UNIVERSAL de VOMAG**



## **2.2 El proceso de impresión offset**

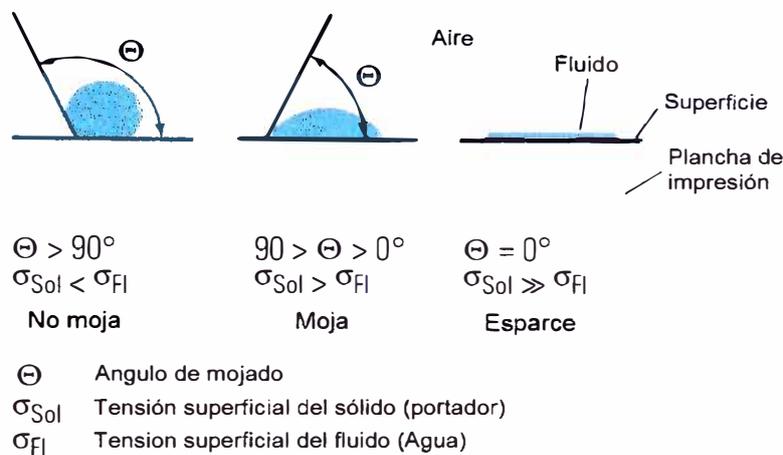
En el proceso de impresión offset, las áreas de impresión y no impresión de la plancha, están al mismo nivel (no en planos diferentes). Las áreas de impresión de la plancha son hidrofóbicos (repelen el agua) y aceptan la tinta. Las áreas de no impresión de la plancha de impresión son hidrófilos (aceptan el agua). Este efecto es creado por un fenómeno físico que ocurre en el contacto de las superficies (Figura 2.6).

El sistema de humectación cubre las áreas de no impresión con una delgada película de solución de mojado. Esta solución de mojado (agua mas aditivos) se extiende por las zonas de no impresión. Para lograr una buena humectación, la tensión superficial de la solución de mojado tiene que ser reducida por medio de aditivos. En casos extremos, una exagerada reducción de la tensión superficial de la solución de mojado puede generar

una emulsificación entre la tinta y la solución, lo que conllevaría a que las áreas de impresión y no impresión no estén delimitadas correctamente.

El perfecto proceso de impresión offset depende de muchas características, físicas y químicas, de los materiales y elementos que intervienen en el proceso.

**Figura 2.6: Contacto del agua en la superficie de la plancha**



### 2.2.1 Planchas de impresión, tinta de impresión y solución de mojado

#### Planchas de impresión

Las planchas utilizadas en el proceso offset son delgadas (alrededor de 0.3 mm), fáciles de montar sobre un cilindro porta placa y la mayoría son construídas de un monometal (aluminio), y en casos menos frecuente de un multimetal, plástico o papel. El aluminio ha ido ganando terreno desde hace mucho tiempo entre las planchas metálicas como el zinc y el acero. La necesaria formación de granos en la superficie de aluminio se realiza mecánicamente, por chorro de arena, granos esféricos, vía húmeda o cepillado seco. Hoy en día

prácticamente todas las planchas de impresión son granuladas en un proceso electrolítico (anodizado), esto es, una granulación electroquímica con subsecuente oxidación. La capa de imagen que acepta la tinta, sensible a la luz y cuyo espesor es alrededor de  $1\mu\text{m}$ , es aplicado al material base. Este material es usualmente un polímero o de cobre en placas multimetálicas (planchas bimetálicas).

La transferencia de la imagen se produce a través de las diferentes propiedades en la superficie de las placas una vez que hayan sido expuestos y desarrollados. La cubierta sensible de la placa original constituye la zona de aceptación de tinta (elemento que crea la imagen).

La delgada capa de óxido de aluminio creada por el tratamiento especial del material base es particularmente hidrófilo es decir tiene una superficie con propiedades de retención especiales. En el procesamiento de una plancha de impresión offset pre-cubierta, la tarea fundamental consiste en lograr la diferenciación de las superficies con dos pasos básicos: la exposición y el revelado.

Los cambios químicos ocurridos, como resultado de la penetración de la luz actínica (que contiene rayos UV) origina que la cubierta sensible a la luz reaccione de manera diferente dependiendo de su tipo y estructura. Hay dos tipos de reacciones fotoquímicas para desarrollar las placas de impresión:

- Endureciendo la capa sensible a la luz mediante la luz actínica (plancha negativa).

- Descomponiendo la capa sensible a la luz mediante la luz actínica (plancha positiva)

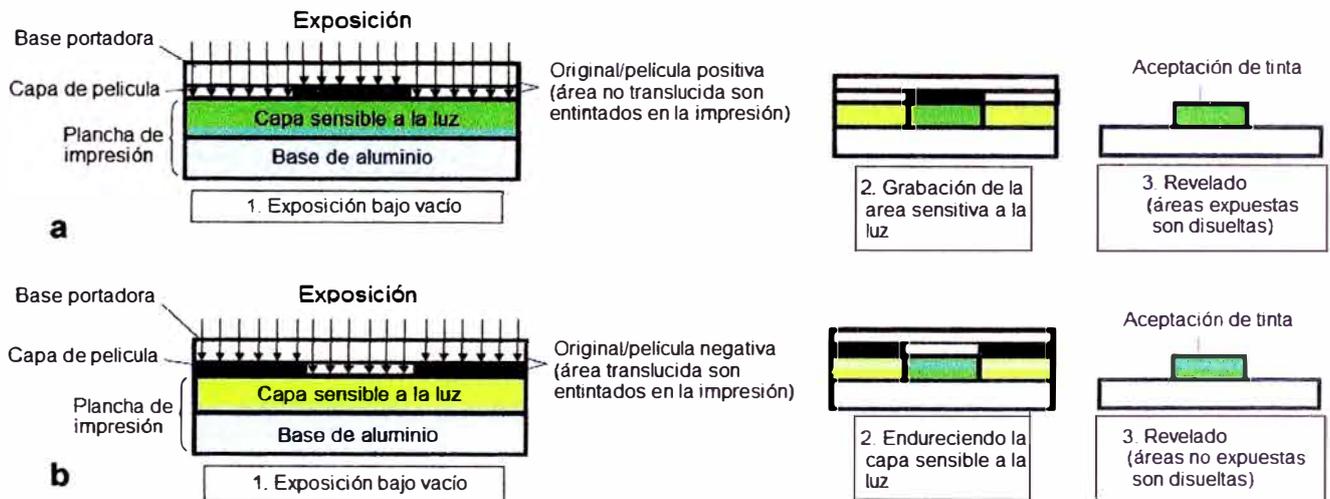
Si la cubierta sensible a la luz es endurecida fotoquímicamente, esta se convertirá en insoluble para el revelador en las áreas expuestas; si por otro lado, la capa sensible a la luz se descompone fotoquímicamente, el revelador removerá la cubierta expuesta a la luz del material base. Estos dos procesos diferentes para desarrollar placas (positivas y negativas) requieren diferentes exposiciones para crear imágenes, es decir, diferentes películas producidas de antemano.

Con planchas positivas (Figura 2.7.a), una película positiva es usada como el original, es decir, la sección ennegrecida de la película corresponde a la zona de la superficie de aceptación de tinta sobre la placa, si la luz cae en zonas translúcidas de la película, la capa sensible a la luz se descompone, lo que resulta en áreas sin imagen y que será removido en el proceso de revelado. Dicho proceso tiene la desventaja de que algunas veces, los filos de la película y el polvo pueden generar zonas de impresión.

En el caso de producción de planchas negativas (Figura 2.7.b), una película negativa es usada como original, las áreas de imagen de aceptación de tinta de la plancha corresponde a las áreas transparentes sobre la película, la cubierta sensible a la luz es endurecida sobre la plancha por efecto de la luz, para que permanezca en su lugar en el proceso de revelado. Las superficies

de las placas (positiva y negativa) son luego protegidas con una laca especial para proteger la superficie y preservarla.

**Figura 2.7: Tipos de planchas de impresión**



### Tinta de impresión

La tinta usada en la impresión offset es usualmente una mezcla altamente viscosa, que tiene componentes de pigmentos de tinta, aglutinantes, aditivos y solventes.

Los pigmentos de tinta pueden ser de naturaleza orgánicos o inorgánicos. Los pigmentos determinan el color de la tinta de impresión. Ellos están formados por sólidas partículas irregulares que miden alrededor de 0.1–2  $\mu\text{m}$  de tamaño.

Los aglutinantes son necesarios para enlazar el pigmento, el cual proporcionado en forma de polvo al material a imprimir. Los aglutinantes también forman una película protectora alrededor de los

pigmentos para que sean protegidos de la abrasión mecánica. La composición de los aglutinantes depende de las tecnologías de impresión y del material a ser impreso.

Los aditivos pueden mezclarse con la tinta para obtener propiedades específicas o para superar problemas de impresión específicos.

Los solventes cumplen la función de transportar la tinta y son removidos en el proceso de secado (evaporación, absorción). Tintas convencionales de offset secan por absorción, evaporación y, dependiendo del tipo de tinta, por oxidación. Además de estas tintas más utilizadas, hay tintas curan por radiación (luz UV y radiación electrónica). La estructura de estas tintas es diferente a la de las tintas convencionales, para el caso de tintas UV es válido también el uso o no uso de solución de mojado.

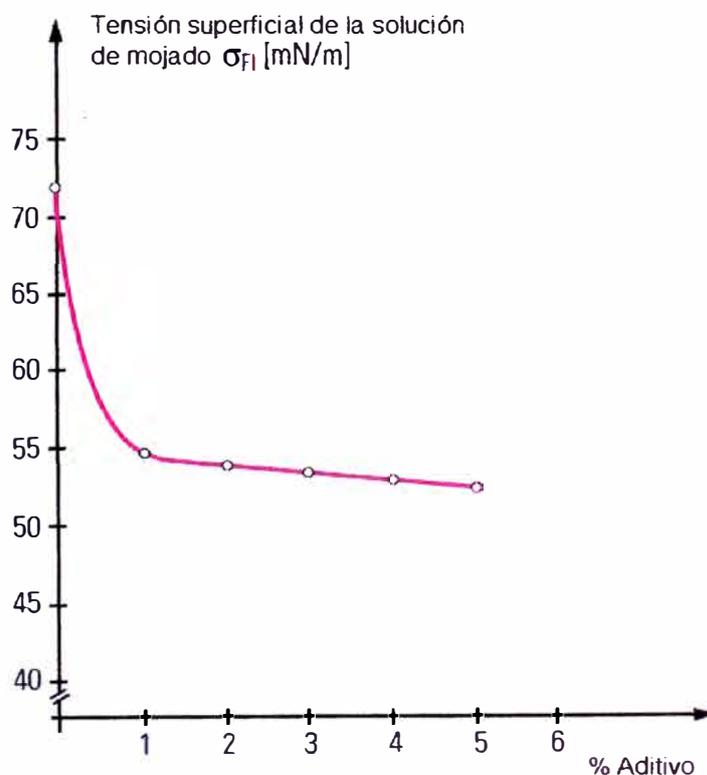
### **Solución de mojado**

En los procesos de impresión offset convencionales, la solución de mojado es usada para separar las áreas de imagen y no imagen, que previene la transferencia de tinta hacia las áreas de no imagen de la plancha de impresión. La solución de mojado tiene como principalmente componente el agua. La experiencia ha demostrado que la solución de mojado del proceso de impresión offset convencional debería tener un valor de pH de 4.8 - 5.5 y el agua usada en la solución debería tener un nivel de dureza entre 8 - 12 °dH (equivalente a 17,9 mg CaCO<sub>3</sub>/litro de agua). La solución de

mojado usualmente contiene agentes conservantes de placa, agentes de mojado, alcohol isopropílico (IPA), aditivos antibacterias y soluciones amortiguadoras.

La goma arábica es usada como conservante de placa. Los agentes mojadores e IPA son usados para reducir la tensión superficial (Figura 2.8). El agregar soluciones amortiguadoras ayuda a estabilizar el valor del pH.

**Figura 2.8: Comportamiento de la tensión superficial de la solución**



## **2.3 Principio de funcionamiento de la impresora offset de pliegos**

### **2.3.1 Unidad de entintado, unidad de humectación y unidad de impresión**

#### **Unidad de entintado**

Durante el proceso de impresión, una delgada película de tinta (espesor de la película de tinta sobre el material impreso alrededor de  $1\mu\text{m}$ ) es transferida de las áreas de imagen de la plancha al material a imprimir. La función de la unidad de entintado es proveer una constante alimentación de tinta fresca a las zonas de imagen de la plancha para mantener un proceso de entintado constante. La cantidad de tinta utilizada debe ser alimentada nuevamente al sistema. Debe haber un equilibrio entre la tinta alimentada y la distribuída con el fin de evitar variaciones en la densidad de la tinta sobre la imagen impresa.

Otro factor importante de la calidad de impresión es la uniformidad del espesor de la película de tinta sobre las áreas de imagen de la plancha o las áreas de imagen del material impreso. Es un postulado de la impresión offset que la película de tinta debe ser del mismo espesor a través de toda la hoja impresa. La tecnología de reproducción para la creación de separación de colores se basa en este principio. Consecuentemente los criterios para evaluar la calidad son:

- Fluctuaciones temporales de la capa de tinta promedio (balance de cantidad).

- Uniformidad del espesor de la película de tinta sobre las áreas de imagen de la plancha o las áreas de impresión del material impreso.

Estos parámetros dependen del diseño estructural de la unidad de entintado. La calidad de la densidad microscópica del tono completo y los puntos individuales en el material impreso dependerán principalmente de la rugosidad del material, la micro-geometría de la plancha y la mantilla, y las propiedades reológicas de la tinta.

En una unidad de entintado como la que se muestra (Figura 2.9), la tinta se alimenta de forma intermitente a través del rodillo vibrador. El rodillo vibrador H recibe una franja de tinta relativamente gruesa del rodillo del tintero y transfiere parte de esta franja al primer rodillo SO de la unidad de entintado. La cantidad de tinta suministrada vía el rodillo SO está determinada por la apertura de la zona de tinta, el movimiento de rotación del rodillo tintero (en la mayoría de los casos de manera intermitente), la frecuencia del rodillo vibrador y la velocidad de los rodillos de entintado.

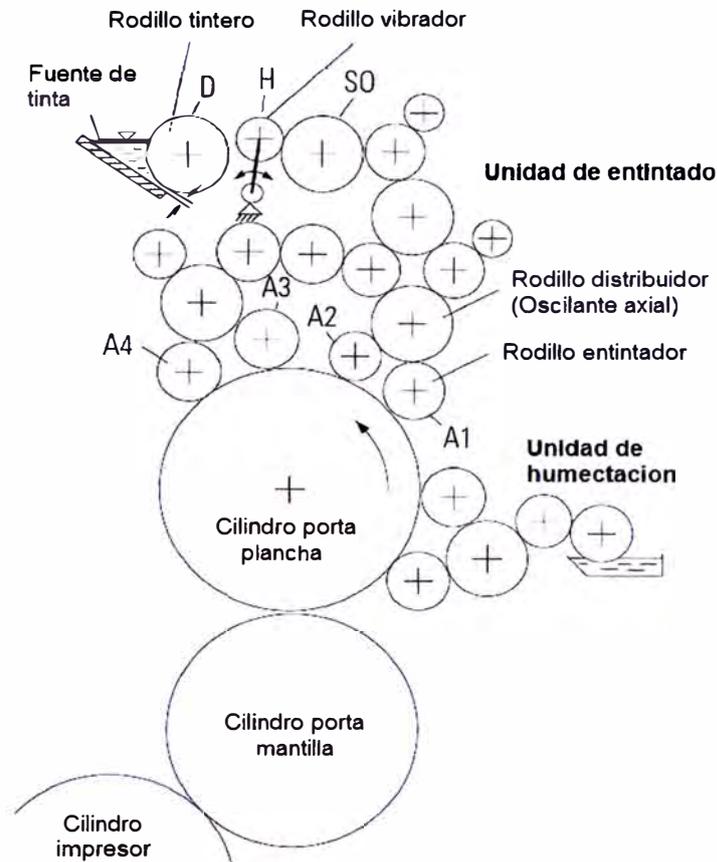
Todos los rodillos del grupo de entintado (excepto el D y H) tienen la misma velocidad circunferencial que la plancha o el cilindro porta mantilla. Despreciando un deslizamiento insignificante por el contacto de los rodillos rígidos y los rodillos flexibles, el sistema funciona sin deslizamiento.

La banda de tinta aplicada es dividida y transferida en varias ocasiones. La cantidad de tinta en la unidad de entintado depende

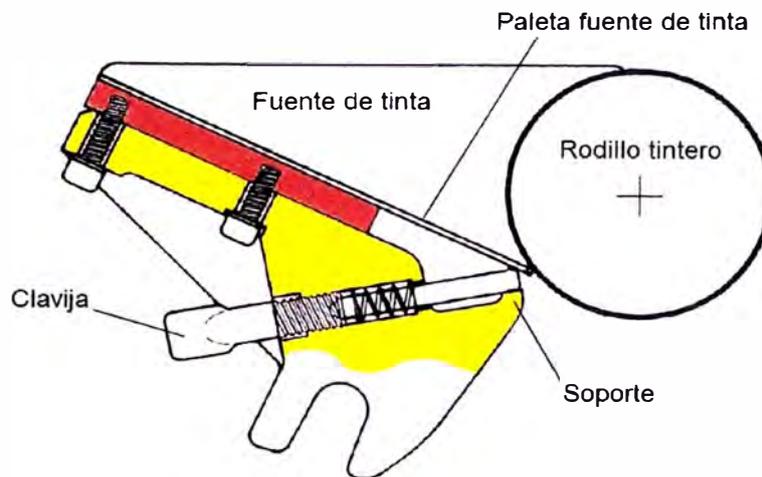
del número de rodillos entintadores y/o el tamaño de sus superficies. Con un diseño óptimo de los rodillos de entintado A1-A4 producirá una película de tinta relativamente constante en el área de la imagen del cilindro de la plancha y no independiente de la imagen impresa, es decir, después del último rodillo entintador A4, el área de la imagen estará entintada con una película de tinta prácticamente uniforme.

Parte de la película de tinta se aplica al material en la zona de impresión (entre la mantilla y el cilindro impresor). Una característica distintiva de las planchas de impresión offset es el hecho de que las áreas de la zona de impresión y no impresión están al mismo nivel. Para separar estas áreas, una muy delgada capa (aproximadamente 2  $\mu\text{m}$ ) de película de solución de mojado es aplicada a la plancha por la unidad de humectación. Parte de la solución de mojado es impresa, una parte emulsionada con la tinta, y una parte evaporada. El balance de masa de la cantidad de tinta impresa y la cantidad de solución de mojado consumida, debe corresponder a las cantidades respectivas a alimentar. Si este no es el caso, variaciones temporales en el espesor promedio de la película deberían surgir. El suministro de tinta intermitente (vibrador y rodillo tintero) y la transferencia intermitente de tinta sobre el material implica que en realidad no existe un flujo de tinta constante.

**Figura 2.9: Unidad de entintado de impresora offset de pliegos**



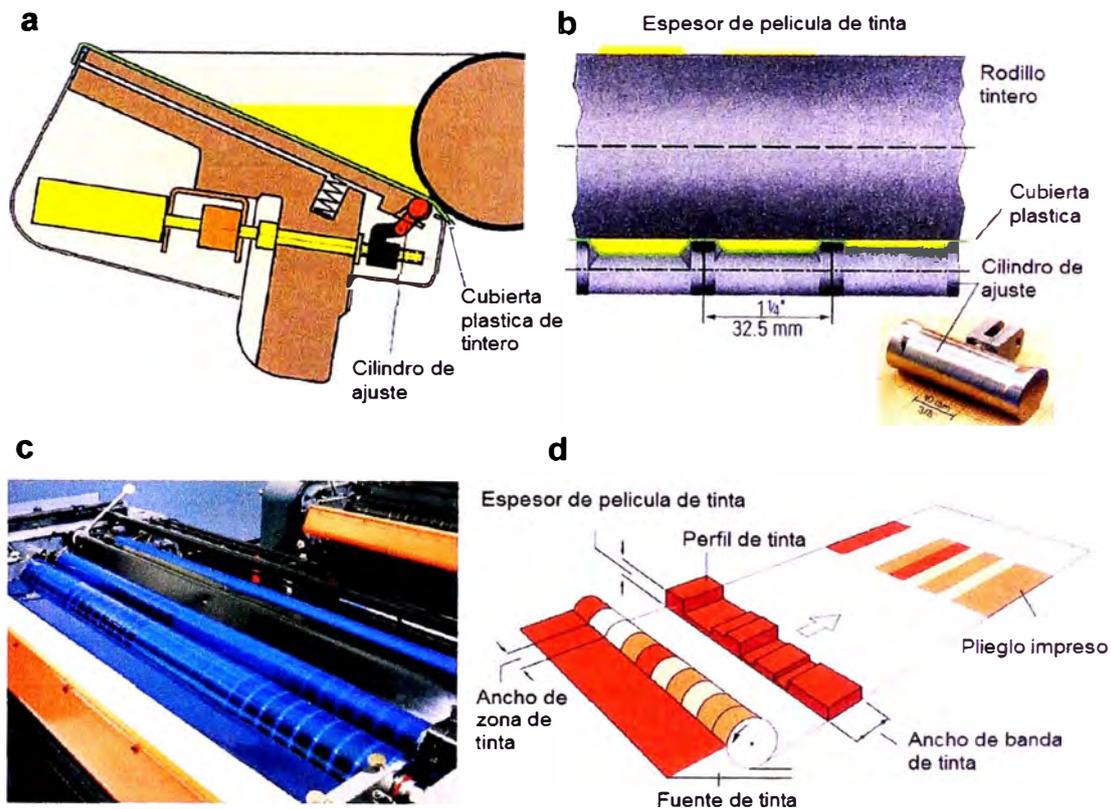
Una paleta flexible puede ser ajustada a diferentes distancias de la fuente de tinta (Figura 2.10) utilizando una clavija de tintero para ajustar la cantidad de tinta tomada del tintero. Este sistema de paleta flexible de tinta no está exento de efectos secundarios. La paleta flexible se puede diseñar para descansar como una viga sobre  $n$  soportes ( $n$  es el número de clavijas). El ajuste individual de una clavija puede no solo afectar las zonas justo al lado de ella; por ello los fabricantes de máquinas de impresión han desarrollado varias soluciones para sistemas de zonas de entintado libres de estos efectos.

**Figura 2.10: Fuente de tinta**

A continuación se describe las zonas de entintado propiedad de Heidelberg Druckmaschinen AG (Figura 2.11.a). El espesor de la película de tinta está definida por la interacción del rodillo tintero y el cilindro de ajuste (Figura 2.11.b). El cilindro de ajuste tiene una sección excéntrica que finaliza justo al frente del cilindro, de modo que los anillos descansan sobre el rodillo tintero, aéreas libres de tinta (Figura 2.11.c) se producen sobre el rodillo tintero como resultado de apoyar los excéntricos de ajuste, esto se ve compensado por los rodillos de distribución axial oscilante en la unidad de entintado para que la placa este cubierta de una película lineal de tinta uniformemente cerrada sobre la zona de la imagen. Una cubierta plástica se inserta entre el rodillo tintero y los cilindros de ajuste, la cual facilitará la limpieza de la fuente de tinta. Unidades convencionales de tinta como la mostrada, requieren de un sistema de alimentación de tinta ajustable, ya que el consumo de ésta varía

de acuerdo con la imagen (Figura 2.11.d), por ende, los elementos de la fuente de tinta tienen que ser ajustados.

**Figura 2.11: Zona de entintado de Heidelberg Druckmaschinen AG**



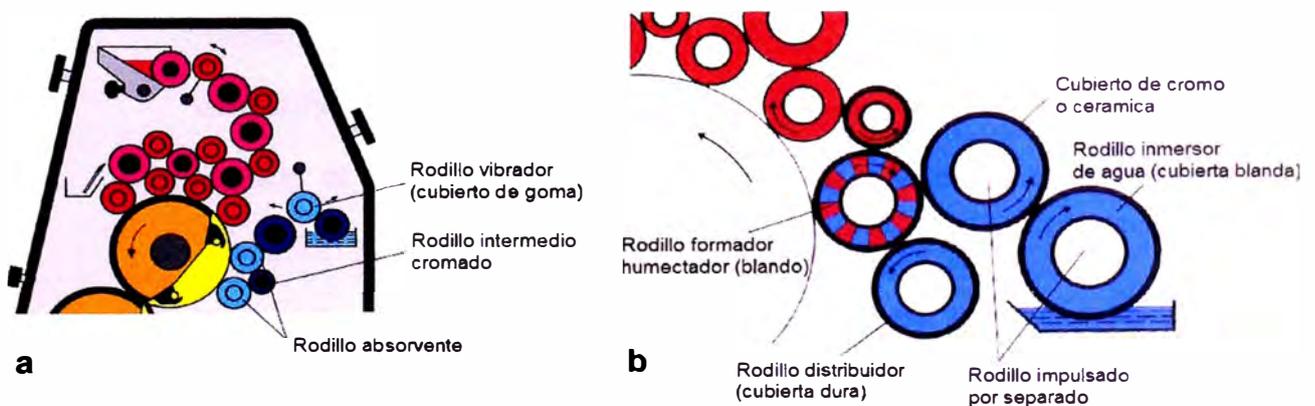
### Unidad de humectación

La impresión offset convencional requiere un sistema de humectación para suministrar una película muy delgada de solución de mojado a las áreas de no impresión de la plancha (aproximadamente  $2\ \mu\text{m}$ ). Dado que parte de la solución de mojado es impreso, adherido a la plancha, a la mantilla y otra parte evaporada, es necesario contar con un suministro constante de

solución de mojado. Sistemas de humectación tipo vibrador (Figura 2.12.a) y sistemas de humectación de flujo continuo (Figura 2.12.b) son sistemas de contacto con la bandeja de solución, el vibrador de mojado y la plancha de impresión. La desventaja de estos sistemas de humectación se encuentra en el hecho de que la sustancia puede contener partículas o polvo de papel, y estos se pueden impregnar en la plancha de impresión, generando contaminación. Este problema no ocurre en sistemas de humectación libres de contacto.

La cantidad de solución de mojado debe ser medida con gran precisión. Los sistemas de humectación del tipo vibrador siempre tienen rodillos cubiertos con materiales absorbentes. Los sistemas de humectación de flujo continuo trabajan sin rodillo ductor/vibrador y revestimientos absorbentes, estos sistemas actúan directamente sobre la plancha usando rodillos formadores.

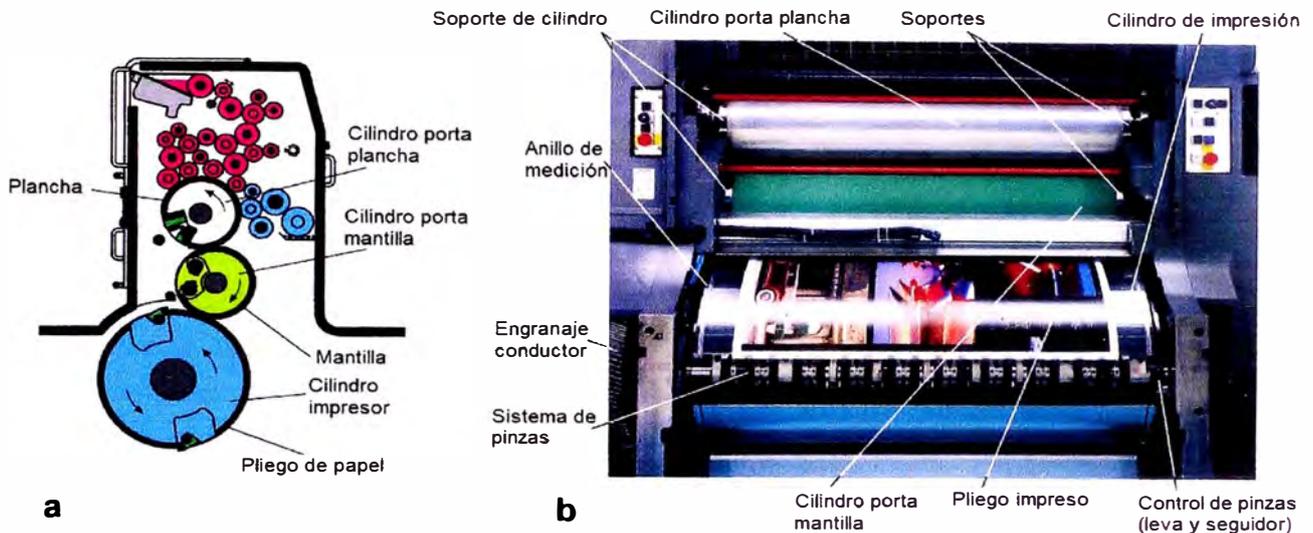
**Figura 2.12: Unidad de humectación**



## **Unidad de impresión**

Presentado de una manera simplificada (Figura 2.13.a), la unidad de impresión está compuesta por la unidad de entintado, la unidad de humectación (ambas descritas anteriormente), el cilindro porta plancha con su respectiva plancha de impresión, el cilindro porta mantilla con su respectiva mantilla y el cilindro impresor. El cilindro porta plancha con la plancha entintada se desplaza sobre la circunferencia del cilindro porta mantilla. El cilindro de mantilla a su vez, pasa por encima de la circunferencia del cilindro de impresión, sobre el cual es sostenido el pliego de papel por medio de pinzas. La línea de contacto entre el cilindro de mantilla y el cilindro impresor es llamado contacto de impresión.

La placa de impresión de metal de hasta 0.3 mm de espesor lleva los elementos de imagen de la separación de colores. La mantilla es de aproximadamente 2 mm de espesor, intercambiable y fabricado de un material flexible y capas de tela. Como se observa (Figura 2.13.b), el cilindro porta plancha tiene una interrupción axial, que aloja el mecanismo de sujeción de la plancha. El cilindro de mantilla asimismo, tiene también una hendidura axial en la que se encuentra alojado el mecanismo de sujeción de la mantilla, y el cilindro de impresión tiene un espacio para acomodar el sistema de sujeción de transporte de pliegos. Para asegurar la correcta transferencia de la imagen impresa, los tres cilindros tienen que tener la misma velocidad circunferencial en la misma línea de contacto de impresión.

**Figura 2.13: Unidad de impresión**

Debido a las hendiduras en los cilindros, el movimiento de rodadura necesario no puede lograrse solo por la fricción de las superficies del cilindro, motivo por el cual están conectados por un tren de engranajes. La unidad de impresión es conducida por el cilindro de impresión por medio de un tren de engranajes y a su vez transmite la potencia motriz necesaria para la unidad de entintado. Un aspecto importante del diseño de la rueda dentada es proveer una separación ajustable de los cilindros, de modo que ciertas condiciones de operación puedan ser satisfechas (acoplamiento y desacoplamiento de los cilindros). Cuando se establece el espesor del papel, la distancia variable entre los ejes del cilindro porta mantilla y el cilindro impresor deben tener una consideración especial cuando se va a imprimir. Los cambios de la distancia entre ejes son logrados usando un engranaje helicoidal con un perfil apropiado de diente, este

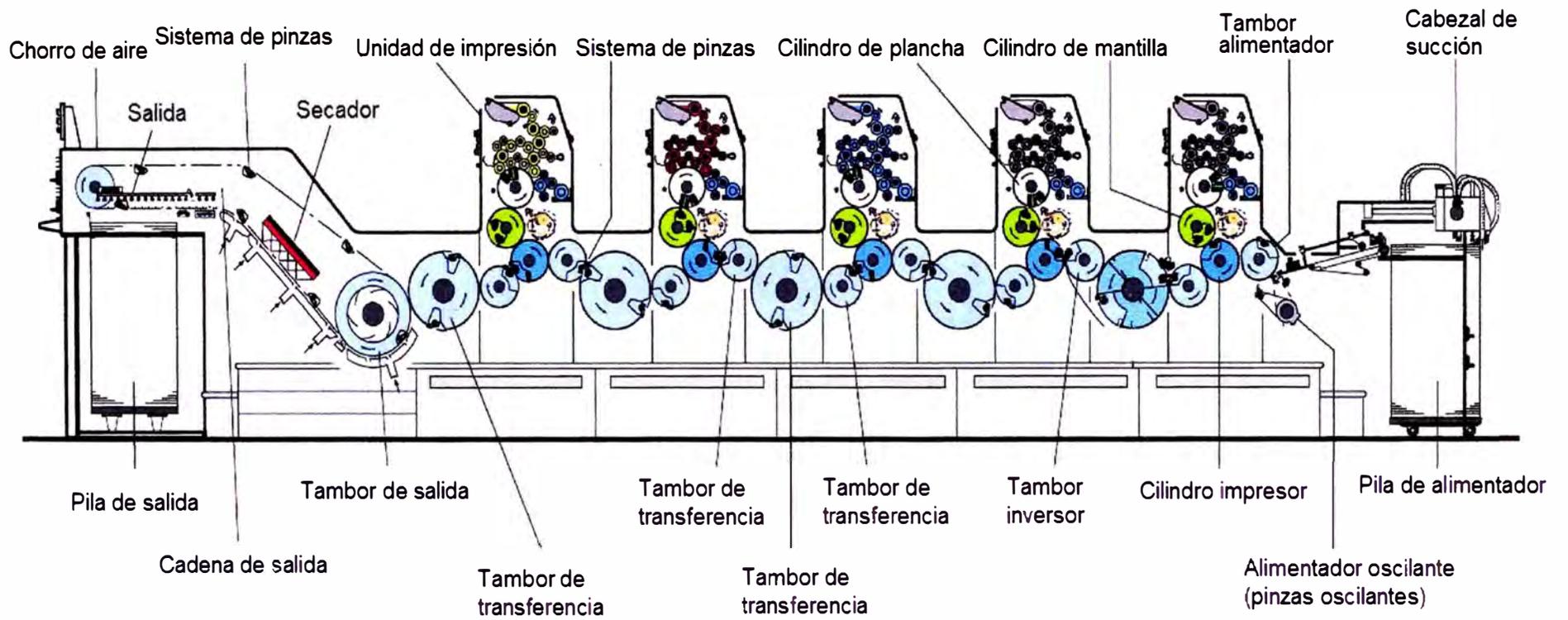
engranaje es en gran medida sensible a los cambios de distancia de los ejes.

### **2.3.2 Sistema de alimentación, transporte y acabado superficial de pliegos**

#### **Sistema de alimentación**

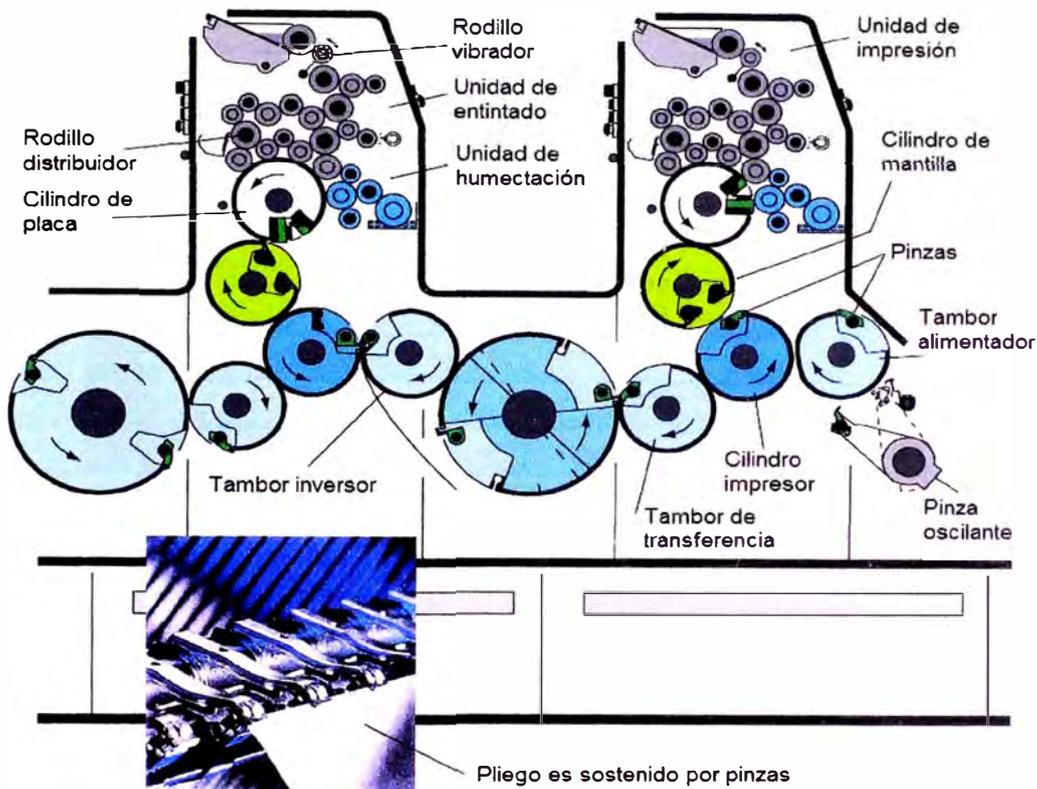
Sistemas de alimentación y transporte de alta precisión, elementos de guía y sistemas de monitoreo son necesarios con el fin de que el pliego cumpla la ruta desde el alimentador, a través de los cuerpos de impresión y la salida de pliegos en la pila (Figura 2.14). En el área de alimentador de pliegos, éste es transportado por succión y fricción, por lo que el pliego superior de la pila se levanta por ventosas (cabezal de succión) y se encamina hacia la mesa de alimentación a través de correas y cepillos. Cada hoja se alinea con gran precisión (sistema marcador) antes de ser entregado a las unidades de impresión, en tal sentido el pliego debe ser frenado para ser alineado en la parte delantera con las guías laterales, es entonces cuando es tomado por las pinzas, acelerado a la velocidad de producción y transferido a las unidades de impresión.

En la unidad de impresión el pliego sostenido por el sistema de pinzas es alimentado al cilindro impresor (Figura 2.15), pasando debajo del cilindro de mantilla, que transfiere la imagen al pliego; luego es pasado sobre el tambor de transferencia para ser transportado a la siguiente unidad o a la pila de salida.



**Figura 2.14: Alimentación y transporte de pliegos en la máquina de impresora**

**Figura 2.15: Sistema de pinzas de sujeción**



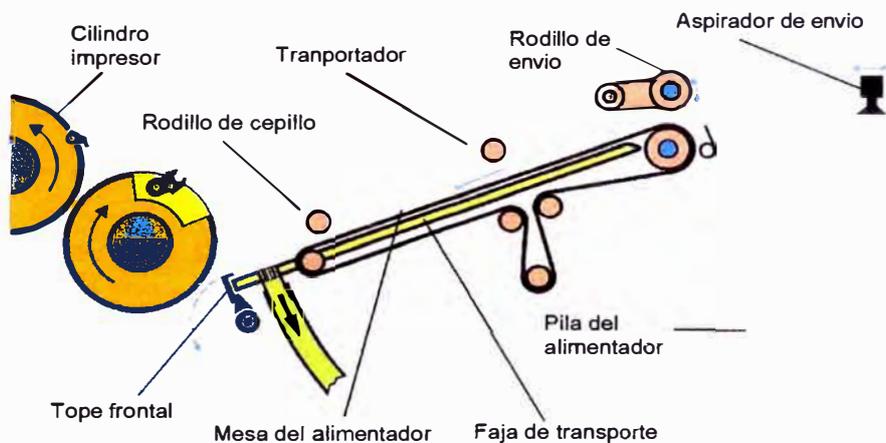
### Alimentador de pliegos

Hay una gran variedad de soluciones constructivas para alimentadores. Las impresoras Heidelberg utilizan el sistema en secuencia, por lo que nos centraremos en ello.

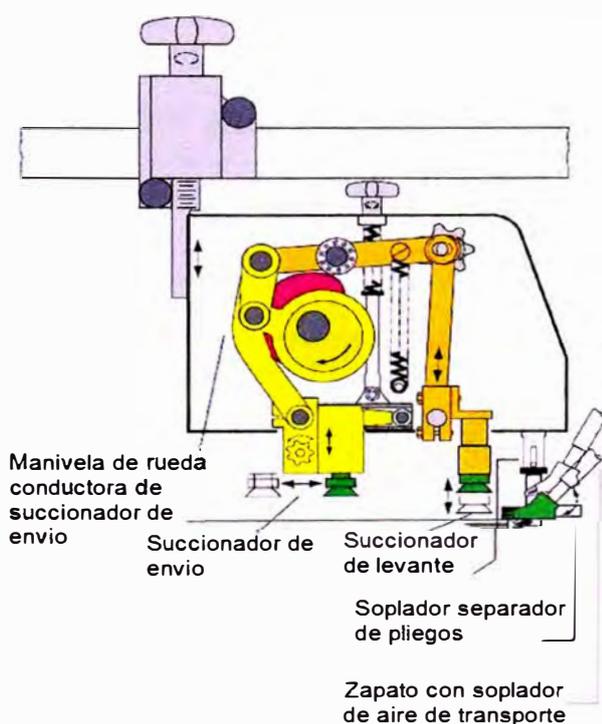
Con alimentadores de secuencia (Figura 2.16) los pliegos son separados inicialmente por un cabezal de succión por el borde trasero (Figura 2.17). Ventosas de elevación elevan el borde trasero del pliego y la separación de pliego es realizada por el aire de soplado y los muelles separadores de pliego. El flujo de aire separa el pliego y lo hace flotar sobre un colchón de aire.

En otro movimiento del ciclo, el pliego es alimentado hacia la mesa con fajas. El siguiente pliego es elevado de la pila cuando el pliego precedente esta cerca de la tercera parte de su recorrido.

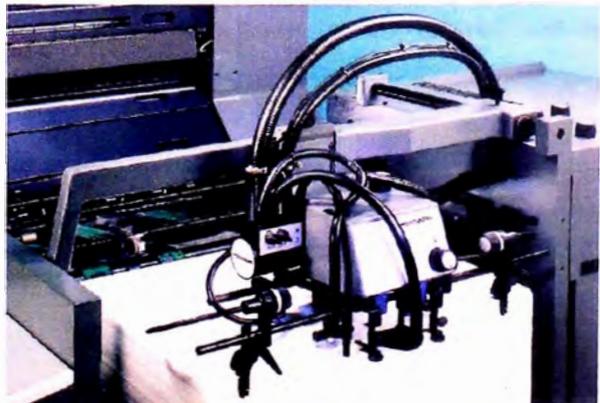
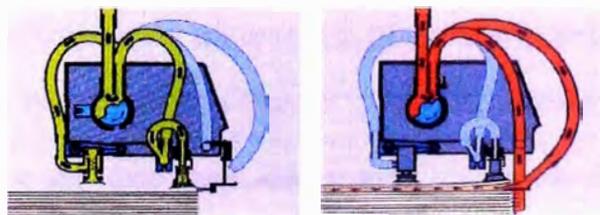
**Figura 2.16: Alimentación de pliegos en secuencia**



**Figura 2.17: Cabecal de succión**



Control de succión de aire      Control de soplado de aire



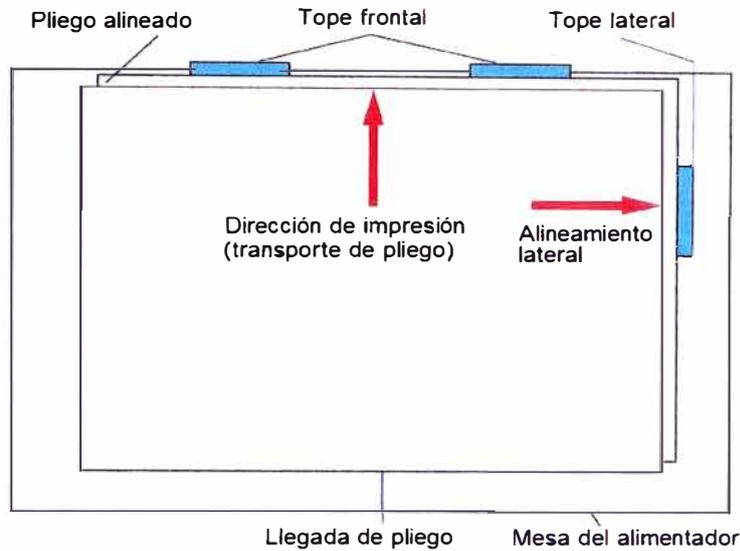
**Detector de pliego doble**

Algunos dobles o múltiples pliegos (dos o más pliegos son elevados juntos y guiados a la mesa del alimentador) deberían ser detectados a tiempo sin un daño subsecuente, por un dispositivo detector para ser separados. Tan pronto como una hoja múltiple sea detectada, el alimentador detiene la transmisión y los pliegos siguientes. Actualmente se usan detectores de pliego doble de activación mecánica, ópticos y sistemas ultrasónicos.

**Alineador de pliegos sobre la mesa del alimentador**

La precisión de la alineación de pliegos tiene que cumplir una tolerancia estrecha cuando se trata de pasar el pliego una segunda vez por la impresora. Esto es aplicable para la cara frontal y reversa del pliego.

Alinear el pliego con exactitud requiere de dos topes frontales y uno lateral (Figura 2.18). Para ser capaz de alinear los pliegos impresos en el mismo lado, los puntos de alineación tienen que ser marcados en el producto impreso. Puesto que hay diferentes sistemas de alineación es muy importante que los filos delanteros de los pliegos estén cortados lo mas recto posible y con tolerancias estrechas así como también, el ángulo entre los filos frontal y lateral deben desviarse lo menos posible del ángulo recto.

**Figura 2.18: Alineamiento del pliego**

### **Tope lateral**

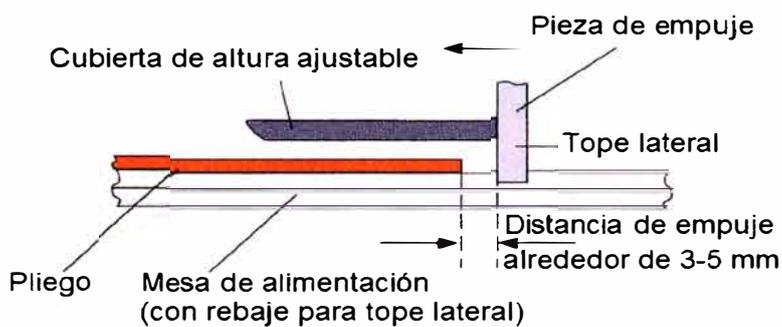
El alineamiento lateral de cada pliego individual toma lugar en el tope lateral por medio del sistema de empuje y arrastre. Empuje y arrastre son elementos que aseguran la alineación exacta del pliego antes del ingreso a las unidades de impresión.

El sistema de empuje (Figura 2.19) es mecanismo simple y más fácil de ajustar que el sistema de arrastre. Para alinear el pliego, éste es empujado unos pocos milímetros contra el tope (tope lateral) por medio de la pieza de empuje actuando en ángulo recto a la dirección del viaje.

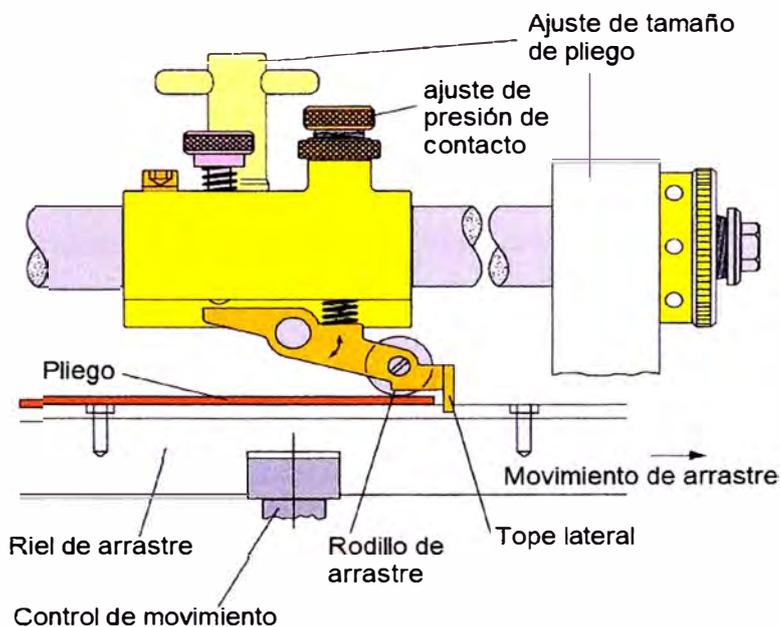
El sistema de arrastre (Figura 2.20) es mayormente usado en impresoras de formato largo y alta velocidad (Heidelberg CD 102). Este sistema trabaja en dos pasos: el pliego es presionado sobre un

tren de tracción o se aspira mediante una placa de succión, el segmento empujador jala el pliego hasta el borde de la guía lateral y comienza a deslizar sobre la hoja una vez que se aumenta la resistencia. La presión de contacto del elemento de arrastre es regulado mecánicamente mediante un tornillo de ajuste y un resorte de contacto.

**Figura 2.19: Sistema de empuje**



**Figura 2.20: Sistema de arrastre**



### **Tope frontal**

Los dos topes frontales paran el pliego, el cual es alimentado a baja velocidad por las fajas transportadoras de la mesa de alimentación. El objetivo de éstos es la alineación exacta del pliego en el sentido de la marcha (dirección de impresión). Los topes frontales permanecen en su posición inicial (posición de alineación) hasta el cierre de las pinzas oscilantes (Figura 2.21), luego ellos son trasladados fuera de la línea de viaje del pliego antes que las pinzas oscilantes se muevan junto con el pliego en la dirección de impresión.

### **Alimentación de la primera unidad de impresión**

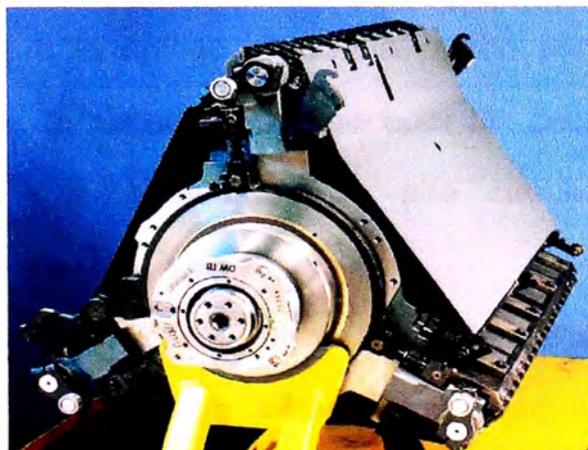
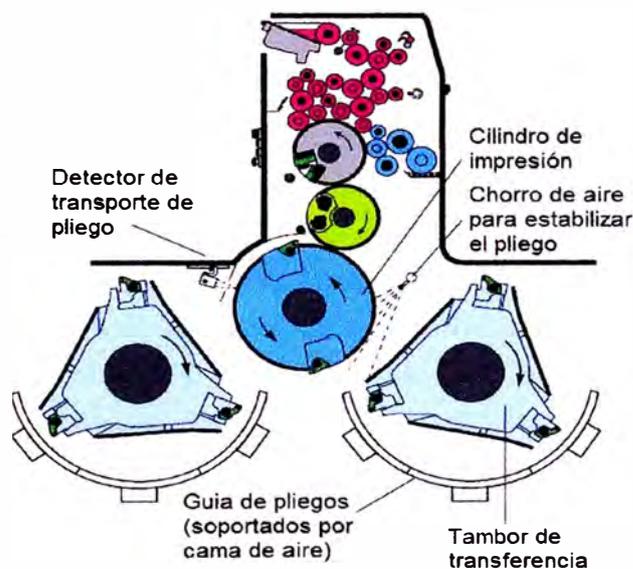
Entre el alimentador y la primera unidad de impresión es necesario acelerar el pliego. El pliego se detiene en la mesa de alimentación y la hoja se alinea en una parada completa. El cilindro de impresión se mueve a la velocidad constante de impresión, el sistema de alimentación tiene la tarea de llevar los pliegos guiados con precisión por las pinzas hasta la velocidad de producción y la transmisión a las pinzas del cilindro impresor.

Cuando se da la transferencia del pliego, las pinzas del tambor Ranger (Figura 2.21) se mantienen estacionarias en la mesa de alimentación, rápidamente toma el pliego y lo acelera hasta la velocidad de impresión. Esta secuencia de movimiento es controlada por un sistema de control especial de levas.



Pliego con la tinta húmeda no debe entrar en contacto con el tambor de transferencia. El pliego esta sostenido por las pinzas del tambor de transferencia y es transportado hacia el cilindro impresor de la unidad de impresión siguiente. Hay muchas formas de evitar que el pliego tome contacto con el tambor, entre las más usadas tenemos revestimientos especiales de tela cubiertas con goma. El uso de un colchón de aire en el tambor representa una alternativa costosa.

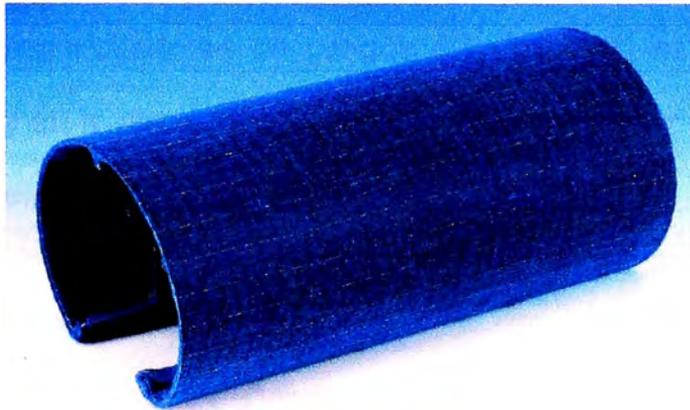
**Figura 2.22: Tambor de transferencia**



### **El cilindro de salida**

También llamado quinto cilindro (Figura 2.23), es el más compacto de todos los cilindros vistos anteriormente y se encarga de entregar el pliego impreso al sistema de barras de pinzas de la salida de pliegos.

**Figura 2.23: Cilindro de salida de pliegos**



### **Apilador de pliegos de salida**

Después de imprimir, los pliegos son alimentados a la pila de salida. La más simple solución tecnológica es una tolva de salida. La distancia a la unidad de salida puede ser usada para acomodar unidades de secado como: secador IR, secador UV, sopladores de aire caliente, sopladores de aire circulante y dispositivos de aplicación de polvo en spray.

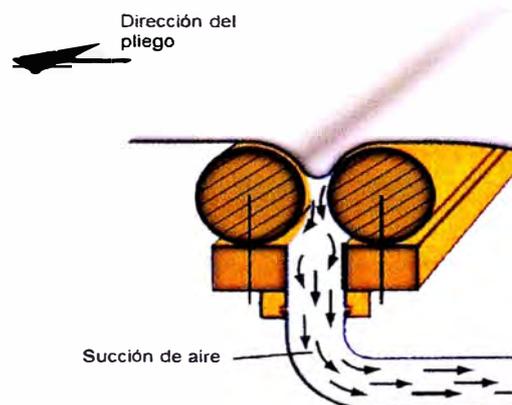
Debido a que el pliego llega a la salida a alta velocidad es necesario reducirlo esto usando sistemas de freno. La leva de abertura de pinza de la barra de transporte de pliegos puede ser ajustada para

que las pinzas abran a una cierta distancia antes de llegar al final de la pila, donde luego es frenado por cintas de aspiración o discos de freno.

### Dispositivo desenrollador de pliegos

Los pliegos impresos por una cara a menudo tienen una fuerte tendencia a enrollarse en la pila de salida, la formación de esta ondulación aumenta el riesgo de que los pliegos se peguen entre sí. Los desenrolladores de pliegos (Figura 2.24) se encargan de doblar la hoja en la dirección opuesta a la curvatura del pliego, de modo que recupere su forma plana.

**Figura 2.24: Desenrollador de pliegos**



### Acabado superficial del pliego

#### Aplicación de polvo (equipo pulverizador)

En la impresión offset de pliegos, la tinta convencional no está del todo seca cuando los pliegos llegan a la pila de salida. Por

consiguiente uno de los principales requisitos en offset es la prevención de manchas y compensación (transferencia de tinta en la hoja siguiente). La aplicación de polvo antirepinte (Figura 2.25) ofrece una solución pero trae consecuencias negativas, como suciedad en la impresora, defectos de calidad en el área de impresión (brillo reducido) y problemas de acabado.

**Figura 2.25: Equipo pulverizador de polvo**



### **Sistema de secado de tinta**

En el proceso de secado de pliegos en impresoras tenemos:

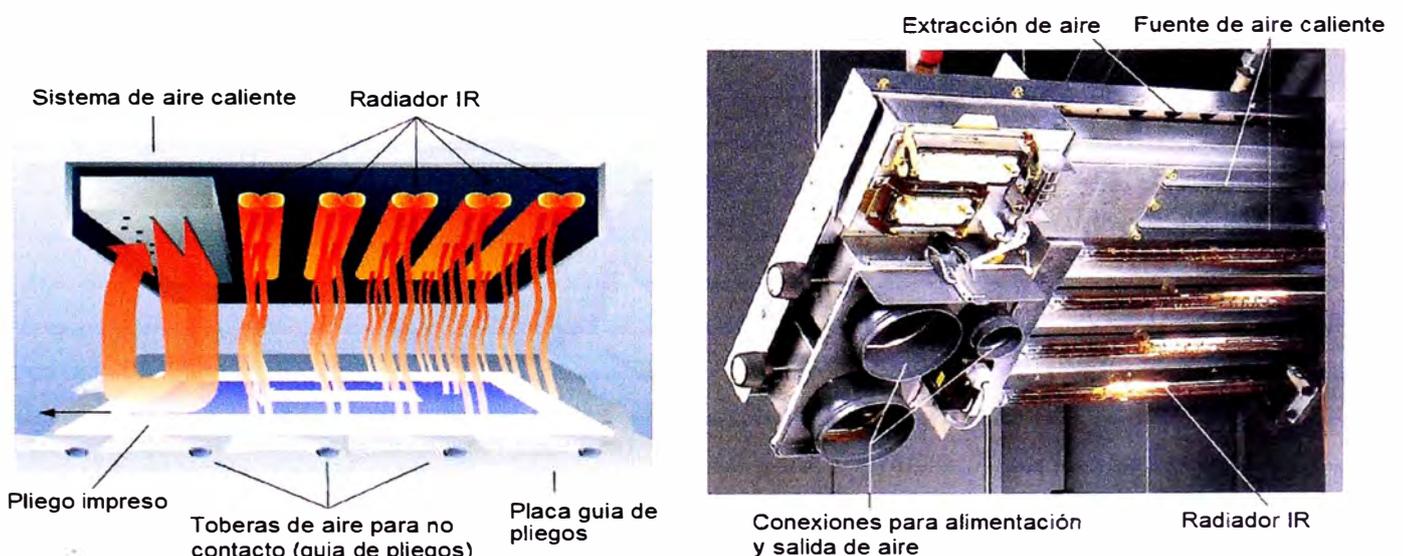
- Secado IR
- Secado por aire caliente
- Secado UV ó curado

La impresora Heidelberg Speedmaster CD 102, cuenta con un sistema de secado IR y por aire caliente.

Los secadores de infrarrojos aceleran la absorción y la oxidación de la tinta. Los secadores de aire con sopladores de aire caliente proporcionan un alto intercambio de aire y en consecuencia permite que se evapore el agua de la solución de mojado que se encuentra en la tinta y en el papel. Secadores de aire caliente son también eficaces en el secado de barnices de dispersión a base de agua.

Particularmente eficaz es un diseño combinado de radiadores IR y sopladores de aire caliente (Figura 2.26). El pliego es estabilizado (sin aleteo de la hoja) por medio de una plancha guía de pliegos equipada con toberas de aire de forma especial (toberas venturi) y se mantiene a una distancia óptima y segura de los radiadores.

**Figura 2.26: Radiador IR y soplador de aire caliente**



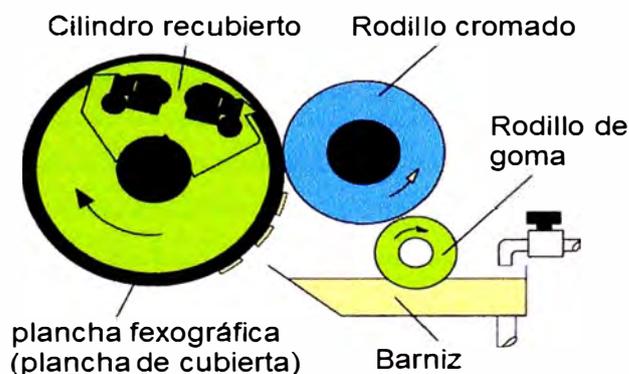
## Revestimiento superficial de pliegos

En el offset de pliegos, los barnices de dispersión (a base de agua) y barnices de curado UV son los que predominan, barnices a base de aceite son muy poco usados debido al poco brillo que producen.

Las unidades de revestimiento son muy similares a las unidades de impresión flexográfica, una manta que cubra la superficie del cilindro de barnizado es bañada por la aplicación con un rodillo duro y el barniz es transferido directamente sobre los pliegos.

El barniz es recogido de una bandeja por un rodillo (Figura 2.27), el recubrimiento es medido por un segundo rodillo actuando como un rodillo de presión o mediante el uso de velocidades diferenciales. La cantidad de barniz puede ser variada dos o tres rodillos pueden ser necesitados, dependiendo de la configuración y la dirección de rotación.

**Figura 2.27: Recubrimiento superficial con barniz**



## **2.4 El polipropileno biorientado (BOPP)**

El polipropileno se obtiene a través del propileno, un gas obtenido a través de cracking del petróleo. Este gas es sometido a ciertas condiciones de temperatura y presión y en presencia de catalizador produce como resultado un polímero compuesto por miles de unidades “propileno” unidas entre sí en forma lineal.

A fines de los años cincuenta se comenzó a producir película de polipropileno, la que a su vez mostraba buenas propiedades ópticas y baja permeabilidad al vapor de agua.

A comienzos de los años setenta, en Italia se desarrolló el proceso para convertir este polímero en una película biorientada. Con la biorientación se logró mejorar notablemente las propiedades ópticas, mecánicas y de barrera al vapor de agua.

El BOPP comenzó entonces a convertirse en el film más versátil en la industria del envase flexible, llegando a desplazar totalmente al film de celofán en 20 años.

Por su excelente barrera al vapor de agua se convirtió en la materia prima base para los envases en los que el producto no debe ganar ni perder humedad.

## **2.5 El mantenimiento en el mundo**

Durante los últimos veinte años, el mantenimiento ha cambiado, quizás más que cualquier otra disciplina gerencial. Estos cambios se deben principalmente al enorme aumento en número y en variedad de los activos físicos (planta, equipamiento, edificaciones) que deben ser mantenidos en todo el mundo, diseños más complejos, nuevos métodos de mantenimiento, y una óptica cambiante en la organización del mantenimiento y sus responsabilidades.

A continuación se dará un vistazo sobre la evolución del mantenimiento en los últimos cincuenta años.

### **Mantenimiento a la falla**

En este programa se da una menor importancia a las condiciones de funcionamiento de máquinas, equipos o sistemas, dado que la mayoría de tareas de mantenimiento son reactivas a la falla o interrupciones de producción. El único objetivo en estas tareas es la rapidez con que la máquina o el sistema pueden volver a funcionar. Siempre y cuando la máquina funcione a un nivel mínimo aceptable, el mantenimiento es considerado eficaz. Este enfoque de mantenimiento es ineficaz y muy costoso. El mantenimiento a la falla tiene dos factores que son los principales contribuyentes al alto costo de mantención: la mala planificación y la reparación incompleta, ambas debido a las limitaciones de tiempo impuestas por la producción y dirección de la planta.

Por lo general este tipo de tareas tiene un costo entre tres a cuatro veces más si es que la reparación de la misma tarea se hubiese planificado.

### **Mantenimiento preventivo**

Un programa integral de mantenimiento preventivo realiza evaluaciones periódicas a los equipos críticos de la planta, máquinas y sistemas para detectar posibles fallas e inmediatamente programar tareas de mantenimiento que evitarán el deterioro en condiciones de funcionamiento. En las mayorías de las plantas el mantenimiento preventivo se limita a la lubricación periódica, ajuste y otras tareas de mantención. La mayoría de los programas de mantenimiento preventivo siguen aún dependiendo de las fallas como principal motivación para las actividades de mantenimiento.

### **Mantenimiento correctivo**

La diferencia de un mantenimiento preventivo y correctivo es que un problema debe existir antes que las acciones correctivas sean tomadas. Las tareas preventivas están destinadas a prevenir la aparición de un problema. Tareas correctivas corrigen los problemas existentes. Mantenimiento correctivo a diferencia de mantenimiento a la falla, se centra en tareas regulares, planifica tareas que deberían mantener toda la máquina crítica de planta y sistemas en condiciones óptimas de operación. La efectividad del mantenimiento es juzgado sobre los costos del ciclo de vida de las maquinarias críticas de planta, equipos y sistemas, no sobre cuán rápido la máquina vuelve al servicio. El mantenimiento correctivo en conjunto con el mantenimiento preventivo está enfocado a eliminar las averías, las desviaciones de las condiciones óptimas de funcionamiento, reparaciones

innecesarias y optimizar la eficacia de todos los sistemas críticos de la planta.

### **Mantenimiento predictivo**

El mantenimiento predictivo es una técnica de gestión que utiliza evaluaciones regulares de la actual condición de operación de equipos de planta, sistemas de producción y las gestiones de función de planta para optimizar el funcionamiento de la planta total. La salida de un programa de mantenimiento predictivo son datos a analizar. Hasta que se tomen medidas para resolver las desviaciones o problemas revelados por el programa, el rendimiento de la planta no se puede mejorar. Sin el compromiso absoluto, el apoyo de la alta dirección y la cooperación de todas las funciones de la planta, un programa de mantenimiento predictivo no puede proporcionar los medios para resolver el bajo rendimiento. La tecnología permite una evaluación precisa de todos los grupos funcionales que si se utilizan adecuadamente, el mantenimiento predictivo puede identificar la mayoría de los factores que limitan la eficacia y la eficiencia de la planta.

### **Mantenimiento centrado en confiabilidad (MCC)**

Un mantenimiento centrado en confiabilidad (MCC) es un proceso que identifica sistemáticamente todas las funciones y fallas funcionales de los activos, asimismo identifica todas las causas probables de las fallas, seguidamente se procede a identificar los efectos de los modos de falla probables. Una vez que se ha reunido esta información, el proceso MCC selecciona las políticas de gestión de activos más adecuado: tareas sobre condición, programación de tareas de restauración, programación de tareas

de descarte, tareas de búsqueda de fallas. Estas consideraciones hacen la diferencia con el desarrollo de otros procesos de mantenimiento.

### **Mantenimiento productivo total (TPM)**

El mantenimiento productivo total (TPM) proporciona un enfoque integral, enfoque del ciclo de vida, gestión de los equipos que minimiza las fallas, defectos de producción y accidentes. El TPM involucra a todos los miembros de la organización desde el nivel de gerencia al de la mecánica de producción y grupos de apoyo conformado por proveedores externos. El objetivo es mejorar continuamente la disponibilidad y evitar la degradación de los equipos para lograr la máxima eficacia. El TPM no es una idea radicalmente nueva, sino que es el siguiente paso en la evolución de buenas prácticas de mantenimiento.

En TPM, el mantenimiento es reconocido como un valioso recurso, porque tiene el papel importante en hacer que el negocio sea más rentable y el sistema de fabricación más competitivo por la continua mejora de la capacidad de los equipos. Para obtener los beneficios del TPM, este debe ser aplicado en las cantidades adecuadas, situaciones adecuadas y estar integrado con el sistema de fabricación y otras iniciativas de mejora.

## 2.6 Indicadores clave de desempeño

A continuación se definirá algunos parámetros para el cálculo de los indicadores de desempeño del equipo.

1. **Total Horas Programadas:** es el tiempo total de programación del equipo para producir, ejemplo: 720 horas mensuales.
2. **Total Horas Producción:** es el tiempo en el cual el equipo ha tenido una producción aceptable a lo largo del tiempo programado.
3. **Total Horas Preparación:** es el tiempo destinado para realizar la puesta a punto en los cambios de formato de trabajo.
4. **Total Horas Improductivas:** es el tiempo total en el cual el equipo no ha tenido una producción aceptable o ha dejado de producir.
5. **Horas de Mantenimiento Preventivo:** es el tiempo destinado a la ejecución de tareas de mantenimiento del equipo de acuerdo al plan anual.
6. **Horas de Mantenimiento Correctivo:** es el tiempo destinado a la reparación de las fallas eventuales y reparaciones correctivas programadas del equipo.
7. **Orden de trabajo:** es el registro de una solicitud de trabajo originado.
8. **Tiempo Medio Entre Fallas (TMEF):** es el tiempo promedio transcurrido entre la ocurrencia de una falla y otra.

$$TMEF = \frac{\textit{Tiempo total calendario}}{\textit{Número de ordenes de trabajo correctivas}}$$

**9. Tiempo Medio Para Reparar (TMPR):** es el tiempo promedio para poner operativo el equipo después de una reparación correctiva.

$$TMPR = \frac{\text{Tiempo total en trabajos correctivos}}{\text{Número de ordenes de trabajo correctivos}}$$

**10. Velocidad Promedio de Impresión:** es el valor promedio mensual de la velocidad de trabajo del equipo.

**11. Disponibilidad:** es el tiempo de operación expresado como porcentaje del tiempo total de horas programadas.

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Tiempo de operación}}{\text{Tiempo total de horas programadas}} \times 100\%$$

**12. Tasa de Rendimiento:** expresa la tasa de producción del equipo como porcentaje de la tasa de producción estándar. La tasa de producción estándar es equivalente a la capacidad de diseño del equipo.

$$\text{Tasa de rendimiento} = \frac{\text{Tasa de producción real media}}{\text{Tasa de producción estándar}} \times 100\%$$

**13. Tasa de Calidad:** expresa la cantidad de producto aceptable (producción total menos producto de mala calidad, desecho y producto reprocesado) expresado como un porcentaje de la producción total.

$$\text{Tasa de calidad} = \frac{\text{Cant. de producción} - (\text{Cant. de merma})}{\text{Cantidad de producción}} \times 100\%$$

**14. Efectividad Global del Equipo (OEE):** es un indicador global de la condición del equipo que toma en cuenta el tiempo de operación, el rendimiento y la calidad.

$$OEE = (\text{Disponibilidad} \times \text{Tasa de rendimiento} \times \text{Tasa de calidad}) \times 100\%$$

### **CAPITULO III**

#### **DESCRIPCION TECNICA DE LA IMPRESORA**

La impresora offset de pliegos Heidelberg Speedmaster CD 102 satisface una amplia gama de posibilidades de impresión debido, al gran rango de espesores de los materiales de impresión (0.03 a 1 mm), a su sistema automatizado para el proceso de cambio de planchas de impresión (Autoplate), al sistema de periféricos interconectados a la impresora con la estación de control compacto (Prinect Press Center) y a la automatización personalizada, ofreciendo la oportunidad de tener un equipo flexible para satisfacer las necesidades más exigentes.

El equipo, objeto del estudio, está configurada por: un alimentador (Preset plus), seis cuerpos de impresión, una unidad de barnizado y una salida extendida (secador IR + aire caliente), alcanzando una longitud de 15.85 m, un ancho de 3.33 m y una altura de 2.15 m. (Ver Apéndice A).

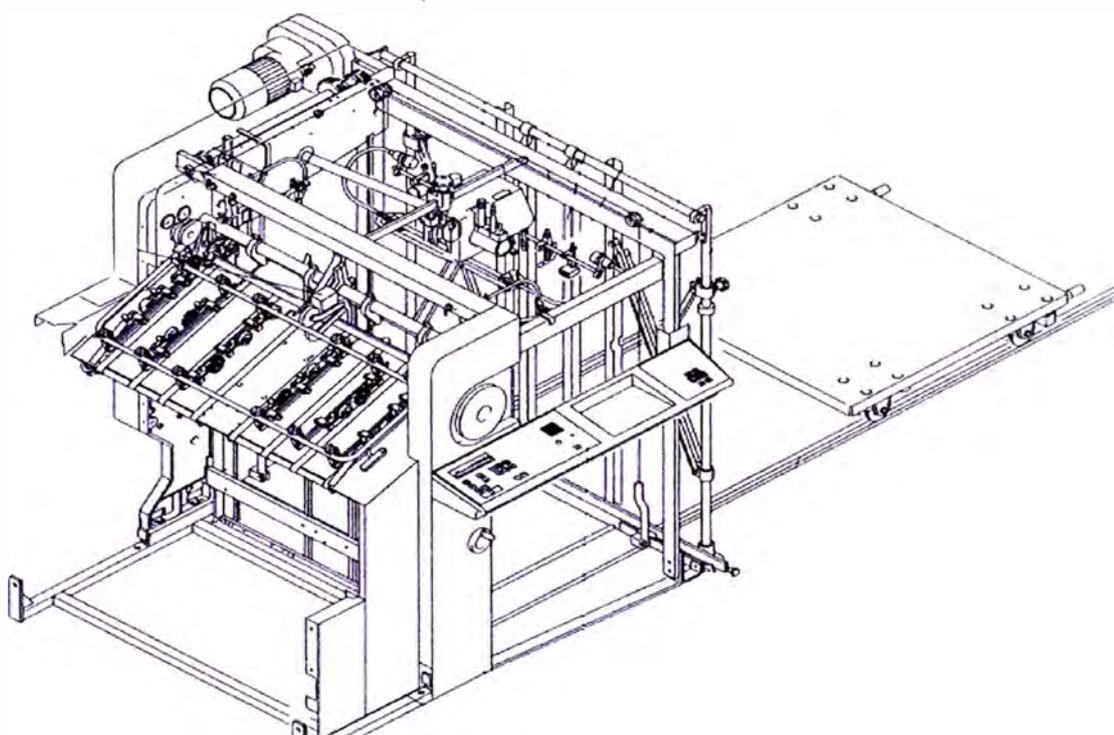
Adicionalmente, el equipo utiliza también periféricos (auxiliares) para la alimentación de aire, secado de pliegos, aplicación de polvo y solución de mojado.

### 3.1 Esquema de la impresora offset de pliegos Heidelberg

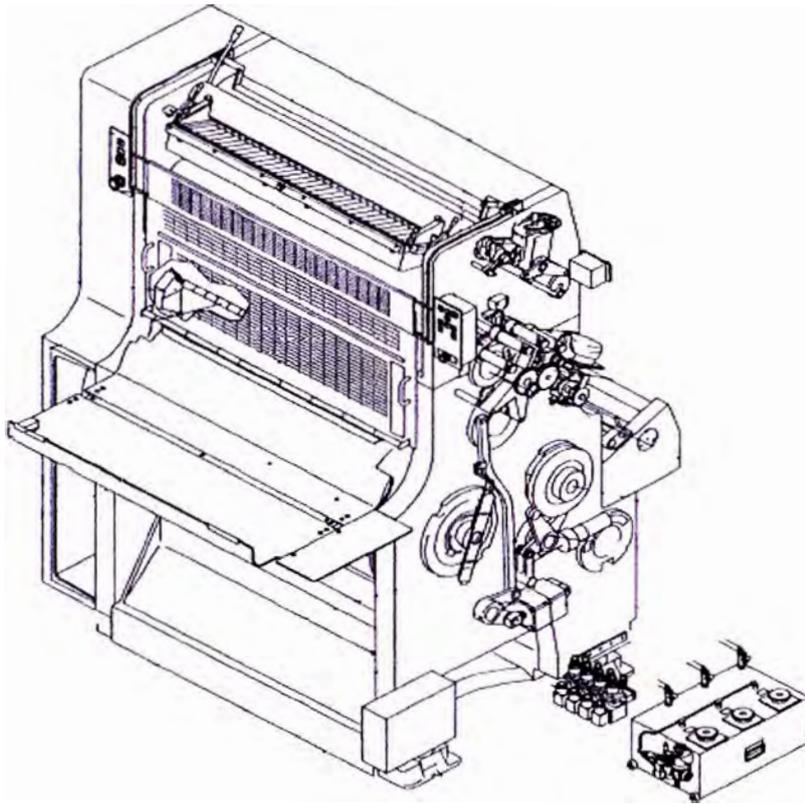
#### Speedmaster CD 102



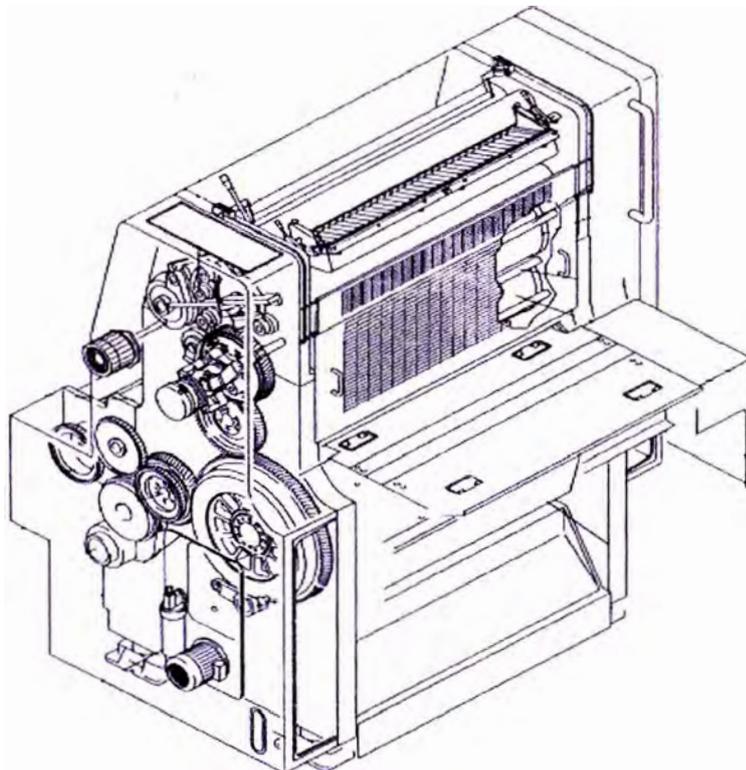
**Figura 3.1: Impresora Heidelberg Speedmaster CD 102**



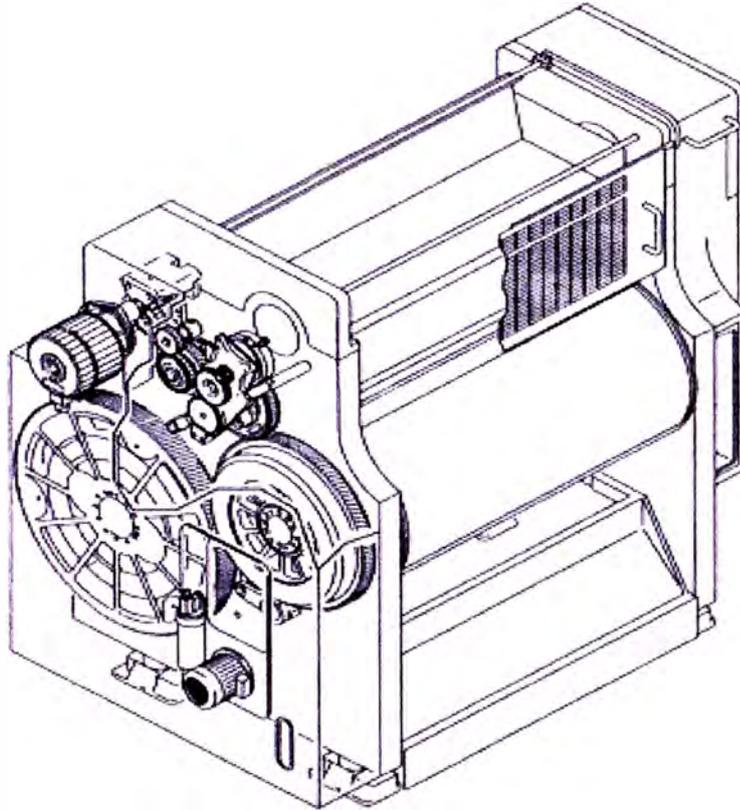
**Figura 3.2: Alimentador de pliegos**



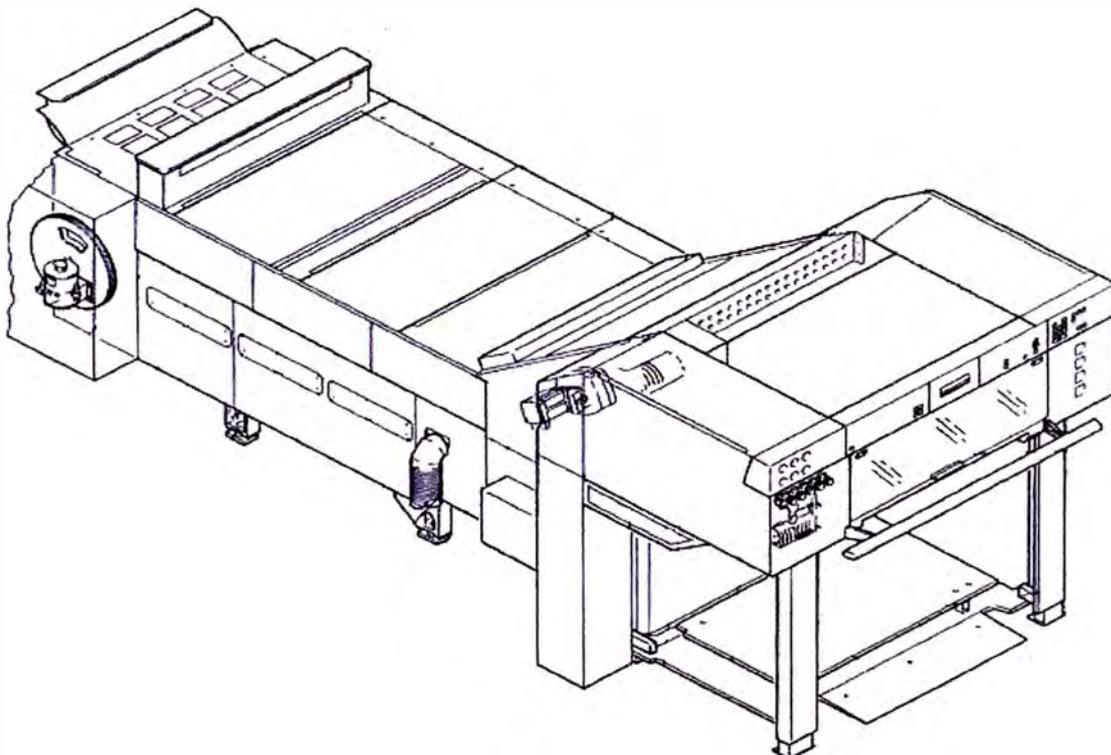
**Figura 3.3: Unidad de impresión (Lado Servicio)**



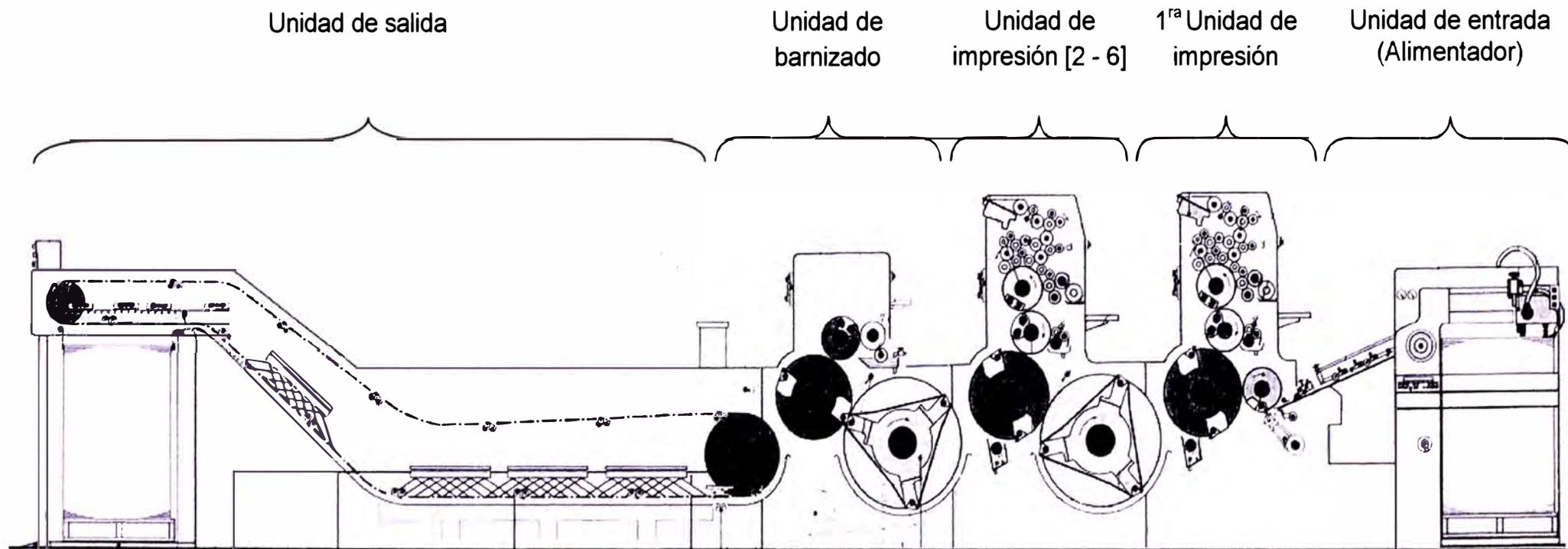
**Figura 3.4: Unidad de impresión (Lado Impulso)**



**Figura 3.5: Unidad de barnizado**



**Figura 3.6: Unidad de salida**



**Figura 3.7: Vista longitudinal del equipo en sección**

### **3.2 Componentes principales de la impresora offset y equipos auxiliares**

A continuación se hace un listado de los componentes principales de cada una de las divisiones de la impresora offset de pliegos.

#### **Unidad de entrada**

- Aspiradores de arrastre
- Cabezal aspirador
- Cepillo de separación de pliego
- Cinta de transporte
- Detector de doble pliego
- Palpador
- Mesa auxiliar de pila
- Mesa principal de pila
- Rodillo de avance
- Rodillo de transporte
- Sensor de altura de pila
- Sistema de seguridad
- Soplador de aire transportador
- Soplador de borde trasero
- Sopladores diagonales y de esquina
- Sopladores separadores
- Sujetador de pliego
- Toberas de elevación
- Topes delanteros
- Topes laterales del formato de pliego
- Topes posteriores de pila

#### **Unidad de impresión**

- Apoyo de pinza de tambores de transferencia
- Autoplate

- Barra sopladora
- Cilindro de caucho
- Cilindro de transferencia
- Cilindro impresor
- Cilindro portamantilla
- Cilindro portaplancha
- Cuerpo de entintado
- Cuerpo impresor
- Deposito de producto de lavado
- Mecanismo de entintado
- Mecanismo de impresión
- Mecanismo de mojado
- Registro circunferencial
- Rodillo cargador
- Rodillo dador de tinta
- Rodillo de transferencia de tinta
- Rodillo distribuidor de agua [R]
- Rodillo distribuidor de tinta
- Rodillo dosificador (D)
- Rodillo humectador (A)
- Rodillo inmersor (T)
- Rodillo intermedio (Z)
- Rodillo tomador
- Sistema de lavado de cilindro impresor
- Sistema de lavado de mantilla
- Sistema de lavado del cuerpo de entintado
- Sistema de seguridad
- Super blue tapones de transferencia
- Tintero

#### **Unidad de barnizado**

- Cubeta de barniz

- Cuerpo barnizador
- Mantilla de barnizado
- Pileta recogedora
- Pliego de cama
- Rasqueta de cámara
- Regulador de nivel
- Rodillo dosificador
- Rodillo inmersor de barnizado
- Sensor de nivel
- Sensor de rebose
- Sistema de circulación de barniz
- Sistema de seguridad

### **Unidad de salida**

- Eje de rueda de cadena
- Emparejador frontal de pliego
- Emparejador posterior de pliego
- Enderezadores de pliegos laterales
- Extractor de polvo anti-repinte
- Freno de pliego
- Leva de apertura de pinzas
- Pulverizador
- Mesa auxiliar de pila
- Mesa principal de pila
- Salida de pliegos non-stop
- Secador
- Seguro contrasalto de pliego
- Sistema de seguridad
- Subida de pliego

Como se mencionó anteriormente, la impresora cuenta con una serie de periféricos (equipos auxiliares) para obtener la máxima productividad y una alta calidad de impresión. A continuación se hará un breve detalle de cada una de sus funciones.

### **Estación de control Prinect Press Center**

Este equipo permite el monitoreo y control ergonómico de casi todos los componentes de la impresora, establece ajustes previos para trabajos repetitivos y permite conectividad con los equipos de pre-prensa, logrando de esta manera la reducción del tiempo de preparación.



**Figura 3.8: Prinect Press Center (PPC)**

### **Central de aire AirStar y ScrollStar**

El AirStar combina ventiladores individuales para proporcionar vacío y soplado de aire en un solo armario de suministro. Este sistema está optimizado para una máxima eficiencia energética, lo que resulta en un

ahorro de hasta 50% en comparación con sistemas convencionales. El número de ventiladores en funcionamiento está ligado a los requisitos de operación de la impresora.

El ScrollStar asegura que el suministro de aire comprimido a la impresora este totalmente libre de aceite y condensado de agua. El diseño del compresor permite un bajo desgaste y un alto rendimiento, dando una excelente fiabilidad y disponibilidad.



**Figura 3.9: Central de aire AirStar**

### **Central de agua Technotrans**

El Technotrans se encarga de estabilizar la concentración de alcohol y aditivos de la solución de mojado en el agua, limpiar la solución de mojado de partículas e impurezas y mantener la temperatura constante de la

solución en la unidad de impresión, estos son requisitos fundamentales para asegurar resultados óptimos de impresión.



**Figura 3.10: Central de agua Technotrans**

### **Secador DryStar**

Con el sistema de secado DryStar, los secadores están configurados para maximizar la eficiencia de secado y calidad, incluso a velocidades de impresión superior y con tinta fuerte y/o revestimientos exigentes. Gracias a este eficiente secado, los pliegos están disponibles para el acabado muy rápidamente.



**Figura 3.11: Modulo de lámparas DryStar**

## CAPITULO IV

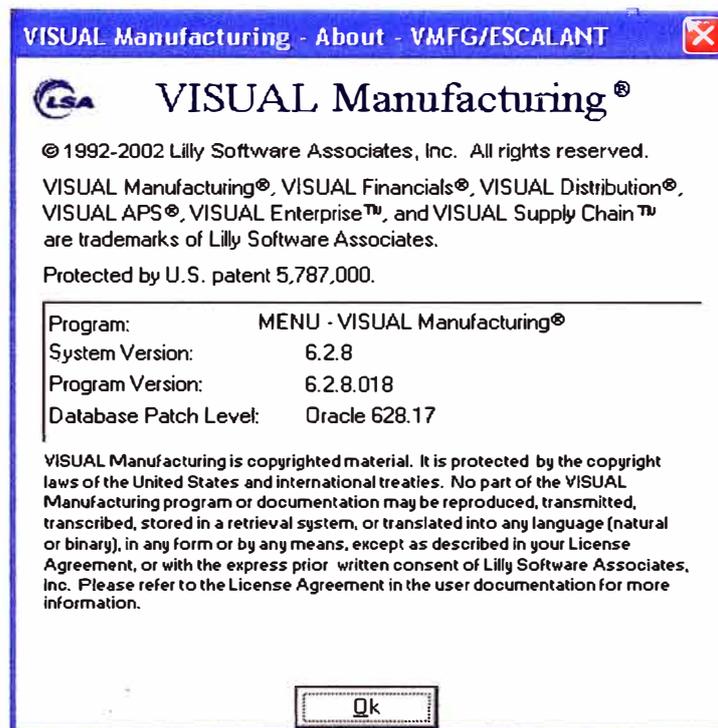
### ANALISIS Y DESARROLLO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO

#### 4.1 Sistema informático de mantención

La empresa cuenta con dos sistemas informáticos para llevar el control, tanto de la producción como del mantenimiento de sus activos físicos. El software de planificación de recursos empresariales (ERP) Visual Manufacturing<sup>®</sup> nos permitirá tener datos de operación y producción del equipo y el software de mantenimiento MP2 Enterprise<sup>®</sup> nos permitirá conocer el estado actual del equipo a través del procesamiento de las órdenes de trabajo correctivas como preventivas, sus respectivos tiempos de paro, mantenimiento, reparaciones y observaciones.

Visual Manufacturing fue adquirido en 1999 y MP2 Enterprise en el 2004, ambos sistemas han trabajado en paralelo hasta el día de hoy y representan una de las principales fuentes de información para el desarrollo del plan de mantenimiento de la impresora.

La empresa cuenta además con el sistema de gestión de calidad ISO9001, la aplicación de las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) y el modelo de gestión Balanced Scorecard.



**Figura 4.1: Software Visual Manufacturing**



**Figura 4.2: Software MP2 Enterprise**

## 4.2 Datos estadísticos

La impresora offset de pliegos Heidelberg CD 102 fue adquirida en el año 2001 y puesta en operación en el mes de Julio del mismo año, se procederá a extraer la data de ambos sistemas ya mencionados para el análisis estadístico respectivo.

### 4.2.1 Resumen mensual de producción

A continuación se muestra el resumen mensual de producción correspondiente al año 2011, en el que se puede apreciar el tiempo de producción, preparación, improductivo y de mantenimiento. Los datos correspondientes a los demás años se muestran como valor total debido al volumen de datos y se adjuntan en el Apéndice B del presente informe.

**Tabla 4.1: Resumen mensual de producción (2011)**

MES	TOTAL H. IMPROD.	TOTAL H. PREPAR.	TOTAL H. PRODUC.	TOTAL H. PROGR.	MANT. PREV.	MANT. CORREC.
ENERO	151.47	109.82	430.78	692.07	57.93	37.30
FEBRERO	97.70	107.62	431.42	636.74	43.20	29.15
MARZO	82.88	102.10	450.00	634.98	39.38	29.84
ABRIL	113.40	132.28	326.55	572.23	44.77	36.39
MAYO	113.40	196.72	332.78	642.97	39.57	43.82
JUNIO	166.93	114.82	387.25	669.00	59.60	50.08
JULIO	122.18	143.77	352.38	618.33	56.63	28.98

**Tabla 4.2: Resumen anual de producción (2001-2010)**

AÑO	TOTAL H. IMPROD.	TOTAL H. PREPAR.	TOTAL H. PRODUC.	MANT. PREV.	MANT. CORREC.
2001	1200.59	701.49	1496.4	230.31	270.36
2002	2418.87	1672.06	3400.63	406.57	553.25
2003	2203.14	2086.31	3203.49	409.64	167.36
2004	1955.04	1723.91	3062.71	461.84	275.43
2005	1588.77	1782.67	3017.96	414.75	279.67
2006	1510.84	1364.85	4047.39	435.88	311.56
2007	2196.37	1151.86	4196.95	490.64	527.31
2008	2309.55	1202.37	4096.07	474.73	701.13
2009	2134.86	1069.2	4358	484.56	536.57
2010	1834.86	1441.74	4488.58	426.12	325.01

#### 4.2.2 Velocidad de impresión

A continuación se muestra la velocidad de impresión promedio mensual (pliegos/hora). El valor nominal de diseño es 12000 pliegos/hora.

**Tabla 4.3: Velocidad promedio de impresión**

AÑO	ENER	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2006	9133	8776	9920	9068	8379	8144	8087	8021	7939	8469	8751	8308
2007	7995	8867	8562	8676	7862	8123	8239	8274	8046	8050	8108	7706
2008	8261	7707	7542	7948	8287	8254	8353	7982	8053	7871	7951	8139
2009	7511	7165	8021	7575	9838	8100	8516	8634	8128	8648	8052	8099
2010	8013	8052	7720	7494	7655	7381	7504	7678	8169	8070	8382	7553
2011	7215	7915	7513	7786	7672	7723	7613	X	X	X	X	X

#### 4.2.3 Tiempo de parada por mantenimiento

A continuación se muestra el tiempo de paro por mantenimiento correctivo y el número de órdenes de trabajos atendidos correspondientes al año 2011, a su vez se hace uso de las fórmulas para el cálculo de los indicadores del TMEF y el Tmpr. Los datos correspondientes a los demás años no se muestran debido al volumen de datos y se adjuntan en el Apéndice C del presente informe.

**Tabla 4.4: Tiempo de paro por mantenimiento correctivo**

MES	T.PARO (Hrs.)	N° OT	Tmpr (Hrs.)	TMEF (Hrs.)
ENERO	37.3	52.0	0.7	14.3
FEBRERO	29.2	35.0	0.8	19.2
MARZO	29.9	30.0	1.0	24.8
ABRIL	36.4	37.0	1.0	19.5
MAYO	43.8	41.0	1.1	18.1
JUNIO	50.1	41.0	1.2	17.6
JULIO	19.3	16.0	1.2	46.5

#### 4.2.4 Disponibilidad de la impresora

A continuación se muestra el valor del indicador de disponibilidad mensual del equipo correspondiente al año 2011 y los valores promedios de los demás años. Estos valores han sido obtenidos

aplicando la fórmula de la sección 2.6, para los datos de producción mostrados en la Tabla 4.1.

Los datos mensuales correspondientes a los demás años no se muestran debido al volumen de datos y se adjuntan en el Apéndice D del presente informe.

**Tabla 4.5: Disponibilidad mensual de la impresora (2011)**

MES	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO
DISPONIBILIDAD (%)	86.2	88.6	89.1	85.8	87.0	83.6	86.2

**Tabla 4.6: Resumen de disponibilidad promedio anual (2001-2010)**

AÑO	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
DISPONIBILIDAD (%)	85.2	87.2	92.3	89.1	89.0	89.1	86.3	83.9	85.6	90.1

#### **4.2.5 Tasa de Rendimiento**

A continuación se muestra el valor del indicador de tasa de rendimiento mensual del equipo correspondiente al año 2011 y los valores promedios de los demás años. Los datos mensuales correspondientes a los demás años no se muestran debido al volumen de datos y se adjuntan en el Apéndice D del presente informe.

**Tabla 4.7: Tasa de Rendimiento mensual de la impresora (2011)**

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL
TR (%)	78.70%	80.10%	79.10%	88.90%	86.72%	82.15%	83.12%

**Tabla 4.8: Resumen Tasa de Rendimiento promedio anual (2006-2010)**

AÑO	2006	2007	2008	2009	2010
TR (%)	82.53%	86.64%	81.69%	87.61%	76.13%

#### 4.2.6 Tasa de Calidad

A continuación se muestra el valor del indicador de tasa de calidad mensual del equipo correspondiente al año 2011 y los valores promedios de los demás años. Los datos mensuales correspondientes a los demás años no se muestran debido al volumen de datos y se adjuntan en el Apéndice D.

**Tabla 4.9: Tasa de Calidad mensual de la impresora (2011)**

MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL
TC (%)	99.20%	99.20%	99.10%	99.40%	99.30%	99.20%	99.10%

**Tabla 4.10: Resumen Tasa de Calidad promedio anual (2006-2010)**

AÑO	2006	2007	2008	2009	2010
TC (%)	99.07%	99.50%	99.42%	99.13%	99.30%

#### 4.2.7 Efectividad Global del Equipo

A continuación se muestra el valor del indicador de Efectividad Global del Equipo (OEE) correspondiente al año 2011 y los valores promedios de los demás años. Los datos mensuales correspondientes a los demás años no se muestran debido al volumen de datos y se adjuntan en el Apéndice D.

**Tabla 4.11: Eficiencia Global del Equipo mensual de la impresora (2011)**

MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL
OEE (%)	67.32%	70.42%	69.84%	75.83%	74.94%	68.13%	70.96%

**Tabla 4.12: Resumen Eficiencia Global del Equipo promedio anual (2006-2010)**

AÑO	2006	2007	2008	2009	2010
OEE (%)	72.11%	74.72%	66.81%	69.49%	65.54%

#### 4.2.8 Datos de costos de producción

En las tablas 4.13 y 4.14 podemos observar los costos de producción del papel y cartón impreso de los periodos 2008, 2009, 2010, 2011 (proyectado).

**Tabla 4.13: Costo de producción de Papel impreso (2008-2011)**

PERIODO	2008	2009	2010	2011
<b>Volumen (Kg)</b>				
Etiquetas cerveza metalizada	909,973	985,913	922,179	957,019
Etiquetas de cerveza couche	736,477	699,855	376,446	419,447
Etiquetas de Cerveza Reflexión	-	181,593	616,810	653,614
Etiquetas alimentos	60,794	64,106	31,293	32,545
Etiquetas gaseosa	68,119	49,999	22,569	23,472
Encartes	5,790	0	0	0
<b>Total Volumen</b>	<b>1,781,152</b>	<b>1,981,465</b>	<b>1,969,298</b>	<b>2,086,097</b>
<b>Precio (US\$ / Kg)</b>				
Etiquetas cerveza metalizada	\$6.95	\$6.87	\$6.42	\$6.22
Etiquetas de cerveza couche	\$3.77	\$4.16	\$3.87	\$3.74
Etiquetas de Cerveza Reflexión	-	\$4.02	\$4.25	\$4.13
Etiquetas alimentos	\$4.80	\$4.86	\$4.44	\$4.44
Etiquetas cigarrillos	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Etiquetas gaseosa	\$3.61	\$5.82	\$4.64	\$4.64
Encartes	\$0.75	\$0.00	\$0.00	\$0.00
<b>Precio Promedio</b>	<b>\$5.41</b>	<b>\$5.56</b>	<b>\$5.20</b>	<b>\$5.02</b>
Backus	\$9,101,625	\$10,410,498	\$9,992,397	\$10,221,874
Otros	\$542,246	\$602,797	\$243,559	\$253,301
	\$9,643,872	\$11,013,295	\$10,235,956	\$10,475,175
<b>Ventas (US\$)</b>				
Etiquetas cerveza metalizada	\$6,327,334	\$6,769,464	\$5,917,307	\$5,955,123
Etiquetas de cerveza couche	\$2,774,291	\$2,911,174	\$1,455,602	\$1,569,899
Etiquetas de Cerveza Reflexión	-	\$729,860	\$2,619,488	\$2,696,851
Etiquetas alimentos	\$291,988	\$311,821	\$138,861	\$144,415
Etiquetas gaseosa	\$245,918	\$290,976	\$104,698	\$108,886
Encartes	\$4,341	-	-	-
<b>Total Ventas</b>	<b>\$9,643,872</b>	<b>\$11,013,295</b>	<b>\$10,235,956</b>	<b>\$10,475,175</b>

<b>Costos Variables (US\$/kg)</b>				
Etiquetas cerveza metalizada	\$4.87	\$4.81	\$4.60	\$4.78
Etiquetas de cerveza couche	\$2.20	\$2.53	\$2.55	\$2.65
Etiquetas de Cerveza Reflexión	-	\$2.53	\$2.85	\$2.96
Etiquetas alimentos	\$2.27	\$2.46	\$2.53	\$2.49
Etiquetas gaseosa	\$2.55	\$2.87	\$2.56	\$2.56
Encartes	\$0.47	\$0.00	\$0.00	\$0.00
<b>Total Costo Variable</b>	<b>\$3.58</b>	<b>\$3.67</b>	<b>\$3.61</b>	<b>\$3.72</b>
<b>Margen de Contribución (US\$/kg)</b>				
Etiquetas cerveza metalizada	\$2.08	\$2.06	\$1.81	\$1.45
Etiquetas de cerveza couche	\$1.56	\$1.63	\$1.32	\$1.10
Etiquetas de Cerveza Reflexión	-	\$1.49	\$1.40	\$1.17
Etiquetas alimentos	\$2.53	\$2.40	\$1.90	\$1.94
Etiquetas gaseosa	\$1.06	\$2.95	\$2.08	\$2.08
Encartes	\$0.28	\$0.00	\$0.00	-
<b>Margen de Contribución Papel</b>	<b>\$3,271,033</b>	<b>\$3,745,563</b>	<b>\$3,133,661</b>	<b>\$2,722,116</b>
<b>MC Unitario</b>	<b>\$1.84</b>	<b>\$1.89</b>	<b>\$1.59</b>	<b>\$1.30</b>
<b>Porcentaje</b>	<b>33.9%</b>	<b>34.0%</b>	<b>30.6%</b>	<b>26.0%</b>
<b>Margen de Contribución %</b>				
Etiquetas cerveza metalizada	29.91%	29.99%	28.24%	23.26%
Etiquetas de cerveza couche	41.50%	39.28%	34.03%	29.33%
Etiquetas de Cerveza Reflexión	-	37.08%	32.86%	28.34%
Etiquetas alimentos	52.65%	49.32%	42.93%	43.82%
Etiquetas gaseosa	29.23%	50.61%	44.84%	44.90%
Encartes	37.81%	0.00%	0.00%	0.00%

<b>COSTOS FIJOS PAPEL IMPRESO (AÑO 2010)</b>		
<b>Papel</b>	<b>Soles/Kg</b>	<b>US\$/Kg</b>
Mano de obra	0.54	0.19
Energía	0.14	0.05
Servicio de terceros	0.16	0.06

**Tabla 4.14: Costo de producción de Cartón impreso (2008-2011)**

PERIODO	2008	2009	2010	2011
<b>Volumen (Kg)</b>				
Capuchones	949,494	1,199,554	1,117,208	1,161,896
Estuches alimentos	674,955	702,758	994,134	1,033,900
Estuches cuidado personal	385,138	407,602	441,812	459,484
Estuches golosinas	926,243	940,469	1,029,102	1,070,266
Estuches limpieza	77,077	104,497	122,458	127,356
Estuches Escritorio	130,093	145,495	72,810	75,722
Exportación	17,585	27,440	18,884	19,640
Multiempaques cerveza	315,746	175,133	198,936	206,893
Multiempaques lácteos	41,901	39,128	25,396	26,412
Vasos	222,431	355,224	299,645	311,631
Otros Cartón	925	6,591	52,448	54,545
<b>Total Volumen Cartón</b>	<b>3,741,588</b>	<b>4,103,891</b>	<b>4,372,832</b>	<b>4,547,745</b>
<b>Precio (US\$ / Kg)</b>				
Capuchones	\$2.33	\$2.37	\$2.41	\$2.41
Estuches alimentos	\$1.87	\$1.95	\$2.03	\$2.03
Estuches cuidado personal	\$2.10	\$2.10	\$2.17	\$2.17
Estuches golosinas	\$1.80	\$1.97	\$1.96	\$1.96
Estuches limpieza	\$1.91	\$1.97	\$1.82	\$1.82
Estuches Escritorio	\$1.75	\$1.89	\$2.58	\$2.58
Exportación	\$2.00	\$2.95	\$2.29	\$2.29
Multiempaques cerveza	\$1.92	\$2.05	\$1.75	\$1.75
Multiempaques lácteos	\$2.32	\$2.43	\$2.24	\$2.24
Vasos	\$0.67	\$0.66	\$0.69	\$0.69
Otros Cartón	\$4.25	\$5.05	\$1.92	\$1.92
<b>Precio Promedio Cartón</b>	<b>\$1.93</b>	<b>\$2.00</b>	<b>\$2.03</b>	<b>\$2.03</b>
Backus	\$607,795	\$358,927	\$348,892	\$362,847
Otros	\$6,605,432	\$7,847,054	\$8,508,007	\$8,848,328
	\$7,213,227	\$8,205,981	\$8,856,899	\$9,211,175

<b>Ventas (US\$)</b>				
Capuchones	\$2,210,267	\$2,840,973	\$2,695,665	\$2,803,492
Estuches alimentos	\$1,261,151	\$1,373,305	\$2,020,254	\$2,101,064
Estuches cuidado personal	\$809,765	\$857,699	\$957,582	\$995,885
Estuches golosinas	\$1,663,348	\$1,852,052	\$2,016,106	\$2,096,750
Estuches limpieza	\$147,126	\$206,045	\$222,938	\$231,855
Estuches Escritorio	\$227,690	\$274,446	\$188,081	\$195,604
Exportación	\$35,179	\$81,061	\$43,277	\$45,008
Multiempaques cerveza	\$607,795	\$358,927	\$348,892	\$362,847
Multiempaques lácteos	\$97,401	\$95,036	\$56,797	\$59,069
Vasos	\$149,578	\$233,130	\$206,762	\$215,032
Otros Cartón	\$3,927	\$33,307	\$100,546	\$104,567
<b>Total Ventas Cartón</b>	<b>\$7,213,227</b>	<b>\$8,205,981</b>	<b>\$8,856,899</b>	<b>\$9,211,175</b>
<b>Costos Variables (US\$/kg)</b>				
Capuchones	\$1.28	\$1.39	\$1.44	\$1.44
Estuches alimentos	\$1.39	\$1.37	\$1.44	\$1.44
Estuches cuidado personal	\$1.26	\$1.36	\$1.37	\$1.37
Estuches golosinas	\$1.32	\$1.35	\$1.33	\$1.33
Estuches limpieza	\$1.27	\$1.28	\$1.33	\$1.33
Estuches Escritorio	\$1.32	\$1.27	\$1.48	\$1.48
Exportación	\$1.21	\$1.30	\$1.34	\$1.34
Multiempaques cerveza	\$1.42	\$1.31	\$1.32	\$1.32
Multiempaques lácteos	\$1.35	\$1.49	\$1.41	\$1.41
Vasos	\$0.22	\$0.21	\$0.21	\$0.21
Otros Cartón	\$1.41	\$1.32	\$0.97	\$0.97
<b>Precio Promedio Cartón</b>	<b>\$1.26</b>	<b>\$1.26</b>	<b>\$1.31</b>	<b>\$1.31</b>
<b>Margen de Contribución (US\$/kg)</b>				
Capuchones	\$1.05	\$0.98	\$0.97	\$0.97
Estuches alimentos	\$0.48	\$0.58	\$0.59	\$0.59
Estuches cigarrillos	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Estuches cuidado personal	\$0.85	\$0.75	\$0.80	\$0.80
Estuches golosinas	\$0.48	\$0.62	\$0.62	\$0.62
Estuches limpieza	\$0.64	\$0.69	\$0.49	\$0.49
Estuches Escritorio	\$0.43	\$0.61	\$1.11	\$1.11
Exportación	\$0.79	\$1.65	\$0.95	\$0.95
Multiempaques cerveza	\$0.51	\$0.74	\$0.43	\$0.43
Multiempaques lácteos	\$0.98	\$0.94	\$0.83	\$0.83
Vasos	\$0.46	\$0.45	\$0.48	\$0.48
Otros Cartón	\$2.83	\$3.74	\$0.95	\$0.95

<b>Margen de Contribución Cartón</b>	<b>\$2,512,986</b>	<b>\$3,035,762</b>	<b>\$3,134,830</b>	<b>\$3,260,223</b>
<b>MC Unitario</b>	<b>\$0.67</b>	<b>\$0.74</b>	<b>\$0.72</b>	<b>\$0.72</b>
<b>Porcentaje</b>	<b>35%</b>	<b>37%</b>	<b>35%</b>	<b>35%</b>
<b>Margen de Contribución %</b>				
Capuchones	45.16%	41.47%	40.38%	40.38%
Estuches alimentos	25.45%	29.91%	29.25%	29.25%
Estuches cigarrillos	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Estuches cuidado personal	40.22%	35.44%	36.92%	36.92%
Estuches golosinas	26.65%	31.65%	31.90%	31.90%
Estuches limpieza	33.38%	35.21%	27.12%	27.12%
Estuches Escritorio	24.61%	32.60%	42.82%	42.82%
Exportación	39.66%	55.92%	41.50%	41.50%
Multiempaques cerveza	26.48%	35.99%	24.65%	24.65%
Multiempaques lácteos	42.04%	38.60%	37.02%	37.02%
Vasos	67.78%	68.08%	69.16%	69.16%
Otros Cartón	66.70%	73.96%	49.40%	49.40%

<b>COSTOS FIJOS CARTON IMPRESO (AÑO 2010)</b>		
	<b>Soles/Kg</b>	<b>US\$/Kg</b>
<b><u>Cartón</u></b>		
Mano de obra	0.41	0.15
Energía	0.06	0.02
Servicio de terceros	0.33	0.12

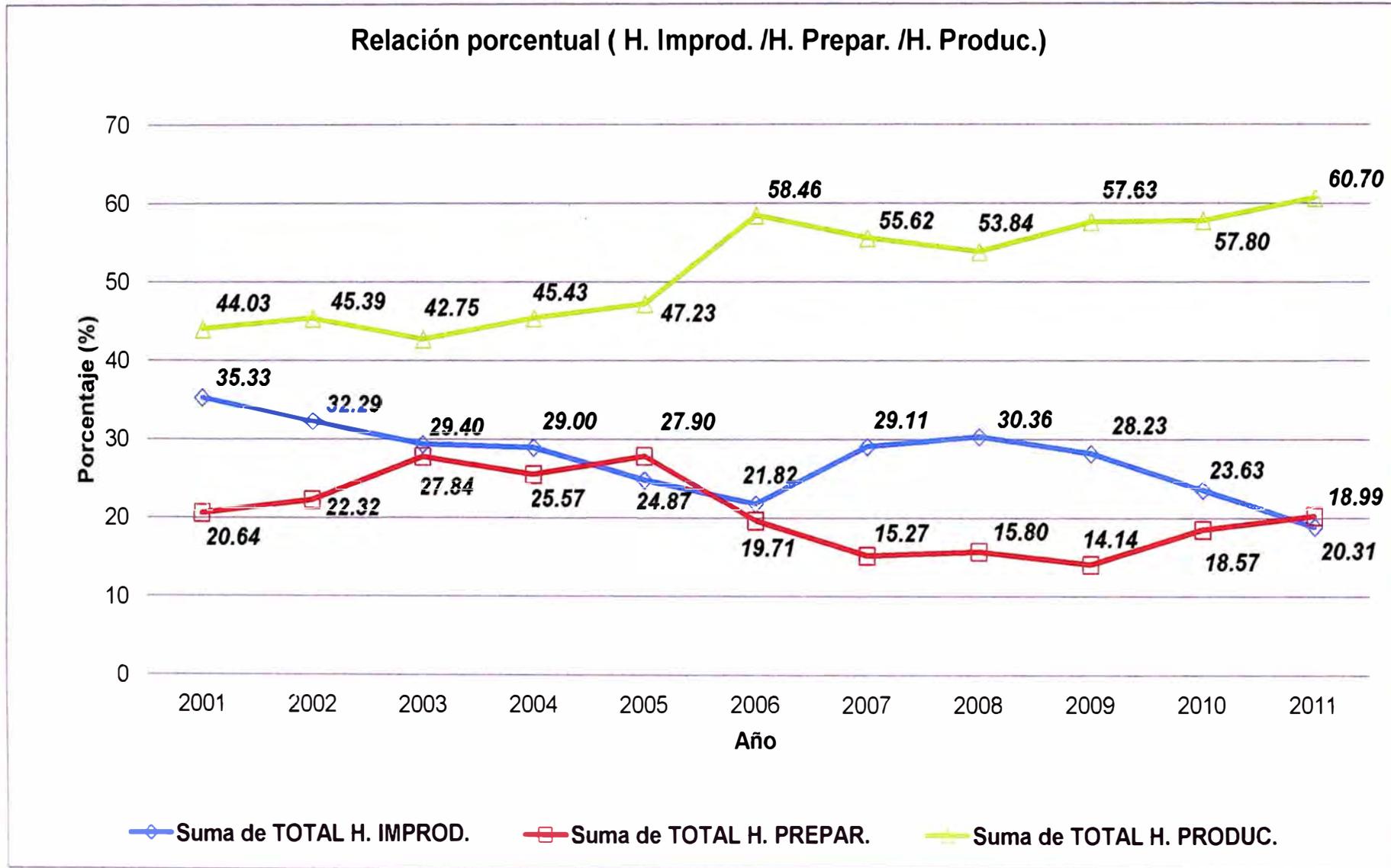
### **4.3 Análisis del impacto del mantenimiento actual**

A continuación analizaremos como el mantenimiento ha impactado en la producción desde la puesta en marcha del equipo, para ello empezaremos analizando el tiempo improductivo, llámese improductivo al tiempo empleado en realizar tareas de mantenimiento preventivo y correctivo, limpieza por parte del área productiva, puesta a punto del equipo, tiempos asignados a la logística de materiales, pre-prensa, etc. En el Gráfico 4.1, podemos observar altos porcentajes de tiempo improductivo al inicio de operación, esto se debe principalmente a la adaptación del área productiva al equipo así como también, a la alta tasa de fallas en la etapa de mortalidad infantil del equipo. Estos valores porcentuales de tiempo improductivo han ido disminuyendo a través los años (2002-2006) al entrar el equipo en la etapa de vida útil y se han visto incrementados por el inicio de la etapa de vida útil en desgaste (2007-2011).

El tiempo dedicado a la puesta a punto y ajustes para el inicio y término de un trabajo de tiraje (tiempo de preparación), se ha visto afectado de igual manera con la adaptación al equipo por parte de producción.

Observamos también que el tiempo productivo se ha incrementado a través del tiempo de operación del equipo conforme los tiempos improductivos y de preparación han ido disminuyendo; cabe recordar que ésta es la principal función del departamento de mantenimiento a través de las tareas de mantención a fin de asegurar el buen funcionamiento y la optimización en el proceso productivo.

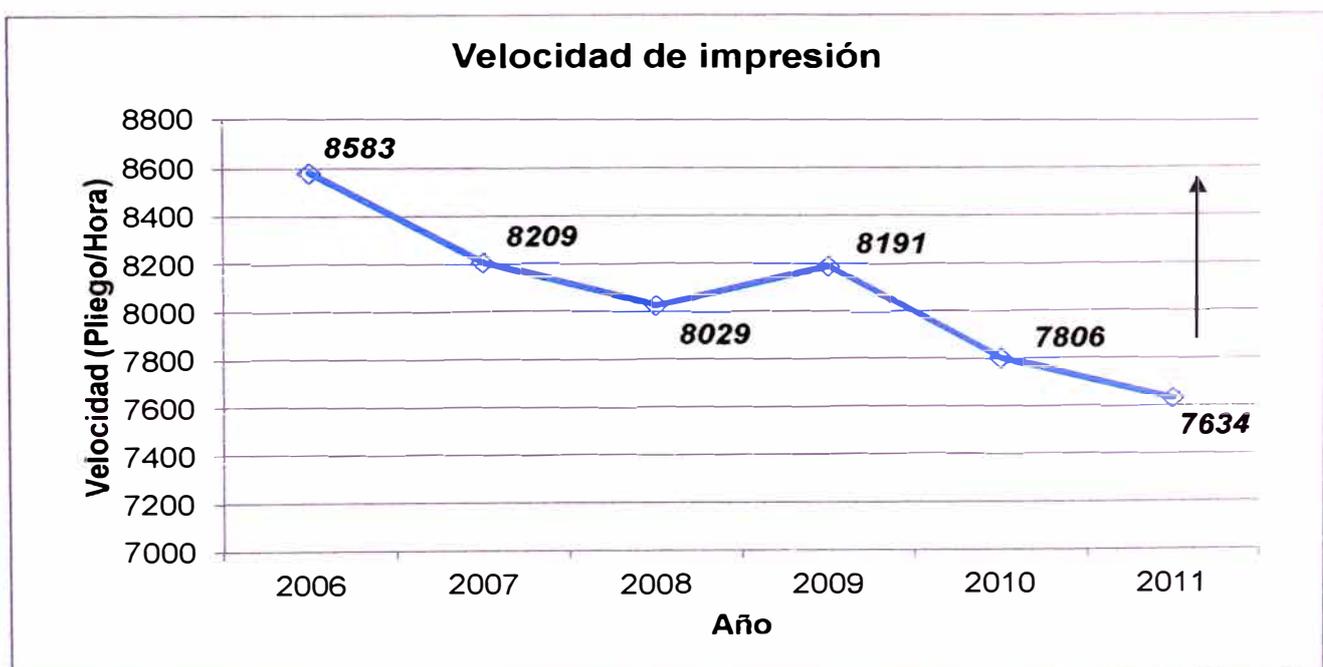
**Gráfico 4.1: Impacto del mantenimiento en la producción**



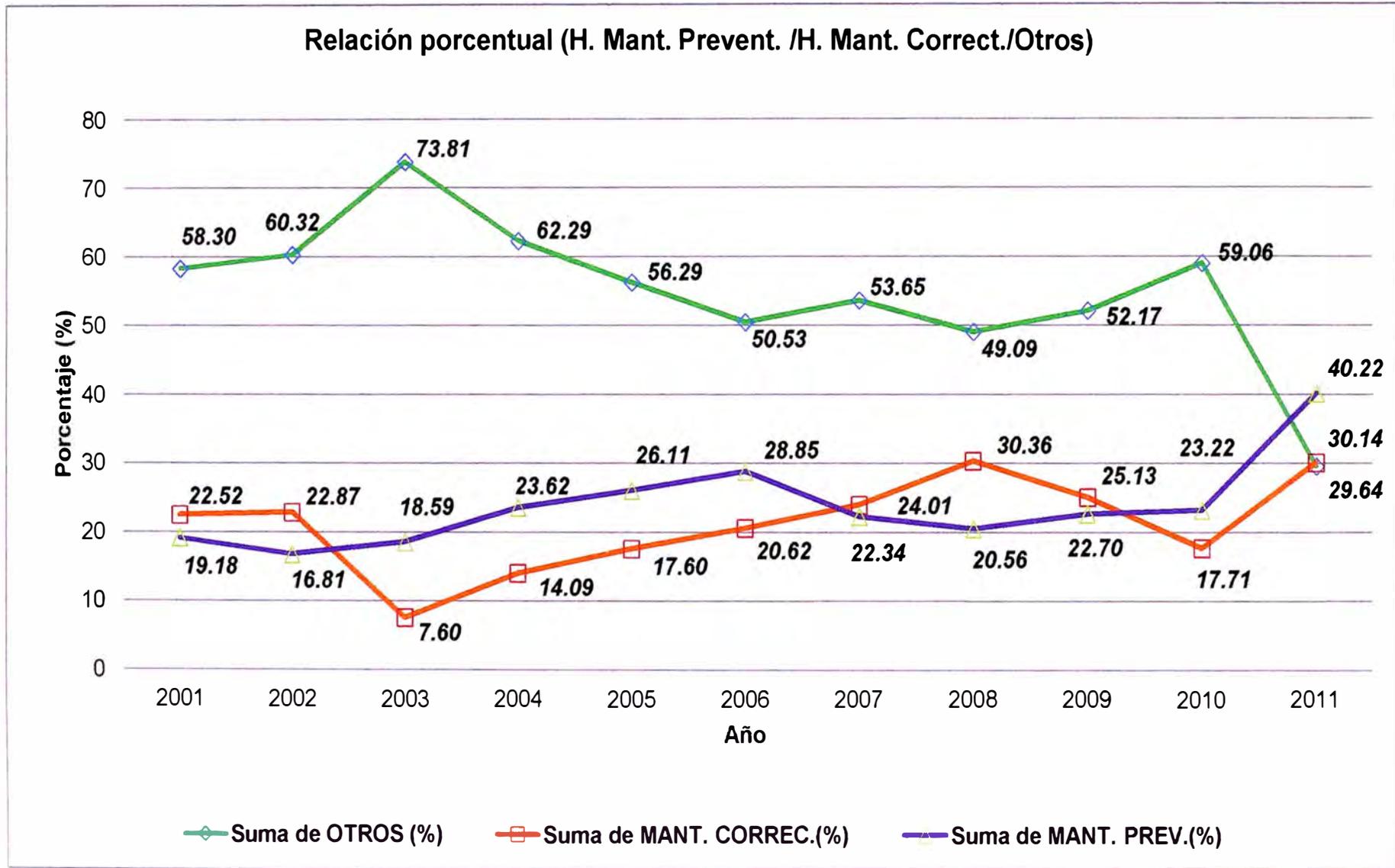
En el Gráfico 4.2, podemos observar la relación entre el tiempo invertido en mantenimiento preventivo, correctivo y el tiempo improductivo asignado a producción. El mantenimiento correctivo prevalece en los primeros meses de operación (2001-2002), es controlado por las prácticas de mantenimiento en la etapa de vida útil (2003-2006), se acentúa al iniciar la etapa de vida útil en desgaste (2007-2009), y para el periodo 2010-2011 se iniciaron esfuerzos para controlarlo con el mantenimiento preventivo, aún así mantiene su tendencia a incrementarse.

La impresora Heidelberg Speedmaster CD102 tiene una velocidad nominal de operación de 12000 pliegos/hora pero actualmente su velocidad se encuentra limitada a menos de 8000 pliegos/hora, es decir, ha perdido más del 33% de su capacidad inicial. En el Gráfico 4.3, podemos observar la evolución de la velocidad de impresión a través de los años de operación.

**Gráfico 4.3: Evolución de la velocidad de impresión**



**Gráfico 4.2: Impacto del mantenimiento en el tiempo improductivo total**



A continuación analizaremos la evolución del indicador Tiempo Medio Entre Fallas (TMEF) y el indicador Tiempo Medio Para Reparar (TMPR), observaremos su comportamiento a través de los años de operación y la tendencia para los siguientes años.

En el Gráfico 4.4 podemos observar que, en el periodo 2001-2002 el TMEF tenía un valor de 32-34 hrs. debido a la etapa de mortalidad infantil del equipo; a lo largo de la etapa de vida útil se mantuvieron valores aceptables del indicador TMEF en alrededor de 62 hrs. (2003-2006), el periodo 2007-2009 marca notablemente el inicio de la vida útil en desgaste con un promedio del indicador de 19 hrs. En el año 2010 se inician las acciones para contrarrestar esta disminución, realizando acciones preventivas a mayor detalle pero a un costo superior. Al ingresar el equipo en la zona de envejecimiento, tendrá una tendencia a la disminución del TMEF, haciéndose las fallas cada vez más frecuentes y de mayor complejidad.

El tiempo medio para la reparación de fallas (Gráfico 4.5), presenta una evolución positiva desde el inicio de funcionamiento del equipo debido al aprendizaje de los técnicos de mantenimiento por cada falla presentada, lográndose disminuir el tiempo inicial de 2.0 hrs. a 1.0 hrs. Este indicador es sensible a la rotación de personal de mantención.

El departamento de mantenimiento ha sabido manejar y promover un grupo humano capaz de afrontar los nuevos retos y problemas presentados. El desarrollo de un trabajo correctivo con especialistas, sería una gran oportunidad para mejorar sus habilidades adquiridas y contribuir en la reducción del indicador de TMPR.

**Gráfico 4.4: Evolución del Tiempo Medio Entre Fallas**

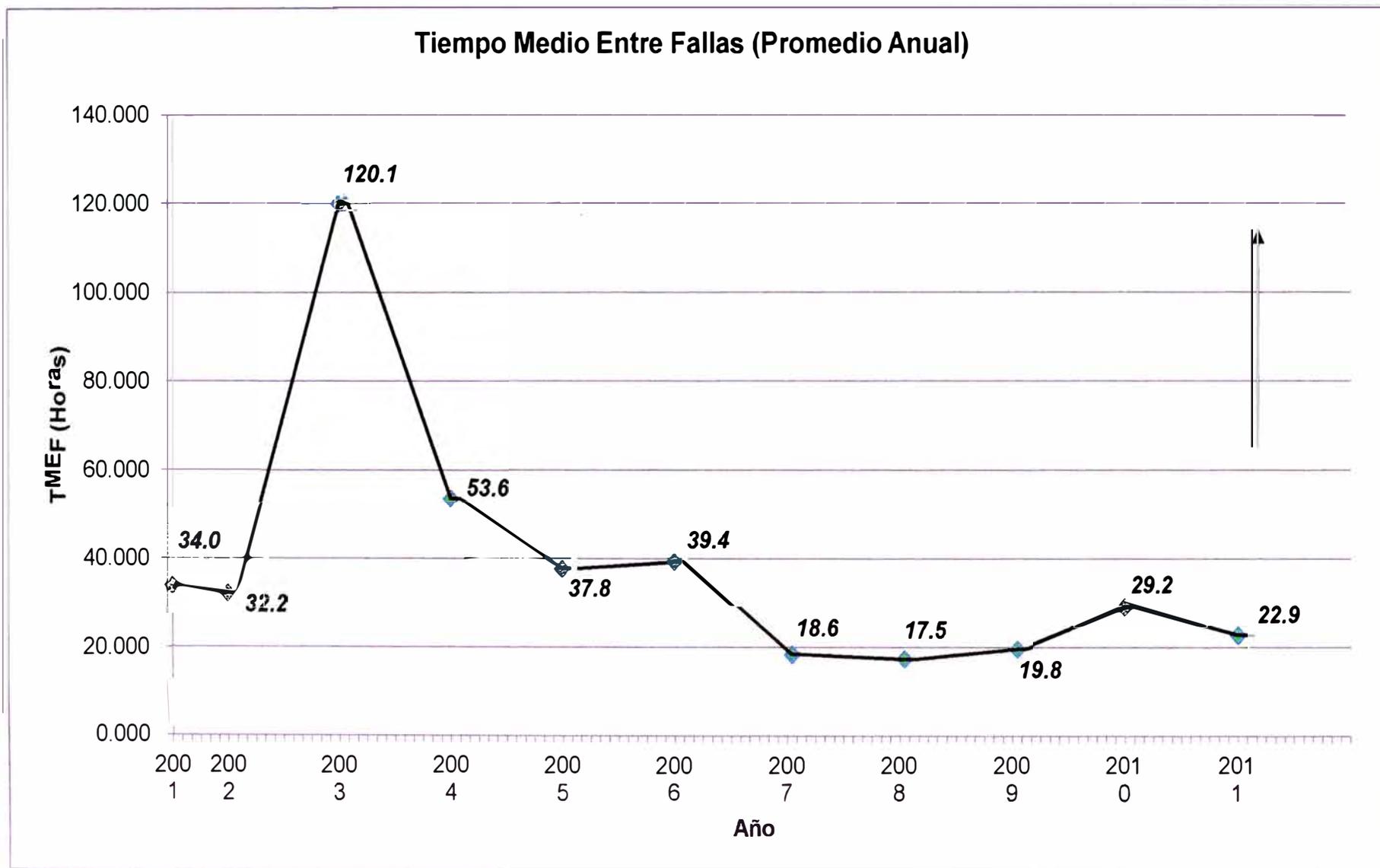
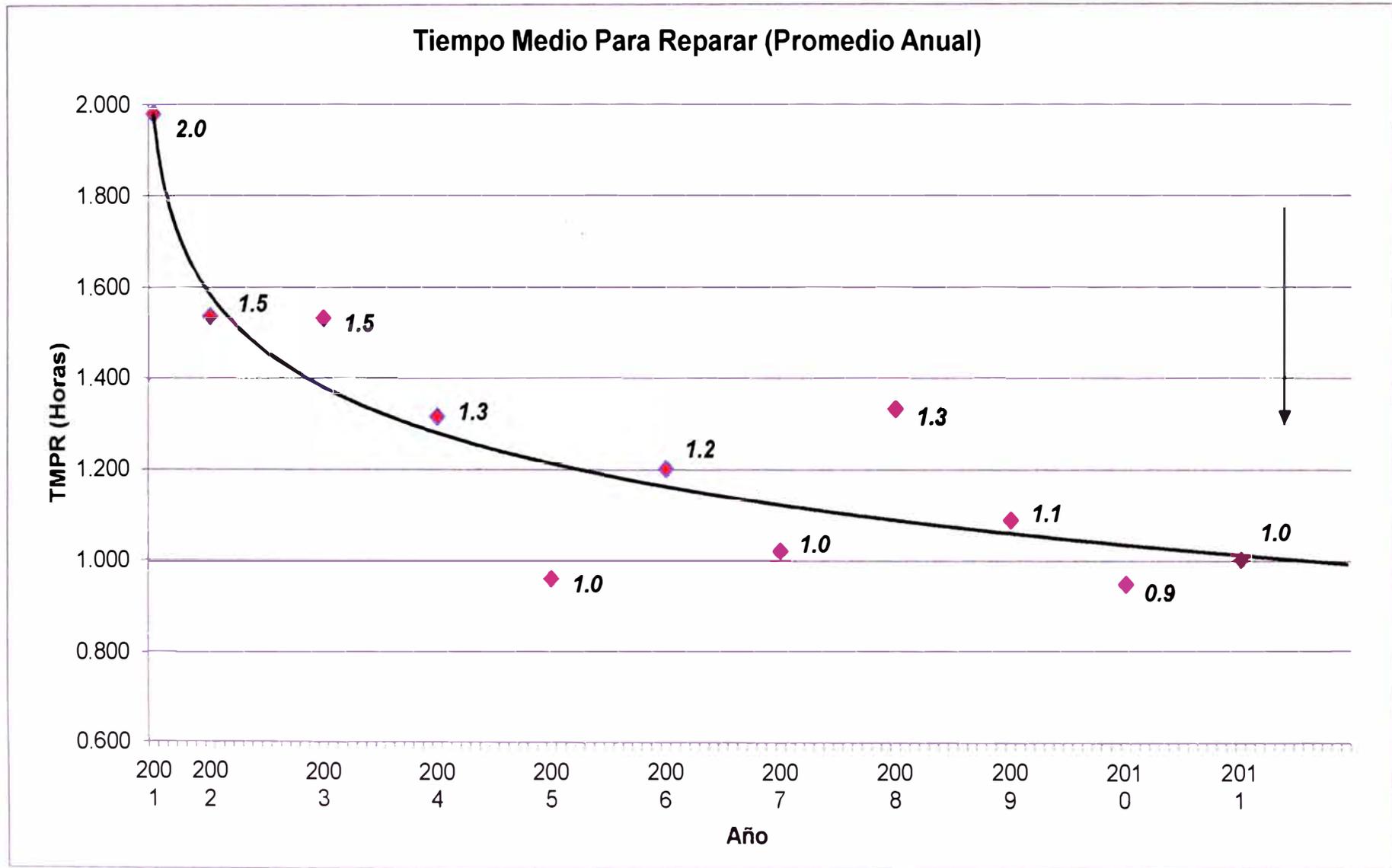


Gráfico 4.5: Evolución del Tiempo Medio Para Reparar



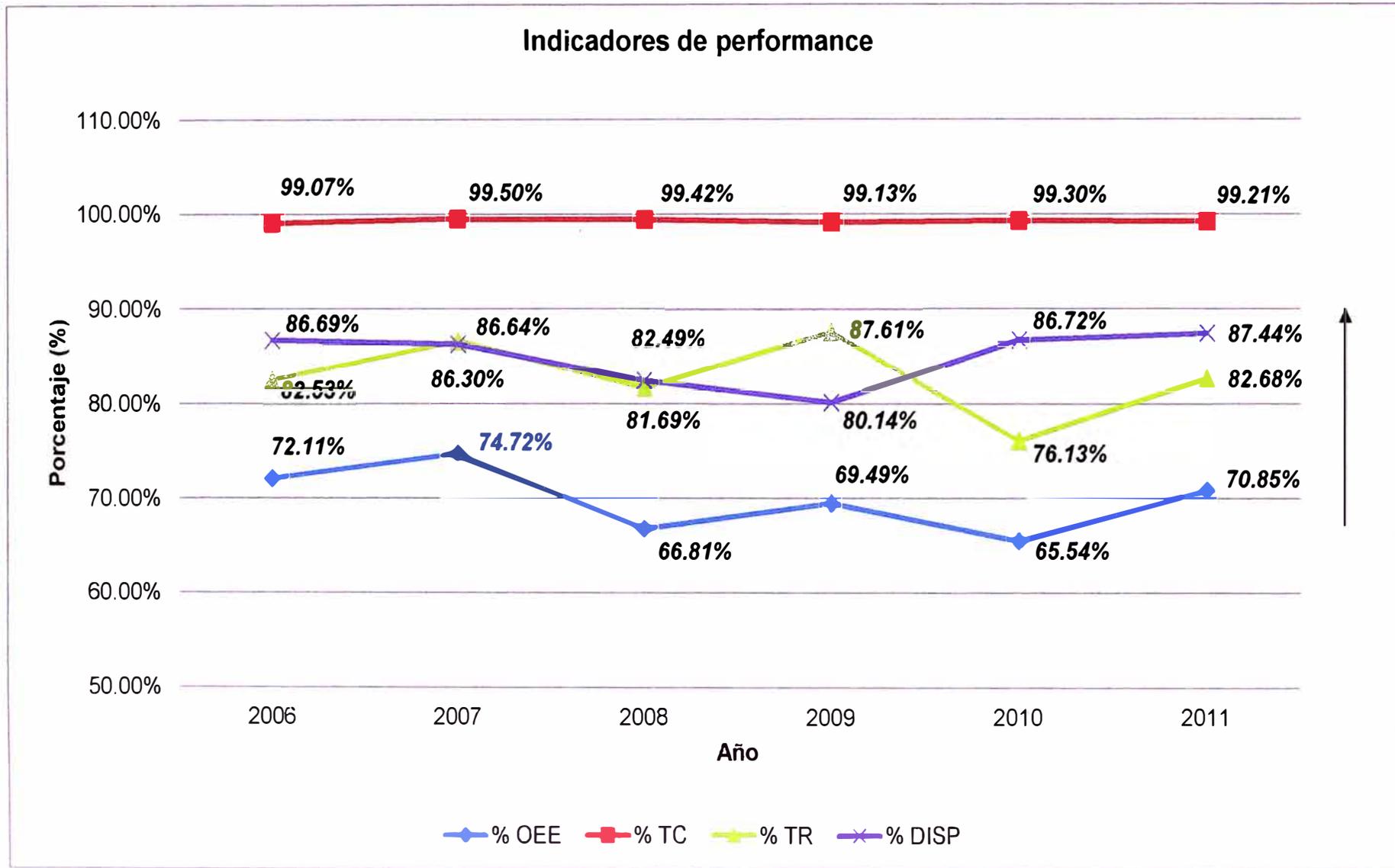
Como último punto de análisis de la influencia del mantenimiento en la producción, se presenta el Gráfico 4.6 para mostrar la evolución de los indicadores de performance (Tasa de Calidad, Tasa de Rendimiento, Disponibilidad y Efectividad Global del Equipo).

La Tasa de Calidad se mantiene siempre en valores superiores al 99%, ello asegura una producción con una baja cantidad de merma en el proceso. Uno de los factores que ataca directamente a la calidad del trabajo de impresión es la disminución de la correcta operatividad del equipo, que trae consigo muchas veces, una reducción de la Tasa de Rendimiento para poder cumplir con los estándares de calidad del proceso. Al reducir la Tasa de Rendimiento, es posible compensar las deficiencias del equipo y poder lograr una Tasa de Calidad aceptable, sin embargo conllevaría una pérdida de efectividad en el proceso.

El Benchmarking actual en una industria de proceso con efectividad global debe ser superior al 75%. La Efectividad Global del Equipo (OEE) es sensible en su mayor parte a la condición del equipo y éste a su vez está muy ligado a su mantenimiento, motivo por el cual cualquier mejora en su operatividad generará una mejora en los indicadores de Tasa de Rendimiento y Disponibilidad.

Actualmente el valor promedio de la OEE apenas supera un valor de 70%, siendo el máximo valor anual alcanzado de 74.72% en el periodo 2006-2011. La realización de un trabajo correctivo presenta una buena oportunidad para solucionar problemas producto del envejecimiento, mejorar la eficiencia y obtener mejor rentabilidad en el proceso.

Gráfico 4.6: Evolución del indicador de Efectividad Global del Equipo (OEE)



#### 4.4 Análisis de las fallas del equipo

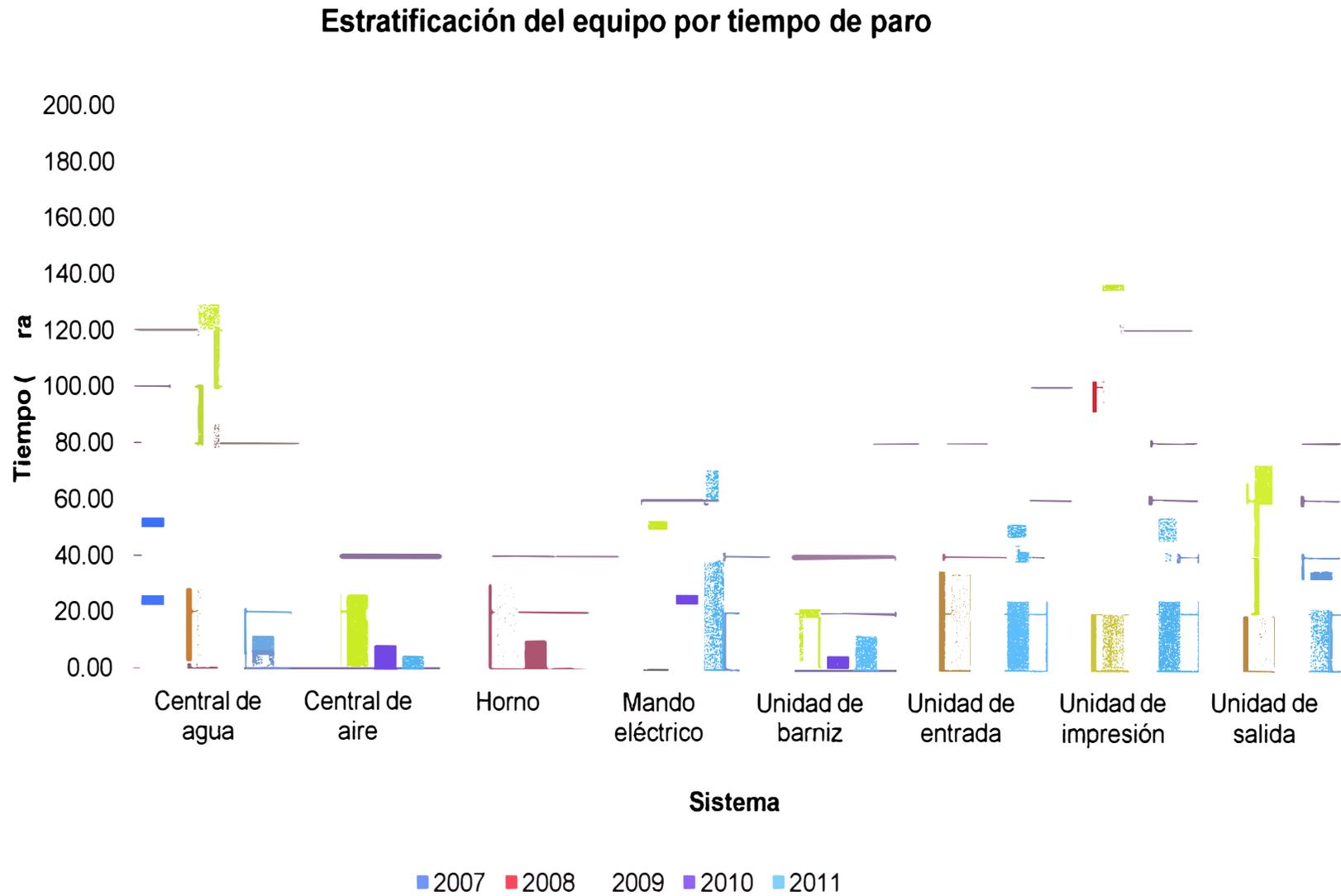
A continuación, se realiza la estratificación de las horas de paro del equipo, agrupado en sistemas, para el periodo 2007-2011; recordemos que el equipo puede ser subdividido en sistemas trabajando en conjunto, ellos son: Central de agua, Central de aire, Horno, Mando eléctrico, Unidad de barniz, Unidad de entrada, Unidad de impresión, Unidad de salida. Los datos correspondientes a los registros de fallas no se muestran debido al volumen de datos y se adjuntan en el Apéndice E del presente informe.

**Tabla 4.15: Estratificación de fallas por tiempo de paro**

SISTEMA	2007	2008	2009	2010	2011
CENTRAL DE AGUA	94.37	114.68	129.18	40.25	11.67
CENTRAL DE AIRE	57.98	51.05	26.42	8.53	4.73
HORNO	57.23	42.87	29.87	10.22	0.82
MANDO ELECTRICO	29.97	61.22	52.70	51.15	70.65
UNIDAD DE BARNIZ	23.18	44.23	21.78	5.18	12.32
UNIDAD DE ENTRADA	55.50	102.60	34.28	28.02	51.78
UNIDAD DE IMPRESION	52.63	178.37	136.52	102.18	54.18
UNIDAD DE SALIDA	94.20	66.22	73.02	72.28	35.30
<b>TOTAL GENERAL</b>	<b>465.07</b>	<b>661.23</b>	<b>503.77</b>	<b>317.82</b>	<b>241.45</b>

Del Gráfico 4.7 podemos observar que el sistema unidad de impresión agrupa la mayor cantidad de horas de paro anualmente, seguido por la unidad de salida y el sistema de mando eléctrico. A continuación desarrollaremos una gráfica de Pareto para analizar las frecuencias de las fallas en cada uno de los sistemas.

**Gráfico 4.7: Estratificación de fallas del equipo por sistemas (2007-2011)**



**Tabla 4.15: Frecuencias de incidencias correctivas (2007-2011)**

SISTEMA	FRECUENCIA	% ACUMULADO
CENTRAL DE AGUA	525	25.99
UNIDAD DE IMPRESIÓN	393	45.45
UNIDAD DE SALIDA	301	60.35
MANDO ELECTRICO	271	73.76
UNIDAD DE ENTRADA	170	82.18
CENTRAL DE AIRE	143	89.26
UNIDAD DE BARNIZ	123	95.35
HORNO	94	100.00
TOTAL	2020	

El Gráfico 4.8 representa el diagrama de Pareto para analizar las incidencias correctivas en el periodo 2007-2011, en él podemos observar que los sistemas que aportan el mayor número de fallas están representados principalmente por: central de agua, unidad de impresión, unidad de salida y mando eléctrico.

A continuación realizaremos un segundo análisis de Pareto para cada uno de los sistemas identificados anteriormente, esta vez será agrupado por sub-sistemas e identificaremos que componentes causan los principales fallos en el equipo. Con esta información se podrá identificar fácilmente, con ayuda de los técnicos especialistas, los componentes necesarios de reemplazo y las reparaciones a realizar en el marco del plan de mantenimiento correctivo.

Gráfico 4.8: Diagrama de Pareto de incidencias por sistema (2007-2011)

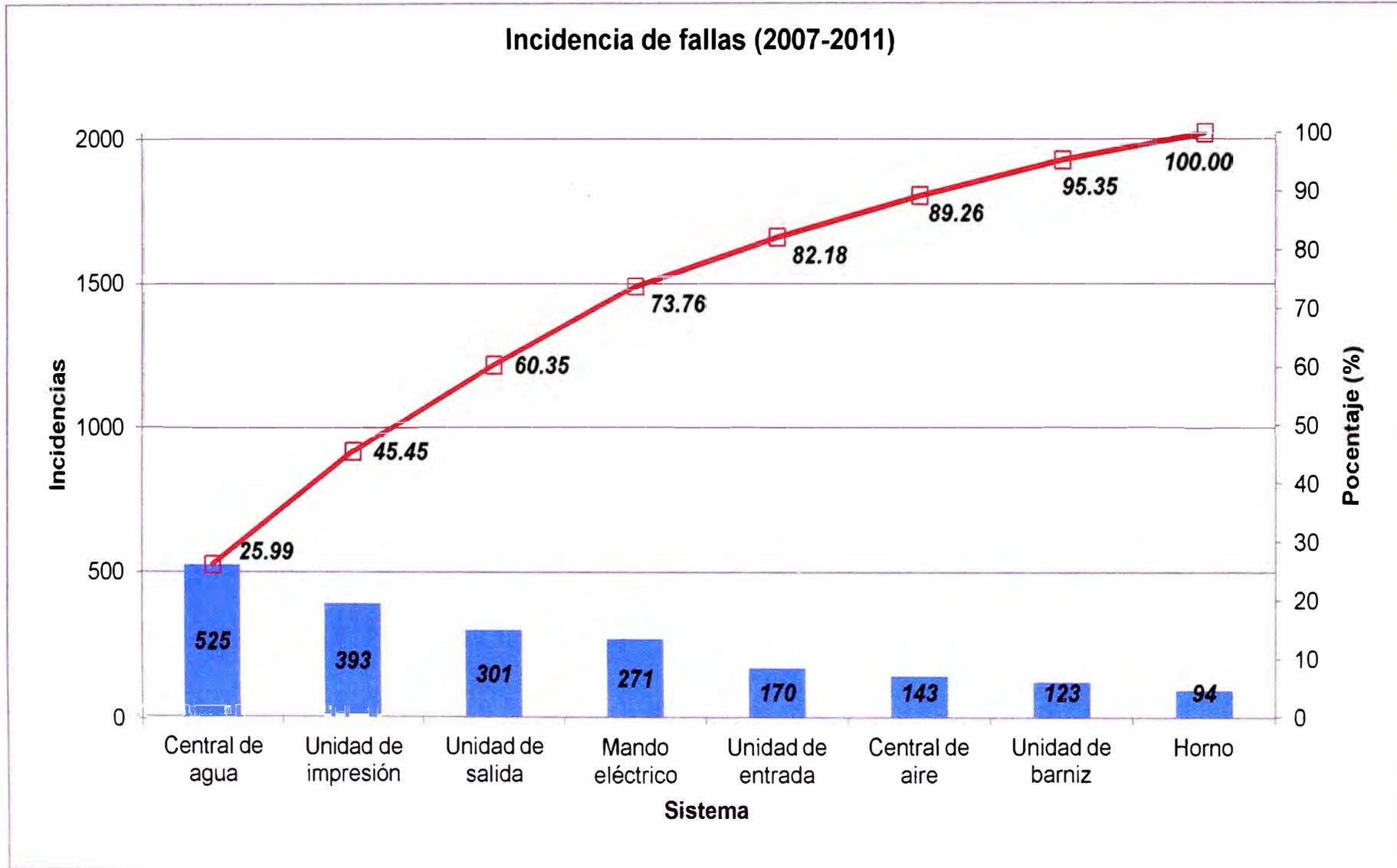


Gráfico 4.9: Diagrama de Pareto – Sub-sistema/Central de agua (2007-2011)

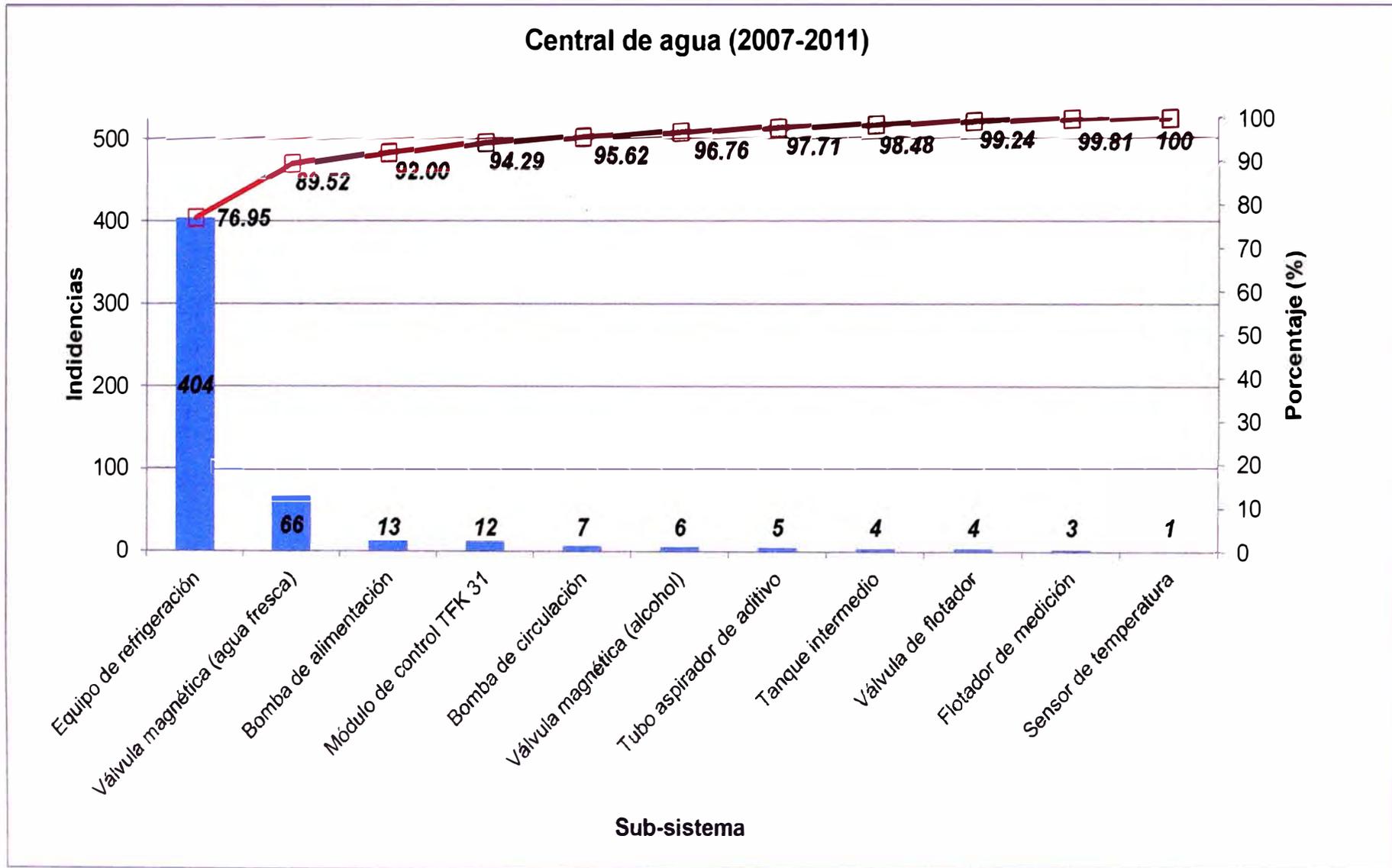


Gráfico 4.10: Diagrama de Pareto – Sub-sistema/Unidad de impresión (2007-2011)

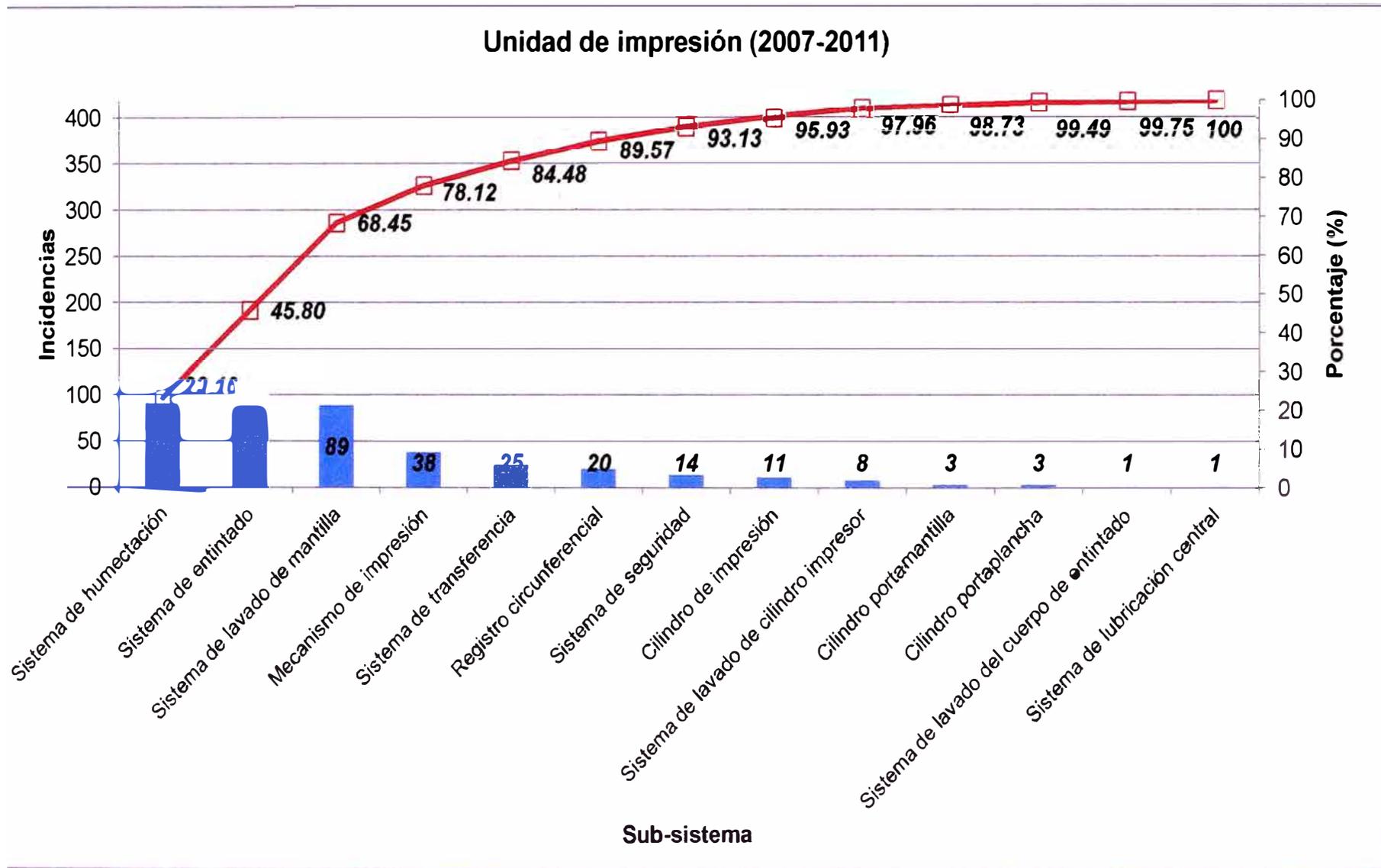


Gráfico 4.11: Diagrama de Pareto – Sub-sistema/Unidad de salida (2007-2011)

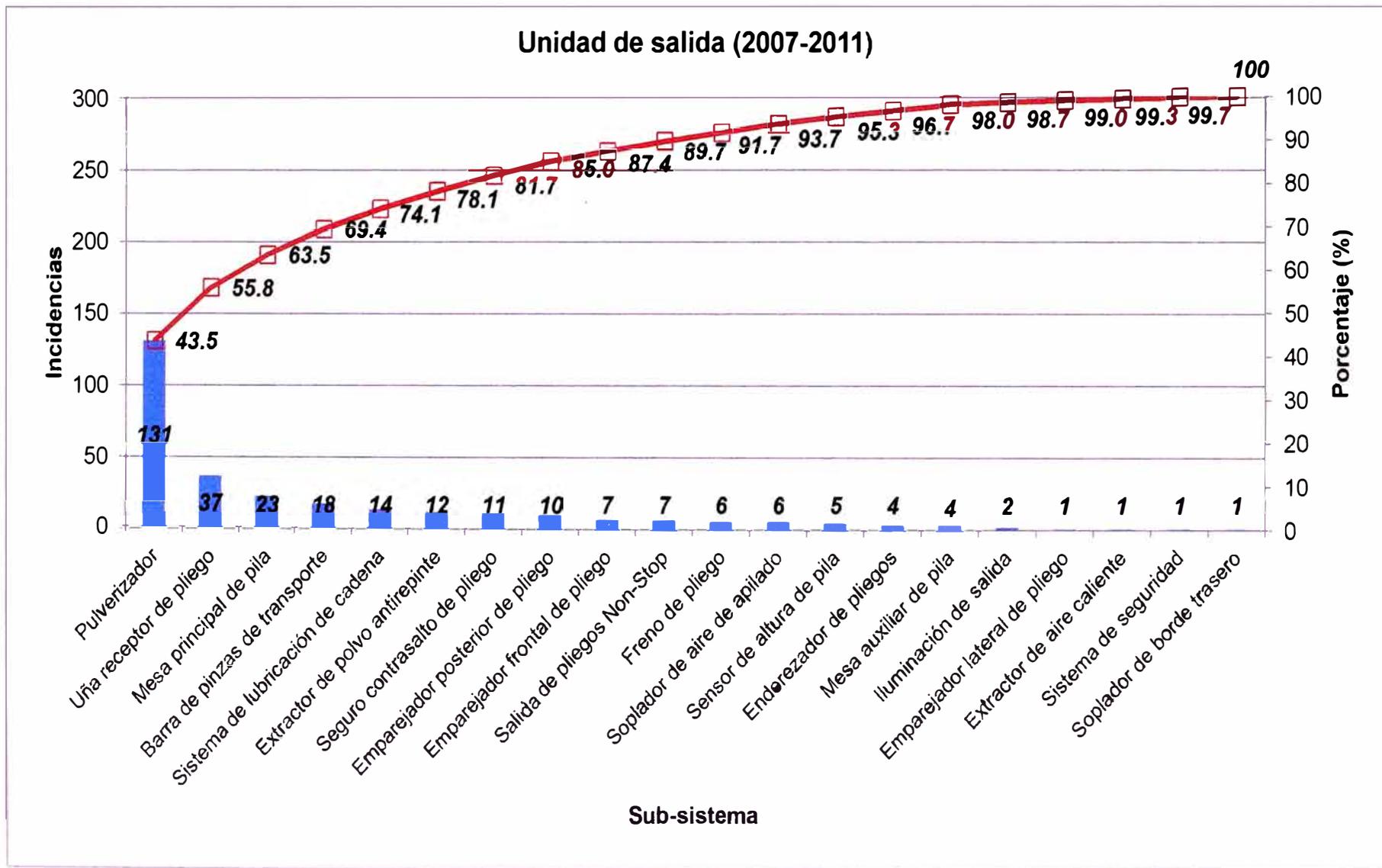
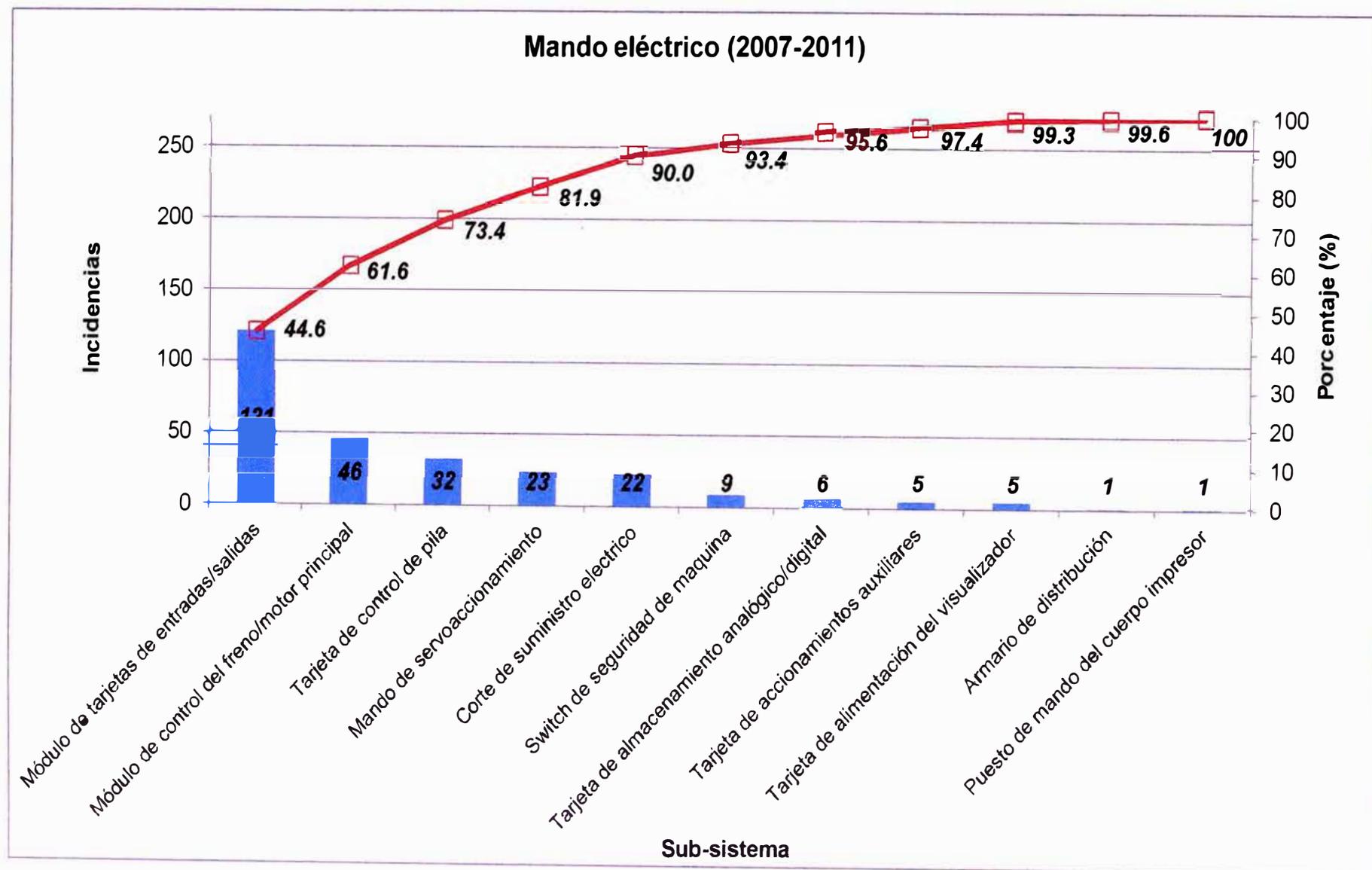


Gráfico 4.12: Diagrama de Pareto – Sub-sistema/Mando eléctrico (2007-2011)



Analizando los Gráficos 4.9, 4.10, 4.11, 4.12, resulta evidente identificar cuáles son los sub-sistemas con fallas más frecuentes, de modo que, por el principio de Pareto, concluimos que si se eliminan las causas que los provocan desaparecería la mayor parte de las fallas. A continuación se muestra la Tabla 4.16 para resumir los sub-sistemas prioritarios en las actividades del plan de mantenimiento correctivo.

**Tabla 4.16: Resumen del análisis de Pareto**

<b>CENTRAL DE AGUA</b>
EQUIPO DE REFRIGERACIÓN
VÁLVULA MAGNÉTICA (AGUA FRESCA)
<b>UNIDAD DE IMPRESIÓN</b>
SISTEMA DE HUMECTACIÓN
SISTEMA DE ENTINTADO
SISTEMA DE LAVADO DE MANTILLA
MECANISMO DE IMPRESIÓN
<b>UNIDAD DE SALIDA</b>
PULVERIZADOR
UÑA RECEPTOR DE PLIEGO
MESA PRINCIPAL DE PILA
BARRA DE PINZAS DE TRANSPORTE
SISTEMA DE LUBRICACIÓN DE CADENA
EXTRACTOR DE POLVO ANTIREPINTE
SEGURO CONTRASALTO DE PLIEGO
EMPAREJADOR POSTERIOR DE PLIEGO
<b>MANDO ELECTRICO</b>
MÓDULO DE TARJETAS DE ENTRADAS/SALIDAS
MÓDULO DE CONTROL DEL FRENO/MOTOR PRINCIPAL
TARJETA DE CONTROL DE PILA
MANDO DE SERVOACCIONAMIENTO

#### **4.5 Descripción del plan de mantenimiento correctivo**

La máquina impresora offset de pliegos, como hemos podido observar con los análisis realizados, está operando con niveles de eficiencia global de 70.85% contra una meta de 81%. El deterioro de componentes del equipo ha ocasionado una reducción de la tasa de rendimiento a 82.68%, provocando una reducción de hasta 33% en la velocidad de impresión, actualmente de 7600 pliegos/hora, y una frecuencia de fallas de 22 hrs. (TMEF). La atención de la demanda de mayores pedidos de producción así como la posible demanda con el nuevo material (BOPP) se ve limitada por estos factores, quienes le restan rentabilidad. Conscientes de ello surge la necesidad de presentar un plan de mantenimiento correctivo para contrarrestar los bajos niveles de rendimiento, elevar disponibilidad del equipo y asegurar la continuidad del negocio.

Para la ejecución de este plan de mantenimiento se requiere:

- Evaluación técnica por parte de especialistas representantes del equipo a nivel local y del personal de mantenimiento.
- Elaborar el plan de mantenimiento correctivo presentando una evaluación técnica y económica.

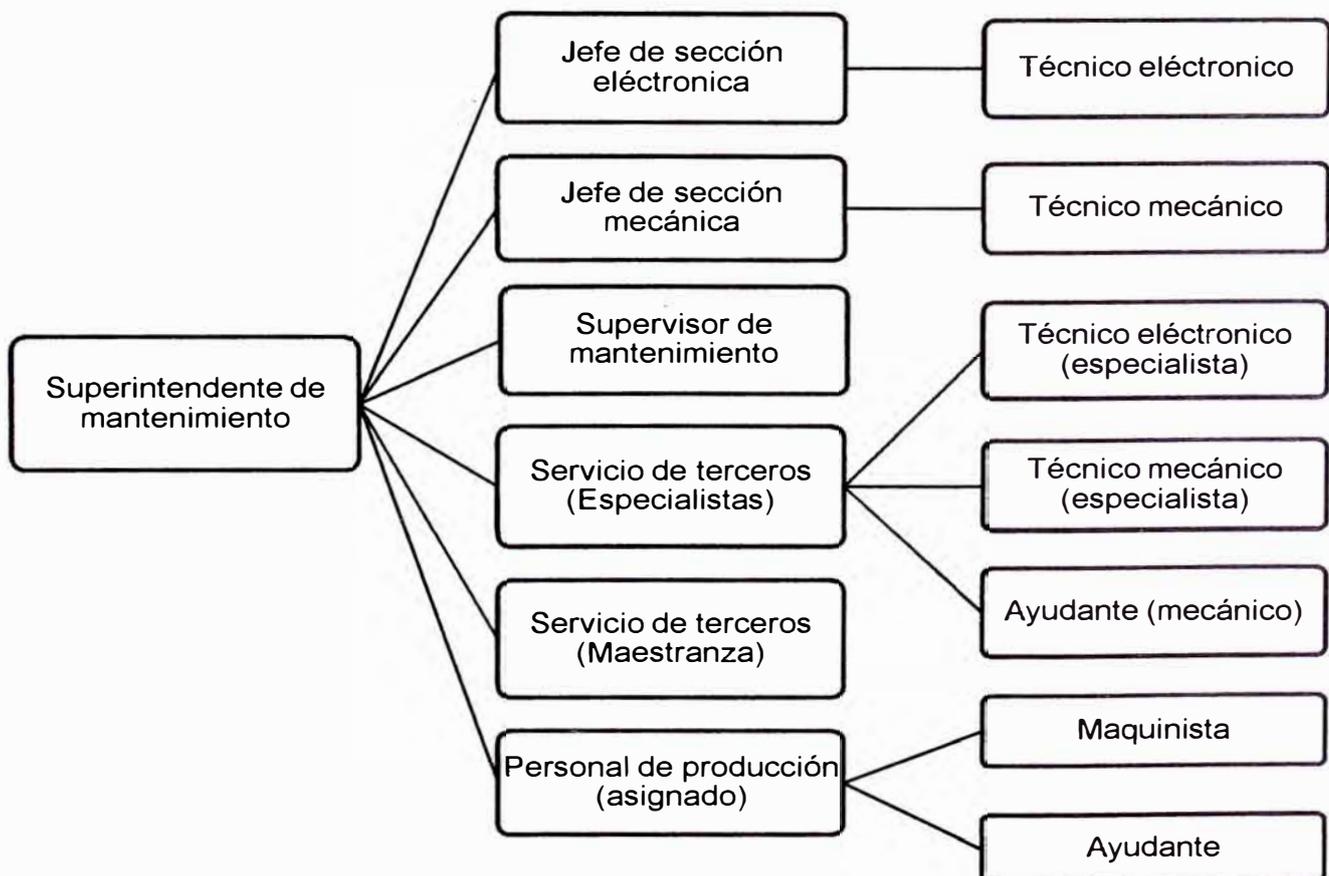
La importancia de este activo para la empresa requiere la elaboración de un plan factible, desarrollado, ejecutado y administrado por un equipo propio de la empresa. Este equipo estará a cargo de la planificación y control de la ejecución de todas las actividades de mantenimiento, incluida la supervisión de las actividades especializadas.

Después de elaborar el plan de mantenimiento, éste será presentado a la Gerencia de Producción y Proyectos para su aprobación e inclusión en el presupuesto para el año 2012.

#### 4.6 Estructura del equipo de trabajo de mantenimiento

En el Gráfico 4.13 podemos observar la estructura del equipo de trabajo, que incluye: personal de mantenimiento, personal de planta asignado a mantenimiento (maquinistas y ayudantes) y terceros (especialistas y servicio externo).

**Gráfico 4.13: Estructura del equipo de trabajo**



#### **4.7 Evaluación técnica del equipo**

La evaluación técnica del equipo fue llevada a cabo por dos especialistas representantes de la marca, un técnico mecánico y uno electrónico, con el apoyo del personal de mantenimiento y de planta. Esta evaluación tiene como objetivo identificar los problemas del equipo in situ, utilizando la información proporcionada por el departamento de mantenimiento respecto en relación al análisis de fallas, las observaciones por parte del área productiva y la experiencia de los técnicos.

La evaluación tuvo una duración de dos días y fue costeadada con el presupuesto asignado al departamento de mantenimiento en la sección de Proyectos de Mejora del Plan de Calidad 2011. Terminada la evaluación, se obtuvo como resultado: recomendaciones de mantenimiento, lista de repuestos de recambio y tiempo estimado para la realización de los trabajos necesarios. A continuación se muestran algunas fotografías de la actividad.



**Figura 4.3**



**Figura 4.4: Impresora en plena evaluación técnica**



**Figura 4.5: Técnicos especialistas y maquinista**

## **4.8 Recomendaciones de mantenimiento**

Después de realizar la evaluación técnica, se obtuvo como resultado las siguientes recomendaciones y observaciones en los componentes del equipo y auxiliares, garantizando una velocidad de impresión mínima de 10000 pliegos/hora. Entre las más importantes están:

### **Central de agua (Technotrans)**

- Compresor hermético tipo Scroll del equipo de refrigeración de solución de mojado se encuentra deteriorado, generando bajo rendimiento en el ciclo.
- Válvula magnética de ingreso de agua fresca con trabamiento mecánico en el asiento.
- Módulo de control del equipo presenta errores de comunicación con el CP2000 y la pantalla LCD presenta dificultad de lectura de valores de proceso.
- Mantenimiento del equipo de refrigeración, limpieza de intercambiador, cambio de aceite y filtro, carga y verificación de fugas de gas refrigerante.

### **Unidad de impresión**

- Soportes de accionamiento de rodillo inmersor deteriorados (desgaste de piñón de transmisión).
- Cambio de pinzas en cilindro de transferencia e impresores.

- Cambio de rodillo dador de mojado (3 unidades).
- Tinteros y clavijas presentan acumulación de tinta seca, necesitando cambio de motoreductores y potenciómetros en algunas unidades.
- Cambio de rodillos tomadores de tinta (todas las unidades), rodillo entintador (3 unidades).
- Cambio de rodillos cepillo bruza de dispositivos de lavado de mantilla (todas las unidades)
- Cambio de válvulas neumáticas de activación de ingreso de solución de mojado.
- Cambio de pinzas y apoyos de pinza de tambor Ranger (presentan desgaste).
- Limpieza de barras porta-plancha del Autoplate, y regulación (todas las unidad)
- Limpieza y lubricación de barras de pinzas de cilindro de transferencia de pliegos.
- Cambio de rodillos seguidores de leva de cilindros de transferencia, impresor y Ranger (todas las unidades).

### **Unidad de salida**

- Cambio de mangueras de dosificador de polvo antirepinte.
- Cambio de paletas de carbón de bomba de soplado.
- Alineamiento de mesa de principal de salida.
- Limpieza y lubricación de las 14 barras de pinza de salida.
- Mantenimiento del bloque de distribución de grasa de la cadena de transporte de barra de pinzas.

- Mantenimiento del motor eléctrico y balanceo del extractor de polvo.
- Cambio de switch de activación de salto de pliego (presenta mucha sensibilidad).
- Cambio de barra emparejadora posterior de pliegos, presenta elementos doblados por mala maniobra con reja de salida Non-Stop de pliegos.

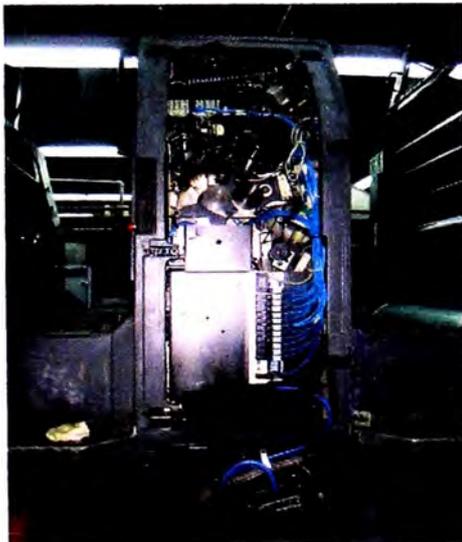
### **Mando eléctrico**

- Cambio de Interruptor de presión (presostato) en bastón de succión de alcohol en el equipo Technotrans.
- Instalación de sensor de nivel de pila de salida (deshabilitado por inoperatividad).
- Sensor de temperatura BT10 en Rack N°1 del DryStar, presenta código de falla (error 1601).
- Interruptor de presión B10 en armario del DryStar, presenta código de falla (error 1601). Este error podría deberse a obstrucción de conductos de aire con polvo en la toma de presiones.
- Lámparas del Rack N°2 del DryStar, presenta código de falla (error 1800), esto se debe al termino de su vida útil.
- Uña receptora de pliegos se queda atascada al activar la parrilla, se sugiere reemplazar micro-interruptores de activación.
- Se sugiere cambio de guías del Rack de tarjetas MWE, MOT, NTK y revisión de conexiones.

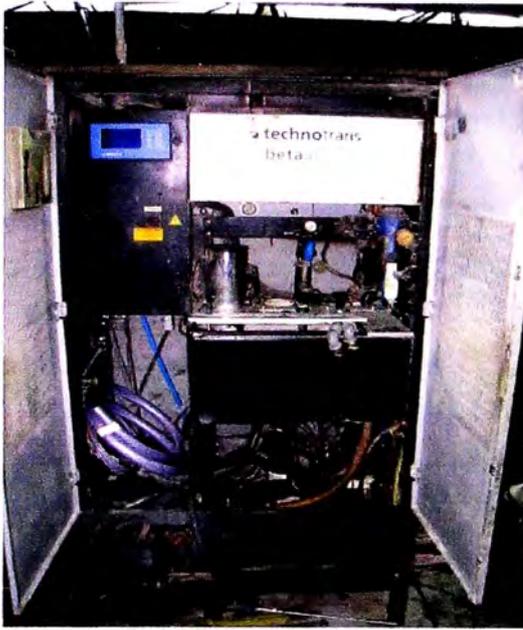
- Para la impresión del film plástico (BOPP) será necesario instalar una barra antiestática con su respectiva fuente y así eliminar la carga eléctrica presente en los pliegos, debiendo ser instalada a la entrada de la mesa del marcador.
- Aparece error en mando CP2000, DYN TEST 12 t=0 7FFE en servomotor de centrado de pila del marcador, indicando motor trabado mecánicamente, se revisa y observa que por momentos el servomotor 11M9 tiene un ligero trabamiento, sugiriéndose cambio.



**Figura 4.6: Armario del mando eléctrico**



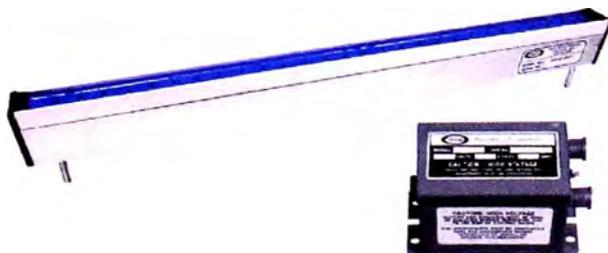
**Figura 4.7: Unidad de impresión (lado servicio)**



**Figura 4.8: Central de agua  
(Technotrans)**



**Figura 4.9: Barra de pinzas de  
tambor de transferencia**

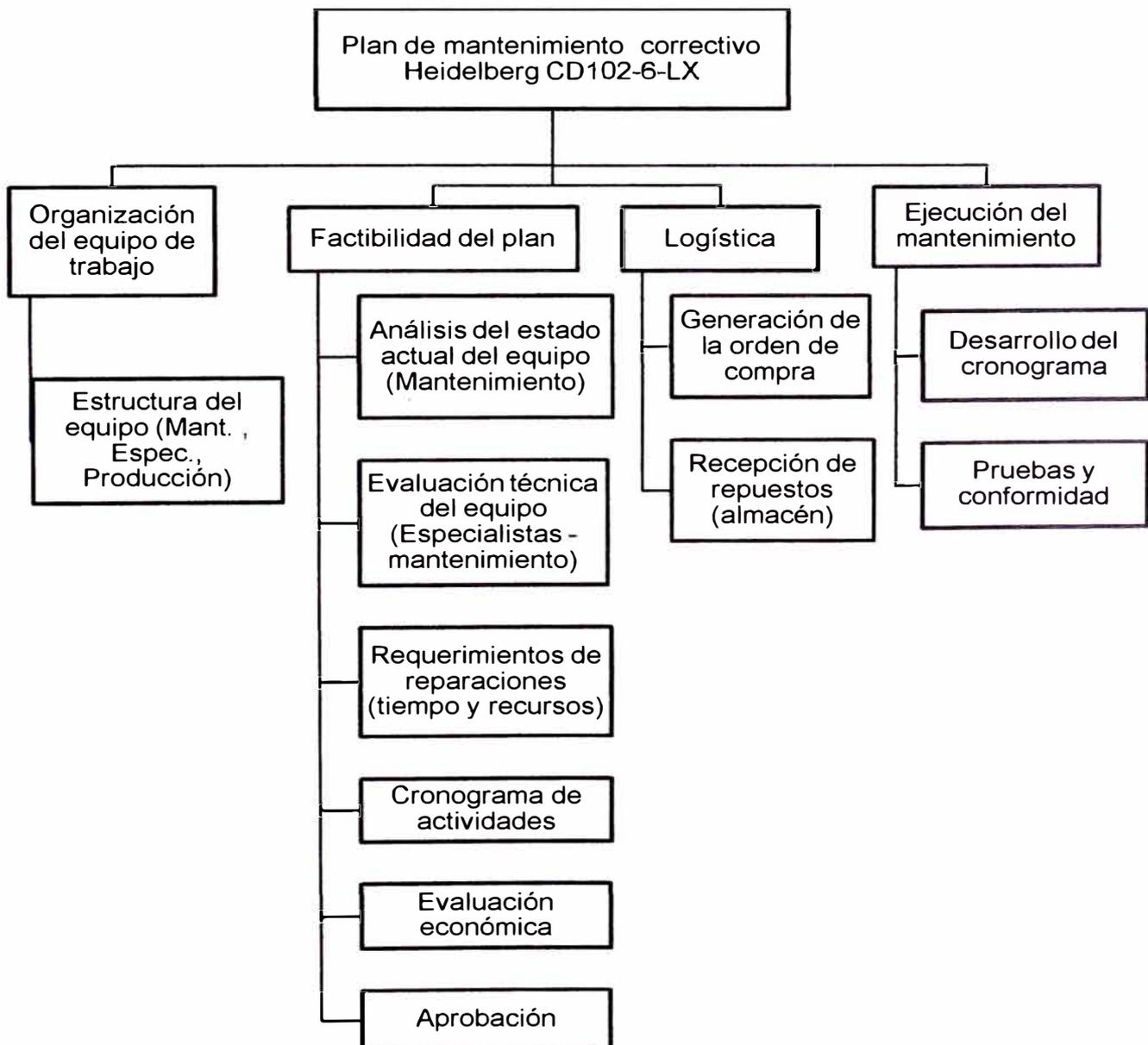


**Figura 4.10: Barra eliminadora  
de carga estática y fuente.**

#### 4.9 Actividades del plan de mantenimiento

En la Gráfico 4.14 se presenta la estructura de las actividades para la elaboración y realización del trabajo de mantenimiento correctivo.

**Gráfico 4.14: Estructura de actividades del plan de mantenimiento**



El plan de mantenimiento correctivo está compuesto de actividades de planeamiento (organización del equipo de trabajo, factibilidad del plan y logística) y actividades de ejecución (ejecución del mantenimiento).

**Tabla 4.17: Cronograma de actividades**

ITEM	ACTIVIDAD	DURACION	COMIENZO	FIN	RESPONSABLE
<b>1</b>	<b>Organización del equipo de trabajo</b>	<b>2 días</b>			<b>Mantenimiento</b>
	Estructura del equipo de trabajo	2 días	06/06/2011	07/06/2011	Mantenimiento
<b>2</b>	<b>Factibilidad del plan</b>	<b>70 días</b>			<b>Heidel. / Mant. / Prod.</b>
	Análisis del estado actual del equipo	49 días	13/06/2011	31/07/2011	Mantenimiento
	Evaluación técnica del equipo (Espec. /Mant.	2 días	04/08/2011	05/08/2011	Heidel. / Mant. / Prod.
	Requerimientos de reparaciones (tiempo y recursos)	2 días	04/08/2011	05/08/2011	Heidelberg
	Cronograma de actividades	13 días	08/08/2011	20/08/2011	Mantenimiento
	Evaluación económica	3 días	22/08/2011	24/08/2011	Mantenimiento
	Aprobación	1 día	12/12/2011	12/12/2011	Gerencia PyP
<b>3</b>	<b>Logística</b>	<b>2 días</b>			<b>Logística/Almacén</b>
	Generación de la orden de compra	1 día	09/01/2012	02/01/2012	Logística
	Recepción de repuestos (almacén)	1 día	27/02/2012	27/02/2012	Almacén
<b>4</b>	<b>Ejecución del mantenimiento</b>	<b>20 días</b>			<b>Heidel. / Mant. / Prod.</b>
	Desarrollo del cronograma	17 días	12/03/2012	28/03/2012	Heidel. / Mant. / Prod.
	Pruebas y conformidad	3 días	29/03/2012	31/03/2012	Heidel. / Mant. / Prod.

A continuación se presenta el conjunto de actividades a ejecutar durante el mantenimiento correctivo de la máquina impresora.

**Tabla 4.18: Programa de mantenimiento**

Ítem	Nombre de la tarea	Duración	Comienzo	Fin
1	<b>MANT. DE UNIDAD DE ENTRADA</b>	<b>8 días</b>	<b>12/03/2012</b>	<b>19/03/2012</b>
2	<b>Mantenimiento de cabezal aspirador</b>	<b>3 días</b>	<b>12/03/2012</b>	<b>14/03/2012</b>
3	Limpieza y lubricación de válvula rotatoria	1 día	12/03/2012	12/03/2012
4	Camb. Toberas de elevación / soplador separador	1 día	13/03/2012	13/03/2012
5	Camb. Árbol de mando / Teclado sensitivo	1 día	14/03/2012	14/03/2012
6	<b>Mantenimiento general del marcador</b>	<b>4 días</b>	<b>12/03/2012</b>	<b>15/03/2012</b>
7	Mantenimiento de la guía de tracción	0.5 días	12/03/2012	12/03/2012
8	Camb. Riel de tracción (Tiro-retiro)	0.5 días	12/03/2012	12/03/2012
9	Camb. Motor reductor (Formato de pliego)	0.5 días	13/03/2012	13/03/2012
10	Camb. Cinta de transporte	0.25 días	13/03/2012	13/03/2012
11	Camb. Rodillos/Cepillos de transporte	0.25 días	13/03/2012	13/03/2012
12	Camb. Volante de mecanismo (Ingreso de pliegos)	1 día	14/03/2012	14/03/2012
13	Camb. Lengüetas separadoras	1 día	15/03/2012	15/03/2012
14	<b>Mantenimiento de mesa de entrada</b>	<b>5 días</b>	<b>15/03/2012</b>	<b>19/03/2012</b>
15	Camb. Listón guía de mesa principal / casquillo de empalme	1 día	15/03/2012	15/03/2012
16	Alineamiento de cadenas / nivelación de mesa de entrada	1 día	16/03/2012	16/03/2012
17	Instalación de barra de iones (Antiestática)	1 día	17/03/2012	17/03/2012
18	Instalación de fuente de poder (Antiestática)	1 día	18/03/2012	18/03/2012
19	Cambio de mangueras, limpieza de mecanismos y lubricación	1 día	19/03/2012	19/03/2012
20	<b>MANT. CUERPOS DE IMPRESIÓN</b>	<b>17 días</b>	<b>12/03/2012</b>	<b>28/03/2012</b>
21	<b>Mant. Cuerpo impresor</b>	<b>17 días</b>	<b>12/03/2012</b>	<b>28/03/2012</b>
22	Desmontaje de rodillos de impresión	1 día	12/03/2012	12/03/2012
23	Limpieza de paredes (Unid. Impresión)	2 días	13/03/2012	14/03/2012
24	Cambio de pinzas/apoyos de tambor Ranger	2 días	15/03/2012	16/03/2012
25	Calibrar abertura de pinzas (Tambor Ranger)	1 día	20/03/2012	20/03/2012
26	Limpieza de puentes de pinzas (Cil. Impresor/Transferencia)	3 días	14/03/2012	16/03/2012
27	Camb. Pinzas plasma/uretano (Puentes de pinzas)	6 días	19/03/2012	24/03/2012

28	Calibrar abertura de pinzas (Cil. Impresor - Cil. Transferencia)	1 día	26/03/2012	26/03/2012
29	Camb. Rodillos seguidores de Leva (Puentes de pinzas)	2 días	24/03/2012	26/03/2012
30	Limpieza de lavador de mantilla e impresor	2 días	13/03/2012	14/03/2012
31	Camb. Rodillos de Bruza (Lavador mantilla)	1 día	15/03/2012	15/03/2012
32	Camb. Cilindro neumático (Unid. # 2,4 - Lavador mantilla)	1 día	17/03/2012	17/03/2012
33	Camb. Valvula 4/2 (Unid. # 1,5 - Lavador mantilla)	1 día	17/03/2012	17/03/2012
34	Desmontaje y limpieza de medias luna	1 día	13/03/2012	13/03/2012
35	Mantenimiento de tinteros (Limpieza y regulación)	1 día	27/03/2012	27/03/2012
36	Camb. Motor reductor/Potenciómetro (Tintero)	1 día	28/03/2012	28/03/2012
37	Camb. Separador de tintero (6 Unid.)	1 día	27/03/2012	27/03/2012
38	Cambio de rodamientos de rodillos de impresión	1 día	13/03/2012	13/03/2012
39	Camb. Perno soporte de rodillo inmersor (Sist. Humectador)	3 días	18/03/2012	20/03/2012
40	Camb. Cubierta de insulación de bandeja (Sist. Humectador)	3 días	13/03/2012	15/03/2012
41	Mantenimiento de mordazas portaplancha (Autoplate)	1 día	21/03/2012	21/03/2012
42	Revisión de barras de inserción de placa	1 día	22/03/2012	22/03/2012
43	Limpieza de aros guía (Cil. Impresor - Mantilla)	1 día	23/03/2012	23/03/2012
44	Camb. Racletas de lavador de rodillos (Sist. Entintado)	1 día	23/03/2012	23/03/2012
45	Revisión de pistones (bandeja de racletas de descargadores)	1 día	24/03/2012	24/03/2012
46	Camb. Freno de motor principal	1 día	23/03/2012	23/03/2012
47	Camb. Correa trapezoidal (Motor principal)	1 día	24/03/2012	24/03/2012
48	Camb. Cartucho filtrante (Sist. Lubricación central)	1 día	25/03/2012	25/03/2012
49	Revisión de fugas neumaticas y camb. de mangueras	1 día	26/03/2012	26/03/2012
50	Montaje de lavadores y medias luna	1 día	18/03/2012	18/03/2012
51	Montaje y calibración de rodillos	1 día	27/03/2012	27/03/2012
52	Alinear registro "Cero"	1 día	28/03/2012	28/03/2012
53	<b>Mantenimiento de depósito de solución de lavado</b>	<b>1 día</b>	<b>12/03/2012</b>	<b>12/03/2012</b>
54	Limpieza de tanque de solución	0.5 días	12/03/2012	12/03/2012
55	Camb. Tamiz y filtros de línea	0.5 días	12/03/2012	12/03/2012
56	<b>Mantenimiento de tanque intermedio</b>	<b>1 día</b>	<b>13/03/2012</b>	<b>13/03/2012</b>
57	Limpieza de tanque, revisión de boya y bomba	0.5 días	13/03/2012	13/03/2012
58	Revisión y corrección de fugas de línea	0.5 días	13/03/2012	13/03/2012
59	<b>MANT. UNIDAD DE BARNIZ</b>	<b>7 días</b>	<b>12/03/2012</b>	<b>18/03/2012</b>
60	<b>Mant. Cuerpo barnizador</b>	<b>6 días</b>	<b>12/03/2012</b>	<b>17/03/2012</b>

61	Desmontaje y limpieza de bandeja de barniz	1 día	12/03/2012	12/03/2012
62	Limpieza de paredes y mecanismos reguladores	1 día	13/03/2012	13/03/2012
63	Camb. Soporte de rodillo sin-fin	1 día	14/03/2012	14/03/2012
64	Camb. Volante con escala (Reguladores de presión)	1 día	15/03/2012	15/03/2012
65	Limpieza de media luna y rueda dentada de transporte de pliegos	1 día	16/03/2012	16/03/2012
66	Camb. Rodillo inmersor de barniz	0.5 días	17/03/2012	17/03/2012
67	Cambio de mangueras y llave de paso (Bajada de barniz)	0.25 días	17/03/2012	17/03/2012
68	Limpieza de pinzas	0.25 días	17/03/2012	17/03/2012
69	<b>Mantenimiento de bomba de barniz</b>	<b>3 días</b>	<b>16/03/2012</b>	<b>18/03/2012</b>
70	Revisión de bomba (membranas, reguladores, válvulas, mangueras)	1 día	18/03/2012	18/03/2012
71	Pintado de estructura de bomba de barniz.	2 días	16/03/2012	18/03/2012
72	<b>MANT. UNIDAD DE SALIDA</b>	<b>7 días</b>	<b>20/03/2012</b>	<b>26/03/2012</b>
73	Limpieza de barras de pinza de transporte (14 unid.)	1 día	20/03/2012	20/03/2012
74	Camb. Tope de papel (Posterior)	0.25 días	21/03/2012	21/03/2012
75	Limpieza de cadena de mesa de salida	0.25 días	21/03/2012	21/03/2012
76	Alineamiento / Nivelación de mesa de salida	0.25 días	21/03/2012	21/03/2012
77	Instalación de sensores de nivel (Mesa principal)	0.5 días	21/03/2012	22/03/2012
78	Desmontaje de extractor de polvo	0.25 días	22/03/2012	22/03/2012
79	Mantenimiento de sistema (uñas saca-pliego)	0.25 días	22/03/2012	22/03/2012
80	Camb. Rodillo aspirador (Freno de pliegos)	0.5 días	22/03/2012	23/03/2012
81	Mantenimiento de equipo pulverizador (Mangueras/Toberas)	1 día	23/03/2012	24/03/2012
82	Camb. Paletas de carbón (Bomba - pulverizador)	0.5 días	24/03/2012	24/03/2012
83	Camb. Ventiladores de caída de pliego	0.5 días	24/03/2012	25/03/2012
84	Limpieza guías de cadena de transporte	0.25 días	25/03/2012	25/03/2012
85	Mantenimiento de dispositivo desenrollador de pliegos	0.5 días	25/03/2012	25/03/2012
86	Cambio de mangueras neumáticas y revisión de fugas en válvulas	1 día	26/03/2012	26/03/2012
87	<b>MANT. EQUIPOS AUXILIARES</b>	<b>10 días</b>	<b>13/03/2012</b>	<b>22/03/2012</b>
88	<b>Mantenimiento de tableros eléctricos (Tabl. principal/CPC)</b>	<b>2 días</b>	<b>13/03/2012</b>	<b>14/03/2012</b>
89	Limpieza interna de tableros	0.5 días	13/03/2012	13/03/2012
90	Limpieza de extractor de aire	0.5 días	13/03/2012	13/03/2012
91	Cambio de rieles guía de tarjetas	0.5 días	14/03/2012	14/03/2012
92	Camb. Tarjetas (SSK2, KLM4, NT2000, LTK50, MOT)	0.5 días	14/03/2012	14/03/2012

93	<b>Mantenimiento de central de agua (Technotrans)</b>	<b>9 días</b>	<b>14/03/2012</b>	<b>22/03/2012</b>
94	Mantenimiento de equipo de refrigeración (Technotrans)	3 días	14/03/2012	16/03/2012
95	Camb. Compresor hermético (Equip. Refrigeración)	1 día	17/03/2012	17/03/2012
96	Camb. Válvula de paso (Agua)	1 día	17/03/2012	17/03/2012
97	Camb. Módulo de procesador (IHM)	1 día	18/03/2012	18/03/2012
98	Instalación de filtros	1 día	19/03/2012	19/03/2012
99	Prueba de funcionamiento	1 día	22/03/2012	22/03/2012
100	<b>Mantenimiento del horno (DryStar-IR)</b>	<b>4 días</b>	<b>15/03/2012</b>	<b>18/03/2012</b>
101	Camb. Tubo radiador IR (5 lámparas)	1 día	15/03/2012	15/03/2012
102	Camb. Tarjeta de control de turbina (Aire caliente)	0.25 días	16/03/2012	16/03/2012
103	Camb. Sensor / Termo interruptor / Relé	0.25 días	16/03/2012	16/03/2012
104	Limpieza de circuito de refrigeración	0.5 días	16/03/2012	16/03/2012
105	Camb. Líquido refrigerante (Sist. Enfriamiento-lámparas)	0.5 días	17/03/2012	17/03/2012
106	Camb. Mangueras de aire caliente (Módulos)	1 día	17/03/2012	18/03/2012
107	Camb. Filtros de aire	0.5 días	18/03/2012	18/03/2012
108	<b>Mantenimiento de central de aire (AirStar)</b>	<b>3 días</b>	<b>20/03/2012</b>	<b>22/03/2012</b>
109	Limpieza de cabina	1 día	20/03/2012	20/03/2012
110	Cambio de mangueras de aire	1 día	21/03/2012	21/03/2012
111	Cambio de filtro de aire	1 día	22/03/2012	22/03/2012
112	<b>MANTENIMIENTO DE MOTORES ELECTRICOS</b>	<b>7 días</b>	<b>14/03/2012</b>	<b>20/03/2012</b>
113	Mantenimiento de motores (Principal y equipos auxiliares)	7 días	14/03/2012	20/03/2012
114	Mantenimiento de extractores de armarios	6 días	15/03/2012	20/03/2012

#### **4.10 Cronograma de las actividades de mantenimiento**

A continuación se presenta el cronograma de los trabajos de mantenimiento planificados para la realización del mantenimiento correctivo en la impresora Heidelberg Speedmaster CD 102-6-LX.

Id	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	12 mar '12							19 mar '12							26 mar '12						
					D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S
1	<b>MANT. DE UNIDAD DE ENTRADA</b>	8 días	lun 12/03/12	lun 19/03/12	[Barra de tarea]																				
2	<b>Mantenimiento de cabezal aspirador</b>	3 días	lun 12/03/12	mié 14/03/12	[Barra de tarea]																				
3	Limpieza y lubricación de válvula rotatoria	1 día	lun 12/03/12	lun 12/03/12	[Barra de tarea]																				
4	Camb. Toberas de elevación / soplador separador	1 día	mar 13/03/12	mar 13/03/12	[Barra de tarea]																				
5	Camb. Árbol de mando / Teclado sensitivo	1 día	mié 14/03/12	mié 14/03/12	[Barra de tarea]																				
6	<b>Mantenimiento general del marcador</b>	4 días	lun 12/03/12	jue 15/03/12	[Barra de tarea]																				
7	Mantenimiento de la guía de tracción	0,5 días	lun 12/03/12	lun 12/03/12	[Barra de tarea]																				
8	Camb. Riel de tracción (Tiro-retiro)	0,5 días	lun 12/03/12	lun 12/03/12	[Barra de tarea]																				
9	Camb. Motor reductor (Formato de pliego)	0,5 días	mar 13/03/12	mar 13/03/12	[Barra de tarea]																				
10	Camb. Cinta de transporte	0,25 días	mar 13/03/12	mar 13/03/12	[Barra de tarea]																				
11	Camb. Rodillos/Cepillos de transporte	0,25 días	mar 13/03/12	mar 13/03/12	[Barra de tarea]																				
12	Camb. Volante de mecanismo (Ingreso de pliegos)	1 día	mié 14/03/12	mié 14/03/12	[Barra de tarea]																				
13	Camb. Lengüetas separadoras	1 día	jue 15/03/12	jue 15/03/12	[Barra de tarea]																				
14	<b>Mantenimiento de mesa de entrada</b>	5 días	jue 15/03/12	lun 19/03/12	[Barra de tarea]																				
15	Camb. Listón guía de mesa principal / casquillo de empalme	1 día	jue 15/03/12	jue 15/03/12	[Barra de tarea]																				
16	Alineamiento de cadenas / nivelación de mesa de entrada	1 día	vie 16/03/12	vie 16/03/12	[Barra de tarea]																				
17	Instalación de barra de iones (Antiestática)	1 día	sáb 17/03/12	sáb 17/03/12	[Barra de tarea]																				
18	Instalación de fuente de poder (Antiestática)	1 día	dom 18/03/12	dom 18/03/12	[Barra de tarea]																				
19	Cambio de mangueras, limpieza de mecanismos y lubricación	1 día	lun 19/03/12	lun 19/03/12	[Barra de tarea]																				
20	<b>MANT. CUERPOS DE IMPRESIÓN</b>	17 días	lun 12/03/12	mié 28/03/12	[Barra de tarea]																				
21	<b>Mant. Cuerpo impresor</b>	17 días	lun 12/03/12	mié 28/03/12	[Barra de tarea]																				
22	Desmontaje de rodillos de impresión	1 día	lun 12/03/12	lun 12/03/12	[Barra de tarea]																				
23	Limpieza de paredes (Unid. Impresión)	2 días	mar 13/03/12	mié 14/03/12	[Barra de tarea]																				
24	Cambio de pinzas/apoyos de tambor Ranger	2 días	jue 15/03/12	vie 16/03/12	[Barra de tarea]																				
25	Calibrar abertura de pinzas (Tambor Ranger)	1 día	mar 20/03/12	mar 20/03/12	[Barra de tarea]																				
26	Limpieza de puentes de pinzas (Cil. Impresor/Transferencia)	3 días	mié 14/03/12	vie 16/03/12	[Barra de tarea]																				
27	Camb. Pinzas plasma/uretano (Puentes de pinzas)	6 días	lun 19/03/12	sáb 24/03/12	[Barra de tarea]																				
28	Calibrar abertura de pinzas (Cil. Impresor - Cil. Transferencia)	1 día	lun 26/03/12	lun 26/03/12	[Barra de tarea]																				
29	Camb. Rodillos seguidores de leva (Puentes de pinzas)	2 días	sáb 24/03/12	lun 26/03/12	[Barra de tarea]																				
30	Limpieza de lavador de mantilla e impresor	2 días	mar 13/03/12	mié 14/03/12	[Barra de tarea]																				
31	Camb. Rodillos de Bruza (Lavador mantilla)	1 día	jue 15/03/12	jue 15/03/12	[Barra de tarea]																				
32	Camb. Cilindro neumático (Unid. # 2,4 - Lavador mantilla)	1 día	sáb 17/03/12	sáb 17/03/12	[Barra de tarea]																				
33	Camb. Válvula 4/2 (Unid. # 1,5 - Lavador mantilla)	1 día	sáb 17/03/12	sáb 17/03/12	[Barra de tarea]																				
34	Desmontaje y limpieza de medias luna	1 día	mar 13/03/12	mar 13/03/12	[Barra de tarea]																				
35	Mantenimiento de tinteros (Limpieza y regulación)	1 día	mar 27/03/12	mar 27/03/12	[Barra de tarea]																				
36	Camb. Motor reductor/Potenciómetro (Tintero)	1 día	mié 28/03/12	mié 28/03/12	[Barra de tarea]																				
37	Camb. Separador de tintero (6 Unid.)	1 día	mar 27/03/12	mar 27/03/12	[Barra de tarea]																				
38	Cambio de rodamientos de rodillos de impresión	1 día	mar 13/03/12	mar 13/03/12	[Barra de tarea]																				
39	Camb. Perno soporte de rodillo inmersor (Sist. Humectador)	3 días	dom 18/03/12	mar 20/03/12	[Barra de tarea]																				
40	Camb. Cubierta de insulación de bandeja (Sist. Humectador)	3 días	mar 13/03/12	jue 15/03/12	[Barra de tarea]																				
41	Mantenimiento de mordazas portaplancha (Autoplate)	1 día	mié 21/03/12	mié 21/03/12	[Barra de tarea]																				
42	Revisión de barras de inserción de placa	1 día	jue 22/03/12	jue 22/03/12	[Barra de tarea]																				
43	Limpieza de aros guía (Cil. Impresor - Mantilla)	1 día	vie 23/03/12	vie 23/03/12	[Barra de tarea]																				
44	Camb. Racletas de lavador de rodillos (Sist. Entintado)	1 día	vie 23/03/12	vie 23/03/12	[Barra de tarea]																				
45	Revisión de pistones (bandeja de racletas de descargadores)	1 día	sáb 24/03/12	sáb 24/03/12	[Barra de tarea]																				
46	Camb. Freno de motor principal	1 día	vie 23/03/12	vie 23/03/12	[Barra de tarea]																				
47	Camb. Correa trapezoidal (Motor principal)	1 día	sáb 24/03/12	sáb 24/03/12	[Barra de tarea]																				
48	Camb. Cartucho filtrante (Sist. Lubricación central)	1 día	dom 25/03/12	dom 25/03/12	[Barra de tarea]																				
49	Revisión de fugas neumáticas y camb. de mangueras	1 día	lun 26/03/12	lun 26/03/12	[Barra de tarea]																				
50	Montaje de lavadores y medias luna	1 día	dom 18/03/12	dom 18/03/12	[Barra de tarea]																				
51	Montaje y calibración de rodillos	1 día	mar 27/03/12	mar 27/03/12	[Barra de tarea]																				
52	Alinear registro "Cero"	1 día	mié 28/03/12	mié 28/03/12	[Barra de tarea]																				
53	<b>Mantenimiento de desposito de solución de lavado</b>	1 día	lun 12/03/12	lun 12/03/12	[Barra de tarea]																				
54	Limpieza de tanque de solución	0,5 días	lun 12/03/12	lun 12/03/12	[Barra de tarea]																				
55	Camb. Tamiz y filtros de línea	0,5 días	lun 12/03/12	lun 12/03/12	[Barra de tarea]																				
56	<b>Mantenimiento de tanque intermedio</b>	1 día	mar 13/03/12	mar 13/03/12	[Barra de tarea]																				
57	Limpieza de tanque, revisión de boya y bomba	0,5 días	mar 13/03/12	mar 13/03/12	[Barra de tarea]																				
58	Revisión y corrección de fugas de línea	0,5 días	mar 13/03/12	mar 13/03/12	[Barra de tarea]																				
59	<b>MANT. UNIDAD DE BARNIZ</b>	7 días	lun 12/03/12	dom 18/03/12	[Barra de tarea]																				
60	<b>Mant. Cuerpo barnizador</b>	6 días	lun 12/03/12	sáb 17/03/12	[Barra de tarea]																				



## **CAPITULO V**

### **COSTO DEL MANTENIMIENTO CORRECTIVO**

#### **5.1 Inversión en repuestos, mano de obra y reparaciones**

El trabajo de mantenimiento correctivo requiere inversiones en repuestos originales de fábrica, materiales locales, insumos para limpieza y mantenimiento, mano de obra especializada y servicio de terceros.

A continuación se muestra el presupuesto de la lista de repuestos necesarios para el recambio los que fueron identificados en la evaluación técnica por los técnicos especialistas representantes del equipo. Dichos repuestos son de procedencia alemana y tienen un tiempo de entrega aproximadamente de cuatro a cinco semanas después de recibida la orden de compra.

Tabla 5.1: Presupuesto de repuestos

REPUESTOS PARA IMPRESORA HEIDELBERG CD 102-6-LX - N°SERIE: 543522					
N°	CODIGO	DESCRIPCION	CANT.	P.UNIT. (US\$)	TOTAL (US\$)
	<b>CAB.ASPIRADOR</b>				
1	41.028.151/03	ARBOL DE MANDO	2	64.62	129.24
2	C4.028.009/02	TOBERA ASPIRADORA DE ELEVACION	4	7.88	31.52
3	91.146.9209/04	TECLADO SENSITIVO	1	798.32	798.32
4	C5.028.101F/	SOPLADOR SEPARADOR DE PLIEGOS	6	173.60	1,041.60
5	C5.028.139/	CASQUILLO DE EMPALME	2	63.16	126.32
6	MV.033.470/02	LISTON GUIA	1	1,134.92	1,134.92
7	MV.024.696	LISTON GUIA	1	1,632.70	1,632.70
	<b>MARCADOR</b>				
8	C6.020.170F/01	RODILLO CPL.	4	103.19	412.76
9	MV.017.008/	RODILLO	4	88.14	352.56
10	MV.024.715/	RODILLO	4	61.39	245.56
11	66.891.006/	CEPILLO	4	9.06	36.24
12	66.020.122/	CEPILLO	4	4.14	16.56
13	86.020.029/	CINTA DE TRANSPORTE	6	37.40	224.40
14	C5.072.605/	RIEL DE TRACCION	2	333.36	666.72
15	66.072.084F/05	LENGÜETA SEPARADORA CPL	8	94.72	757.76
16	C4.372.384F/04	LENGÜETA SEPARADORA CPL	2	110.32	220.64
17	00.580.3984/	VOLANTE	1	88.02	88.02
18	C4.372.383F/04	LENGÜETA SEPARADORA CPL	2	99.17	198.34
19	71.186.5121/01	MOTOR REDUCTOR	1	343.24	343.24
	<b>C. IMPRESORES</b>				
20	87.334.010/	CILINDRO NEUMATICO	4	207.44	829.76
21	M2.184.1121/05	VALVULA DE 4/2 VIAS	4	181.00	724.00
22	71.009.061F/05	RODILLO TOMADOR DE TINTA	6	923.14	5,538.84
23	71.030.250F/02	RODILLO DADOR DE MOJADO	3	1,287.76	3,863.28
24	71.009.034F/02	RODILLO DE CAUCHO	3	897.41	2,692.23
25	MV.025.468/03	SEPARADOR DEL TINTERO	12	169.42	2,033.04
26	MV.031.124/	PERNO SOPORTE	6	840.52	5,043.12
27	MV.040.336/01	RODILLO DE BRUZA	6	1,784.35	10,706.10
28	41.010.180/01	RACLETA DE CAUCHO	6	31.87	191.22
29	81.205.614/	TAMIZ	3	57.76	173.28
30	00.580.2733	FILTRO	3	92.70	278.10
31	C6.011.121/01	RODILLO SEGUIDOR DE LEVA	33	205.75	6,789.75
32	C8.458.719/01	TUERCA CON COLLAR	18	4.14	74.52
33	S9.101.2022/02	FRENO DE MOTOR PRINCIPAL	1	7,086.17	7,086.17

34	00.270.0101/	CORREA TRAPEZOIDAL	1	429.81	429.81
35	00.580.1558/01	CARTUCHO FILTRANTE	1	185.85	185.85
36	C3.011.727/04	PINZA URETANO	190	55.90	10,620.08
37	C3.011.627/03	PINZA PLASMA	443	27.16	12,033.98
38	C4.313.107/02	APOYO DE PINZA	19	26.82	509.58
39	61.186.5311/	MOTOR REDUCTOR (TINTERO)	5	127.04	635.18
40	63.186.5321/	POTENCIOMETRO (TINTERO)	15	75.83	1,137.45
	<b>BARNIZ</b>				
41	C6.721.014F/	RODILLO INMERSOR DE BARNIZ	1	2,941.17	2,941.17
42	00.580.5724/02	VOLANTE CON ESCALA	2	189.00	378.00
43	C4.008.061S/01	SOPORTE DE TORNILLO SINFIN	2	73.48	146.96
	<b>HORNO IR</b>				
44	C7.170.0301/01	TUBO RADIADOR IR 5.4 KW	5	1,785.25	8,926.25
45	G4.170.0306/	TERMO INTERRUPTOR	1	67.53	67.53
46	00.780.3412/	SENSOR	1	76.24	76.24
47	C7.170.0698/	RELE	1	133.84	133.84
48	M2.144.2111/12	TARJETA CONTROL TURBINA	1	2,596.85	2,596.85
	<b>SALIDA</b>				
49	C6.887.047S/02	TOPE DE PAPEL	1	1,469.34	1,469.34
50	MV.034.939/	RODILLO ASPIRADOR	7	361.69	2,531.83
51	00.783.0139/	SENSOR	1	120.29	120.29
52	M2.110.1421/01	SENSOR	1	26.79	26.79
53	C2.122.1311/02	SENSOR	1	503.14	503.14
54	C9.015.817/	TUERCA MOLETEADA	1	6.30	6.30
55	C8.015.817/	TUERCA	1	7.88	7.88
56	S9.164.1453/	JUEGO DE ALETAS CARBON (PULVERIZADOR)	1	579.87	579.87
57	93.115.241/01	VENTILADOR	10	138.89	1,388.90
	<b>TECHNOTRANS</b>				
58	92.196.1811/	ESTERA FILTRANTE	1	79.39	79.39
59	63.196.1911/	FILTRO	1	40.39	40.39
60	C7.170.0456/	VALVULA DE PASO	1	269.10	269.10
61	100.18.929	PROCESSADOR WITH SOFTWARE TRE 31	1	8,870.45	8,870.45
62	M6.196.1816	COMPRESSOR ZR 34 COMPL. (HYDROSTAR-BETA.D 60)	1	1,500.00	1,500.00
	<b>TARJ. ELECTR.</b>				
63	00.785.1162/02	PLACA ELECTRONICA SSK2	1	4,166.08	4,166.08
64	M2.144.2111/12	MODULO KLM4	1	2,596.85	2,596.85
65	00.785.0728/04	MODULO NT2000	1	1,043.27	1,043.27
66	91.144.8021/03	PLACA ELECTRONICA LTK50	1	2,029.34	2,029.34
67	81.186.5315/C	TARJETA DEL MOTOR "MOT"	1	1,862.52	1,862.52
68	00.781.2108	RIEL GUIA	8	2.59	20.72

	ANTIESTATICA				
69	-	FUENTE DE PODER PARA ION-EDGE MODELO 400T / 220V	1	360.00	360.00
70	-	BARRA ION-EDGE MOD.400T ANCHO: 40" SIN AIRE	1	565.00	565.00

<b>Sub-Total US\$</b>	<b>125,337.05</b>
<b>Dcto. Especial (12.5%)</b>	<b>15,667.13</b>
	<b>109,669.91</b>
<b>IGV (18%)</b>	<b>19,740.58</b>
<b>Total US\$</b>	<b>129,410.50</b>

Asimismo para la mano de obra especializada se presenta el siguiente presupuesto.

**Tabla 5.2: Presupuesto de mano de obra**

DESCRIPCION	N° TEC.	DIAS	HORAS	P.UNIT. (US\$)	TOTAL (US\$)
TEC. MECANICO (HN)	2	15	8.00	50.00	12,000.00
TEC. MECANICO (HE)	2	3	8.00	65.00	3,120.00
TEC. ELECTRONICO	1	10	8.00	50.00	4,000.00
AYUDANTE (MEC.)	1	15	8.00	35.00	4,200.00
TIEMPO DE TRASLADO (MECANICO)	2	18		30.00	1,080.00
TIEMPO DE TRASLADO (ELECTRONICO)	1	10		30.00	300.00
	<b>TOTAL HORAS</b>		<b>488.00</b>		

<b>Sub-Total US\$</b>	<b>24,700.00</b>
<b>IGV (18%)</b>	<b>4,446.00</b>
<b>Total US\$</b>	<b>29,146.00</b>

**NOTA:**

\* El presupuesto incluye Horas Normales de trabajo de Lunes a Viernes: 8:00 a.m a 6:00 p.m.

\* Horas Extra de Lunes a Viernes: 6:00 p.m a 9:00 p.m. y Sábados de 8:00 a.m. a 6:00 p.m.

**Tabla 5.3: Presupuesto de mantenimiento de motores eléctricos**

SUB-SISTEMA	DESCRIPCIÓN DE LA FUNCIÓN	UND	POT. (HP)	VOLT. (ARMAD)	FASE	COSTO US\$	TOTAL US\$
SUB-SISTEMA SOPLADORES	MOTOR PRINCIPAL SOPLADOR EN CABINA	1	6.7	220/ 440	3F	115.00	115.00
SISTEMA AGUA TECHNOTRANS	BOMBA RECIRCULANTE	2	0.6	380	3F	30.00	60.00
	BOMBA RECIRCULANTE AUX	1	0.2	380	3F	28.00	28.00
SUB-SISTEMA MOTOR PRINCIPAL	MOTOR PRINCIPAL	1	88.5	89/ 380V	DC	350.00	350.00
SUB-SISTEMA BOMBA DE BARNIZ	BOMBA RECIRCULACIÓN DE BARNIZ	1	1.0	250	3F	52.00	52.00
SUB-SISTEMA SALIDA DE PLIEGOS	EXTRACTOR DE AIRE O POLVO	3	3.0	220/ 440	3F	95.00	285.00
	PULVERIZADOR	1	2.95	250/ 440	3F	95.00	95.00
	COMPRESOR DEL PULVERIZADOR	1	7.24	480	3F	110.00	110.00
SUB-SISTEMA TECHO	MOTOR EXTRACTOR TECHO	3	3.0	220/ 440	3F	147.00	441.00

<b>Sub-Total US\$</b>	<b>1,536.00</b>
<b>IGV (18%)</b>	<b>276.48</b>
<b>Total US\$</b>	<b>1,812.48</b>

**Tabla 5.4: Presupuesto de materiales locales y servicios de terceros**

N°	DESCRIPCION	PROV.	MONTO (US\$)
1	MANTENIMIENTO TECHNOTRANS	TERCEROS	700.00
2	REPARACIONES MECANICAS (MAESTRANZA LOCAL)	TERCEROS	1,000.00
3	REPUESTOS LOCALES (RODAJES, FILTROS, MANGUERAS)	TERCEROS	1,430.00
4	INSUMOS VARIOS (ACEITES, SOLVENTES, GRASAS)	TERCEROS	1,200.00

<b>Total US\$</b>	<b>4,330.00</b>
-------------------	-----------------

## 5.2 Cálculo del retorno de la inversión

La inversión en el trabajo de mantenimiento correctivo debe recuperarse en el tiempo con el incremento de la producción sustentado en el aumento de la velocidad de funcionamiento. Los técnicos especialistas estiman un incremento de la velocidad de impresión con un valor mínimo de 10000 pliegos/hora, equivale a un aumento del 33% de la velocidad promedio actual (7600 pliegos/hora).

En la tabla 5.5 se presenta los valores del margen de producción ganado al incrementar la velocidad de funcionamiento, estimado en los meses posteriores a la realización del trabajo, viene acompañado de la evaluación económica y el cálculo de los parámetros económicos (VAN, TIR y tiempo de retorno de la inversión).

**Tabla 5.5: Margen ganado de producción**

Periodo (meses)	Kilos producidos (papel)	Kilos producidos (cartón)	Kilos producidos (P y C)	Margen de contribución (US\$)
1	28,988.26	65,355.36	94,343.62	93,147.20
2	33,041.38	74,493.29	107,534.67	106,170.96
3	25,801.88	58,171.50	83,973.38	82,908.46
4	22,333.57	50,352.05	72,685.62	71,763.85
5	20,261.31	45,680.05	65,941.36	65,105.12
6	24,791.75	55,894.12	80,685.86	79,662.64
7	22,065.15	49,746.89	71,812.05	70,901.36
8	22,646.66	51,057.93	73,704.59	72,769.90
9	27,197.50	61,318.00	88,515.50	87,392.99
10	27,142.50	61,194.00	88,336.50	87,216.26
11	29,218.75	65,875.00	95,093.75	93,887.81
12	26,244.08	59,168.46	85,412.54	84,329.37

**EVALUACION ECONOMICA (EN US\$)**

**1. Ventas incrementales del equipo**

	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo
Periodo (Meses)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ventas en Kilos		94,344	107,535	83,973	72,686	65,941	80,686	71,812	73,705	88,516	88,337	95,094	85,413
Margen de Contribución US\$		93,147	106,171	82,908	71,764	65,105	79,663	70,901	72,770	87,393	87,216	93,888	84,329

**2. Costo de producción**

	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Mano de obra	15,060	17,166	13,405	11,603	10,526	12,880	11,463	11,765	14,130	14,101	15,180	13,634
Energía	2,812	3,206	2,503	2,167	1,966	2,405	2,141	2,197	2,639	2,633	2,835	2,546
Servicio de terceros	9,321	10,624	8,296	7,181	6,515	7,971	7,095	7,282	8,745	8,727	9,395	8,438

**3. Inversiones**

	Periodo 0
Repuestos	129,410
Mano de obra (Especialistas)	29,146
Servicios, materiales e insumos	6,142
Margen de contribución (perdido)	167,894
<b>Inversión</b>	<b>332,592</b>

4. Tasa de descuento (mensual)  10% (anual)

5. Tasa impositiva  Esta tasa combina impuesto a la renta y participación de los trabajadores.

**6. Evaluación**

Periodo	Marzo 0	Abril 1	Mayo 2	Junio 3	Julio 4	Agosto 5	Septiembre 6	Octubre 7	Noviembre 8	Diciembre 9	Enero 10	Febrero 11	Marzo 12
---------	------------	------------	-----------	------------	------------	-------------	-----------------	--------------	----------------	----------------	-------------	---------------	-------------

**Ventas**

	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo
en kilos	94,344	107,535	83,973	72,686	65,941	80,686	71,812	73,705	88,516	88,337	95,094	85,413	
Margen de contribución (US\$)	93,147	106,171	82,908	71,764	65,105	79,663	70,901	72,770	87,393	87,216	93,888	84,329	
Costo de producción	27,193	30,995	24,204	20,951	19,007	23,256	20,699	21,244	25,513	25,462	27,409	24,619	
Margen	65,954	75,176	58,704	50,813	46,099	56,406	50,203	51,526	61,880	61,755	66,478	59,711	
Impuestos (37%)	24,403	27,815	21,721	18,801	17,056	20,870	18,575	19,065	22,896	22,849	24,597	22,093	

Utilidad Neta	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo
	41,551	47,361	36,984	32,012	29,042	35,536	31,628	32,461	38,984	38,905	41,881	37,618	

Flujo Económico	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo
	-332,592	41,551	47,361	36,984	32,012	29,042	35,536	31,628	32,461	38,984	38,905	41,881	37,618

Valor descontado	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo
		41,222	46,614	36,113	31,011	27,911	33,882	29,917	30,463	36,295	35,935	38,378	34,198
Valor por recuperar	332,592	291,370	244,756	208,643	177,631	149,720	115,838	85,921	55,458	19,163	-16,772	-55,149	-89,347
		1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.5	0.0	0.0

7. VAN Económico 89,347

8. TIR Económico 4.80% 75.5% (anual)

9. Tiempo de retorno (Payback) 9.5 meses

## CONCLUSIONES

1. La utilización de las bases de datos correspondiente a las actividades realizadas en la máquina, permitieron realizar evaluaciones de desempeño y conocer su estado actual, lográndose evidenciar las etapas de vida del mismo.
2. A través de la aplicación del análisis del gráfico de Pareto se identificaron los cuatro sistemas y sus respectivos sub-sistemas que presentan un mayor nivel de incidencias en los tiempos de paro y frecuencias por mantenimiento correctivo.
3. Con el propósito de eliminar las causas de las fallas se realizó la evaluación técnica in situ con personal especializado, técnicos de mantenimiento y personal de planta, lográndose así evaluar los trabajos y tiempo para realizar las reparaciones.
4. La evaluación económica nos permite concluir que el plan de mantenimiento correctivo de la impresora, presenta un escenario alentador para los inversionistas, mostrando un VAN de US\$ 89,347., con una TIR del 75.5% y un tiempo de recuperación de la inversión de 9.5 meses.

5. De acuerdo a las evaluaciones realizadas se concluye que la ejecución del plan de mantenimiento correctivo de la impresora es viable, los indicadores económicos lo sustentan, dejando a la empresa no solo mayores ingresos, sino también, incrementando el Know How de quienes la conforman.

## RECOMENDACIONES

1. El uso de un sistema informático de datos representa una ventaja competitiva frente al hecho de no tenerla, aun así, muchas veces se limita el uso de esta información para un momento específico. Realizar un monitoreo constante, permitirá anticiparse y tomar acción frente a cualquier tipo de desviaciones en el funcionamiento de los equipos.
2. La realización de este tipo de trabajos serviría como piloto para futuros trabajos en las demás maquinas de la planta, mejorando así, no solo la efectividad de ellos, sino que también el de la cadena productiva.
3. Realizar trabajos con la participación de varias áreas no solo permitirá que estas se encuentren más involucradas con los trabajos de mantenimiento, sino que también, permitirá introducir nuevas ideas para implementar metodologías de mantenimiento como el TPM y RCM.

**BIBLIOGRAFIA**

Kipphan, Helmut. *Handbook of Print Media: Technologies and production methods*. Alemania: SPRINGER GmbH, 2001.

Mobley, R. Keith. *Maintenance Engineering Handbook*. 7.<sup>a</sup> edición. Estados Unidos: The McGraw-Hill Companies, Inc., 2008.

Moubray, John. *Mantenimiento Centrado en Confiabilidad*. Reino Unido: ALADON Ltd, 2004.

Suzuki, Tokutaro. *TPM para industrias de proceso*. España: TGP-HOSHIN S.L., 1995.

Tokeshi Shirota, Alberto. *Planifique, desarrolle y apruebe su tesis: Guía para mejores resultados*. 1.<sup>a</sup> edición. Perú: Universidad de Lima, Fondo Editorial, 2008.

[http://www.heidelberg.com/h/www/en/branchoffice/branchoffice/p/peru\\_lima](http://www.heidelberg.com/h/www/en/branchoffice/branchoffice/p/peru_lima)

<http://www.quiminet.com/articulos/el-polipropileno-biorientado-bopp-y-sus-aplicaciones-31039.htm>.

**APENDICE A**

**ESPECIFICACIONES TECNICAS DE LA IMPRESORA HEIDELBERG**

**SPEEDMASTER CD 102**

# Technical Data Speedmaster CD 102

## Printing stock

Min. sheet size	340 mm × 480 mm (13.39 in × 18.90 in)
Max. sheet size	720 mm × 1.020 mm (28.35 in × 40.16 in)
Max. print format	700 mm × 1.020 mm (27.56 in × 40.16 in)
Max. print format with AutoPlate	710 mm × 1.020 mm (27.95 in × 40.16 in)
Thickness	0.03 mm - 1.0 mm (0.0012 in - 0.039 in)
Gripper margin	10 mm - 12 mm (0.39 in - 0.47 in)

## Plate cylinder

Undercut	0.50 mm (0.020 in)
Undercut with AutoPlate	0.15 mm (0.0059 in)
Distance from leading edge of plate to start of printing	43 mm (1.69 in)
Distance from leading edge of plate to start of printing - with AutoPlate	52 mm (2.04 in)

## Plates

Length × width	770 mm × 1.030 mm (30.31 in × 40.55 in)
Length × width with AutoPlate	790 mm × 1.030 mm (31.10 in × 40.55 in)
Thickness	0.20 mm - 0.50 mm (0.0079 in - 0.020 in)
Thickness with AutoPlate	0.20 mm - 0.30 mm (0.0079 in - 0.012 in)

## Blanket cylinder

Length × width (metal-backed blanket)	840 mm × 1.052 mm (33.07 in × 41.42 in)
Undercut	2.3 mm (0.091 in)
Thickness (blanket)	1.95 mm (0.077 in)
Length × width packing sheet	735 mm × 1.030 mm (28.94 in × 40.55 in)

## Coating blanket cylinder

Length × width (metal-backed coating blanket)	800 mm × 1.048 mm (31.50 in × 41.26 in)
Length × width coating plate	780 mm × 1.030 mm (30.71 in × 40.55 in)
Undercut	3.2 mm (0.13 in)
Distance from leading edge of coating plate to start of coating	43 mm (1.69 in)
Max. coating area	710 mm × 1.020 mm (27.95 in × 40.16 in)

## Pile heights (incl. pile board and pile support plates)

Preset Plus Feeder	1.320 mm (51.97 in)
Preset Plus Delivery	1.295 mm (50.98 in)
Elevated press	+ 500 mm (+ 19.69 in)

## Sample configuration

Dimensions of the Speedmaster CD 102-6+L with Preset Plus Feeder and Preset Plus Delivery and two delivery extension modules

Number of printing units	6
Length	15.85 m (624.02 in)
Width	3.33 m (131.10 in)
Height	2.15 m (84.65 in)

Technical data can vary according to job, ink, printing stock and possibly other factors.

**APENDICE B**

**DATOS DE PRODUCCION MENSUAL (2001-2010)**

Nota: Todos los datos mostrados en horas, salvo indicación.

AÑO	MES	TOTAL H. IMPROD.	TOTAL H. PREPAR.	TOTAL H. PRODUC.	TOTAL H. PROGR.	MANT. PREV.	MANT. CORREC.
2001	JULIO	183.97	98.98	177.05	460	32.8	44.35
2001	AGOSTO	238.33	134.27	282.95	655.55	38.92	61.03
2001	SEPTIEMBRE	190.52	133.07	292.33	615.92	50.17	23.78
2001	OCTUBRE	213.55	128.18	289.27	631	47.5	52.87
2001	NOVIEMBRE	181.52	115.37	245.12	542.01	30.67	50.33
2001	DICIEMBRE	192.7	91.62	209.68	494	30.25	38

AÑO	MES	TOTAL H. IMPROD.	TOTAL H. PREPAR.	TOTAL H. PRODUC.	TOTAL H. PROGR.	MANT. PREV.	MANT. CORREC.
2002	ENERO	186.17	156.67	272.17	615.01	24.83	56.45
2002	FEBRERO	176.3	105.97	298.73	581	44.67	11.33
2002	MARZO	172.28	114.45	261.27	548	40.25	25.42
2002	ABRIL	245.93	114.65	283.42	644	50	87.37
2002	MAYO	197.95	112.22	353.83	664	39.25	62
2002	JUNIO	224.03	149.38	229.45	602.86	34.5	60.6
2002	JULIO	201.02	141.33	305.65	648	37.63	36.13
2002	AGOSTO	236.25	184.52	275.23	696	47.22	37.58
2002	SEPTIEMBRE	205.93	158.97	281.12	646.02	43.47	43.38
2002	OCTUBRE	229.22	116.82	256.63	602.67	17.33	78.08
2002	NOVIEMBRE	165.32	168.53	314.15	648	9.92	43.28
2002	DICIEMBRE	178.47	148.55	268.98	596	17.5	11.63

AÑO	MES	TOTAL H. IMPROD.	TOTAL H. PREPAR.	TOTAL H. PRODUC.	TOTAL H. PROGR.	MANT. PREV.	MANT. CORREC.
2003	ENERO	182.47	165.37	296.17	644.01	43.12	27.83
2003	FEBRERO	132.77	192.23	266	591	16.25	5.03
2003	MARZO	198.52	193.42	269.07	661.01	39.25	28.5
2003	ABRIL	152.17	95.42	166.92	414.51	36.35	3.08
2003	MAYO	148.78	197.03	278.35	624.16	40.25	11.5
2003	JUNIO	145.9	182.8	303.3	632	28.17	6.5
2003	JULIO	240.07	135.33	284.6	660	21	13.42
2003	AGOSTO	207.42	164.33	274.25	646	60.08	2.17
2003	SEPTIEMBRE	241.25	205.42	229.58	676.25	44	19.75
2003	OCTUBRE	180.72	187.88	303.4	672	16.92	19.92
2003	NOVIEMBRE	170.77	199.85	273.38	644	29.33	15.33
2003	DICIEMBRE	202.3	167.23	258.47	628	34.92	14.33

AÑO	MES	TOTAL H. IMPROD.	TOTAL H. PREPAR.	TOTAL H. PRODUC.	TOTAL H. PROGR.	MANT. PREV.	MANT. CORREC.
2004	ENERO	211.05	140.75	264.2	616	36.58	11.42
2004	FEBRERO	242.5	135.75	199.58	577.83	40.92	66.5
2004	MARZO	216.67	196.17	329.17	742.01	31.42	31.42
2004	ABRIL	190.42	148.83	295.08	634.33	39.92	37.5
2004	MAYO	101.65	93.42	139.68	334.75	12	16
2004	JUNIO	151.92	153.75	241	546.67	12	17.75
2004	JULIO	123.25	129	215.58	467.83	43.33	10.75
2004	AGOSTO	148.5	158	250.67	557.17	52.42	10.17
2004	SEPTIEMBRE	117	137.58	301.33	555.91	42.42	12.08
2004	OCTUBRE	180.5	139.83	264.5	584.83	74.92	37.17

2004	NOVIEMBRE	131.33	148	277.75	557.08	32.58	9.75
2004	DICIEMBRE	140.25	142.83	284.17	567.25	43.33	14.92

AÑO	MES	TOTAL H. IMPROD.	TOTAL H. PREPAR.	TOTAL H. PRODUC.	TOTAL H. PROGR.	MANT. PREV.	MANT. CORREC.
2005	ENERO	117.83	157.92	271.67	547.42	30.42	13.75
2005	FEBRERO	145.92	128.87	306.97	581.76	28.25	14.08
2005	MARZO	147.92	150.17	321.83	619.92	31	34.92
2005	ABRIL	87.2	116.42	160.88	364.5	13.5	35.17
2005	MAYO	128.75	144.05	313.03	585.83	33	23.75
2005	JUNIO	109.92	149	185	443.92	42.08	5.92
2005	JULIO	134.75	148	204.33	487.08	34	26.83
2005	AGOSTO	140	183	238	561	44.33	9
2005	SEPTIEMBRE	165.17	169.5	241.25	575.92	52.67	16.83
2005	OCTUBRE	167.92	150.57	288.68	607.17	35.5	44.67
2005	NOVIEMBRE	119.17	153.62	281.97	554.76	43.42	19.58
2005	DICIEMBRE	124.22	131.55	204.35	460.12	26.58	35.17

AÑO	MES	TOTAL H. IMPROD.	TOTAL H. PREPAR.	TOTAL H. PRODUC.	TOTAL H. PROGR.	MANT. PREV.	MANT. CORREC.
2006	ENERO	102.77	149.28	211.45	463.5	31.1	22.43
2006	FEBRERO	90.05	131.53	178.17	399.75	40.72	16.92
2006	MARZO	71.92	65.82	83.08	220.82	21.3	6.62
2006	ABRIL	123.32	156.47	227	506.79	14.05	26.93
2006	MAYO	136.93	133.15	372.22	642.3	31.65	23.72
2006	JUNIO	138.3	78.35	444.63	661.28	48.82	46.05

2006	JULIO	98.38	104.62	337.63	540.63	29.47	14.37
2006	AGOSTO	133.88	112.33	454.28	700.49	45.07	30.97
2006	SEPTIEMBRE	140.33	144.12	417.8	702.25	42.54	21.02
2006	OCTUBRE	169.13	85.53	480.17	734.83	64.93	31.25
2006	NOVIEMBRE	156	89.92	457.98	703.9	39.3	32.63
2006	DICIEMBRE	149.83	113.73	382.98	646.54	26.93	38.65

AÑO	MES	TOTAL H. IMPROD.	TOTAL H. PREPAR.	TOTAL H. PRODUC.	TOTAL H. PROGR.	MANT. PREV.	MANT. CORREC.
2007	ENERO	193.07	69.62	451.3	713.99	68.28	32.57
2007	FEBRERO	173.27	58.17	437.9	669.34	51.94	50.2
2007	MARZO	204.9	139.05	394.77	738.72	37.85	67.95
2007	ABRIL	126.65	68.8	298.38	493.83	34.6	12.4
2007	MAYO	163.22	92.25	237.07	492.54	40.3	85.7
2007	JUNIO	227.18	107.2	338.17	672.55	30.95	47.77
2007	JULIO	183.45	107.1	352.33	642.88	33.98	37.88
2007	AGOSTO	207.77	134.68	376.38	718.83	34	33.25
2007	SEPTIEMBRE	176.88	82.93	397.5	657.31	44.62	48.87
2007	OCTUBRE	167.85	102.88	359.27	630	41.1	23
2007	NOVIEMBRE	203.05	81.28	264.63	548.96	44.14	58.7
2007	DICIEMBRE	169.08	107.9	289.25	566.23	28.88	29.02

AÑO	MES	TOTAL H. IMPROD.	TOTAL H. PREPAR.	TOTAL H. PRODUC.	TOTAL H. PROGR.	MANT. PREV.	MANT. CORREC.
2008	ENERO	164.43	124.2	320.3	608.93	57.35	23.65
2008	FEBRERO	178.53	111.6	310.08	600.21	30.75	30.5
2008	MARZO	251.02	92.42	319.88	663.32	41.67	71.97
2008	ABRIL	119.87	66.82	124.77	311.46	32.57	58.98
2008	MAYO	210	182.42	301.13	693.55	20	80.53
2008	JUNIO	156.18	86.53	394.27	636.98	14.05	48.7
2008	JULIO	229.27	77.58	330.07	636.92	32.23	120.18
2008	AGOSTO	181.72	89.93	353.27	624.92	45.6	76.03
2008	SEPTIEMBRE	201.45	129.93	386.93	718.31	52.18	34.52
2008	OCTUBRE	229.88	79.93	431.2	741.01	62.63	68.35
2008	NOVIEMBRE	168.25	71.78	453.77	693.8	38.77	42.12
2008	DICIEMBRE	218.95	89.23	370.4	678.58	46.93	45.6

AÑO	MES	TOTAL H. IMPROD.	TOTAL H. PREPAR.	TOTAL H. PRODUC.	TOTAL H. PROGR.	MANT. PREV.	MANT. CORREC.
2009	ENERO	176.78	78	382.38	637.16	36.63	34.85
2009	FEBRERO	211.53	59.23	398.07	668.83	42.25	79.97
2009	MARZO	152.82	59.88	250.4	463.1	37.85	57.43
2009	ABRIL	128.12	37.67	137.57	303.36	47.64	41.42
2009	MAYO	162.35	80	387.58	629.93	44.07	24.13
2009	JUNIO	169.67	140.73	338.2	648.6	39.45	27.92
2009	JULIO	222.23	118.38	335.12	675.73	35.42	34.3
2009	AGOSTO	236.75	114.18	364.48	715.41	42.78	64.85
2009	SEPTIEMBRE	189.2	98.43	420.52	708.15	42.5	60.25
2009	OCTUBRE	181.85	98.87	454.18	734.9	44.22	50.9

2009	NOVIEMBRE	150.43	94.9	473.03	718.36	43.9	28.58
2009	DICIEMBRE	153.13	88.93	416.47	658.53	27.85	31.97

AÑO	MES	TOTAL H. IMPROD.	TOTAL H. PREPAR.	TOTAL H. PRODUC.	TOTAL H. PROGR.	MANT. PREV.	MANT. CORREC.
2010	ENERO	144.22	155.82	370.18	670.22	27.78	23.87
2010	FEBRERO	174.18	86.02	408.72	668.92	41.43	57.88
2010	MARZO	160.9	113.67	443.58	718.15	42.43	52.52
2010	ABRIL	97.07	46.6	239.45	383.12	39.5	26.97
2010	MAYO	161.78	80.47	377.02	619.27	37.41	19.57
2010	JUNIO	150.87	177.58	314.53	642.98	26.92	14.83
2010	JULIO	178.55	132.5	359.1	670.15	22.83	18.27
2010	AGOSTO	183.72	145.9	404.35	733.97	46.47	31.25
2010	SEPTIEMBRE	190.13	102.23	421	713.36	42.79	25.99
2010	OCTUBRE	155.77	122.87	454.65	733.29	39.4	14.19
2010	NOVIEMBRE	130.6	144.73	361.82	637.15	36.86	18.62
2010	DICIEMBRE	107.07	133.35	334.18	574.6	22.3	21.05

**APENDICE C**

**DATOS MENSUALES DE TIEMPO DE PARO POR MANTENIMIENTO  
CORRECTIVO, INDICADOR TMPR Y TMEF (2001-2010)**

Nota: Todos los datos mostrados en horas, salvo indicación.

ENERO				
AÑO	T. PARO	N° OT	TMPR	TMEF
2002	56.5	23.0	2.5	32.3
2003	27.8	14.0	2.0	53.1
2004	11.4	11.0	1.0	67.6
2005	13.8	20.0	0.7	37.2
2006	22.4	18.0	1.2	41.3
2007	32.6	43.0	0.8	17.3
2008	23.7	40.0	0.6	18.6
2009	34.9	38.0	0.9	19.6
2010	23.9	27.0	0.9	27.6

FEBRERO				
AÑO	T. PARO	N° OT	TMPR	TMEF
2002	11.3	12.0	0.9	56.0
2003	5.0	5.0	1.0	134.4
2004	66.5	27.0	2.5	25.8
2005	14.1	14.0	1.0	48.0
2006	16.9	16.0	1.1	42.0
2007	50.2	46.0	1.1	14.6
2008	30.5	34.0	0.9	20.5
2009	80.0	110.0	0.7	6.1
2010	57.9	74.0	0.8	9.1

MARZO				
AÑO	T. PARO	N° OT	TMPR	TMEF
2002	25.4	22.0	1.2	33.8
2003	28.5	14.0	2.0	53.1
2004	31.4	23.0	1.4	32.3
2005	34.9	33.0	1.1	22.5
2006	6.6	7.0	0.9	106.3
2007	68.0	44.0	1.5	16.9
2008	72.0	49.0	1.5	15.2
2009	57.4	46.0	1.2	16.2
2010	52.5	32.0	1.6	23.3

ABRIL				
AÑO	T. PARO	N° OT	TMPR	TMEF
2002	87.4	84.0	1.0	8.6
2003	3.1	4.0	0.8	180.0
2004	37.5	27.0	1.4	26.7
2005	35.2	24.0	1.5	30.0
2006	26.9	18.0	1.5	40.0
2007	12.4	22.0	0.6	32.7
2008	59.0	27.0	2.2	26.7
2009	41.4	28.0	1.5	25.7
2010	27.0	29.0	0.9	24.8

MAYO				
AÑO	T. PARO	N° OT	TMPR	TMEF
2002	62.0	29.0	2.1	25.7
2003	11.5	5.0	2.3	148.8
2004	16.0	11.0	1.5	67.6
2005	23.8	25.0	1.0	29.8
2006	23.7	22.0	1.1	33.8
2007	85.7	60.0	1.4	12.4
2008	80.5	48.0	1.7	15.5
2009	24.1	39.0	0.6	19.1
2010	19.6	23.0	0.9	32.3

JUNIO				
AÑO	T. PARO	N° OT	TMPR	TMEF
2002	60.6	37.0	1.6	19.5
2003	6.5	5.0	1.3	144.0
2004	17.8	20.0	0.9	36.0
2005	5.9	7.0	0.8	102.9
2006	46.1	18.0	2.6	40.0
2007	47.8	37.0	1.3	19.5
2008	48.7	39.0	1.2	18.5
2009	27.9	30.0	0.9	24.0
2010	14.8	13.0	1.1	55.4

JULIO				
AÑO	T. PARO	Nº OT	TMPR	TMEF
2001	44.4	20.0	2.2	37.2
2002	36.1	42.0	0.9	17.7
2003	13.4	6.0	2.2	124.0
2004	10.8	8.0	1.3	93.0
2005	26.8	24.0	1.1	31.0
2006	14.4	16.0	0.9	46.5
2007	37.9	40.0	0.9	18.6
2008	120.2	52.0	2.3	14.3
2009	34.3	26.0	1.3	28.6
2010	18.3	23.0	0.8	32.3

AGOSTO				
AÑO	T. PARO	Nº OT	TMPR	TMEF
2001	61.0	27.0	2.3	27.6
2002	37.6	35.0	1.1	21.3
2003	2.2	2.0	1.1	372.0
2004	10.2	13.0	0.8	57.2
2005	9.0	16.0	0.6	46.5
2006	31.0	30.0	1.0	24.8
2007	33.3	36.0	0.9	20.7
2008	76.0	54.0	1.4	13.8
2009	64.9	47.0	1.4	15.8
2010	31.3	33.0	0.9	22.5

SEPTIEMBRE				
AÑO	T. PARO	Nº OT	TMPR	TMEF
2001	23.8	17.0	1.4	42.4
2002	43.4	28.0	1.5	25.7
2003	19.8	12.0	1.6	60.0
2004	12.1	12.0	1.0	60.0
2005	16.8	23.0	0.7	31.3
2006	21.0	31.0	0.7	23.2
2007	48.9	52.0	0.9	13.8
2008	34.5	41.0	0.8	17.6
2009	60.3	67.0	0.9	10.7
2010	26.0	19.0	1.4	37.9

OCTUBRE				
AÑO	T. PARO	N° OT	TMPR	TMEF
2001	52.9	28.0	1.9	26.6
2002	78.1	36.0	2.2	20.7
2003	19.9	9.0	2.2	82.7
2004	37.2	20.0	1.9	37.2
2005	44.7	43.0	1.0	17.3
2006	31.3	26.0	1.2	28.6
2007	23.0	36.0	0.6	20.7
2008	68.4	57.0	1.2	13.1
2009	50.9	32.0	1.6	23.3
2010	14.2	24.0	0.6	31.0

NOVIEMBRE				
AÑO	T. PARO	N° OT	TMPR	TMEF
2001	50.3	25.0	2.0	28.8
2002	43.3	22.0	2.0	32.7
2003	15.3	18.0	0.9	40.0
2004	9.8	8.0	1.2	90.0
2005	19.6	22.0	0.9	32.7
2006	32.6	36.0	0.9	20.0
2007	58.7	41.0	1.4	17.6
2008	42.1	34.0	1.2	21.2
2009	28.6	27.0	1.1	26.7
2010	18.6	23.0	0.8	31.3

DICIEMBRE				
AÑO	T. PARO	N° OT	TMPR	TMEF
2001	38.0	18.0	2.1	41.3
2002	11.6	8.0	1.5	93.0
2003	14.3	15.0	1.0	49.6
2004	14.9	15.0	1.0	49.6
2005	35.2	30.0	1.2	24.8
2006	38.7	29.0	1.3	25.7
2007	29.0	41.0	0.7	18.1
2008	45.6	49.0	0.9	15.2
2009	32.0	35.0	0.9	21.3
2010	21.1	33.0	0.6	22.5

## **APENDICE D**

**DATOS MENSUALES DE INDICADORES DE PERFORMANCE: TASA DE CALIDAD, TASA DE RENDIMIENTO, DISPONIBILIDAD, EFECTIVIDAD GLOBAL DEL EQUIPO (2006-2010)**

2010	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
% TC	99.30%	99.20%	99.40%	99.30%	99.30%	99.30%	99.30%	99.30%	99.40%	99.40%	99.30%	99.20%	99.30%
% TR	76.30%	78.90%	73.00%	76.30%	79.30%	71.10%	79.60%	84.60%	91.60%	84.50%	80.50%	80.10%	76.13%
% DISP	92.29%	85.15%	86.77%	82.65%	90.79%	93.50%	93.86%	89.41%	90.35%	92.69%	91.29%	92.45%	86.72%
% OEE	69.92%	66.65%	62.96%	62.62%	71.49%	66.01%	74.19%	75.11%	82.26%	77.85%	72.97%	73.46%	65.54%

2009	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
% TC	99.22%	99.15%	99.02%	99.14%	99.03%	98.72%	98.98%	98.86%	99.16%	99.07%	99.11%	99.08%	99.13%
% TR	80.58%	90.14%	94.11%	85.60%	83.16%	84.51%	78.24%	78.24%	93.63%	80.41%	89.76%	74.40%	87.61%
% DISP	88.78%	81.72%	79.42%	70.64%	89.17%	89.61%	89.68%	84.95%	85.49%	87.05%	89.91%	90.91%	80.14%
% OEE	70.98%	73.04%	74.01%	59.95%	73.43%	74.76%	69.45%	65.71%	79.37%	69.35%	79.98%	67.01%	69.49%

2008	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
% TC	99.45%	99.61%	99.29%	99.34%	99.14%	99.18%	99.28%	99.30%	99.39%	99.19%	99.16%	99.05%	99.42%
% TR	74.51%	87.52%	75.96%	88.76%	75.15%	87.70%	94.55%	82.66%	79.02%	83.56%	83.51%	75.74%	81.69%
% DISP	86.69%	89.79%	82.86%	70.60%	85.50%	90.14%	76.07%	80.53%	87.93%	82.32%	88.34%	86.36%	82.49%
% OEE	64.24%	78.28%	62.49%	62.25%	63.70%	78.40%	71.41%	66.10%	69.06%	68.23%	73.15%	64.79%	66.81%

TC: Tasa de calidad

OEE: Efectividad Global del Equipo

TR: Tasa de rendimiento

DISP: Disponibilidad del equipo

2007	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
% TC	99.64%	99.52%	99.38%	99.45%	99.39%	99.55%	99.40%	99.40%	99.45%	98.71%	99.37%	99.68%	99.50%
% TR	88.54%	87.44%	84.65%	85.92%	85.59%	73.65%	84.14%	85.14%	82.03%	74.57%	80.07%	83.20%	86.64%
% DISP	85.87%	84.74%	85.67%	90.48%	74.41%	88.29%	88.82%	90.64%	85.77%	89.82%	81.26%	89.77%	86.30%
% OEE	75.76%	73.74%	72.07%	77.31%	63.30%	64.73%	74.28%	76.71%	69.97%	66.11%	64.65%	74.45%	74.72%

2006	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
% TC	98.95%	99.38%	98.94%	98.99%	98.82%	99.09%	99.15%	99.31%	99.27%	99.23%	99.21%	99.20%	99.07%
% TR	83.82%	86.96%	84.70%	74.65%	86.32%	89.66%	79.53%	94.25%	96.37%	85.33%	85.63%	95.51%	82.53%
% DISP	88.45%	85.58%	87.35%	91.91%	91.37%	85.65%	91.89%	89.14%	90.94%	86.91%	89.78%	89.85%	86.69%
% OEE	73.36%	73.96%	73.20%	67.92%	77.94%	76.09%	72.46%	83.43%	87.00%	73.59%	76.27%	85.13%	72.11%

**TC: Tasa de calidad**

**OEE: Efectividad Global del Equipo**

**TR: Tasa de rendimiento**

**DISP: Disponibilidad del equipo**

**APENDICE E**

**DATOS MENSUALES DE TIEMPO DE PARO POR SISTEMAS (2007-2010)**

AÑO 2007

Rótulos de fila	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Central de agua	12.32	11.88	2.40	1.08	9.83	11.20	13.62	2.28	10.22	7.53	4.52	7.48
Central de aire	0	4.63	13.22	1.63	17.63	0	0	2.67	1.93	0.73	12.15	3.38
Horno	0	2.93	0	1.38	8.65	3.98	6.38	6.55	10.73	0	11.97	4.65
Mando eléctrico	0.48	2.60	0.37	1.23	2.63	1.43	2.83	3.30	8.57	1.42	1.85	3.25
Unidad de barniz	0	2.97	2.60	1.10	5.42	4.78	1.37	0.92	1.35	0.20	0.67	1.82
Unidad de entrada	5.52	1.90	4.25	0.45	11.90	10.85	7.10	2.63	3.37	3.40	0	4.13
Unidad de impresión	5.77	4.53	4.73	0.37	2.80	6.57	2.37	1.38	3.15	4.15	16.82	0
Unidad de salida	8.40	15.12	12.72	0	24.18	7.83	2.08	13.52	8.20	0	0	2.15
Total general	32.48	46.57	40.28	7.25	83.05	46.65	35.75	33.25	47.52	17.43	47.97	26.87

AÑO 2008

Rótulos de fila	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Central de agua	2.87	3.58	2.17	19.98	35.85	2.83	14.77	8.37	1.08	5.68	12.40	5.10
Central de aire	1.57	0	0	0.22	5.55	4.78	14.30	19.48	0	2.53	0.73	1.88
Horno	0.70	9.83	2.60	6.80	2.68	10.33	0	0.85	6.47	0.37	0	2.23
Mando eléctrico	1.73	0.27	4.82	0.57	7.28	2.65	5.48	21.80	1.75	7.05	5.70	2.12
Unidad de barniz	1.25	1.52	17.18	0.65	2.28	1.47	0.37	1.12	4.92	4.43	3.63	5.42
Unidad de entrada	7.32	4.37	4.32	9.97	0	0	48.82	10.07	9.18	1.50	1.40	5.67
Unidad de impresión	4.95	1.97	18.35	4.77	15.93	24.65	23.85	10.05	10.68	33.52	10.45	19.20
Unidad de salida	1.93	4.00	13.22	11.12	2.40	1.98	11.12	0	0.43	12.83	4.50	2.68
Total general	22.32	25.53	62.65	54.07	71.98	48.70	118.70	71.73	34.52	67.92	38.82	44.30

AÑO 2009												
Rótulos de fila	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Central de agua	13.53	49.70	24.62	1.42	18.30	5.78	2.08	0.98	2.72	3.47	1.48	5.10
Central de aire	7.87	2.25	9.78	2.83	0.57	0	0	3.12	0	0	0	0
Horno	0	5.97	2.72	0.50	0	4.38	0	0	5.98	9.52	0	0.80
Mando eléctrico	1.33	0	6.73	2.03	1.00	2.48	0.35	3.55	11.53	14.27	2.52	6.90
Unidad de barniz	2.27	0	0.50	0	1.85	0.50	1.90	14.03	0	0.73	0	0
Unidad de entrada	0	0	2.97	8.42	0.48	0.53	0	10.53	3.47	0.90	6.22	0.77
Unidad de impresión	5.60	12.87	4.83	10.30	0.15	10.90	23.12	13.42	25.12	10.02	8.13	12.07
Unidad de salida	1.65	4.25	2.60	0.83	1.78	2.38	6.85	16.77	11.43	12.00	8.58	3.88
Total general	32.25	75.03	54.75	26.33	24.13	26.97	34.30	62.40	60.25	50.90	26.93	29.52

AÑO 2010												
Rótulos de fila	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Central de agua	2.48	12.43	1.22	0	4.18	0.53	0	0	7.48	3.13	2.32	6.47
Central de aire	4.05	0.97	1.07	0	0.35	0	0.40	0	0	1.05	0	0.65
Horno	0	0	2.10	5.03	0	0	0	1.73	0	0.40	0	0.95
Mando eléctrico	2.47	17.25	2.68	8.30	5.83	3.92	4.07	4.68	0	0	0.92	1.03
Unidad de barniz	0	0.65	0.20	1.15	0	0	0.93	0.48	0.37	0.35	1.05	0
Unidad de entrada	1.98	0.33	1.05	3.17	1.37	1.00	2.32	5.35	1.65	0.72	6.12	2.97
Unidad de impresión	4.72	23.38	23.42	2.03	4.02	5.17	1.83	9.82	15.38	4.52	3.95	3.95
Unidad de salida	7.75	2.87	19.08	7.05	3.52	3.28	7.78	9.20	1.08	3.52	3.60	3.55
Total general	23.45	57.88	50.82	26.73	19.27	13.90	17.33	31.27	25.97	13.68	17.95	19.57

Nota: Todos los datos mostrados en horas, salvo indicación.