



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Estudios de Postgrado
Maestría en Gestión Industrial

**INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD DEL PROCESO DE TROQUELADO
DE PAPEL Y CARTÓN, EN UNA EMPRESA LITOGRÁFICA BAJO LA
METODOLOGÍA CERO DEFECTOS**

Roland Gabriel Zaldaña Mejía

Asesor: Ma. Lic. Mario Alejandro Solares Menéndez

Guatemala, noviembre de 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD DEL PROCESO DE TROQUELADO
DE PAPEL Y CARTÓN, EN UNA EMPRESA LITOGRÁFICA BAJO LA
METODOLOGÍA CERO DEFECTOS**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

ROLAND GABRIEL ZALDAÑA MEJIA

ASESORADO POR EL MA LIC. MARIO ALEJANDO SOLARES MENENDEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

MAESTRO EN GESTIÓN INDUSTRIAL

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

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

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Murphy Olympo Paíz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Cesar Akú Castillo José
EXAMINADOR	Ing. José Luis Duque Franco
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magali Herrera López

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD DEL PROCESO DE TROQUELADO DE PAPEL Y CARTÓN, EN UNA EMPRESA LITOGRÁFICA BAJO LA METODOLOGÍA CERO DEFECTOS

Tema que me fuera aprobado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería, con fecha 16 de agosto 2013.



Roland Gabriel Zaldaña Mejía

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por permitirme alcanzar una meta más, para él sea la honra.
Mis padres	Ervin Zaldaña y Blanca Mejía de Zaldaña, por su amor será siempre mi inspiración.
Mis hermanos	Ervin Zaldaña, Wendy Zaldaña, por ser una importante influencia en mi carrera profesional.
Juan Carlos Rodríguez	Por su apoyo y amistad.

AGRADECIMIENTO A:

**La Universidad de San
Carlos de Guatemala**

Por haberme formado
profesionalmente.

**La Facultad de
Ingeniería**

Por ser el espacio donde
cultive el saber.

**Mis amigos de la
Facultad**

Rudy Carrera, Pablo Reyes,
Elfego Morales, por su
amistad incondicional.



FACULTAD DE
INGENIERÍA - USAC
ESCUELA DE
ESTUDIOS DE POSTGRADO

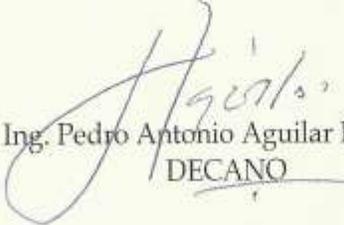
Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería
Teléfono 2418-9142 / Ext. 86226

Ref. APT-2015-051

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Postgrado, al Trabajo de Graduación de la Maestría en Gestión Industrial titulado: **"INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD DEL PROCESO DE TROQUELADO DE PAPEL Y CARTÓN, EN UNA EMPRESA LITOGRÁFICA BAJO LA METOLOGÍA CERO DEFECTOS"** presentado por el Ingeniero Industrial **Roland Gabriel Zaldaña Mejía**, procede a la autorización para la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

"Id y Enseñad a Todos"


Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
DECANO



Guatemala, Diciembre de 2015.

Cc: archivo
/la



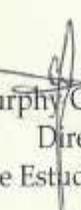
FACULTAD DE
INGENIERÍA - USAC
EP
ESCUELA DE
ESTUDIOS DE POSTGRADO

Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería
Teléfono 2418-9142 / 24188000 Ext. 86226

APT-2015-051

El Director de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen y dar el visto bueno del revisor y la aprobación del área de Lingüística del Trabajo de Graduación titulado **"INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD DEL PROCESO DE TROQUELADO DE PAPEL Y CARTÓN, EN UNA EMPRESA LITOGRAFICA BAJO LA METODOLOGÍA CERO DEFECTOS"** presentado por Ingeniero Industrial **Roland Gabriel Zaldaña Mejía**, correspondiente al programa de Maestría en Gestión Industrial; apruebo y autorizo el mismo.

"Id y Enseñad a Todos"

MSc. Ing.  Olympo Paiz Recinos
Director
Escuela de Estudios de Postgrado



Guatemala, Diciembre de 2015.

Cc: archivo
/la



FACULTAD DE
INGENIERÍA - USAC
EP
ESCUELA DE
ESTUDIOS DE POSTGRADO

Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería
Teléfono 2418-9142 / 24188000 Ext. 86226

APT-2015-051

Como Coordinador de la Maestría en Gestión Industrial y revisor del Trabajo de Graduación titulado **"INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD DEL PROCESO DE TROQUELADO DE PAPEL Y CARTÓN, EN UNA EMPRESA LITOGRAFICA BAJO LA METODOLOGÍA CERO DEFECTOS"** presentado por el Ingeniero Industrial **Roland Gabriel Zaldaña Mejía**, apruebo y recomiendo la autorización del mismo.

"Id y Enseñad a Todos"


MSc. Ing. César Augusto Akú Castillo
Coordinador de Maestría
Escuela de Estudios de Postgrado



Guatemala, Diciembre de 2015.

Cc: archivo
/la

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL.....	I
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS.....	VII
GLOSARIO.....	IX
RESUMEN.....	XIII
SUMMARY.....	XV
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	XVII
OBJETIVOS.....	XIX
HIPÓTESIS.....	XXI
JUSTIFICACIÓN.....	XXIII
RESUMEN DE MARCO METODOLÓGICO.....	XXV
INTRODUCCIÓN.....	XXVII
1. ANTECEDENTES GENERALES.....	1
1.1. Aspectos generales de la empresa.....	1
1.1.1. Historia.....	1
1.1.2. Actividades empresariales.....	3
1.1.3. Misión.....	4
1.1.4. Visión.....	4
1.1.5. Ubicación.....	4
1.1.6. Tamaño.....	4
1.1.7. Cobertura.....	5
1.1.8. Sistema de calidad.....	5
1.1.9. Estructura organizativa.....	6
1.2. Situación actual de la empresa.....	7
1.2.1. Análisis de la línea de producción de troquelado.....	7
1.2.2. Proceso litográfico.....	8
1.2.2.1. Troquelado de los pliegos impresos.....	9

1.2.2.2.	Plegue y pegue de cajas de cartón.....	10
1.2.2.3.	Entrega del producto terminado.....	11
1.2.2.4.	Recorrido del proceso.....	11
1.2.3.	Flujo de operaciones del proceso.....	13
1.2.4.	Control de pérdidas de material.....	14
1.2.5.	Producción de pliegos defectuosos.....	14
1.2.6.	Materiales de troquelado.....	15
1.2.7.	Descripción de la máquina troqueladora.....	15
1.2.7.1.	Introduccion o alimentador.....	15
1.2.7.2.	Mesa marcadora.....	16
1.2.7.3.	Sección de platina.....	16
1.2.7.4.	Sección de expulsión limpieza.....	16
1.2.7.5.	Sección de separación de cajas.....	16
1.2.7.6.	Recepción.....	17
1.2.8.	Jornadas laborales.....	18
1.2.9.	Capacitación al personal.....	18
2.	MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL.....	19
2.1.	Historia y evolución de la industria.....	19
2.2.	Industria litográfica.....	20
2.3.	Troquelar.....	23
2.4.	Productividad.....	25
2.5.	Cero defectos.....	25
2.5.1.	Cuatro principios de la administración de calidad.....	27
2.5.2.	Pilares que debe incluir un programa corporativo.....	27
2.5.3.	El programa de catorce pasos de Crosby.....	28
2.5.4.	Características de la empresa ideal.....	30
2.6.	La calidad.....	30
2.6.1.	Calidad total.....	31
2.6.2.	Administración de la calidad.....	31
2.6.3.	Planificación de la calidad.....	32

2.6.4.	Aseguramiento de la calidad.....	33
2.6.5.	El control de la calidad.....	33
2.6.6.	Círculos de calidad.....	34
2.6.7.	Compromisos de la Dirección con el sistema de calidad.....	35
2.7.	Metas y objetivos.....	36
2.8.	Capital humano.....	36
2.9.	Capacitación.....	37
2.10.	El cliente interno y la comunicación.....	37
2.11.	Establecimiento de normas.....	37
2.12.	Medición del desempeño.....	38
2.13.	Mantenimiento industrial.....	39
2.14.	Mantenimiento de maquinaria.....	42
2.15.	Tipos de mantenimiento.....	43
2.15.1.	Mantenimiento correctivo.....	43
2.15.2.	Mantenimiento preventivo.....	44
2.15.3.	Mantenimiento predictivo.....	45
2.15.4.	Mantenimiento cero horas (Overhaul).....	46
2.15.5.	Mantenimiento en uso.....	46
2.15.6.	Mantenimiento subcontratado a un especialista.....	46
2.16.	Modelos de mantenimiento.....	47
2.16.1.	Modelo de mantenimiento correctivo.....	48
2.16.2.	Modelo mantenimiento condicional.....	48
2.16.3.	Modelo mantenimiento sistemático.....	48
2.16.4.	Modelo de mantenimiento de alta disponibilidad.....	49
2.17.	Marco Legal.....	50
3.	DESARROLLO DE LA PROPUESTA.....	55
3.1.	Sistema de control.....	55
3.2.	Etapas del control.....	59
3.2.1.	Establecimiento de estándares.....	59
3.2.2.	Medición de resultados.....	60
3.2.3.	Corrección.....	60

3.2.4.	Retroalimentación.....	60
3.3.	Control de calidad en el proceso de producción.....	61
3.3.1.	Plan de muestreo.....	61
3.3.2.	Hojas de registro.....	62
3.3.3.	Recopilación y clasificación de datos.....	63
3.3.4.	Gráficos de control.....	64
3.4.	Metodología cero defectos.....	66
3.4.1.	Reconocimiento.....	67
3.4.2.	Aplicación evaluación del sistema.....	67
3.4.3.	Control de calidad de verificación inicial.....	68
3.4.4.	Calidad del proceso de troquelado.....	69
3.4.5.	Control de calidad durante el proceso de turno.....	70
3.4.6.	Variabilidad del troquelado.....	71
3.4.7.	Desempeño laboral.....	71
3.4.8.	Métodos empleados.....	71
3.4.9.	Análisis de resultados.....	72
3.4.10.	Mejoras en el proceso.....	73
4.	PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....	77
4.1.	Resultado 1.....	77
4.2.	Resultado 2.....	81
4.3.	Resultado 3.....	93
5.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	101
	CONCLUSIONES.....	107
	RECOMENDACIONES.....	109
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	111
	ANEXOS.....	115

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

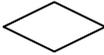
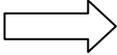
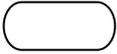
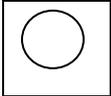
FIGURAS

1.	Organigrama empresarial.....	6
2.	Pasos del proceso litográfico.....	8
3.	Diagrama de recorrido del proceso.....	12
4.	Diagrama de flujo de operaciones del proceso.....	13
5.	Pasos para mejorar y controlar la calidad del mantenimiento.....	57
6.	Diagrama de procedimientos para el control de registros.....	63
7.	Diagrama de Ishikawa.....	77
8.	Diagrama de Pareto, variabilidad del troquelado.....	79
9.	Resultados del cuestionario de encuesta.....	80
10.	Pliegos defectuosos producidos por día.....	84
11.	Improductividad de pliegos defectuosos por día, antes y después de aplicada la herramienta cero defectos.....	86
12.	Productividad de pliegos defectuosos por día, antes y después de aplicada la herramienta cero defectos.....	87
13.	Productividad en función de capacidad de la máquina por día, antes y después de aplicada la herramienta cero defectos.....	88
14.	Programa de control de mantenimiento preventivo de la máquina troqueladora.....	95

TABLAS

I.	<i>Check List</i> de variables a controlar en el proceso de troquelado.....	68
II.	Hoja de control del proceso de troquelado.....	69
III.	Formato para revisiones de control de calidad del proceso.....	70
IV.	Resultado del proceso de troquelado antes de la aplicación de la Herramienta cero defectos.....	82
V.	Resultado del proceso después de la aplicación de la herramienta cero defectos.....	83
VI.	Producción promedio por hora de pliegos de cartón troquelados antes y después de la aplicación de la herramienta cero defectos.....	89

LISTA DE SÍMBOLOS

	Operación
	Decisión
	Documento
	Inspección
	Transporte o traslado
	Dirección
	Inicio/ terminación
	Actividad combinada
	Inicio del recorrido
	Fin del recorrido
	Almacenaje

GLOSARIO

Capacitar	Proceso que busca adiestrar, enseñar, hacer aptos y habilitar a los operarios, para actuar eficientemente en las actividades de mantenimiento.
Confiabilidad	Grado de fiabilidad, confianza de buen funcionamiento de la maquinaria y equipo industrial.
Defecto	Suceso que ocurre en una máquina que no le impide el funcionamiento.
Diagnóstico	Dar a conocer las causas de un evento ocurrido en el equipo o máquina o evaluar la situación y desempeño.
Disponibilidad	Condición de una máquina que está lista para usarse, no existe impedimento alguno para el buen funcionamiento.
Falla o avería	Defecto o daño que impide el buen funcionamiento de maquinaria o equipo.

Foil	Película de papel metalizado, el cual se adhiere a un sustrato mediante presión y calor.
Hendido	Consiste en pequeñas aberturas en el cartón que no llegan a dividirlo del totalmente, facilitan el corte posteriormente.
Matriz	Molde que se utiliza en el troquelado de cartón para dar forma a las cajas que han de ser idénticas.
Mesa marcador	Parte del equipo anexa al alimentador, donde los pliegos son centrados para ingresar al equipo.
Planificar	Trazar un plan de las actividades que se van a realizar en un período determinado.
Prevención	Preparación o disposición que se hace con anticipación ante un riesgo de falla o avería de una máquina o equipo.
Reparación	Solución de una falla o avería para que la maquinaria o equipo esté en estado operativo.

Reventón

Ocurrencia en un el cartón que se rompe o parece que se va a romper o desbaratar.

Seguridad

Asegurar el equipo para el buen funcionamiento de la planta, en función de prevenir condiciones que afecten a las personas ya la industria.

Sisas

Aberturas hechas en los pliegos de cartón para que ajusten a la forma de las cajas al momento de armarlas.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación lleva por título incremento de la productividad del proceso de troquelado de papel y cartón, en una empresa litográfica bajo la metodología cero defectos, contiene el proceso realizado en la empresa Litografía Byron Zadik, S.A. en fecha 20 de septiembre 2013.

La investigación permitió poner en práctica la metodología de mejora continua. La aplicación de herramientas y técnicas durante el proceso de troquelado de papel y cartón basado en los conocimientos adquiridos en la Maestría en Gestión Industrial, la cual forma y prepara para llevar a la praxis acciones innovadoras que se constituyen en experiencia integradora de aprendizaje, en la que se pudo conjugar aspectos teórico-prácticos y vincularlos con la realidad en el espacio profesional.

Entre los resultados alcanzados se encuentra, la evaluación del proceso actual de la empresa y la visualización de puntos críticos que más afectan o inciden en la producción de troquelado y la calidad del producto; la descripción de un sistema de control y verificación de calidad que detecta la variabilidad del proceso de troquelado bajo la Guía cero defectos y el diseño de un programa de control de mantenimiento preventivo para reducir la variación de registro de 1.0 mm a 0.30 mm en la fase de troquelado de papel y cartón, efectivo y sostenible a través de capacitación y supervisión constante al personal.

El proceso de investigación devela la situación actual de la empresa respecto al proceso productivo de troquelado, a través del sistema de control y verificación de la calidad bajo la Guía cero defectos, se logró establecer que existen

mínimas variaciones en la medida del corte 0.05 mm de cajas plegadizas en un total de 3,000 pliegos troquelados comparados con los estándares establecidos.

Para evitar que el proceso de transformación de la materia prima se vea afectado, se diseñó un programa de control de mantenimiento preventivo, estableciendo la variación de registro en el proceso de troquelado en 0.30 mm, el mismo permite que las máquinas troqueladoras se encuentren en condiciones óptimas de funcionamiento, lo que garantiza productos de troquelado sin defectos, de buena calidad y reducir costos asociados al reproceso, ya que existen procesos previos y posteriores al mismo.

Con el programa de control de mantenimiento preventivo, la velocidad de la máquina troqueladora se logró incrementar de 52% a 83% lo que demuestra que la productividad en función de capacidad de la máquina alcanzó 31% y la productividad de pliegos sin defectos se incrementó 2.78% basado en la aplicación de la herramienta cero defectos; la cual permite mejora de la calidad del producto final, reducción de costos y desperdicios, elevar y fortalecer la capacidad y conocimiento del personal operativo y técnico para el control de las actividades de mantenimiento, en función de evitar paros innecesarios en la producción y reclamos de los clientes.

El incremento de la productividad del proceso de troquelado, se logra con la implementación de la herramienta cero defectos como metodología de mejora continua, la cual concentra su atención en minimizar la producción de productos defectuosos, tomando en cuenta que realmente es imposible producir siempre sin defectos y plantea como prioridad la satisfacción del cliente, a través de la calidad.

SUMMARY

This report thesis is based on research entitled increasing process productivity punch paper and cardboard in a lithographic company under the Zero Defects methodology contains the research process undertaken in the company Lithograph Byron Zadik, S.A, on september 20th. 2013.

The research allowed, implement practical methodology of continuous improvement and the application of tools and techniques during the process of diecutting paper and paperboard based on the knowledge acquired in the Master's degree in Industrial Management, which forms and prepare for the praxis innovative actions that constitute experience integrating of learning, in which they could combine theoretical and practical aspects, to be able to link them with the reality in the professional area.

Among the results obtained is the assessment of the current business process and visualization of critical points that affect or influence the production of cutting and product quality; the description of a system of quality control and verification to detect variability punching process under the guidance Zero Defects and design of a control program for preventive maintenance to reduce variation log 1mm to 0.30 mm in the phase die-cut paper and paperboard, effective and sustainable through constant staff training and supervision.

The research process reveals the current state of the company with respect to the production process of stamping, through the system of control and verification of the quality under Zero Defects guide, he was accomplished establishing that there are minor variations in the extent of cutting 0.05 mm of

folding cartons in a total of 3,000 punched sheets compared to established standards.

To avoid the process of transformation of the raw material is affected, was designed a program of preventive maintenance control, establishing record variation in the process of punching in 0.30 mm, it allows that the machines blanking are in optimal conditions of operation, which ensures products of die-cut flawless, good quality and reduce costs associated with reprocessing, since there are pre-and post-processes the same.

With the program of preventive maintenance, the speed control of the die-cutting machine was increased from 52% to 83% showing that productivity depending on machine capacity reached 31% and the tender flawless productivity increased 1.10% based on the application of the tool Zero Defects; which allows to improve the quality of the final product, reduction of costs and waste, increase and strengthen the capacity and knowledge of operating personnel and technical control of the activities of maintenance, according to avoid unnecessary stoppages in production and claims of customers.

The increase of the productivity of the die-cutting process is achieved with the implementation of the tool Zero Defects, such as methodology of continuous improvement, which focuses on minimizing the production of defective products taking into account that it is really impossible to always produce flawless and raises customer satisfaction through quality as a priority.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Desde el año 2012 el proceso de troquelado sufre retrasos en la producción por motivos diversos, en el cual resalta el plan de mantenimiento preventivo, en donde los operarios se ven obligados a reducir la producción, por los fallos en el proceso.

Los constantes reclamos y rechazos llevan a la empresa a tener pérdidas y falta de confiabilidad del proceso de troquelado, creando un clima de desconfianza en esta parte del proceso.

Existe insatisfacción en la empresa litográfica, por la baja productividad y el mal aprovechamiento de la capacidad total de producción de troquelado, donde se pierde eficiencia, recursos materiales y provoca baja rentabilidad por incrementos de costos.

El problema central es la baja productividad del proceso de troquelado de papel y cartón, para solucionarlo se hace necesario responder las siguientes preguntas:

1. ¿Visualizando los puntos críticos que más afectan la calidad de la producción de troquelado de papel y cartón, se podrá mejorar la productividad del proceso de troquelado?
2. ¿Qué aspectos deben ser analizados con el control y verificación de la calidad para el incremento de la productividad?
3. ¿Un programa de control de mantenimiento preventivo será efectivo para reducir la variación de registro en la fase de troquelado de papel y cartón?

OBJETIVOS

GENERAL

Incrementar la productividad del proceso de troquelado de papel y cartón, en una empresa litográfica mediante la metodología cero defectos.

ESPECÍFICOS

1. Evaluar el proceso actual para visualizar los puntos críticos que más afectan o inciden en la producción de troquelado y la calidad del producto.
2. Describir un sistema de control y verificación de calidad para detectar la variabilidad del proceso de troquelado bajo la guía cero defectos.
3. Diseñar un programa de control de mantenimiento preventivo para reducir la variación de registro de 1.0 mm a 0.30 mm en la fase de troquelado de papel y cartón, el cual sea efectivo y sostenible a través de capacitación y supervisión constante al personal.

HIPÓTESIS

Se plantean las hipótesis de investigación partiendo de la formulación de las preguntas orientadoras.

H₁: La falta de mantenimiento preventivo adecuado y capacitación al personal que opera el equipo de troquelado, hacen que incrementen los defectos en la calidad y los reclamos en el proceso de troquelado en la empresa litográfica.

H₀: La falta de mantenimiento preventivo adecuado y capacitación al personal que opera el equipo de troquelado, no hacen que incrementen los defectos en la calidad y los reclamos en el proceso de troquelado en la empresa litográfica.

Variables e indicadores

Para demostrar y comprobar la hipótesis, se determinan las variables e indicadores que a continuación se citan.

Variable independiente

Mantenimiento preventivo adecuado y capacitación al personal operario.

La variable es de tipo moderadora y el indicador es la productividad que se midió en la fase final, a través del análisis de contenidos.

Variable dependiente

Baja productividad en el proceso de troquelado.

La variable es cuantitativa de tipo continua, se midió a través de los datos obtenidos en la aplicación de los instrumentos utilizados en el proceso de investigación.

JUSTIFICACIÓN

La línea de investigación está basada en el control de producción, bajo la implementación de un modelo de calidad cero defectos.

La investigación permitió verificar la baja productividad del proceso de troquelado de papel y cartón e identificar las causas que la provocan, siendo las más relevantes los productos defectuosos, lo que genera desperdicio de materiales y retrasos en el cumplimiento de la demanda, más aún en los momentos cuando se requiere alto rendimiento de las máquinas troqueladoras.

La empresa cuenta con buen equipo, tecnología moderna, normas y métodos, personal capacitado, materia prima de calidad, herramientas apropiadas, pero se hace necesario que el factor humano esté comprometido con el proceso, por ello la importancia de la aplicación del método de mejora continua cero defectos, que involucra a todos los empleados; aunque siempre habrán defectos de calidad no deseados, el esfuerzo se concentra en reducirlos al máximo, en los productos, en todas las áreas y todos los niveles de la empresa, evitar pérdidas, costos elevados, paros de producción, retrasos en las entregas y reducción de la capacidad instalada.

El objetivo es alcanzar al máximo cero defectos durante el troquelado y que los operarios de máquinas realicen la inspección de los pliegos troquelados de manera continua y en forma responsable, de acuerdo a los requisitos que están establecidos, para el efecto se describió un sistema de control y verificación de la calidad para detectar la variabilidad del troquelado bajo la guía cero defectos y se diseñó un programa de control de mantenimiento preventivo para reducir la variación de registro de 1.0 mm a 0.30 mm en la fase de troquelado, éste persigue incrementar la productividad de las máquinas troqueladoras y reducir indeseables errores en la calidad.

RESUMEN DE MARCO METODOLÓGICO

El método utilizado en la presente investigación, es el método científico en las tres fases: indagatoria, demostrativa y expositiva. El estudio es de tipo descriptivo de enfoque cuantitativo, ya que se recolectaron datos sobre diferentes aspectos de la línea de producción de troquelado.

El diseño de investigación es de tipo transversal, los datos fueron recolectados en un solo momento, en un tiempo único, con el propósito de describir las variables y analizar la incidencia e interrelación en un momento dado.

Se alcanzaron los resultados específicos previstos, siendo estos: la evaluación del proceso actual visualizando los puntos críticos que más afectan o inciden en la producción de troquelado y en la calidad del producto; la descripción del sistema de control y verificación de calidad para detectar la variabilidad del proceso de troquelado bajo la Guía cero defectos; el diseño de un programa de control de mantenimiento preventivo para reducir la variación de registro de 1.0 mm a 0.30 mm en la fase de troquelado de papel y cartón, efectivo y sostenible.

La unidad de análisis es el área de troquelado de papel y cartón, la población está conformada por las máquinas troqueladoras y el personal operativo de la empresa litográfica, siendo en total 9 operarios.

Las técnicas empleadas en el proceso son: estadísticas descriptivas, observación directa del proceso de troquelado y se utilizó hojas de verificación para establecer las causas de las fallas en la variación, listando los aspectos y la frecuencia con que ocurren: se utilizó un formato de registro observacional que se confrontó con el resultado de la encuesta realizada a los operarios.

La fase indagatoria se inició al aplicar los conocimientos de los conceptos relacionados a la investigación científica; la fase demostrativa se llevó a cabo confrontando la teoría y los resultados de la investigación, la fase expositiva consistió en la presentación y discusión de resultados.

Los datos recolectados de fuentes primarias o partes que integran la unidad de análisis como encuesta, hojas de registro y secundarias: libros, enciclopedias, contenidos textuales, páginas web, documentos electrónicos, relacionados con el tema, fueron sometidos a clasificación, registro y tabulación.

Para el análisis de contenidos, se utilizó la información recolectada en todo el proceso, de la cual se obtuvieron parámetros de causas de la baja productividad y deficiente aprovechamiento de los recursos en el área de troquelado.

En el análisis de datos se utilizaron diagramas de flujo, de recorrido, gráficas de Pareto, histogramas, formas de comprobación, diagrama de causas y efectos y gráficas de control, que generaron gran cantidad de información, por lo que se eligió del paquete Microsoft Office el programa Microsoft Excel.

INTRODUCCIÓN

El proceso de investigación realizado en una empresa litográfica; tiene como propósito contribuir a incrementar la productividad del proceso de troquelado, elevando la calidad de los productos, procurando reducir al máximo los defectos.

Es necesario cambiar la forma en que se realizan los procesos, con la finalidad de ser más competitivos siendo eficaces y eficientes, una de las herramientas para lograrlo es la automatización, a través de la tecnología que avanza rápidamente hacia la precisión, aumentando drásticamente el tiempo de respuesta y calidad de los productos, se tiene como resultado mayor productividad y reducción de costos, sin dejar por un lado el aumento en la capacidad instalada, todo esto basándose en la mejor utilización de los recursos.

El impacto de los paros innecesarios o imprevistos, es la reducción de la producción, lo que se traduce en pérdidas para la empresa; también se tiene la desventaja que los pedidos en cola se acumulan, la productividad que depende de los procesos de troquelado se altera; el proceso debe ser continuo e idealmente sin ninguna demora.

Se ha establecido que el 80% de los problemas radica en los reventones de cajas y en los hendidos o sisas que se forman en el proceso de troquelado, a través del sistema de control y verificación de la calidad bajo la Guía cero defectos, se detectó la variabilidad del proceso de troquelado en diferentes aspectos de la línea de producción, estableciendo que existen mínimas variaciones en la medida del corte de cajas plegadizas, siendo de 0.05 mm. en un total de 3,000 pliegos troquelados comparados con los estándares establecidos.

El programa de control de mantenimiento preventivo, permitió establecer la variación de registro en el proceso de troquelado en 0.30 mm, el funcionamiento óptimo de la máquina troqueladora y la reducción de productos defectuosos.

La velocidad de la máquina troqueladora se logró aumentar de 52% a 83% y la productividad en función de la capacidad de la máquina, se incrementó 31% la productividad de pliegos sin defectos se incrementó un 1.10% basado en la aplicación de la herramienta cero defectos, como metodología de mejora continua.

La parte final del documento contiene conclusiones relacionadas con los resultados obtenidos considerándose de mayor importancia; la frecuente capacitación y supervisión de los operarios de las máquinas troqueladoras para lograr disminuir la variación de registro en la fase de troquelado y mantener los límites fijados con anterioridad, conseguidos a través del programa de control de mantenimiento preventivo efectivo y sostenible; se plantea recomendaciones que se consideró importantes; la bibliografía en la que se cita las fuentes consultadas y utilizadas en el cuerpo teórico del documento y los anexos que comprende documentos que respaldan el trabajo desarrollado.

1. ANTECEDENTES GENERALES

1.1. Aspectos generales de la empresa

1.1.1. Historia

Según la información contenida en documento digital propiedad de la empresa: Litografía Byron Zadik, S.A. fue fundada el 8 de febrero de 1926, por los señores Byron Zadik, Gines Arimany, José Cofiño y Milton Koenisberg, bajo el nombre de Empresa Arte Offset de Guatemala, se ubicó en la 9ª.Calle10-23 Zona 1 ciudad de Guatemala.

En 1930, la empresa cambió de razón social a Litografía Byron Zadik y Cia., nombre con el cual operó hasta 1952 año en que falleció el Sr. Zadik, asumiendo la Dirección el hijo, el Sr. Julio Zadik Bachman, una vez más el nombre de la empresa sufrió un cambio llamándose Litografía Zadik, S.C.Sucs.

En 1970, la empresa entra a formar parte del Grupo Sigma, al cual pertenece hasta la fecha (octubre 2015).Actualmente SIGMA Q, cuenta con trece fábricas, distribuidas en: Guatemala, El Salvador, Costa Rica, Honduras y Nicaragua, de las trece fábricas, cinco se dedican a fabricar cajas de corrugado; dos fabrican empaques flexibles; dos empaques plegadizos e impresos; dos producen envases rígidos y dos producen estuches y exhibiciones, cuenta con oficinas de venta y distribución; seis de negocios en Centroamérica y Panamá, y cuatro representantes comerciales en EE.UU., México, el Caribe y Sudamérica.

En 1970, se cambia la razón social a Litografía Byron Zadik, S.A. Durante los treinta y seis años que se ha mantenido en esas instalaciones, la empresa ha sufrido muchos cambios en el equipo, maquinaria, en la infraestructura y hasta en la estructura, pues, no ha dejado de crecer; ha introducido nuevas técnicas, equipos, maquinaria sofisticada controlada por computadores y el personal ha tenido que elevar el nivel de conocimiento, a través de la capacitación.

Anteriormente, el equipo que poseía era un inter tipo (para formar líneas de texto en plomo y luego utilizados para la impresión directa), máquinas *Chandler* de impresión, diferentes familias de tipos (pieza de plomo de una sola letra para formar textos y utilizados para la impresión), máquinas para la impresión offset y para el proceso de troquelado de segunda generación; se diseñaba a mano alzada, se copiaban los artes en film y se usaba una cámara de fotomecánica; equipo para fabricar moldes de troquel.

La empresa cuenta con el equipo necesario, tiene una capacidad instalada para producir unos quince millones de pliegos impresos y troquelados, posee la infraestructura necesaria adecuada con cinco naves donde se encuentra la maquinaria, equipo, materia prima y demás materiales.

Actualmente cuenta con 24 unidades de impresión, con máquinas de origen alemán marca *Man Roland* y *Heidelberg* ampliamente reconocidas por la eficiencia y desarrollo tecnológico.

En el área de procesos finales, cuenta con maquinaria recién adquirida, tales como troqueladoras planas pegadoras marca *Bobst* y sistemas de corte polar.

La fabricación de productos demandados en el mercado, van desde cajas plegadizas para armado manual, cajas para empaque mecánico con máquinas empacadoras de alta velocidad y precisión, como cajetillas para cigarrillos; cajas para cereales, leche; cajas para crema, cepillos dentales; empaque de

goma de mascar, etiquetas de precisión para etiquetado automático de alta velocidad, con acabados que van desde la aplicación de barnices acuosos, brillantes y mates, hasta barnices ultra violeta de alto brillo, así como estampados al calor con *foil* metálico.

El mercado de la exportación de productos no tradicionales en el país, se ha visto beneficiado por la capacidad de la Litografía Byrón Zadik, S.A., para responder eficientemente y proporcionar empaques que cumplen con las normas internacionales de preservación de alimentos congelados, preocupándose de lograr diseños gráficos atractivos, que aseguren a los clientes competir en el mercado mundial.

Una fuerte inversión en el área de informática, lo constituyó la reciente aplicación y puesta en marcha del sistema de información integrada SAP R/3, poniéndose así a la vanguardia de la tecnología de la información, asegurando a los clientes, la administración apropiada de los pedidos.

Con éste sistema, el departamento de servicio al cliente es capaz de proporcionar información veraz instantánea, sirviendo al mismo tiempo a los ejecutivos como una herramienta administrativa para la oportuna toma de decisiones, que benefician el óptimo desarrollo de los negocios.

Litografía Byrón Zadik, S.A., ofrece a los clientes variedad de acabados con diferentes barnices (acuoso y ultra violeta), estampados con equipos de transferencia térmica, troquelados y realzados que aseguran la diferenciación del empaque del producto en el punto de venta.

1.1.2. Actividades empresariales

La actividad principal de la empresa, es la fabricación y comercialización de empaques o cajas plegadizas, etiquetas, papel para empaque de regalo; para la industria de alimentos, medicinas, tabacos y licores. A muchos de los productos

se les añade en el proceso, estampados con *foil*, relieves, barnices UV., serigráficos, los cuales le dan una apariencia atractiva a los mismos.

1.1.3. Misión

“Mantener niveles de crecimiento, ganancias sostenibles, impulsados por un profundo entendimiento de las necesidades cambiantes de nuestros clientes, y por los niveles más altos de innovación, flexibilidad y eficiencia en costos”.

1.1.4. Visión

“Ser reconocidos por nuestros clientes como proveedores de las soluciones más innovadoras y valiosas para proteger, transportar y vender los productos, integrándonos a su cadena de valor.”

1.1.5. Ubicación

Dirección 3ª avenida 7-80 Colonia el Rosario, Mixco, Guatemala.

1.1.6. Tamaño

La empresa cuenta con 26 departamentos, ubicados en ambientes físicos amplios y en buen estado, el número de empleados es de 400 distribuidos en el total de departamentos.

1.1.7. Cobertura

La empresa tiene una cobertura a nivel total en la república de Guatemala, el mercado geográfico no se ha limitado a la región; también ha incursionado en los mercados de Estados Unidos, México y Suramérica, especialmente en Venezuela y Chile, en donde tiene relación de negocios con algunos clientes importantes.

1.1.8. Sistema de calidad

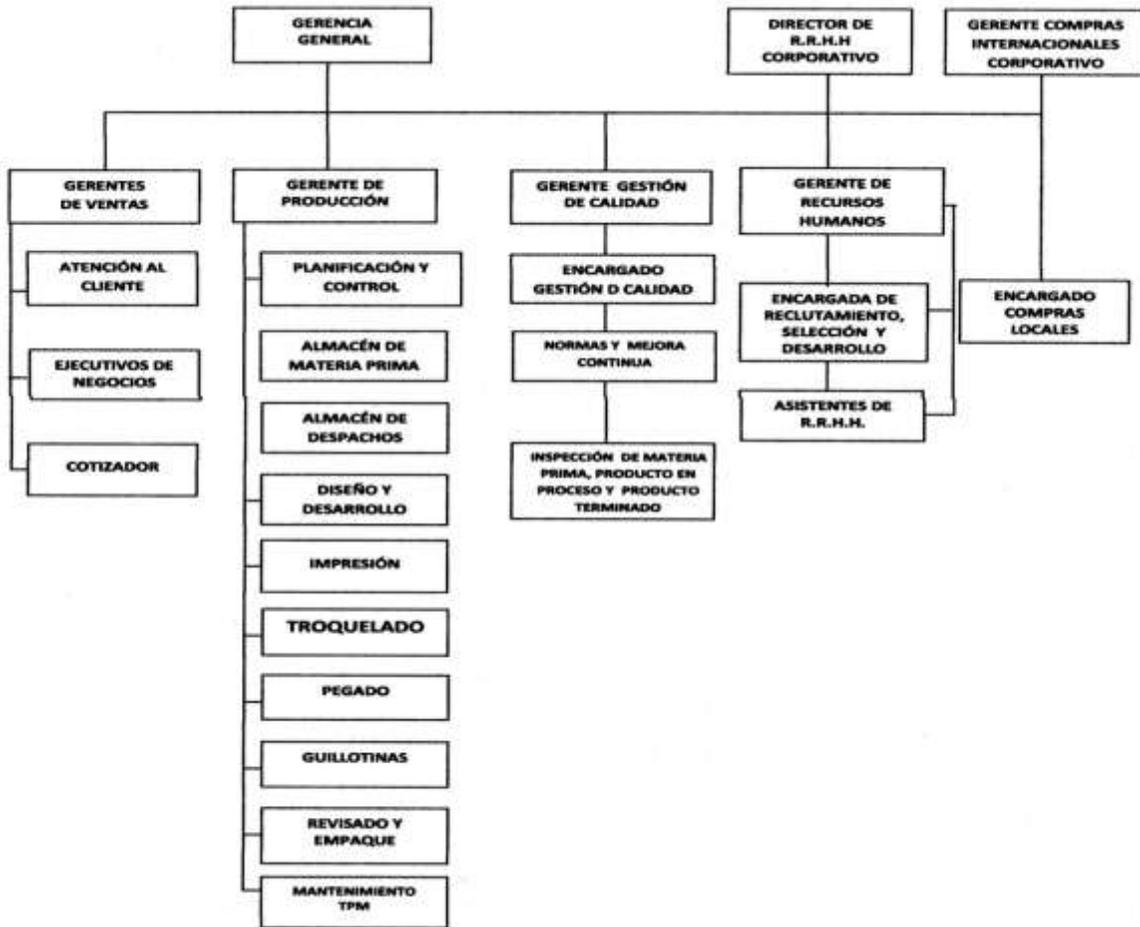
La búsqueda de la mejora continua, ha llevado a la empresa a culminar programas como Calidad Total, Kaizen, certificación de operadores, Buenas Prácticas de Manufactura; llegando a constituirse como proveedor certificado de algunas empresas.

Con una clara orientación hacia la satisfacción del cliente, en diciembre de 2001, la prestigiosa Organización Internacional de Certificación SGS, decidió recomendar la certificación del Sistema de Gestión de Calidad de Litografía Byron Zadik, de acuerdo con los requisitos de la Norma ISO 9001: 2000, convirtiéndose así en la primera empresa de certificación en Centro América, confirmando y consolidando una posición de liderazgo en la región.

1.1.9. Estructura organizativa

La estructura organizacional de la empresa, está representada gráficamente con un organigrama que refleja en forma esquemática la descripción de las unidades que la integran, la respectiva relación y niveles jerárquicos.

Figura1.Organigrama empresarial



Fuente: Litografía Byron Zadik, S.A. 2014.

1.2. Situación actual de la empresa

Litografía Byron Zadik, S.A. actualmente tiene la capacidad de transformar alrededor de diez mil toneladas métricas de cartón y papel al año, atender a la mayoría de empresas medianas, grandes, locales y transnacionales, que operan en la región Centroamericana y del Caribe.

1.2.1. Análisis de la línea de producción de troquelado

Los productos que destacan dentro de la producción son: las cajas plegadizas, etiquetas de papel y cartón, los impresos comerciales y promocionales.

Los procesos se realizan de acuerdo a la línea de producción, siguiendo una ruta que ha sido planificada con un seguimiento lógico, calculando los tiempos que llevarán en cada departamento de producción, de esta manera se estarán anticipando a cada una de las fases del proceso y sin tener atrasos, ni cuellos de embotellamiento.

Para cada actividad, existe un manual de procedimientos que guía al operador de máquinas, acerca de todos los puntos de control que debe atender, para no olvidar algún elemento que le pueda hacer falta al trabajo, para evitar errores de diseño; esto funciona como un filtro del método cero defectos.

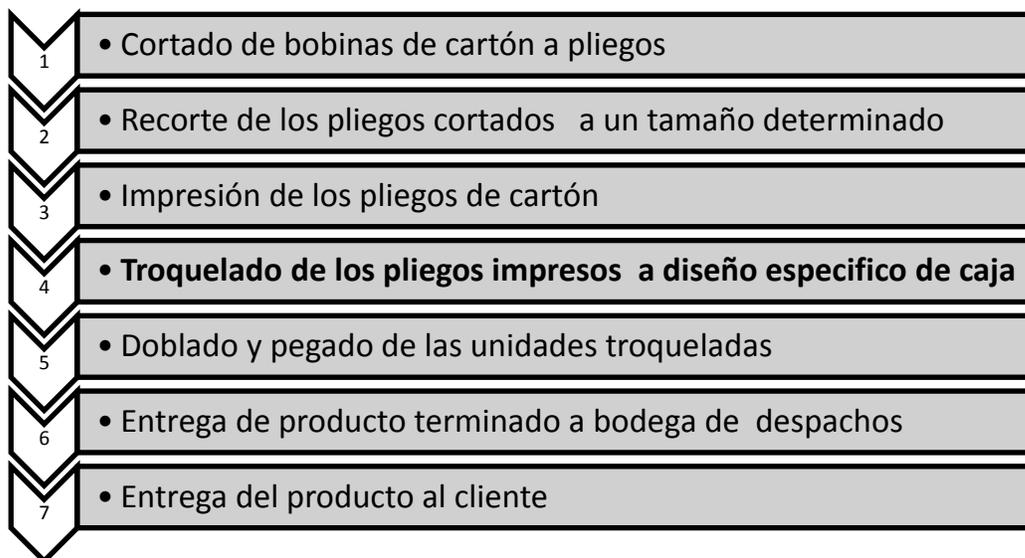
Todo empieza, cuando un cliente solicita a la empresa litográfica una cotización de la fabricación de cierta cantidad de producto, cajas por ejemplo, la empresa pre-costea o saca los costos de cada uno de los pasos del proceso, tomando en cuenta, no sólo la cantidad de materia prima que va a necesitar como cartón, tinta, aditivos que lleva la tinta, barnices, placas de impresión, molde de troquel, pegado, adhesivo, empaque, sino también los tiempos que llevará todo el proceso, desde que corta las bobinas de cartón, hasta la entrega del producto al cliente y pueden ser añadidos: energía eléctrica, depreciación de máquinas, alquileres, entre otros, después entrega al cliente la cotización y si éste está de acuerdo, se procede a la fabricación de las cajas.

1.2.2. Proceso litográfico

El proceso litográfico inicia posteriormente a la contratación y especificación de los requerimientos del cliente y de haber sido emitida la orden de trabajo.

A continuación se encuentra la figura 2, en la cual se resume el proceso.

Figura 2. Pasos del proceso litográfico



Fuente: elaboración propia, 2014.

1.2.2.1. Troquelado de los pliegos impresos

Los pliegos impresos secos, después de doce o veinticuatro horas van al área de troquelado; en las máquinas troqueladoras, se hacen todos los ajustes necesarios para preparar la máquina planificada para éste paso del proceso.

En la máquina se monta un molde que tiene el diseño de las cajas plegadizas con las medidas de ancho, alto y fondo del diseño preestablecido por el cliente. Éste consiste en una pieza de madera de plywood de 5/8" de espesor que contiene cuchillas (tienen las medidas aproximadas de 1/32" de espesor por 0.937" de alto) dobladas a la forma y tamaño correspondiente, algunas de ellas son para cortar, sisar, perforar y realizar la operación de troquelado de pliegos impresos de cartón o papel.

Luego se hace el arreglo de contra molde, el cual consiste en colocar matrices que coinciden directamente con las plecas de sisa cuya función consiste en provocar un hendido al cartón al momento que la máquina realiza presión contra el contra-molde, donde se definen los dobleces de las cajas y determinan las dimensiones de las mismas.

Las matrices son dos tiras de fibra endurecida, las cuales van en forma paralela formando una canal y que coinciden en todos los segmentos de recta de las plecas de sisa que contiene el molde.

De acuerdo al calibre del cartón a troquelar, variarán en la distancia de una a la otra y de igual manera, el espesor de las tiras determinarán la profundidad de la canal, determinadas las matrices en ancho y profundidad, se logra provocar un hendido correcto en el cartón, ideal para un doblez funcional, en el momento de armar las cajas.

El molde al montarse en la máquina, descansa sobre una plancha y fijado dentro de un marco que es de acero, debajo de la plancha se coloca una hoja de papel calibrada de 0.006" que contiene una copia del diseño del molde y esta sirve para pegar cintas de papel calibrado de 0.0015", 0.002" y 0.003", dependiendo del grosor necesario.

En el momento de sacar pruebas para ver un corte limpio de las cajas y/o el perfecto funcionamiento de las cuchillas, se colocan las alzas nivelando la presión del molde para que salga exactamente cortado o troquelado el pliego.

Al finalizar el arreglo de troquel, se coloca el contador de la máquina en cero, se procede a realizar la operación; cada quince minutos se extrae un pliego troquelado para inspeccionar todas las características y funcionalidad de las cajas plegadizas.

1.2.2.2. Plegue y pegue de cajas de cartón

Cuando se han troquelado todos los pliegos impresos, en la máquina pegadora seleccionada, se realiza la preparación de la misma, en la cual se moverán carros y guías de acuerdo a las dimensiones de las cajas.

La máquina introduce las cajas dentro de sí, por efecto de fricción de rodos y fajas, los cuales, las conducen en todos los tramos donde van siendo dobladas por medio de los hendidos o sisas y al llegar al depósito de adhesivo, un disco lo aplica en el área de pegue.

Pueden colocarse pistolas neumáticas controladas por sensores, que aplican adhesivo en las áreas de pegue correspondientes, cuando van pasando las cajas y llegan a un último tramo se hace el dobléz y se pegan.

Por último, llegan a una banda o faja ancha que las mantiene bajo presión durante un minuto aproximadamente, para que no se despeguen; las cajas pegadas, se colocan en lotes dentro de una caja de corrugado, en cantidades determinadas e identificadas con etiquetas que tienen toda la información del producto y del cliente.

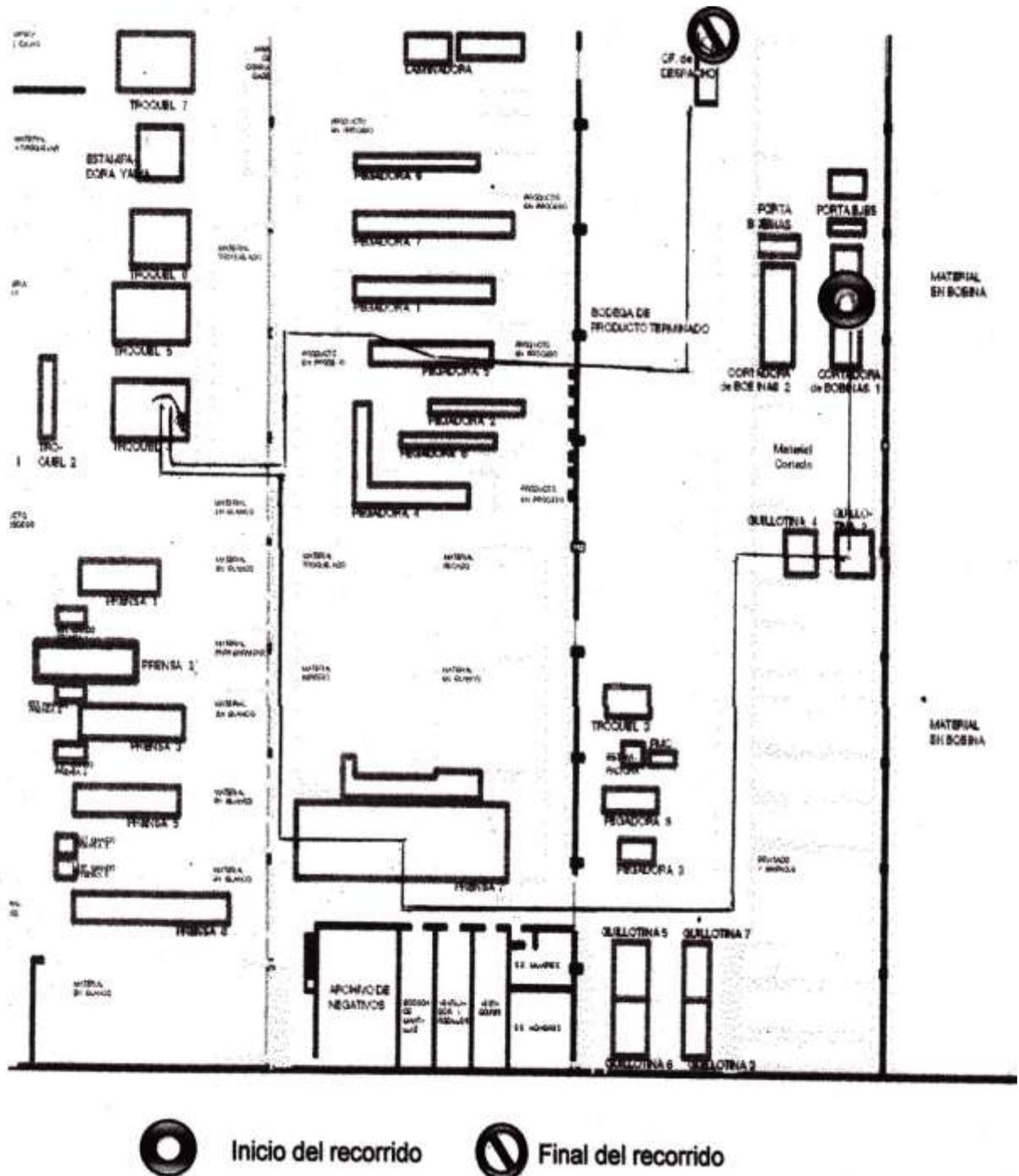
1.2.2.3. Entrega del producto terminado

Después de hacer un muestreo estadístico a los lotes de producto terminado y verificar que el mismo está conforme a los requerimientos, se procede a entregar a la bodega de despachos, en donde después de hacer el papeleo correspondiente se transporta a las bodegas del cliente.

1.2.2.4. Recorrido del proceso

El recorrido del proceso desde la obtención de la materia prima hasta la entrega a bodega de despacho del producto final, se encuentra representado en la figura 3, página siguiente.

Figura 3. Diagrama de recorrido del proceso

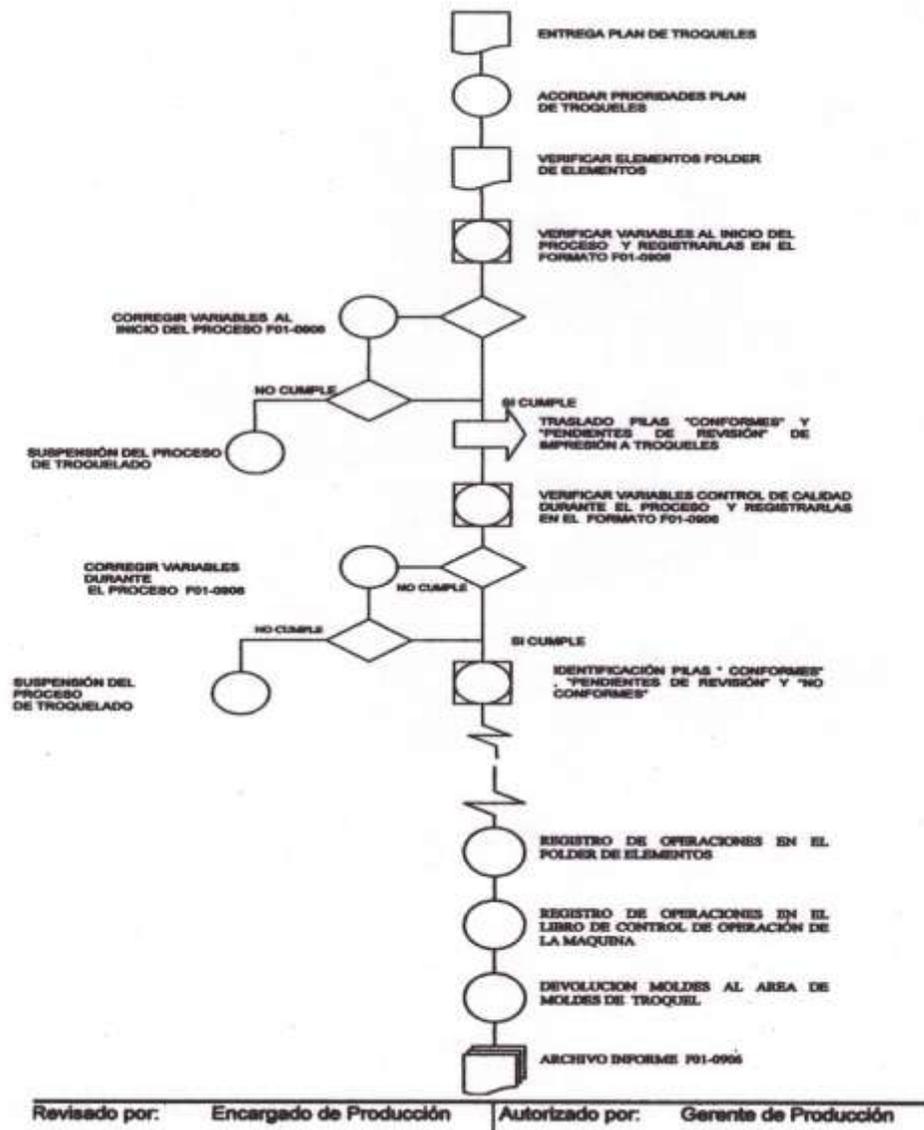


Fuente: Litografía Byron Zadik, S.A.2014.

1.2.3. Flujo de operaciones del proceso

El proceso de producción de troquelado de papel y cartón observa un flujo ininterrumpido de operaciones, éste se encuentra representado en la figura que aparece a continuación.

Figura 4. Diagrama de flujo de operaciones



Fuente: elaboración propia, 2014.

1.2.4. Control de pérdidas de material

Pérdidas se refiere a todo recurso que no ha sido bien aprovechado, como materia prima, tiempo, la capacidad de producción de la máquina, entre otros.

Refiere Everett, E. (1992 p. 253) “el control de pérdidas puede ser definido como una práctica administrativa, que tiene por objeto neutralizar los efectos destructivos de las pérdidas potenciales o reales, que resultan de los acontecimientos no deseados relacionados con la operación”.

La administración del control de pérdidas, es la aplicación de los conocimientos y técnicas de administración profesional, a aquellos métodos y procedimientos de trabajo, que tienen por objeto específico disminuir las pérdidas relacionadas con los acontecimientos no deseados.

El modelo de gestión del control total de pérdidas basada en la metodología cero defectos, se fundamenta en principios que incluyen liderazgo y gestión, inspecciones y mantenimiento preventivo, análisis de tareas críticas, investigación de accidentes e incidentes para detectar las causas inmediatas y causas básicas, preparación para emergencias, formación y entrenamiento del personal, evaluación del sistema, gerenciamiento del cambio, comunicación interpersonal y grupal.

1.2.5. Producción de pliegos defectuosos

Partiendo de la necesidad de validar las máquinas de la línea de producción de troquelado, se identifican como principales causas de defectos en los pliegos troquelados: fluctuación de la presión de los rodillos, exceso de confianza de los colaboradores, resistencia al cambio (de métodos y procedimientos) manejo inefectivo de la máquina y como efectos principales

se identifica: ondulamiento de pliego, poca circulación de aire (aumento de la temperatura) cortes defectuosos, vibraciones (desgaste de la máquina) sesgo de las lecturas (falta de validación).

1.2.6. Materiales de troquelado

El cartón y el papel son los más importantes y costosos en el proceso de troquelado, son materiales orgánicos formados de una complicada distribución de fibra celulosa, que incide en la apreciación visible de las tonalidades, porque un color no se verá igual al ser aplicado en estos dos materiales distintos.

1.2.7. Descripción de la máquina troqueladora

La máquina troqueladora o prensa troqueladora plana (existen sistemas rotativos y/o planos cilíndricos) es la que se utiliza para convertir los pliegos impresos o no impresos a la forma del molde que se le ha introducido a la máquina, el cual mediante la acción de prensar sobre el pliego de cartón a una plancha de acero, corta y hace los hendidos para realizar los dobleces en la máquina plegadora y pegadora.

1.2.7.1. Introdutor o alimentador (*Feeder*)

Mediante cabezales de succión y un sistema de empuje, esta sección transporta los pliegos de la pila a la mesa de registro, la cual se conoce también como marcadora, es donde los pliegos son colocados automáticamente en una misma posición antes de ser troquelados.

1.2.7.2. Mesa marcadora

Los pliegos en esta sección son alineados en la posición correcta, pues vienen del alimentador en forma dispereja.

1.2.7.3. Sección de la platina

Es la parte central de la máquina y se encarga de unir el troquel y la plancha de corte mediante presión, colocada entre ambos la hoja o pliego de cartón puede troquelarse, hendirse o grabarse, en función de la aplicación de presión en toneladas métricas, que pueden variar entre 20 hasta 240 (250 es el máximo) dependiendo de la cantidad de reglas o cuchillas cortantes.

1.2.7.4. Sección de expulsión limpieza

Los desperdicios internos, los recortes laterales y traseros se eliminan mediante dos moldes macho y hembra colocados dentro de la máquina, en donde el macho funciona como punzón presionando los desperdicios a través de la hembra, siendo desechados dentro de una canasta ubicada debajo de la máquina.

1.2.7.5. Sección de separación de cajas

Esta sección es similar a la sección anterior, mediante dos herramientas separa y apila las cajas, las cuales vienen unidas entre sí por puntos que no han sido cortados a propósito para que todas las unidades de cajas puedan llegar hasta esta sección.

En esta unidad se apilan las cajas individuales de las hojas o pliegos, creando una pila de poses planas y preparadas para el proceso posterior que es el plegado y pegado de las mismas.

1.2.7.6. Recepción

En las máquinas que no cuentan con sección de separación de poses, la recepción crea una pila de hojas completas o de poses unidas entre sí mediante puntos; en esta fase se puede retirar el recorte frontal.

Un molde está conformado sobre una base de madera tratada, conteniendo reglas cortantes y hendedoras cuyas funciones son las siguientes:

- Cortar bien para formar la silueta exterior de lo que será la caja y con cortes internos como ventanas u orificios,
- Hender, para realizar los pliegues o dobleces, los cuales determinan las dimensiones de las cajas,
- Perforar, con el fin de crear pequeños segmentos de corte con el propósito de que el empaque llenado por el cliente, permita al consumidor final un fácil rasgado,
- Medio corte, realizar un corte parcial sobre el grosor del pliego de cartón, de manera que no haga contacto con la plancha de corte,
- Separar y expulsar el cartón troquelado, es la función de los hules, que son tiras gruesas de hule especial para la eyección que se colocan junta a las cuchillas cortantes; primero comprime el hule por la presión y al separarse la platina del molde, libera el cartón.

1.2.8. Jornadas laborales

Las jornadas de trabajo en la empresa son las establecidas por la ley, diurna y vespertina, ocho horas diarias de lunes a viernes; para cumplirlas, los equipos trabajan una semana completa en la misma cantidad de horas, de manera rotativa y sujetos al rol de turnos preestablecido.

1.2.9. Capacitación al personal

La empresa brinda capacitación constante al personal operario de las máquinas troqueladoras, la cual responde a la exigencia de mantenerse actualizados y al nivel de la nueva tecnología, éste es uno de los aspectos importantes de la metodología cero defectos.

2. MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

2.1. Historia y evolución de la industria

Refiere Solís, P. (2012 p.8) que “el concepto de industria, en un sentido estricto incluye solamente las actividades de transformación de los recursos naturales y de producción de bienes diversos, se debe diferenciar la actividad industrial de la artesanal llevada a cabo en pequeños talleres en las fases previas a la industrialización y que frente a la artesanía, la industria transforma mayores cantidades de materias primas, además requiere altos y variados recursos energéticos”.

A todo esto, debe añadirse el hecho de que ocupa a un elevado y especializado número de trabajadores con una considerable división del trabajo; también exige fuertes inversiones de capital; sin embargo, aunque en esta definición queda excluida la minería, esta y la industria han estado siempre muy relacionadas.

La industria ha presentado a lo largo de la historia, una clara tendencia al aumento y a la racionalización de la producción para abaratar costos y obtener mayores cuotas de mercado, tales estrategias exigen la existencia de una organización llamada empresa industrial, que no es lo mismo que establecimiento o fábrica.

Para Solís, la empresa industrial es la unidad jurídica y económica de la producción, en la que se establece la combinación del trabajo y el capital para la producción de bienes industriales, cada empresa puede tener un único o varios establecimientos.

La fábrica o establecimiento es la unidad técnica de producción, es el elemento básico de la actividad industrial y a la vez se integra en dos conceptos distintos que son el de sector industrial y el de sistema industrial.

El sector industrial es todo conjunto de industrias dedicadas a la misma o parecida producción; sistema industrial es un concepto de carácter geográfico, pues integra a todas las fábricas que están sobre un territorio y que mantienen vínculos entre sí.

2.1.1. Clasificación de las actividades industriales

La actividad industrial ha sido objeto de varias clasificaciones que pretenden lograr una mayor comprensión del fenómeno; entre los criterios más utilizados se pueden diferenciar la clasificación en función de la empresa que es titular, dependiendo de la finalidad de la producción industrial, de la dimensión y complejidad del proceso o dependiendo de la tecnología implicada en la producción.

2.2. Industria litográfica

Refiere Avendaño (2002 p. 16) que “la palabra litografía es de origen griego, significa escritura en piedra; esta actividad fue inventada por el austriaco Alois Senefelder en 1796 y es un proceso fisicoquímico por tanto, es en mayoría opuesto al de la tipografía, que es más mecánico”.

La litografía es relativamente reciente, Senefelder inventó una prensa cuyo carro se ponía en movimiento al activar una manivela que dinamizaba el cilindro, con ella imprimió dibujos.

Los artistas de la revolución francesa la utilizaron como medio propagandístico, en España en 1819 Goya lleva a cabo experiencias litográficas que perfecciona en Burdeos; por medio de la litografía *Daumier* satiriza las instituciones tradicionales y la prensa es el medio de divulgar estas imágenes.

La litografía se ha utilizado desde el inicio para tareas de reproducción, existen razones técnicas muy concretas que explican por qué la litografía llega a ser instrumento principal para la difusión de las ideas progresistas en estratos de público cada vez más amplios, siendo estas: la rapidez y la economía del procedimiento, ya que la matriz está preparada de un día para otro; una misma placa puede ser usada varias veces; la facilidad de acoplar sobre la placa imágenes, palabras y la posibilidad de realizar tiradas casi ilimitadas.

Continúa explicando Avendaño, que por primera vez la imagen estampada por medio de la litografía y la palabra impresa a través de los periódicos consiguen una ampliación sustancial del público; las mejores litografías en inicio del siglo XIX se conciben como ilustraciones para los periódicos.

La primera prensa del offset litográfico fue creada en Inglaterra en 1875, diseñada para impresiones en metal, el cilindro era cubierto con un cartón tratado que transfería la imagen impresa de una piedra a la superficie del metal.

Cinco años después, la cubierta de cartón del cilindro se cambió a una de hule, el cual se sigue utilizando actualmente. En 1881, David Gestetner inventó la primera máquina de reproducir copias, patentada como Cyclostil, esta nueva máquina, posteriormente llamada multicopista, revoluciona el trabajo de miles de personas; a principios del siglo XX, las multicopistas logran éxito y son implantadas en todo el mundo.

La primera persona en utilizar la prensa offset para imprimir sobre papel, probablemente fue el americano Ira Washington Rubelen 1903, quien tuvo esta idea accidentalmente al observar que cuando las prensas directas funcionaban, en ocasiones se aparecía una imagen perfecta sobre el cilindro de impresión al dejar de alimentarlo y que después resultaba con una gran claridad al reverso de la hoja siguiente, con esto, surge la idea de cubrir un cilindro con una capa de caucho que recibiera la imagen de la placa para calcarla sobre el papel.

Como cita con Avendaño; los hermanos Charles y Albert Harris, independientemente observaron éste proceso casi al mismo tiempo y desarrollaron una prensa de *offset* para *Harris Automatic Press Company*, diseñada alrededor de otra rotativa la cual utilizaba una placa de metal doblada alrededor de un cilindro arriba de la máquina, que presionaba contra los rodillos de tinta y agua.

La técnica de las prensas litográficas manuales se desarrolló en 1798, pero la primera aplicación comercial práctica se hizo alrededor de 1890, cuando una lámina de cinc reemplaza la piedra, esta lámina o transportador de la imagen, se adhería a una placa cilíndrica que se iba mojando mientras se giraba y posteriormente se entintaba, el papel se presionaba contra la placa desde otro cilindro impresor.

Concluye Avendaño afirmando (2002 p.17) “que el cilindro de impresión que presiona el papel con la manta para poder transferir la imagen a la hoja, es el proceso que se continúa realizando en la actualidad, pero con refinamientos que incluyen impresión de dos caras y el de alimentación de pliegos; a partir del año 1950, la empresa *Gestetner* introduce el *offset*, sistema de impresión más utilizado en el siglo XX”.

2.3. Troquelar

El término troquelar deriva del griego troque que significa corte y lar que significa forma, el análisis semántico de esta terminología quiere decir cortar a forma o corte a la forma.

El troquelado es la acción que ejecuta un molde troquel cuando es presionado contra un material mediante una prensa.

En las imprentas o litografías se utilizan máquinas troqueladoras para dar la forma diseñada del corte y los dobleces del papel o cartón.

2.3.1. Troquelado de papel y cartón

Sirve para cortar, hender y perforar formas irregulares en papel y/o cartón por medio de un molde-troquel formado por pletinas con acabado de corte, perforación o hendido, el molde-troquel ejerce la presión sobre la pletina de la troqueladora para que el soporte quede transformado.

2.4. Productividad

Existen muchas definiciones de productividad, pero básicamente el vocablo hace referencia a la relación entre los recursos invertidos en una actividad o proceso y el resultado obtenido, con el ideal de obtener el máximo resultado invirtiendo el mínimo de recursos.

Refiere Casanova (2002 p. 29) que la productividad “es la relación entre la cantidad de productos obtenida por un sistema productivo y los recursos utilizados para obtener dicha producción”.

La productividad puede ser definida como la relación entre los resultados y el tiempo utilizado para obtenerlos; cuanto menor sea el tiempo que lleve obtener

el resultado deseado, más productivo es el sistema, también debe ser definida como el indicador de eficiencia que relaciona la cantidad de recursos utilizados con la cantidad de producción obtenida.

“La productividad se puede plantear como la relación entre los resultados y el tiempo en que se lleva conseguirlos” (Koenig, D. 1990 p. 32) éste concepto se usa como un buen denominador, por ser una medida universal y está fuera del control humano, se puede utilizar en la industria litográfica como un indicador, dado a que se puede verificar la reducción de defectos en los procesos y mejorarlos continuamente.

“La productividad puede definirse como la relación entre la cantidad de bienes y de servicios producidos y la cantidad de recursos utilizados, es la medida relativa de producción por trabajo y/o consumo de una máquina” (Buffa, E. 1992 p. 101) la ecuación para medirla es: $\text{Productividad} = \text{salida} / \text{entrada}$.

Una empresa improductiva además de hacer uso ineficiente de los recursos, también puede tener problemas de clima laboral, desorganización, burocratización, costos elevados y muchos otros factores que impiden el desarrollo organizacional, por ello es importante darles seguimiento para medir la productividad y buscar opciones acertadas para optimizar los distintos procesos.

Para medir la productividad del proceso de troquelado, se debe realizar un análisis del proceso de producción, por medio de herramientas de la Ingeniería con el objetivo de determinar las directrices para incrementarla.

2.5. Cero defectos

“Es una teoría que sostiene que una empresa debe crear una cultura administrativa para enfatizar que todos los miembros de la empresa entiendan la responsabilidad personal en las actividades desarrolladas para el funcionamiento de la misma”. (Galdámez, K. 2012 s.n.).

Cómo método de mejora continua, posee el siguiente enfoque: la calidad empieza en la gente no en las cosas; el precursor de éste concepto fue Crosby, quien defiende esta teoría de que el proceso y la producción se pueden hacer sin defectos o cero defectos, para muchos esto es una idealización, pues es difícil que no existan defectos y se puede continuar en esa afirmación basándose en que todo no es perfecto y es controlado por humanos y el mismo no es perfecto; él implementa la prevención como una palabra clave en la definición de la calidad total.

Martínez, G. refiere (2013 s.n.) que “Kume, H. afirma que el paradigma que Crosby quiere eliminar es que la calidad se da por medio de inspección, de pruebas y de revisiones; esto origina pérdidas, de tiempo, como de materiales, ya que, con la mentalidad de inspección, se prepara al personal a fallar, por tanto se debe prevenir y no corregir”.

Existen muchas empresas que aplican la metodología basada en la filosofía de Crosby; Lara, Fúnez, M. & Lanza, Ríos A. (2011) en la tesis de post-grado refieren “que la empresa *Technology Research Corporation* de Honduras, en la planta de fabricación incorpora un sistema que permite producir productos con niveles de defectos sumamente bajos, que implica la participación de los empleados del departamento de contabilidad, de Recursos Humanos, de producción, de control de calidad, de mantenimiento, de servicio al cliente y de

compras, basando la operatividad en la filosofía de Crosby, cero defectos en todos los niveles y departamentos que conforman la empresa”.

Monzón, E. (2006 p. 46) en la tesis de grado, refiere que “todo proceso de mejoramiento se orienta a la satisfacción completa del consumidor, considerando para el efecto al recurso humano como el más importante de la organización”.

Los autores citados hacen referencias importantes que permiten deducir que un sistema de control y verificación de calidad para detectar la variabilidad del proceso de troquelado bajo la guía cero defectos, promete buenos resultados en cuanto a incrementar la productividad del proceso.

Por tanto, la filosofía de Crosby, cero defectos, como método de mejora continua abarca el compromiso de la administración y de los empleados para realizar la producción eficientemente en función de incrementar la productividad del proceso de troquelado de papel y cartón, basado en la adecuada operatividad y el buen funcionamiento de las máquinas troqueladoras.

La metodología comprende catorce pasos, los que le dan la importancia necesaria para ser aplicada, porque abarca desde el compromiso de la administración, hasta la satisfacción del personal de laborar en la empresa, la cual les brinda capacitación, incentivos, ambiente seguro y les concientiza acerca del constante desempeño que deben mantener para la mejora de la calidad, que implica cero defectos en el producto terminado.

2.5.1. Cuatro principios de la administración de calidad

Según Crosby los cuatro principios en que debe basarse una buena administración de calidad son:

- Satisfacer las exigencias de los clientes.
- Prevenir es mejor que inspeccionar.
- El objetivo a alcanzar es un estándar de cero defectos.
- La calidad se mide monetariamente.

2.5.2. Pilares que debe incluir un programa corporativo de la calidad

- Participación y actitud de la administración: la cual debe comenzar tomando liderazgo para que todo el personal vea y sea estimulado y motivado a tomar ese ejemplo.
- Administración profesional de la calidad: se debe capacitar a todos los integrantes de la organización, de esta manera hablarán el mismo idioma y podrán entender de la misma manera cada programa de calidad.
- Programas originales: los catorce pasos de Crosby, también conocidos como los catorce pasos de la administración de la calidad.

2.5.3. El programa de 14 pasos de Crosby

Crosby construyó un programa de 14 pasos como un método de mejora continua, que debe seguir toda empresa que desee mejorar la calidad de los productos siendo estos:

- Para alcanzar una buena calidad de producto, es necesario un compromiso absoluto de la administración.
- Crear equipos de mejoramiento de calidad con representantes de los distintos departamentos de la empresa.
- Realizar una medición permanente de los procesos para prever potenciales problemas de calidad.
- Evaluar los costos monetarios de la baja calidad.
- Incrementar la conciencia de los empleados sobre problemas de calidad.
- Resolver los problemas que vayan siendo detectados.
- Monitorear constantemente el progreso de las mejoras de calidad.
- Capacitar a los supervisores de calidad.
- Organizar en la empresa días de cero defectos.
- Motivar a los empleados para que se sumen a la lucha por alcanzar el ideal del cero defecto.

- Incentivar a los empleados a que sugieran al administrador posibles formas de superar los obstáculos a la calidad.
- Reconocer y valorar sinceramente el esfuerzo que realizan los participantes.
- Crear comités de calidad.
- Hacer todo de nuevo; la mejora de calidad es una tarea que nunca se termina.

Aplicado como herramienta eficaz, la meta es alcanzar cero defectos, para lo cual es preciso identificar los problemas de calidad en la fuente; también llamados rocas, resolverlos y no dejar pasar un producto defectuoso; con éste fin, se traslada la responsabilidad sobre la calidad de los inspectores a los operarios, dándoles potestad o autoridad para detener toda la cadena de montaje si se descubren problemas de calidad.

Para promover el uso de esta facultad, todos los trabajadores tienen acceso a un interruptor que activa unas luces de emergencia o detiene el proceso productivo.

Los problemas que surgen cada día, se van anotando y se reserva una parte de la jornada laboral al mantenimiento preventivo; dedicar tiempo a planificar, formar, resolver problemas y mejorar el entorno del trabajo son clave para el éxito de la producción.

2.5.4. Características de la empresa ideal

Según Crosby las características que debe reunir la empresa ideal son:

- La gente hace las cosas bien desde el principio.
- La gerencia anticipa el cambio y lo usa a favor.
- El crecimiento es constante y rentable.
- Los nuevos bienes y servicios surgen cuando el público los demanda.
- Todos están contentos de trabajar allí.

2.6. La calidad

El significado puede adquirir múltiples interpretaciones, ya que todo dependerá del nivel de satisfacción o conformidad del cliente, sin embargo, la calidad es el resultado de un esfuerzo arduo, de trabajo eficaz para poder satisfacer el deseo del consumidor.

“Basada en la fabricación, calidad significa conformidad con los requisitos; es la medida en que un producto específico se ajusta a un diseño o especificación, basada en el cliente la calidad es aptitud para el uso” (Crosby, P. citado por Martínez, G. s.n.).

La calidad busca satisfacer las expectativas del cliente, el proceso de mejora de la calidad es un conjunto de principios, políticas, estructuras de apoyo y prácticas destinadas a mejorar continuamente la eficiencia y la eficacia del estilo de vida.

El concepto de calidad más aceptado es el que implica el cumplimiento con la totalidad de requisitos del producto demandado por los clientes.

2.6.1. Calidad total

Según Evans y Lindsay (2004 p. 102) “calidad total en lo que respecta a las empresas, se refiere a que el administrador deberá lograr que exista excelencia en todo contacto que se origine internamente entre proveedores y clientes, entre la propia empresa (instalaciones, productos y/o servicios, colaboradores, vehículos) y las personas o entidades ajenas a la misma, a dichos contactos se les llama momentos de verdad y los que suceden por primera vez son los más importantes”

2.6.2. Administración de calidad total

Duncan (2005 p. 127), expresa que “la administración de calidad total es un amplio concepto que implica controlar todos los procesos desarrollados por la empresa para generar un producto o servicio, promoviendo la participación de todos en el control de la calidad”, esto involucra a todos los departamentos: presidencia, gerencia general, mercadeo, producción, finanzas, informática y recursos humanos e incluye a todos los proveedores, teniendo como objetivo satisfacer las necesidades del cliente, tanto intermedio, como final.

Éste tipo de administración hizo que Japón, en menos de treinta años, sea la potencia económica que hoy se conoce ofreciendo al mercado mundial productos de la más alta calidad y duración a precios competitivos y despertando la confianza para la compra.

Refiere Duncan, (2005 p. 128) de acuerdo con Ishikawa quien afirma que “el objetivo principal es la felicidad y satisfacción de las personas”, si la empresa

no puede cumplir con éste objetivo, no debe existir, es decir, el proceso de la calidad, implica respecto a los empleados proporcionarles un ingreso adecuado, ambiente de trabajo armónico que genere competencia, respeto, brindarles la oportunidad de realizarse disfrutando del trabajo, conquistando el reconocimiento de los compañeros y que puedan llevar una vida laboral plena.

Ishikawa citado por Duncan, también considera como empleados a los proveedores, socios comerciales; refiere que los consumidores deben sentirse satisfechos, contentos cuando compran y utilizan los bienes y servicios de la empresa y los accionistas de la empresa deben obtener buenos dividendos de las utilidades de la comercialización del producto.

Respecto a los productos, reitera que los defectuosos perjudican al consumidor y reducen las ventas, ocasionando inventarios sin movimiento, con el consiguiente desperdicio; la empresa debe aprovechar todas las técnicas y herramientas que proveen la ciencias como la ingeniería, estadística, sistemas de información, entre otras, aplicadas y orientadas al cliente, que logre proveer oportunamente productos y servicios de calidad a precio justo, satisfaciendo a todos los involucrados en las transacciones comerciales.

2.6.3. Planificación de la calidad

Las empresas orientadas hacia la calidad generalmente desarrollan y aplican mecanismos de planificación descentralizados, según Juran, J. (1999 p. 28) “la planificación de la calidad es el proceso de establecer objetivos de calidad de largo alcance y definir un enfoque para satisfacer objetivos.”

También agrega Juran, que la “planificación de la calidad va más allá de la planificación estratégica porque se le añade un requerimiento de mejora a éste concepto, lo importante es que la dirección y el personal trabajen juntos para asegurar la mejora continua usando el plan como vehículo”.

Respecto al compromiso de aseguramiento de la calidad, basado en cero defectos, la misma, se planifica y se administra.

2.6.4. Aseguramiento de la calidad

“Es el conjunto de acciones planificadas y sistemáticas que son necesarias para proporcionar la confianza adecuada de que un producto o servicio satisface los requisitos dados para la calidad, los cuales deben estar sustentados en la satisfacción de las expectativas de los clientes” (González, A. 2010 p. 31).

Se establecen reglas claras, fijas y objetivas, sobre todos los aspectos ligados al proceso operativo, es decir, desde el diseño, planeación, producción, presentación, distribución, servicio posventa y las técnicas estadísticas de control del proceso y desde luego, la capacitación del personal.

2.6.5. El control de calidad

“Lo componen todos los mecanismos, acciones, herramientas que se utilizan para detectar la presencia de errores, pero más que encontrar errores, es garantizar que el producto va bueno y sin errores” (Koenig, D. 1990 p. 56).

La función del control de calidad es primordialmente verificar el cumplimiento de características que definen la calidad del producto, en cuanto a si existen desviaciones que tiendan a ponerla en riesgo, para tomar decisiones oportunas, también para conocer las especificaciones establecidas por los estándares del producto y proporcionar asistencia al departamento de producción para que las mismas sean alcanzadas.

Como tal, la función consiste en la recolección y análisis de grandes cantidades de datos que después se presentan a diferentes departamentos para iniciar una acción correctiva adecuada, si hay necesidad, todo producto que no cumpla con las características mínimas para decir que es bueno, es eliminado, sin poderse corregir los defectos de fabricación que podrían evitar esos costos añadidos y desperdicios de material.

Las técnicas y los sistemas de control son esencialmente los mismos, no importando lo que se esté tratando, así por ejemplo dinero en efectivo, procedimiento de oficina, moral de los empleados, calidad del producto entre otros.

2.6.6. Círculos de calidad

“Un círculo de calidad es un grupo de tres a seis personas que se reúnen voluntariamente cada semana o cada quince días, para pensar, estudiar e intercambiar ideas entre sí y con otros círculos similares, con el objetivo de contribuir al mejoramiento y desarrollo de la empresa y de los integrantes, creando de esta manera un lugar de trabajo agradable, en donde valga la pena estar, los gerentes conocerán a fondo el funcionamiento y objetivos de los círculos, les darán apoyo, facilidades y completa autonomía”(García, C. 2008 p.221).

Los círculos informarán a los gerentes de los temas o asuntos a tratar, mediante el uso de las estadísticas, cuya elaboración e interpretación será de los primeros temas de estudio, se intercambiarán resultados con los demás círculos de calidad a efectuarse cada mes y deberán aprovechar todo el potencial humano de los integrantes, beneficiándose ellos y la empresa.

Evans y Lindsay (2004 p. 55), refieren que “la administración de calidad total es participativa, involucrando a todo el personal de la empresa, implica

educación y capacitación”, es necesario crear equipos de trabajo para buscar la mejora continua y la solución de problemas, en ese sentido se crean los círculos de calidad.

2.6.7. Compromiso de la Dirección con el sistema de calidad

De acuerdo con Evans y Lindsay las obligaciones y responsabilidades que tiene la alta dirección con la calidad, no solo son con los productos que produce, sino con todo un sistema que garantice cero defectos.

Para alcanzar los objetivos de rentabilidad de la empresa, debe primero dar el apoyo necesario a aquellas acciones que buscan cerrar las brechas a los defectos y que con ello se está previniendo al máximo la comisión de errores.

“En la medida que se esté avanzando hacia ese objetivo, más fuerte será la organización que tome ese rol y más competitivo será con los adversarios, quienes se verán en desventaja si no toman las medidas necesarias para competir con éste; consciente de esta necesidad la alta dirección, debe apoyar por todos los medios los programas adecuados a la estructura de la misma que garanticen la calidad” (Hell riegel, J. 2001, p. 28).

La alta administración debe estar totalmente concientizada y consustanciada con la importancia estratégica y operativa de la calidad, para lo cual deberá comprometerse plenamente tanto en los aspectos de liderazgo y planificación, como en los vinculados con la capacitación, mejora continua de los procesos y los sistemas de prevención y evaluación que permitan el mayor nivel de calidad y satisfacción; ello implica destinar todos los recursos que sean necesarios para hacerla factible, ya sean financieros o de tiempo de dedicación.

Es compromiso de la Dirección de la empresa mantener una actitud de liderazgo, para que situaciones de desánimo no ocurran, para ello es

imprescindible un compromiso probado, de manera que mantenga un ambiente de trabajo en el que el personal se vea involucrado en la consecución de los objetivos de la organización.

2.7. Metas y objetivos

Se hace necesario para la empresa u organización fijar políticas para establecer metas, la determinación de las políticas es responsabilidad de la alta gerencia en colaboración de las demás gerencias.

Las metas se expresan concretamente con cifras y gráficas, dando además toda información adicional necesaria, como personal estimado, calidad, costo, volumen de producción y plazos de entrega, los que se fijarán con base en problemas que la empresa desea resolver.

Políticas y metas se imprimirán y se distribuirán ampliamente de tal modo que todos y cada uno de los involucrados (gerentes, jefes, supervisores, vendedores, operarios, entre otros) conozcan la meta en números y el plazo para lograrla.

2.8. Capital humano

Está conformado por el personal que trabaja en la empresa, el cual debe recibir información, educación y capacitación, pues son sujeto de cumplimiento de estándares, normas y reglamentos establecidos.

Educar es importante para hacer crecer al individuo como persona y capacitar es desarrollar destrezas y habilidades necesarias para el trabajo, las dos facilitan el logro de los objetivos de la empresa.

2.9. Capacitación

La capacitación “es un proceso continuo y planificado, basado en las necesidades actuales de los involucrados, adaptado y orientado a incrementar el conocimiento y habilidades que fortalezcan el desempeño y permitan obtener mayores y mejores resultados en todas las actividades a desarrollar dentro de determinado contexto” (Morales, P. 2012).

2.10. El cliente interno y la comunicación

“Las personas que laboran en la empresa de calidad total, están enfocadas al logro de la satisfacción del cliente y conscientes de que todos los compañeros de trabajo son los clientes internos, por lo que colaboran y cooperan entre ellos en un ambiente de respeto y armonía, lo mismo se hace entre los diferentes departamentos, el principal servidor, el que sirve a todos, será el administrador” (Chase, B. 2004 p. 344).

En lo que respecta a la comunicación, esta se lleva a cabo tanto vertical como horizontalmente, pues así como la trama horizontal le da fuerza a una tela, así la comunicación horizontal le da fuerza a una empresa.

2.11. Establecimiento de normas

Los planes son “el punto de referencia para la creación de controles por parte del administrador, el primer paso del proceso de control es lógicamente establecer planes y normas” (Dessler, G. citado por Chase B.) sin embargo, debido a que los planes varían en lo que se refiere al grado de detalle y complejidad y dado que por lo general los administradores no pueden vigilarlo todo, es preciso establecer normas especiales.

Por definición las normas son sencillamente criterios de desempeño, son los puntos seleccionados en un programa de planeación en los cuales se deberá

tomar medidas de desempeño para que los administradores puedan recibir señales de cómo marchan las cosas, a fin de que no tengan que vigilar cada paso de la ejecución de los planes.

2.12. Medición del desempeño

Al respecto Chase, resume que la medición de desempeño con base en normas debe realizarse idealmente con fundamento en la previsión, a efecto de que las desviaciones puedan detectarse antes de que ocurran y evitarse mediante las acciones apropiadas, en ese sentido, allí es donde inicia el principio de la norma de desempeño cero defectos.

Las normas deben ser adecuadamente trazadas y disponer de medios para determinar con toda precisión que hacen los subordinados, la evaluación del desempeño real o esperado facilita la eficiencia en cada puesto de trabajo y determina las posibles recurrencias en fallas de los trabajadores.

La importancia de medir el desempeño es porque ayuda a conocer como está el desarrollo del mismo y hacia donde apunta, a tomar decisiones oportunas y certeras, pues en el caso que no lo haya, se pueden correr muchos riesgos, como por ejemplo, caer en la mediocridad y bajo rendimiento.

2.12.1. Comparación del desempeño con el estándar

Es la verificación de las diferencias en dado caso si existen, entre el estándar y la nueva producción; corregir las desviaciones desfavorables aplicando las medidas correctivas necesarias.

2.13. Mantenimiento industrial

Refiere Neto, C. (2010 s.n.) “el mantenimiento industrial está definido como el conjunto de actividades encaminadas a garantizar el correcto funcionamiento de las máquinas e instalaciones que conforman un proceso de producción permitiendo que éste alcance el máximo rendimiento”.

Según Olarte C., Botero A. &Cañón, A. (2010 p. 335) “las primeras empresas que existieron estaban conformadas por grupos de personas que tenían que trabajar en cada uno de los pasos del proceso de producción y a la vez reparar las herramientas y las máquinas cuando presentaban alguna avería. Debido a que los trabajadores desarrollaban múltiples oficios, el elaborar un producto terminado para ofrecerlo en el mercado implicaba un alto costo en tiempo y dinero; con el objetivo de ganar más, invirtiendo menos, las empresas se vieron obligadas a distribuir a los trabajadores para que se dedicaran a tareas específicas, dichas tareas fueron de dos tipos: tareas de operación de las máquinas y tareas de reparación de las mismas. El mantenimiento empieza a adquirir importancia a partir de los años 30, cuando Henry Ford implementó en la empresa, un área destinada a las actividades de reparación de los equipos pertenecientes al sistema de producción al cual llamó producción en cadena”.

Continuando con Olarte, C. (2010 p.335) “éste nuevo sistema, fue establecido a través de la asignación de responsabilidades organizadas, el encargado de operaciones era el que determinaba en qué momento se debían realizar las labores de reparación”.

“A consecuencia de la Segunda Guerra Mundial, las empresas tuvieron que aumentar la producción para suplir la demanda del mercado; para esto, fue necesario incrementar las jornadas laborales. Esta manera apresurada de producir en grandes cantidades y por largos períodos de tiempo hizo que las

máquinas se desgastaran debido al exceso de uso y por lo tanto a presentar fallas en el funcionamiento” (et. al.)

Concluyen los autores antes citados(2010 p.336) “que la reparación de las máquinas implicaba la parada del proceso de producción lo cual generaba grandes pérdidas; con el fin de evitar estas paradas, los empresarios le dieron mayor importancia al mantenimiento, reestructurando los modelos organizacionales,a partir de ello el mantenimiento se convierte en una herramienta fundamental para las empresas y en una actividad correctiva o de reparación, con el correr del tiempo, estas actividades se han vuelto preventivas y en la actualidad la mayoría de las empresas realizan labores de inspección y cambio de piezas defectuosas antes de que se produzcan daños en las máquinas”.

Hernández, Cruz, V. (2010 p. 117)) en la tesis de grado infiere que “el establecimiento de un programa de adiestramiento para el personal técnico será de gran ayuda para la adecuada ejecución del programa de control de mantenimiento preventivo, así como de la operación de la maquinaria; concluye afirmando que “a través del seguimiento de procedimientos apropiados de mantenimiento preventivo esenciales, como lubricación y engrase, los operadores contribuyeron a prolongar la vida de la maquinaria y minimizar así los costos de operación de mantenimiento”.

Tomando en cuenta las citas anteriores, se puede deducir que un programa de control de mantenimiento preventivo para reducir la variación de registro de 1.0 mm a 0.30 mm en la fase de troquelado y capacitación constante y efectiva al personal son de vital importancia para incrementar la productividad del proceso.

2.13.1. Objetivo general del mantenimiento industrial

Según Neto, C. citado por Olarte, (2010 p. 336) “el objetivo general del mantenimiento industrial es el de planear, programar y controlar todas las actividades encaminadas a garantizar el correcto funcionamiento de los equipos utilizados en los procesos de producción”.

2.13.2. Objetivos específicos del mantenimiento industrial

Según Neto, C. (2010 s.n.) los objetivos específicos del mantenimiento industrial son los siguientes:

- “Realizar listados de los equipos que conforman el proceso de producción.
- Asignar códigos de identificación a cada uno de los equipos listados.
- Utilizar fichas técnicas que contengan la información de las características generales, técnicas y operacionales de cada uno de los equipos codificados.
- Generar listados codificados con cada una de las actividades de mantenimiento eléctrico, mecánico, de lubricación, de instrumentación, de metrología y civil en todas las áreas de la empresa.
- Asignar las tareas de mantenimiento requeridas con la correspondiente fecha de inicio y frecuencia de ejecución para cada uno de los equipos codificados.

- Listar los repuestos, herramientas y tipo de personal requerido para la ejecución del mantenimiento.
- Realizar órdenes de trabajo del mantenimiento programado sistematizado.
- Digitar la información de las órdenes de trabajo en el correspondiente software de mantenimiento.
- Generar informes que permitan controlar el manejo del presupuesto para la mano de obra propia y contratada, los repuestos y los materiales empleados en el mantenimiento.
- Elaborar un programa de control de mantenimiento preventivo”.

Debido a la globalización de los mercados, la mayoría de las empresas producen en cadena y esto implica contar con programas de control de mantenimiento preventivo, que les permita conservar los equipos en las mejores condiciones, evitar paros y para cumplir con la demanda del mercado.

De acuerdo con Neto, C. se puede inferir que el buen estado de las máquinas, garantiza la calidad de los productos fabricados de forma rápida, efectiva e incrementa la productividad del proceso.

2.14. Mantenimiento de maquinaria

“El mantenimiento se basa principalmente en solucionar y prever las posibles averías que puedan presentarse en los equipos, máquinas o instalaciones, con el fin de reducir los costos debido a las intervenciones y paradas de máquina,

de tal forma que aumente la calidad del proceso productivo” (Dufuaa, S. 2002 p. 231).

De forma más general es el conjunto de todas las acciones mínimas y necesarias para mantener y garantizar un funcionamiento óptimo de los activos a un costo mínimo.

El mantenimiento tradicional ha adquirido mayor peso económico en las grandes y medianas empresas, adquiriendo mayor presencia en ámbitos financieros, de ingeniería, logística y producción. Un término que define bien éste hecho es la tero tecnología que se basa en la unión de la gestión económica con la tecnología aplicada a los activos físicos, logrando reducir los costos económicos del ciclo de vida.

2.15. Tipos de mantenimiento

2.15.1. Mantenimiento correctivo

Blanco, R. (2006, p. 27) refiere que el mantenimiento correctivo “consiste en reparar la avería una vez se ha producido, por lo general, cuando se realiza éste mantenimiento, el proceso de fabricación está parado, por tanto la producción disminuye y los costos aumentan”.

Es impredecible conocer el tiempo de reparación, así como el gasto que deriva de la avería ya que se presenta de forma imprevista originando trastornos en la línea.

El ámbito de aplicación por tanto corresponde a activos con bajo nivel de criticidad, cuyas averías no suponen gran problema temporal ni económico;

suele ser rentable en equipos puntuales donde otras técnicas de mantenimiento resultarían más costosas.

2.15.2. Mantenimiento preventivo

Éste mantenimiento está planificado en el tiempo y el objetivo es evitar que se produzca la avería, a diferencia del correctivo, no es necesario realizarlo en tiempo de producción y por tanto es planificado en tiempos libres de fábrica.

Lo que se pretende con éste tipo de mantenimiento es reducir el número de intervenciones correctivas, realizando tareas de revisión periódicas y sustitución de componentes gastados.

Continuando con Blanco, R. (2006 p.27) quien refiere que “el mantenimiento preventivo es exigente, ya que requiere de una disciplina estricta de supervisión y elaboración de un plan preventivo a cumplir por personal especializado, además, por consistir en tareas rutinarias, puede provocar falta de motivación en el personal encargado y si no se realiza correctamente, llegar a suponer un sobre costo sin mejoras notables en productividad”.

Se puede decir que el realizar el mantenimiento preventivo correctamente supone el conocer perfectamente la máquina con la que se trabaja, lo que permite realizar estudios de fiabilidad óptimos y reducir las intervenciones correctivas a los activos.

Se realizan reparaciones y cambios de elementos en el momento que se ha cumplido un período de tiempo prefijado, se hace así con el fin de disminuir la posibilidad de que se produzca una avería.

La implementación de un programa de mantenimiento preventivo requiere de los siguientes pasos: sistema de órdenes de trabajo, levantamiento de

inventario de equipos, elaboración de procedimientos de trabajo, historiales de equipos, control de materiales, refacciones y planificación de actividades.

2.15.3. Mantenimiento predictivo

Al igual que el preventivo, éste tipo de mantenimiento consiste en anteponerse a la avería, la diferencia es, que se basa en la aplicación de herramientas ó técnicas de detección de los diferentes elementos medibles de anticipación al fallo, como el desgaste, el objetivo es realizar el mantenimiento justo en el momento preciso.

Para realizarlo, es necesario disponer de tecnología basada en indicadores que sean capaces de medir las variables que marquen la intervención a la máquina, así como personal preparado en la interpretación de los datos.

2.15.4. Mantenimiento cero horas (*Overhaul*)

Refiere Steve, K. (2003, p. 65) que el mantenimiento cero horas “es el conjunto de tareas cuyo objetivo es revisar los equipos a intervalos programados, antes de que aparezca algún fallo, o cuando la fiabilidad del equipo ha disminuido apreciablemente de manera que resulta arriesgado hacer previsiones sobre la capacidad productiva”.

Dicha revisión consiste en dejar el equipo a cero horas de funcionamiento, es decir, como si el equipo fuera nuevo; en estas revisiones se sustituyen o se reparan todos los elementos sometidos a desgaste, se pretende asegurar, con gran probabilidad un tiempo de buen funcionamiento fijado de antemano.

2.15.5. Mantenimiento en uso

Es el mantenimiento básico de un equipo realizado por los usuarios del mismo, consiste en una serie de tareas elementales (tomas de datos, inspecciones visuales, limpieza, lubricación, reapriete de tornillos) para las que no es necesario una gran formación, sino tan solo un entrenamiento breve, éste tipo de mantenimiento es la base del TPM (Mantenimiento Productivo Total).

Esta técnica se basa en hacer partícipes a todos los integrantes de la empresa en labores de mantenimiento, las responsabilidades no recaen exclusivamente en los técnicos de mantenimiento, sino que es responsabilidad de todos; por tanto se consigue un resultado final más participativo y enriquecido, está ligado al proceso de mejora continua y calidad total y recoge conceptos del Mantenimiento Basado en el Tiempo (MBT) y Mantenimiento Basado en las Condiciones (MBC).

2.15.6. Mantenimiento subcontratado a un especialista

Steve, se refiere a especialista como un individuo o empresa especializada en un equipo concreto, puede ser el fabricante, el servicio técnico del importador, o una empresa que se ha especializado en un tipo concreto de intervenciones.

Se debe recurrir al especialista cuando no se posee conocimientos suficientes y no se cuenta con los medios necesarios, si se dan estas circunstancias, algunas o todas las tareas de mantenimiento se deberán subcontratar a empresas especializadas.

El mantenimiento subcontratado a un especialista es en general la opción más cara, por lo que se debe tratar de evitar en la medida de lo posible y por la dependencia externa que supone forma más razonable de evitarlo consiste en desarrollar un plan de formación que incluya entrenamiento específico en aquellos equipos de los que no se poseen conocimientos suficientes, adquiriendo además los medios técnicos necesarios.

2.16. Modelos de mantenimiento

Todos los modelos de mantenimiento incluyen dos actividades principales: inspecciones visuales y lubricación, la realización de estas dos tareas en cualquier equipo es rentable.

Es conveniente inspeccionar el equipo al menos una vez al mes y lubricarlo con productos adecuados, las inspecciones visuales prácticamente no cuestan dinero, estas inspecciones pueden hacerse al observar otros equipos cercanos, por lo que no significará que se tenga que destinar recursos expresamente para esa función. Esta inspección permitirá detectar averías de manera precoz y la resolución generalmente será más barata cuanto antes se detecte el problema.

La lubricación siempre es rentable, aunque representa un costo (lubricante y la mano de obra al aplicarlo), en general es tan bajo que está justificado, pues una avería por una falta de lubricación implicará siempre un gasto mayor que la aplicación del lubricante correspondiente.

Tomando en cuenta lo expuesto anteriormente, se pueden definir los diversos modelos de mantenimiento posibles.

2.16.1. Modelo de mantenimiento correctivo

Éste modelo es el más básico e incluye, además de las inspecciones visuales y la lubricación mencionadas anteriormente, la reparación de averías que se presenten.

Es aplicable, a equipos con el más bajo nivel de criticidad, cuyas averías no suponen ningún problema, ni económico ni técnico; en éste tipo de equipos no es rentable dedicar mayores recursos ni esfuerzos.

2.16.2. Modelo de mantenimiento condicional

Incluye las actividades del modelo anterior y la realización de una serie de pruebas o ensayos, que condicionarán una actuación posterior.

Si tras las pruebas se descubre una anomalía, se deberá programar una intervención; éste modelo de mantenimiento es válido en aquellos equipos de poco uso, o equipos que a pesar de ser importantes en el sistema productivo la probabilidad de fallo es baja.

2.16.3. Modelo de mantenimiento sistemático

Éste modelo incluye un conjunto de tareas que deben realizarse sin importar el estado del equipo; se realizan mediciones y pruebas para decidir si se realizan otras tareas de mayor importancia y se resuelven las averías que surjan.

Es un modelo de gran aplicación en equipos de disponibilidad media, de cierta importancia en el sistema productivo y cuyas averías causan algunos trastornos.

Es importante señalar que un equipo sujeto a un modelo de mantenimiento sistemático no tiene por qué tener todas las tareas con una periodicidad fija; simplemente un equipo con éste modelo de mantenimiento puede tener tareas sistemáticas, que se realicen sin importar el tiempo que lleva funcionando o el estado de los elementos sobre los que se trabaja.

Es la principal diferencia con los dos modelos anteriores, en los que para realizar una tarea debe presentarse algún síntoma de fallo.

Un ejemplo de equipo sujeto a éste modelo de mantenimiento, es un reactor discontinuo, en el que las materias que deben reaccionar se introducen de una sola vez, tiene lugar la reacción y posteriormente se extrae el producto de la reacción, antes de realizar una nueva carga; independientemente de que el reactor esté duplicado o no, cuando está en operación debe ser fiable, por lo que se justifica realizar una serie de tareas independientemente de que hayan presentado algún síntoma de fallo.

2.16.4. Modelo de mantenimiento de alta disponibilidad

Es el modelo más exigente y exhaustivo de todos, se aplica en aquellos equipos que bajo ningún concepto pueden sufrir una avería o presentar un mal funcionamiento.

Son equipos a los que se exige, además, unos niveles de disponibilidad altísimos, por encima del 90%, la razón de ello es en general el alto costo en producción que tiene una avería.

Con una exigencia tan alta, no hay tiempo para el mantenimiento que requiera parada del equipo (correctivo, preventivo sistemático).

Para mantener estos equipos es necesario emplear técnicas de mantenimiento predictivo, que permitan conocer el estado del equipo en marcha

y en parada programada, que supondrán una revisión general completa, con una frecuencia generalmente anual o superior.

En esta revisión se sustituyen, en general, todas aquellas piezas sometidas a desgaste o con probabilidad de fallo a lo largo del año (piezas con una vida inferior a dos años), estas revisiones se preparan con gran antelación y no tiene porqué ser exactamente iguales año tras año.

En éste modelo no se incluye el mantenimiento correctivo, es decir, el objetivo que se busca es cero averías, en general no hay tiempo para subsanar convenientemente las incidencias que ocurren, siendo conveniente en muchos casos realizar reparaciones rápidas provisionales que permitan mantener el equipo en marcha hasta la próxima revisión general.

Por tanto, la puesta a cero anual debe incluir la resolución de todas aquellas reparaciones provisionales que hayan tenido que efectuarse a lo largo del año.

2.17. Marco Legal

En el tema de seguridad industrial, existen actualmente diversas tendencias en la implementación y manejo, dentro de ellas, se encuentran las normas de calidad relacionadas a éste tema, dentro de dichas tendencias está la OHSAS 18001 que ha sido escrita para ser integrada a otras normas de sistemas de gestión como ISO 9001 o ISO 14001.

La seguridad y salud en el lugar de trabajo, son clave para cualquier organización, ya que nada sirve producir en una empresa si las personas que trabajan en ella van a ser lastimadas y explotadas.

Un Sistema de Gestión en Seguridad y Salud Ocupacional (SGSSO) ayuda a proteger a la empresa y a los empleados. OHSAS 18001 es una especificación internacionalmente aceptada que define los requisitos para el establecimiento, implantación y operación de un Sistema de Gestión en Seguridad y Salud Ocupacional y efectivo.

La OHSAS 18001 está dirigida a organizaciones comprometidas con la seguridad del personal y lugar de trabajo. Está también pensada para organizaciones que ya tienen implementadas una SGSSL, pero desean explorar nuevas áreas para una potencial mejora.

Para complementar OHSAS 18001, BSI ha publicado OHSAS 18002, la cual explica los requisitos de especificación y muestra cómo trabajar a través de una implantación efectiva, OHSAS 18002 proporciona una guía y no está pensada para una certificación independiente.

La imagen de una empresa certificada en normas ISO, es altamente apreciada, lo que provoca que muchas empresas en la industria del país estén buscando establecer los procedimientos necesarios para implementarlas.

La implantación generalizada de una norma de estas características, facilita la prevención de riesgos laborales en las empresas que operan en distintos ámbitos geográficos del mundo, entre distintas empresas implicadas entre sí en cuestiones de trabajo y la integración del sistema de prevención de riesgos laborales con los ya certificados o implantados de calidad ISO 9001-2008 y medio ambiente ISO 14001-2004.

En el Código de Trabajo Decreto 1441 se ubica en el Título I, capítulo único: Higiene y Seguridad en el Trabajo, Medidas mínimas obligatorias para el empleador: Artículo 197 “Todo empleador está obligado a adoptar las

precauciones necesarias para proteger eficazmente la vida, la seguridad y la salud de los trabajadores en la prestación de los servicios.

Para ello, deberá adoptar las medidas necesarias que vayan dirigidas a:

Inciso a) Prevenir accidentes de trabajo, velando porque la maquinaria, el equipo y las operaciones de proceso tengan el mayor grado de seguridad y se mantengan en buen estado de conservación, funcionamiento y uso, para lo cual deberán estar sujetas a inspección y mantenimiento permanente; b) Prevenir enfermedades profesionales y eliminar las causas que las provocan; c) Prevenir incendios d) Proveer un ambiente sano de trabajo; e) Suministrar cuando sea necesario, ropa y equipo de protección apropiados, destinados a evitar accidentes y riesgos de trabajo; f) Colocar y mantener los resguardos y protecciones a las máquinas y a las instalaciones, para evitar que de las mismas pueda derivarse riesgo para los trabajadores; g) Advertir al trabajador de los peligros que para la salud e integridad se deriven del trabajo; h) Efectuar constantes actividades de capacitación de los trabajadores sobre higiene y seguridad en el trabajo”.

El artículo citado anteriormente, apoya el avance en materia de seguridad y salud en las empresas industriales, por lo que se hace necesario velar para que se cumplan los siguientes aspectos:

- La participación del liderato de la organización.
- Identificar y definir expectativas.
- Identificación de objetivos y tomar acción.
- Comunicación.
- Participación.
- Definir responsabilidad.

- Desempeño.
- Efectividad de prácticas y métodos.
- Investigación y análisis (acción correctiva).
- Capacitación y formación.
- Planificación contemplando seguridad y salud.

Estos puntos anteriores conducen, bajo esquemas nacionales asistiendo en la implantación y avance de sistemas para reducir riesgos, mediante seguridad y salud, a considerar como mínimo la participación por parte de los diversos niveles de infraestructura en la organización, análisis de áreas, actividades y procesos, análisis de historial de accidentes y situaciones, control para prevención de errores, respuesta ante emergencias, capacitación y formación desarrollando un esquema de calificación de lo efectiva que es la organización en cada uno de estos aspectos; cada empresa puede conocer la situación en la que se catalogue y lanzarse a la búsqueda de la mejora en la seguridad y salud para diseñar un plan de gestión de prevención de riesgos.

3. DESARROLLO DE LA PROPUESTA

3.1. Sistema de control

Refiere Rodríguez, L. (2007 p. 64) que “el desarrollo de un sistema de control de calidad del mantenimiento, es esencial para asegurar alta calidad de reparación, afinar la estandarización, maximizar la disponibilidad económica del activo y asegurar elevada eficiencia y tasa de producción del equipo”.

“El control del mantenimiento de un dispositivo o sistema debe abarcar los siguientes aspectos: planificar cuidadosamente y de forma completa cada operación específica, dotar de equipo apropiado a cada tipo de trabajo u operación, mantener todos los equipos en perfecto estado, prever los riesgos de cada operación de mantenimiento y dictar las normas de seguridad necesarias en cada caso” (Duffuaa, S. 2002 p. 89).

También abarca estos otros aspectos; seleccionar y formar al personal idóneo para efectuar las distintas operaciones y atención especial sobre la utilización y el mantenimiento de los equipos de protección individual.

Para realizar estas actuaciones debe considerarse el cumplimiento de los planes y programas: la productividad y la eficiencia de la mano de obra, gastos reales con relación a los planeados, horas de parada relacionadas con las horas de actividad de la planta y comparación con indicadores mundiales de la misma actividad.

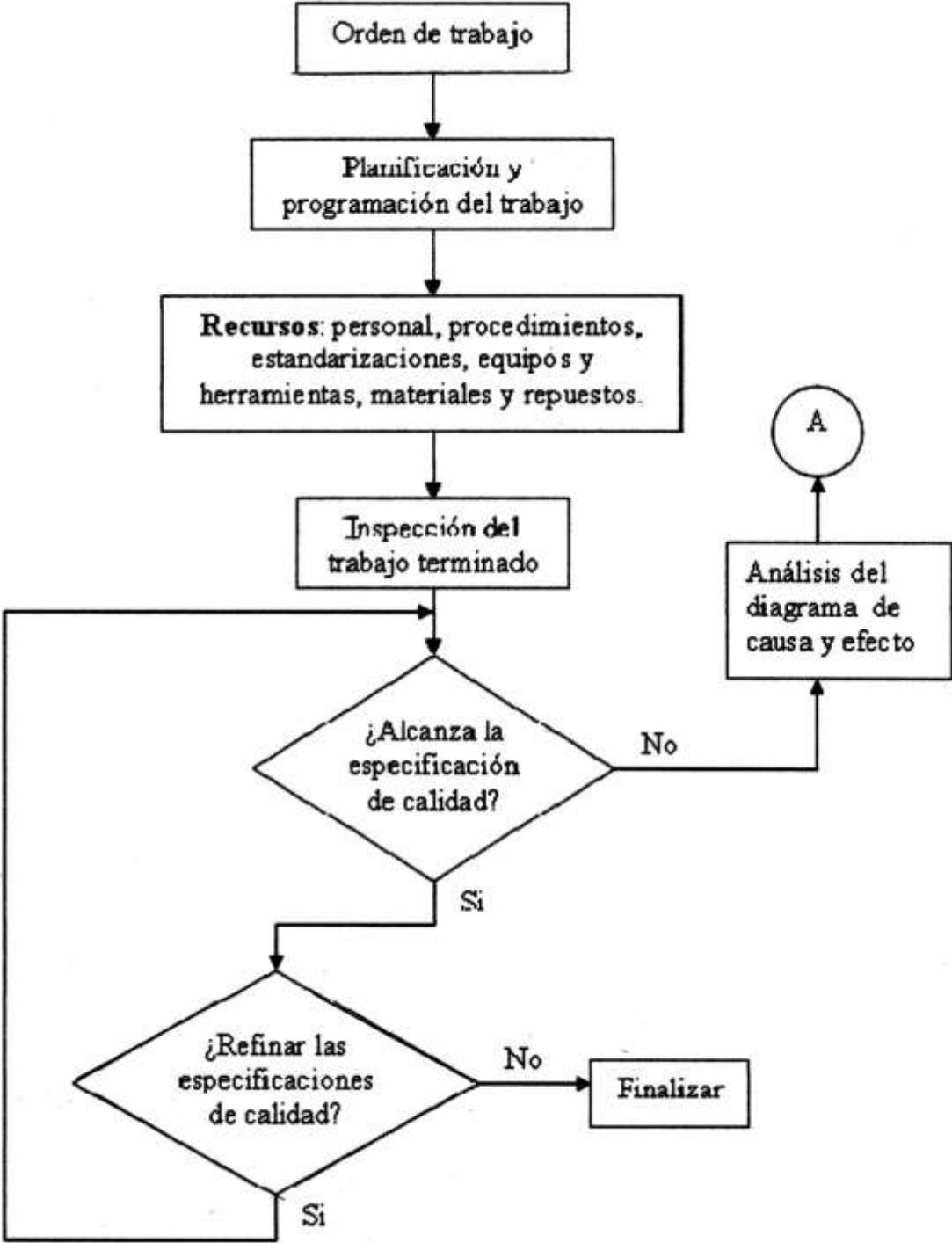
La responsabilidad del grupo de control de calidad incluye el desarrollo de procedimientos para pruebas, inspecciones y ejecución del trabajo, documentación, seguimiento o monitoreo, análisis de las deficiencias, identificación de las necesidades de entrenamiento a partir de los reportes de calidad.

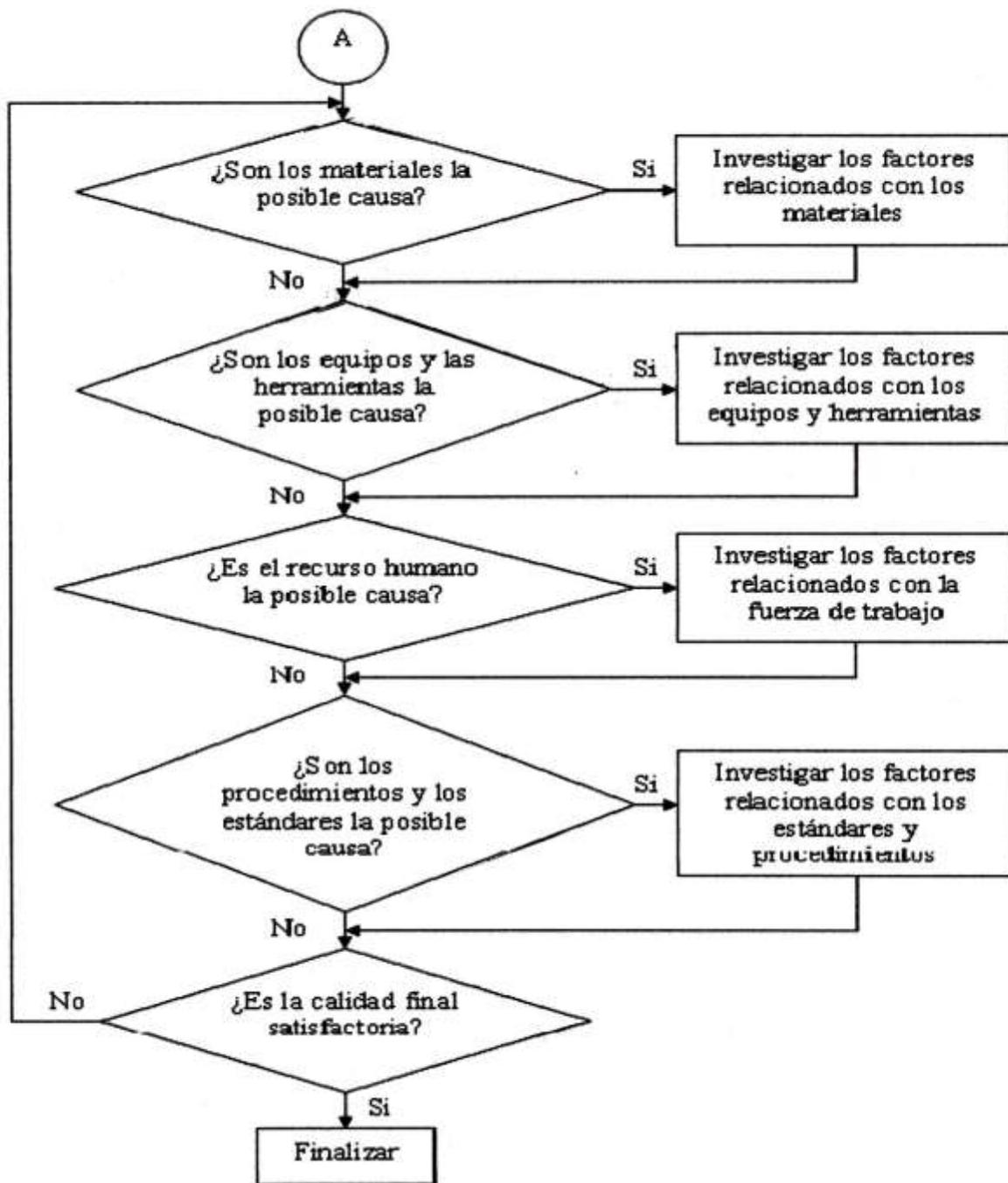
Varios gráficos pueden ser utilizados para visualizar rápidamente la actuación del mantenimiento, entre ellos:

- Horas de cuadrilla por quincena: que permiten determinar tamaño de la dotación, estabilidad, crecimiento o disminución de los problemas de mantenimiento.
- Horas planeadas/horas totales por quincena: sirve de guía para determinar cuánto trabajo de mantenimiento se ha planeado con relación a la actividad total.
- Gastos planeados/gastos reales: en el mismo se puede observar la precisión con la cual están planeando los encargados, de estimar los trabajos de mantenimiento, o como están cumpliendo las funciones los operarios.
- Cantidad de órdenes de emergencia/órdenes totales: informa si se tiene dominada la situación o si la misma es de constante estado de alerta.

Para controlar y mejorar la calidad del mantenimiento, es necesario realizar una serie de pasos que conllevan a verificar si la calidad es satisfactoria, los mismos se encuentran representados en la figura 5, que aparece en la página siguiente.

Figura 5. Pasos para controlar y mejorar la calidad del mantenimiento





Fuente: elaboración propia, 2014.

3.2. Etapas del control

En la primera etapa se expone la relación con lo planteado, para verificar el logro de los objetivos que se establecen en la planeación; la segunda corresponde a la medición, ya que para controlar es imprescindible medir y cuantificar los resultados; en la tercera etapa, se detectan las desviaciones, es una de las funciones inherentes al control, es descubrir las diferencias que se presentan entre la ejecución y la planeación; en la cuarta, se establecen medidas correctivas, ya que el objeto del control es prever y corregir los errores; en la quinta y última, se hace la retroalimentación con el fin de corregir o modificar los planes.

3.2.1. Establecimiento de estándares

Un estándar puede ser definido como una unidad de medida que sirve como modelo, guía o patrón, con base en la cual se efectúa el control.

Los estándares son criterios establecidos contra los cuales pueden medirse los resultados, representan la expresión de las metas de planeación de la empresa o departamento en términos tales que el logro real de los deberes asignados pueda medirse contra ellos.

Pueden ser físicos y representar cantidades de productos, unidades deservicio, horas-hombre, velocidad, volumen de rechazo, entre otros, o pueden estipularse en términos monetarios como costos, ingresos o inversiones u otros términos de medición.

3.2.2. Medición de resultados

Si el control se fija adecuadamente y si existen medios disponibles para determinar exactamente qué están haciendo los subordinados, la comparación del desempeño real con lo esperado facilita la medición.

Pero hay actividades en las que es difícil establecer estándares de control, por lo que se dificulta la medición.

3.2.3. Corrección

Si como resultado de la medición se detectan desviaciones, corregir inmediatamente esas desviaciones y establecer nuevos planes y procedimientos para que no se vuelvan a presentar.

3.2.4. Retroalimentación

La retroalimentación en producción es la acción de estudiar y analizar los procesos productivos anteriores, con el fin de mejorar los actuales en relación a los resultados obtenidos.

Los elementos de retroalimentación comprenden: la definición, el sistema, la estandarización del desempeño y la medición, los beneficios que representa para la empresa es que toma en cuenta al personal administrativo y de servicios sin distinciones; concientiza a todo el personal acerca de la calidad y lo que cuesta no tenerla, implementa el programa cero defectos por un día, establece metas específicas y cuantificables y reconoce a aquellos que alcancen las metas o realicen actos sobresalientes.

La retroalimentación en un sistema productivo de troquelado, comienza cuando los valores de medición estén dentro de los rangos normales, por lo que se considera controladas todas las mediciones.

Seguidamente, el arranque del proceso productivo, debe realizarse considerando que en el mismo, la cantidad de pliegos defectuosos es alta y posiblemente los primeros pliegos troquelados tengan variaciones, que afectan la calidad total del troquelado y que no cumplan con las condiciones de requerimiento de los clientes.

3.3. Control de calidad en el proceso de producción

El control de calidad tiene como propósito principal, detectar errores o fallas en el proceso de producción.

El control de calidad existe primordialmente como una organización de servicio, para conocer las especificaciones establecidas por la ingeniería del producto y proporcionar asistencia al departamento de fabricación, para que la producción alcance estas especificaciones; consiste en la recolección y análisis de grandes cantidades de datos que después se presentan a diferentes departamentos, para iniciar una acción correctiva adecuada.

3.3.1. Plan de muestreo

Refiere Folgar, O. (2008, p. 51) que “para controlar la calidad de un producto se realizan inspecciones o pruebas de muestreo para verificar que las características del mismo sean óptimas, el único inconveniente de estas pruebas es el gasto que conlleva el control de cada producto fabricado, ya que se eliminan los defectuosos, sin posibilidad de reutilizarlos”.

La función principal del plan de muestreo es asegurar que los productos o servicios cumplan con los requisitos mínimos de calidad.

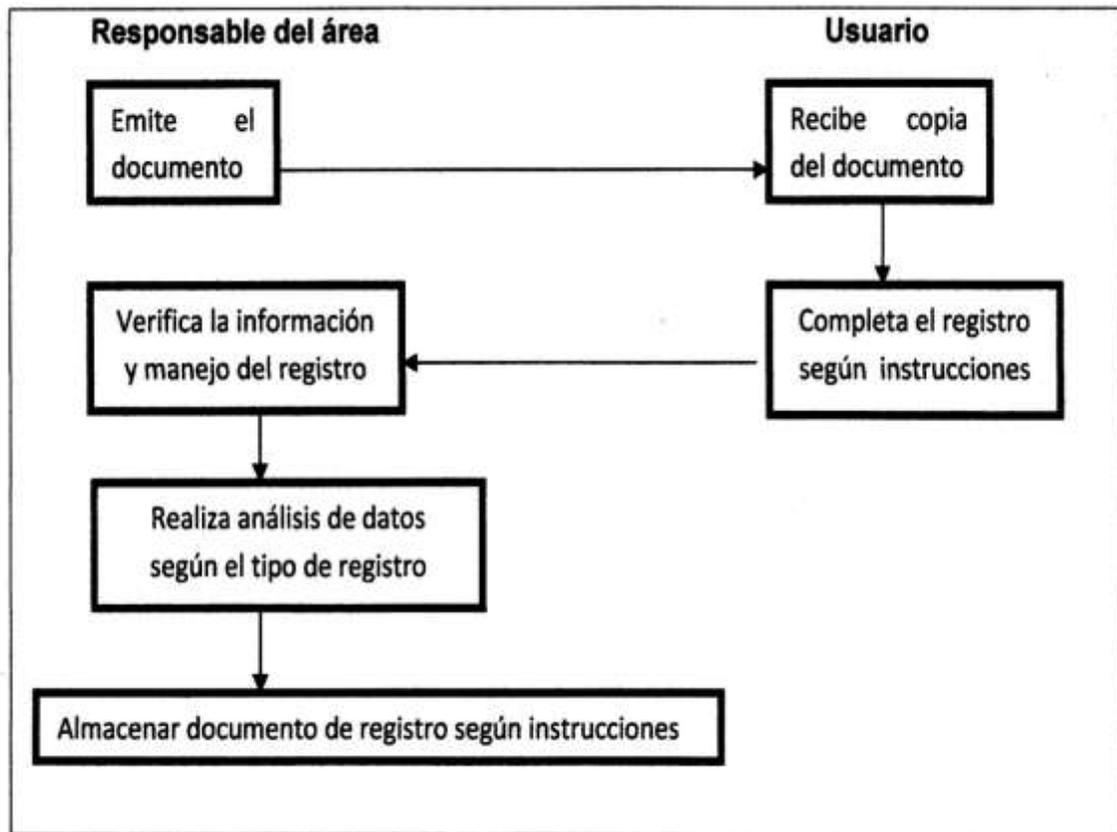
3.3.2. Hojas de registro

Las hojas de control o también llamadas hojas de registro o recolectados de datos son formas estructuradas que facilitan la recopilación de información, previamente diseñadas con base en las necesidades y características de los datos que se requieren para medir y evaluar uno o varios procesos.

Una hoja de registro, es un formato pre-impreso en el cual aparecen los ítems que se van a registrar, de tal manera que los datos puedan recogerse fácil y concisamente.

El proceso de control de registros, contiene pasos o procedimientos que conducen a la obtención final del documento de registro completo, estos aparecen en la figura 6, la cual se aprecia a continuación.

Figura 6. Diagrama de procedimientos para el control de registros



Fuente: elaboración propia, 2014.

3.3.3. Recopilación y clasificación de datos

Las hojas de recopilación de datos son impresos que se utilizan para reunir datos en general, se anotan en columnas, una vez recogidos se clasifican para análisis posterior.

La hoja de recogida de datos se construye en función de los objetivos y de la finalidad, que pueden ser muy diversos de una situación a otra, tales como problemas relacionados con la seguridad, tipo y número de defectos, cantidad de producto fuera de las especificaciones, respeto de una secuencia de

operaciones, valoración completa o en detalle de un problema y el grado de influencia sobre un problema de aspectos tales como el turno, los materiales, las máquinas, entre otros datos que son el punto de partida para la elaboración de otras herramientas, como los gráficos de control.

Posee las siguientes características: permite ver si existe una tendencia en los datos, según se va completando la hoja, un análisis visual de dichas tendencias o comportamientos, la forma en la que se presenta los datos, utilización de los mismos para múltiples análisis posteriores, y contestar diferentes preguntas, tener los datos reunidos de forma ordenada y de sencilla interpretación.

Se puede afirmar que las hojas de control, recogida de datos o registro son las herramientas bases para la recolección y análisis, que permiten realizar seguimientos en el proceso de resolución de problemas, los objetivos principales de manera general son: facilitar la recolección, organizarlos automáticamente de manera que puedan usarse con facilidad más adelante.

3.3.4. Gráficos de control

Los gráficos de control constituyen una herramienta estadística utilizada para evaluar la estabilidad de un proceso, permite distinguir entre las causas de variación; todo proceso tendrá variaciones, pudiendo estas agruparse en:

3.3.4.1. Causas aleatorias de variación

Son causas desconocidas y con poca significación, debidas al azar y presentes en todo proceso, son de difícil identificación y eliminación.

3.3.4.2. Causas específicas (imputables o asignables)

Normalmente no deben estar presentes en el proceso; provocan variaciones significativas, estas sí pueden ser descubiertas y eliminadas, para alcanzar el objetivo de estabilizar el proceso.

Existen diferentes tipos de gráficos de control, siendo estos: de datos por variables, que a la vez pueden ser de media y rango, mediana y rango y valores medidos individuales y de datos por atributos del estilo aceptable / inaceptable, sí / no.

En la base de los gráficos de control está la idea de que la variación de una característica de calidad, puede cuantificarse obteniendo muestras de las salidas de un proceso y estimando los parámetros de distribución estadística.

La representación de esos parámetros en un gráfico, en función del tiempo, permitirá la comprobación de los cambios en la distribución.

El gráfico cuenta con una línea central y con dos límites de control, uno superior (LCS) y otro inferior (LCI), que se establecen a ± 3 desviaciones típicas (sigma) de la media (la línea central). El espacio entre ambos límites define la variación aleatoria del proceso; los puntos que exceden estos límites indican la posible presencia de causas específicas de variación.

3.4. Metodología cero defectos

Esta metodología comprende las estrategias siguientes: determinación, educación e implementación; es empleada por toda empresa que desea evitar conflictos, eliminar el incumplimiento de los requisitos, ahorrar dinero y mantener satisfechos a los clientes.

Sostiene cuatro conceptos absolutos de calidad, siendo estos: la calidad se define como cumplir con los requisitos; la medida de la calidad es el precio del incumplimiento; el sistema de la calidad es la prevención y el estándar de realización es cero defectos.

La metodología cero defectos comprende los elementos básicos necesarios como la comprensión, competencia, compromiso, corrección, comunicación, continuidad, abarcando la integridad, los sistemas, al personal y las operaciones.

Se eligió el método cero defectos porque a diferencia del método Six-Sigma que es un proceso de mejora que se desarrolla de acuerdo a la siguiente metodología: definir y describir el problema causado por una situación adversa, con el objetivo de entender la situación actual y definir los objetivos de manera clara y precisa; medir/ evaluar la capacidad y la estabilidad de los sistemas de medición por medio de estudios de repetitividad, reproducibilidad, linealidad, exactitud y estabilidad; analizar:/determinar las variables del proceso que deben ser confirmados a través de experimentos y estudios, para conocer así la contribución en la variación; mejorar/optimizar el proceso, para reducir la variación y controlar , monitorear, dar seguimiento al proceso, alcanzado el nivel más óptimo se deberán buscar mejores condiciones de operación, materiales, procedimientos, entre otros para un mejor resultado.

Mientras que el método cero defectos, consiste en una serie de pasos que involucra a toda la organización, siendo estos: asegurarse que la dirección es mejorar la calidad, comunicando a los directivos la necesidad de la misma haciendo mención en la prevención de defectos, esto servirá para que los directivos se comprometan y participen personalmente en el proceso; equipo de mejoramiento de calidad; medición de la calidad determinar cuál es el estado de la calidad en toda la organización, esto con el objetivo de saber donde es posible el mejoramiento, donde es necesaria la acción correctiva y finalmente mejoras reales, la evaluación de costos de calidad, conciencia de calidad, acción correctiva y establecer un comité para el programa de cero defectos que luego comunicará a todos los empleados acerca del significado literal de esas palabras y la noción de que todos deberán hacer bien las cosas.

La metodología cero defectos abarca todas las áreas y todos los niveles de la organización.

3.4.1. Reconocimiento

Éste hace referencia específicamente a la actividad de la empresa, que comprende el ofrecimiento de recompensas para los empleados que colaboran al cumplimiento las metas, brindando reconocimientos al desempeño laboral, parte fundamental dentro de la filosofía cero defectos.

3.4.2. Aplicación y evaluación del sistema

La aplicación del sistema de control y verificación de calidad para detectar la variabilidad del proceso de troquelado, basado en el método de mejora continua cero defectos, comprendió, la evaluación de la productividad de las máquinas, mediciones de eficiencia, calidad de los pliegos troquelados, la variabilidad, la velocidad del proceso, revisión y clasificación del producto,

verificación del cumplimiento de la producción programada y el manejo operacional de las troqueladoras.

3.4.3. Control de calidad de verificación inicial

Para detectar la variabilidad del proceso de troquelado se utilizó un *checklist* en el cual se controló y verificó las actividades iniciales, las cuales al ser completadas permitieron constatar la variabilidad de los pliegos troquelados la cual se encuentran entre los límites aceptables (de 1.0 mm a 0.30 mm.)

El formato utilizado para el efecto tabla I. se muestra a continuación.

Tabla I. **Check List de variables a controlar en el proceso de troquelado**

CONTROL DE CALIDAD DE VERIFICACIÓN INICIAL	
VARIABLE	VERIFICACION
VERIFICAR PLAN DE TRABAJO	
LEER INSTRUCCIONES DEL FOLDER	
REVISAR ELEMENTOS DEL FOLDER	
VERIFICAR QUE EL MOLDE ESTE REVISADO	
VERIFICAR EL REGISTRO DEL TROQUEL	
VERIFICAR NO HAYAN FALTAN DE SISAS EN LOS PLIEGOS TROQUELADOS	
VERIFICAR QUE NO EXISTAN REVENTONES EN CADA CAJA TROQUELADA	
VERIFICAR QUE LAS SISAS ESTEN BIEN DEFINIDAS EN LAS CAJAS TROQUELADAS	
VERIFICAR QUE LOS PLIEGOS TROQUELADOS ESTEN BIEN REGISTRADOS	
VERIFICAR QUE NO EXISTAN REBABAS EN LOS CORTES DE CADA CAJA TROQUELADA	
VERIFICAR QUE LAS CAJAS TROQUELADAS ESTEN BIEN ALINEADAS	

Fuente: elaboración propia, 2014.

3.4.5. Control de calidad durante el proceso de turno

Para efecto del control de calidad del troquelado, el operario de la máquina de troquel realizó una revisión cada media hora durante un turno de producción, verificando las variables. La información recogida en el formato utilizado, fue de utilidad para la representación gráfica de las variables y la frecuencia en que ocurrieron.

Tabla III. Formato para revisiones de control de calidad del proceso

REVISIONES DE CONTROL DE CALIDAD DURANTE EL PROCESO DEL TURNO																
VARIABLE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
HORA DE VERIFICACION																
VERIFICAR CORTE																
VERIFICAR PERFORADO																
DEFINICION DE SISAS																
VERIFICAR LOS AJUSTES GENERALES DE LAS CAJAS																
VERIFICAR EL REGISTRO DE TROQUELADO																
VERIFICAR QUE NO EXISTAN REVENTONES																
VERIFICAR REGISTRO DE REALZADO (RELIEVES)																

Nota: las revisiones durante cada turno, se tendrán que realizar por lo menos cada media hora

OBSERVACIONES:

FIRMA OPERADOR

Fuente: elaboración propia, 2014.

3.4.6. Variabilidad del troquelado

La variabilidad del troquelado se pudo constatar mediante la observación del proceso, se utilizó la información registrada en el formato de control de calidad y se procedió a organizar los datos.

3.4.7. Desempeño laboral

El desempeño laboral, la capacidad de los operarios en el manejo de las máquinas, la satisfacción alcanzada en la realización del trabajo, la utilización eficiente de los recursos, el rol de los administradores de la calidad y la necesidad de aplicar un programa de control de mantenimiento preventivo, están enfocados en conseguir productos de calidad, enmarcado dentro del contexto de la metodología cero defectos.

3.4.8. Métodos empleados

Se utilizó el método de síntesis que permitió desarrollar la planificación para el aprovechamiento de los recursos a partir de la información recolectada en el proceso, el método matemático utilizado en el contenido de cálculo, el método de análisis utilizado en la determinación de problemas actuales del proceso en el sistema y definir soluciones para optimizar los recursos con la aplicación de técnicas de ingeniería.

Los pasos metodológicos realizados en el control de mantenimiento preventivo comprendió la revisión del estado físico de las máquinas de troquelado, inspección externa e interna, la funcionalidad en el proceso de troquelado de papel y cartón y la recurrencia de paros de la máquina por defectos en el mecanismo.

Para el control de calidad del mantenimiento preventivo se desarrollaron actividades de control de las rutinas e inspección de los servicios de mantenimiento realizados y la verificación de la reducción de registro de 1.0 mm a 0.30 mm en la fase de troquelado.

3.4.9. Análisis de resultados

Las mediciones de velocidad tomadas durante el proceso de troquelado, mediante controles de la máquina permitieron establecer que existía pérdida de eficiencia de la máquina troqueladora de papel y cartón que estaba girando a menor velocidad de la necesaria para procesar 8,000 pliegos por hora.

Al aumentar la velocidad de trabajo de la máquina de 4,300 p/h a 6,528 p/h durante las mismas 20 horas, la producción fue de 130,560 p/h.

En el cálculo matemático se utilizan los siguientes factores:

Si 20 horas pertenecen a un día de trabajo, 500 horas pertenecen a un mes, entonces esto es igual a:

Velocidad antigua: $4,300 \times 500 \text{hr} = 2\,150,000$ pliegos/hora

Nueva velocidad: $6,528 \times 500 \text{hr} = 3\,264,000$ pliegos/ hora

La operación arroja como resultado una diferencia: 1 114,000 pliegos/hora.

Según la proyección establecida en un año de trabajo, se logrará aumentar la producción a 10 200,000 pliegos/hora.

3.4.10. Mejoras en el proceso

Para efectuar una propuesta de mejoramiento del proceso, fue necesario abarcar aquellos procedimientos que resultan críticos en el desarrollo del proceso de troquelado.

Para determinar los puntos críticos se ordenaron por la importancia, lo cual refleja los procesos más influyentes en la calidad del producto.

Los puntos críticos de la calidad en el proceso de troquelado detectados son:

- Mal centrado del molde de troquel contra la imagen impresa: esto demuestra falta de cuidado por parte del operador y produce un defecto en la calidad, que representa falta de estética en el empaque, dando como resultado el rechazo del producto por parte del cliente.
- Reventones en los dobleces de la caja: esto se produce por la caída de desperdicios en los canales de las matrices, que al momento de caer la presión sobre el cartón impreso a troquelarse, en el punto donde está el desperdicio hay un exceso de presión y se rompe aún antes de doblarse, esto al ser detectado es rechazado por el cliente. También se produce por el mal centrado de matrices, donde al no estar la pleca de sisa al centro de las dos tiras que forman la canal de la matriz, se da un efecto de tijera.
- Solapa de cierre más ancha de lo normal: las solapas deben tener una dimensión al ancho de la caja y considerando el espesor del cartón, se le reduce al ancho para que pueda entrar la misma al momento de introducirla en la caja. Si esto no se respeta, entonces no entraría y la

caja no sería funcional para el cliente en el momento de envasar el producto.

- Fondo automático forzado: cuando las solapas del fondo de la caja están con mayor dimensión, al momento de pretender armar la caja, estas no permiten armar la misma por el fondo, producen estiramientos a los paneles de la caja deformando el empaque.
- Perforado muy suave: cuando hay un exceso de presión en las áreas donde hay perforado, el empaque no es maquinable, se rasga fácilmente y se rompe en la misma máquina dobladora pegadora, quedando inservible.

Para detectar la variabilidad del proceso de troquelado se describió un sistema de control y verificación de calidad, bajo la guía cero defectos.

Las variaciones del proceso se dan en forma natural por sí mismos, la variación de registro se da por la llegada de los pliegos a la escuadra de la máquina troqueladora en forma irregular, variando desde 0.10 mm hasta 1.0 mm también el sistema de cadenas que transportan el juego de barras de pinzas, son las encargadas de conducir los pliegos a la estación de troquelado, estas por el uso pueden sufrir desgaste y asimismo elongación, dando como efecto una variación en el registro que también puede ser de 0.10 mm hasta 1.20 mm. el rango de tolerancia aceptado está dentro de 0.1 a 0.5 mm.

Para reducir la variación de registro de 1.0 mm a 0.30 mm en la fase de troquelado de papel y cartón, se diseñó un programa de control de mantenimiento preventivo y se describió el método cero defectos.

Para complementar la mejora continua se propuso la implementación de un Sistema de Ejecución Industrial (MES, por las siglas en inglés *Manufacturing*

Execution System) sistema de control para la gestión y monitoreo de los procesos de trabajo en una empresa de manufactura, que recopila toda la información en tiempo real, recibiendo actualizaciones de datos sobre sistemas automatizados, maquinarias y empleados.

Aunque los sistemas de ejecución industrial suelen operar como sistemas auto-contenidos, estos pueden potenciarse al integrar un Programa de Planeamiento de Recursos Empresariales (ERP por las siglas en inglés *Enterprise Resource Planning*).

Refiere Villavicencio, C. (2012, p. 40) que “la meta del sistema MES es mejorar la productividad y reducir el tiempo total de proceso de una orden de trabajo, integrando MES con ERP, la dirección de la empresa puede ser proactiva en la tarea de medir el despacho de productos de calidad dentro de los plazos y la relación costo-beneficio previstos entre otros”.

Los procesos de mejora respecto a los efectos de la baja productividad tienden a ser dificultados por situaciones no previstas, como desperfectos en la maquinaria, retrasos en el proceso, lenta operación de las máquinas, entre otras.

Estas circunstancias tienen un efecto negativo en el mejoramiento del desempeño financiero de la empresa; además, plantean problemas operacionales que se traducen en demoras en la producción y un desempeño por debajo de la capacidad instalada de la planta.

La baja productividad puede resultar en costos fijos por sobre los niveles de producción, retrasos en el flujo de remesas u oportunidades de costos no traducidas en mejores márgenes de utilidad, más aún, los retrasos e interrupciones operacionales pueden acarrear sobre-gasto en equipamiento,

sobre-tiempo para recuperar la producción inutilizada, pérdidas de energía por maquinaria en mal funcionamiento, producción detenida o reclamos por productos defectuosos, e insatisfacción de los clientes que deriva del incumplimiento en la calidad del producto.

Algunas de las funcionalidades que podría cubrir el sistema MES además de las arriba mencionadas son:

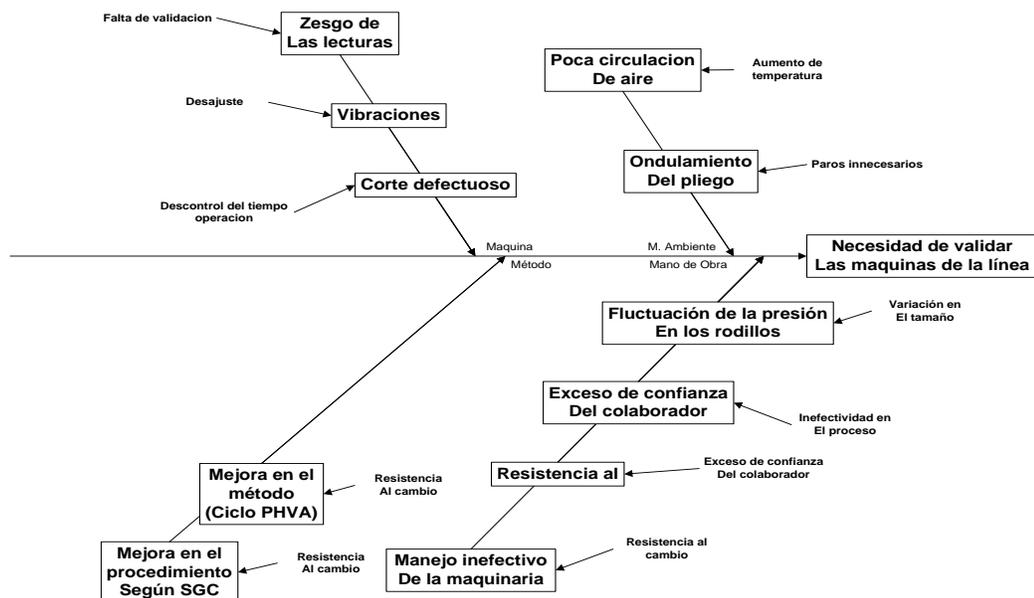
- Cálculo de KPIs indicadores clave de producción (por las siglas en inglés *Key Performance Indicators*).
- Gestión de las eficiencias de máquina, con el cálculo de algoritmos de rendimiento de línea/máquina estándares como el OEE (*Overall Equipment Effectiveness*), la gestión de tiempos de paro y la justificación, entre otros.
- Elaboración de informes periódicos.
- Gestión de calendarios de planta.
- Gestión de laboratorio.
- Gestión de especificaciones del producto.

4. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Resultado 1. Evaluar el proceso actual visualizando los puntos críticos que más afectan o inciden en la producción de troquelado y la calidad del producto

Para el logro de éste resultado, se observó los pasos del proceso litográfico; se revisó el diagrama de recorrido del proceso; se realizó una evaluación del proceso de producción, y se elaboró un diagrama de Ishikawa determinando las causas y los efectos relacionados con la necesidad de validar la máquina de la línea de producción.

Figura 7. Diagrama Ishikawa



Fuente: elaboración propia, 2014.

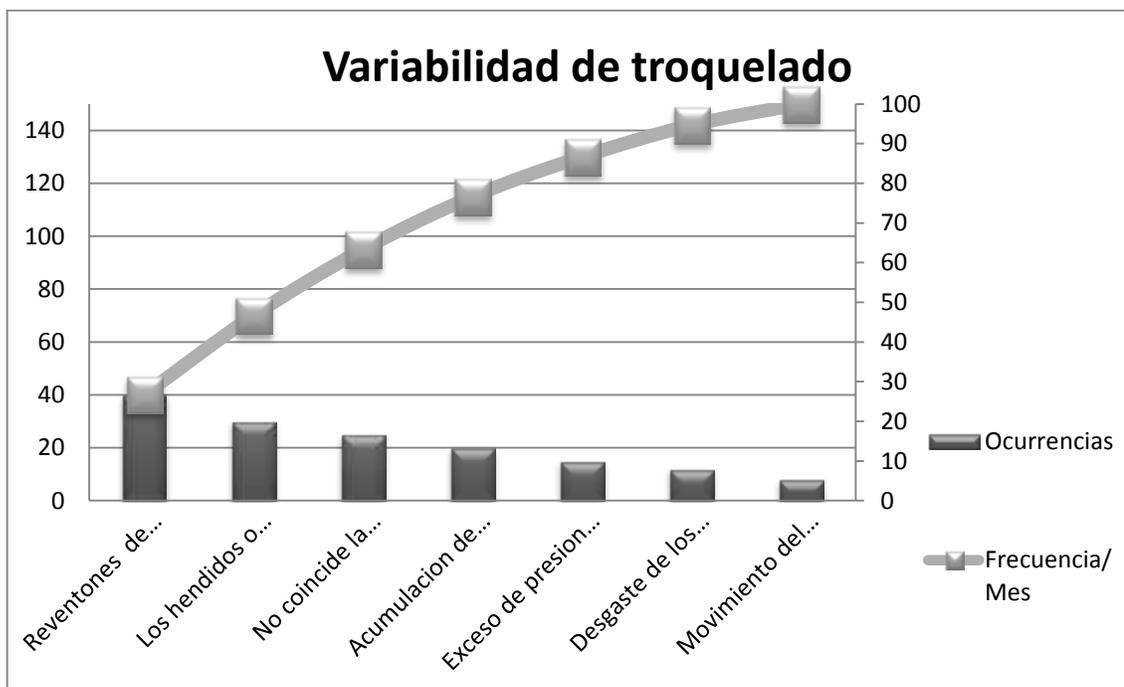
Análisis de la línea: por irregularidades en el troquelado (problemas de moldes y arreglo; falta de material; material defectuoso; manto preventivo – correctivo), comparación de tiempos de operación, de paros necesarios e innecesarios, pérdida de materia prima debido a pliegos mal troquelados, defectos en los hendidos y sisas se considera pérdida, ya que no es reutilizable.

Descripción de la maquinaria: que hace, como lo hace, a través de que lo hace (neumática, moldes), como es la reparación de la maquinaria, velocidad de operación nominal, eficiencia general de la máquina, que insumos necesita la máquina para operar (procesos complementarios, arreglo de moldes entre otras).

Partiendo de la necesidad de validar las máquinas de la línea de producción de troquelado, se identifican como principales causas de defectos en los pliegos troquelados: fluctuación de la presión de los rodillos, exceso de confianza de los colaboradores, resistencia al cambio (de métodos y procedimientos) manejo inefectivo de la máquina y como efectos principales se identifica: ondulamiento de pliego, poca circulación de aire (aumento de la temperatura) cortes defectuosos, vibraciones (desgaste de la máquina) sesgo de las lecturas (falta de validación).

La variabilidad del troquelado se pudo constatar mediante la observación del proceso, se utilizó la información registrada en el formato de control de calidad y se procedió a organizar los datos, los cuales se representan en la gráfica de Pareto.

Figura 8. Diagrama de Pareto, variabilidad de troquelado



Fuente: datos obtenidos del formato de control de calidad del proceso de troquelado, elaboración propia, 2014.

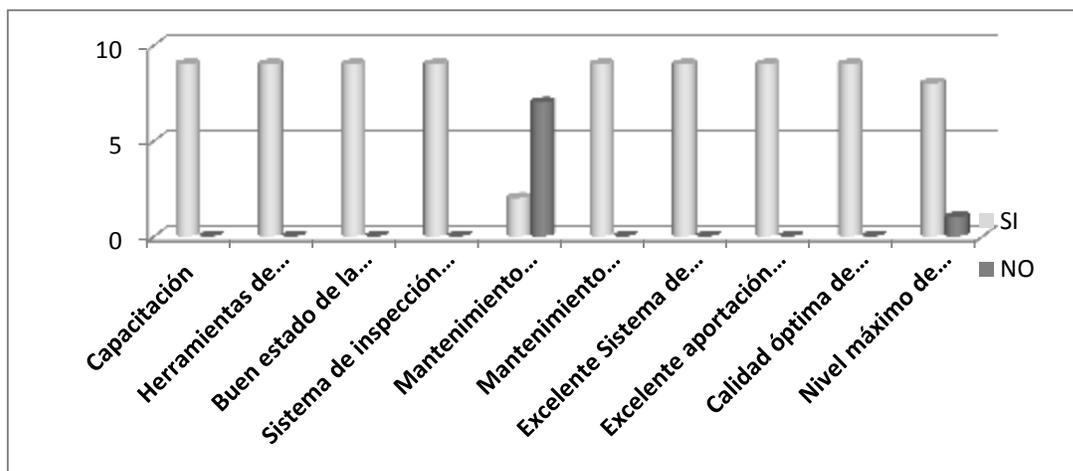
Análisis de resultados: la gráfica muestra la variabilidad del troquelado ocurrencias y frecuencias durante el mes, datos recogidos en el formato de control de calidad. El criterio No. 1 corresponde a los reventones de dobleces de caja, matrices corridas en la plancha de la máquina, el cual refleja una ocurrencia 40 veces/mes y porcentaje acumulado de 26.67%; el criterio No. 2 corresponde a los hendidos o sisas se deforman en el proceso de troquelado éste refleja una ocurrencia de 30 veces/mes y porcentaje acumulado de 20%; el criterio No.3 corresponde a: no coincide la impresión con el molde de troquelado, muestra una ocurrencia de 25 veces/mes y porcentaje acumulado de 16.67%; el criterio No. 4 corresponde a: acumulación de desperdicio en las matrices, éste muestra una ocurrencia de 20 veces/mes y porcentaje acumulado de 13.33%; el criterio No 5 corresponde a exceso de presión en

proceso de troquelado, éste muestra una ocurrencia de 15 veces/mes y porcentaje acumulado de 10%; el criterio No. 6 corresponde a desgaste de los bordes de la matriz, éste muestra una ocurrencia de 12 veces/mes y porcentaje acumulado de 8%; y el criterio No. 7 corresponde a movimiento del papel y cartón en el proceso, éste muestra una ocurrencia de 8 veces/mes y porcentaje acumulado de 5.33%.

Se puede apreciar que el criterio de mayor ocurrencia es el No. 1 y de mayor frecuencia acumulada, el criterio de menos ocurrencia y frecuencia acumulada es el No. 7, el resto de criterios está en ocurrencia y frecuencia intermedias. El 80% de los problemas radica en los reventones de cajas y en los hendidos o sisas que sede forman en el proceso de troquelado.

Se aplicó un cuestionario al personal operativo de las máquinas de troquelado (Ver anexo1, cuestionario de encuesta, páginas 113,114), para identificar factores que inciden en el proceso de producción y en la calidad del producto terminado.

Figura9. Resultados del cuestionario de encuesta



Fuente: datos obtenidos del cuestionario aplicado al personal operativo de las máquinas troqueladoras de la empresa Litografía Byron Zadik, S.A., el 22 de mayo 2014.

La gráfica muestra los resultados de los datos obtenidos en el cuestionario aplicado a nueve operarios de las máquinas troqueladoras, los cuales corresponden a los aspectos evaluados, siendo estos: capacitación recibida en el proceso de troquelado el 100% respondió que Sí ha recibido capacitación; respecto a si cuenta con herramientas apropiadas para realizar el trabajo el 100% respondió que Sí; respecto al sistema de inspección de las máquinas 100% consideró que Si es el adecuado; respecto al mantenimiento que recibe la máquina que opera el 22.22% consideró que Sí es el adecuado y el 77.77% consideró que no es el adecuado; respecto a que si el mantenimiento preventivo adecuado puede eliminar los defectos del producto el 100% consideró que Sí puede eliminar los defectos del producto; respecto a si el Sistema de Calidad en General de Litografía Industrial Gráfica es excelente, el 100% lo consideró excelente; respecto a la aportación, iniciativa y desempeño en el proceso de troquelado el 100% lo consideró excelente y respecto a si alcanza el nivel máximo de satisfacción de desempeño cuando realiza la operación de la máquina el 88.88% consideró que SI alcanza el nivel máximo de satisfacción y el 11.11% consideró que no alcanza el nivel máximo de satisfacción de desempeño.

4.2. Resultado 2.Describir un sistema de control y verificación de calidad para detectar la variabilidad del proceso de troquelado bajo la guía cero defectos

Se describió un sistema de control y verificación de calidad para detectar la variabilidad del proceso de troquelado; se observó el proceso de troquelado desde corte de los pliegos con troquel y presión, se identificó el estado y funcionamiento del troquel cuyo perfil es plano y la base contra la que actúa es metálica, se pudo comprobar que el movimiento perpendicular a la plancha es preciso y consigue gran exactitud en el corte.

Para detectar la variabilidad del proceso de troquelado, se utilizó un formato en el cual se controló y verificó las actividades iniciales y para verificar la variabilidad del producto de troquelado se realizó un muestreo aleatorio simple, de la producción de una máquina de troquelado, confirmando que existen mínimas variaciones en la medida del corte de cartón de las cajas plegadizas, de 0.05 mm en un total de 3,000 pliegos, comparándolas con los estándares establecidos.

Para el control de calidad de troquelado, se realizó revisión de variables durante el proceso del turno cada media hora, se midió la eficiencia de la máquina, relacionando los pliegos defectuosos y no defectuosos de la cantidad total de pliegos producidos por día, para establecer la reducción de pliegos defectuosos antes y después de aplicar la herramienta cero defectos.

Tabla IV. Resultados del proceso de troquelado antes de la aplicación de la herramienta cero defectos

Muestreo por día	Producción de Pliegos por hora	Productividad de la máquina antes de la aplicación de la herramienta	Producción de pliegos por día	Producción de pliegos defectuosos	Producción de pliegos sin defectos	Productividad de pliegos no defectuosos	Improductividad de pliegos defectuosos
1	4,555	57%	91,100	2,500	88,600	97.26%	2.74%
2	4,324	54%	86,480	2,375	84,105	97.25%	2.75%
3	4,256	53%	85,120	2,250	82,870	97.36%	2.64%
4	4,255	53%	85,100	2,458	82,642	97.11%	2.89%
5	4,150	52%	83,000	2,470	80,530	97.02%	2.98%
Promedio	4,308	54%	86,160	2,411	83,749	97.20%	2.80%

Fuente: elaboración propia, 2014.

La tabla muestra los resultados del proceso de troquelado, obtenidos del muestreo realizado durante 5 días antes de la aplicación de la herramienta cero defectos, expresa los siguientes promedios: 4,308 pliegos producidos por hora; 54% de productividad de la máquina; 86,160 de producción de pliegos por día; 2,411 pliegos defectuosos; 83,749 producción de pliegos sin defectos; 97.20% productividad de pliegos no defectuosos y la improductividad de pliegos defectuosos con promedio de 2.80%.

Tabla V. Resultados del proceso de troquelado después de la aplicación de la herramienta cero defectos

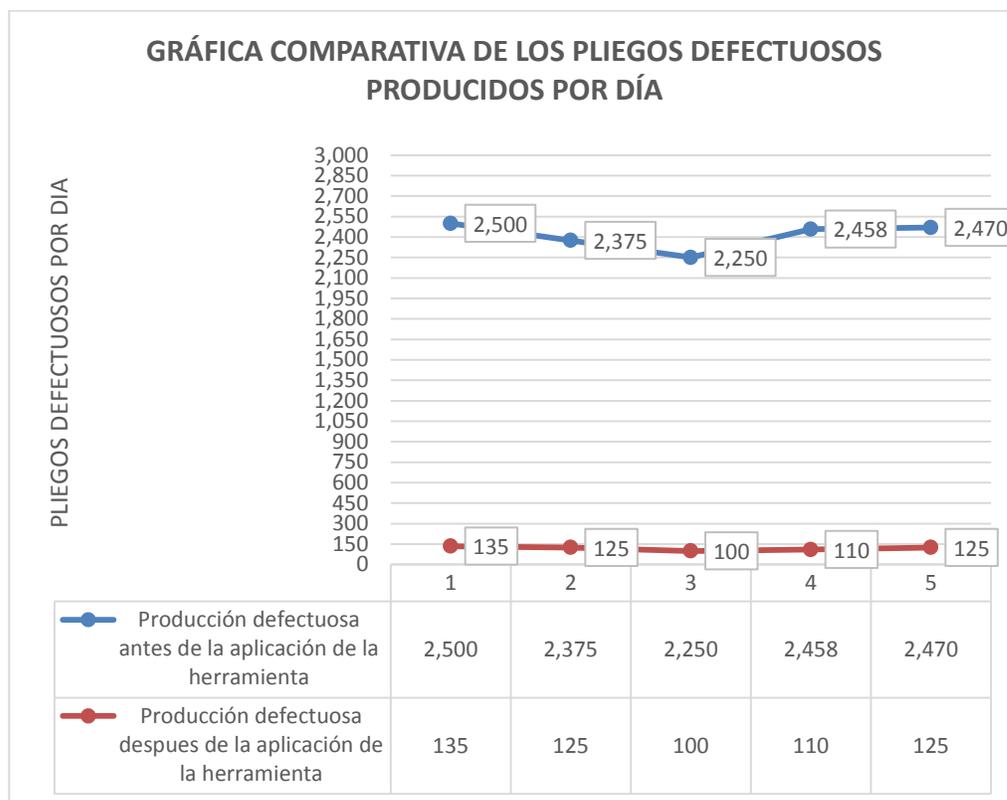
Muestreo por día	Producción de Pliegos por hora	Productividad de la máquina después de aplicar la herramienta	Producción de pliegos por día	Producción de pliegos defectuosos	Producción de pliegos sin defectos	Productividad de pliegos no defectuosos	Improductividad de pliegos defectuosos
1	6,400	80%	128,000	135	127,865	99.89%	0.11%
2	6,531	82%	130,620	125	130,495	99.90%	0.10%
3	6,535	82%	130,700	100	130,600	99.92%	0.08%
4	6,570	82%	131,400	110	131,290	99.92%	0.08%
5	6,600	83%	132,000	125	131,875	99.91%	0.09%
Promedio	6,527	82%	130,544	119	130,425	99.91%	0.091%

Fuente: elaboración propia, 2014.

La tabla muestra los resultados obtenidos del muestreo realizado durante 5 días después de aplicada la herramienta cero defectos, y arroja datos promedio: 6,527 pliegos por hora; 82% de productividad de la máquina; 130,544 de producción de pliegos por día; 119 pliegos defectuosos; 130,425 producción de pliegos sin defectos; 99.91% productividad de pliegos no defectuosos y la improductividad de pliegos defectuosos con promedio de 0.091%

La producción de troquelados defectuosos se midió por pliegos procesados por día, se contaron y separaron los pliegos defectuosos y no defectuosos, en muestreos producidos durante cinco días antes y cinco días después de la implementación de la herramienta cero defectos

Figura10. Pliegos defectuosos producidos por día



Fuente: elaboración propia, 2014.

La gráfica muestra la comparación de producción defectuosa antes y después de aplicada la herramienta cero defectos en función de la cantidad de pliegos producidos por día siendo 91,100.

En el muestreo de producción de 91,100 pliegos del primer día antes de aplicada la herramienta se obtuvo 2,500 pliegos defectuosos y el muestreo del

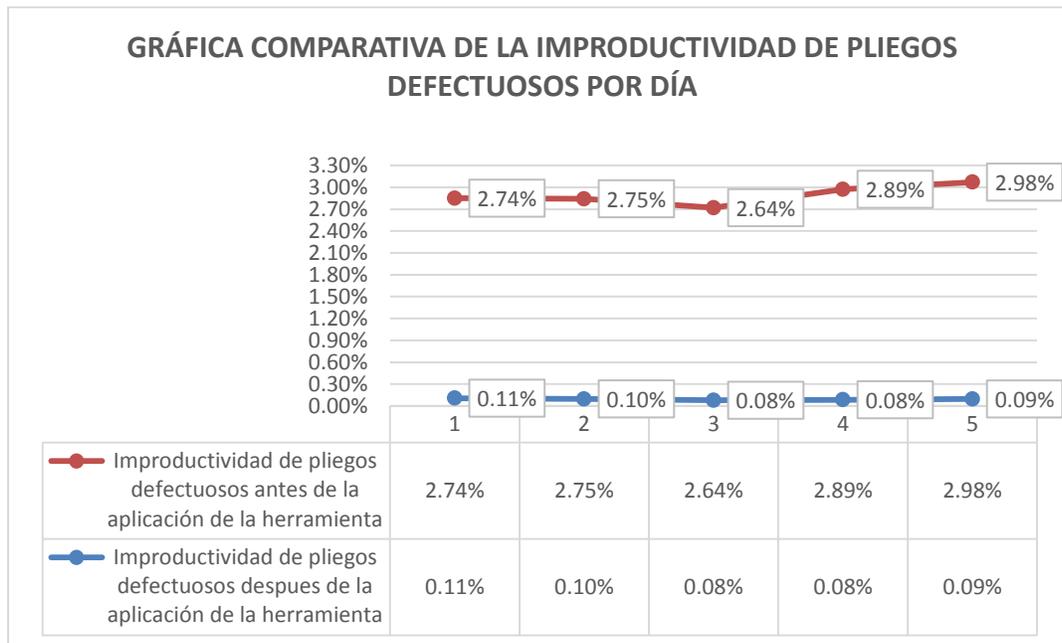
primer día después de aplicada la herramienta de 91,100 pliegos producidos se obtuvo 135 pliegos defectuosos lo que refleja disminución de 2,365 pliegos defectuosos/día, que representa una alza en la productividad.

Se puede apreciar que en el muestreo del primer día antes de aplicada la herramienta se obtuvo 2,500 pliegos defectuosos, descendiendo a 2,470 en el quinto día antes de aplicada la herramienta y la cantidad de pliegos defectuosos después de aplicada la herramienta en el primer día es de 135 descendiendo a 125 en el quinto día, haciendo una diferencia de 2,365 pliegos producidos sin defectos.

La gráfica comparativa refleja la disminución notable de producción de pliegos defectuosos por día, con la aplicación de la herramienta cero defectos.

Se midió la improductividad de pliegos defectuosos por día antes y después de implementada la herramienta cero defectos contabilizando los troquelados defectuosos producidos en cinco días de producción.

Figura 11. Improductividad de pliegos defectuosos por día, antes y después de aplicada la herramienta cero defectos

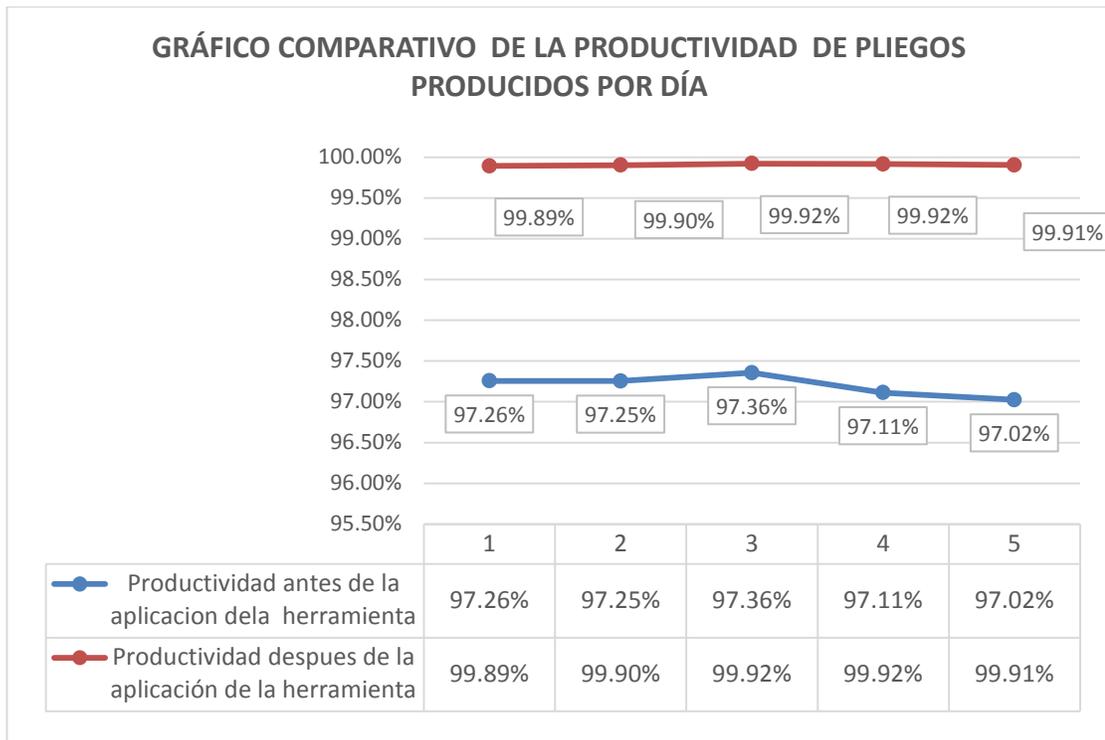


Fuente: elaboración propia, 2014.

La gráfica muestra la improductividad de pliegos defectuosos en muestreo de cinco días antes de aplicada la herramienta cero defectos, el porcentaje del primer día es de 2.74%, alcanzado 2.98% el quinto día y después de aplicada la herramienta el porcentaje del primer día es de 0.11% alcanzando 0.091% el quinto día, el porcentaje de improductividad disminuyó considerablemente lo que evidencia aumento de la productividad en función de la disminución de pliegos defectuosos por día.

Se midió la improductividad contabilizando los pliegos producidos por día, en muestreo de cinco días de producción antes y cinco días después de implementada la herramienta cero defectos.

Figura 12. Productividad de pliegos producidos por día, antes y después de aplicada la herramienta cero defectos

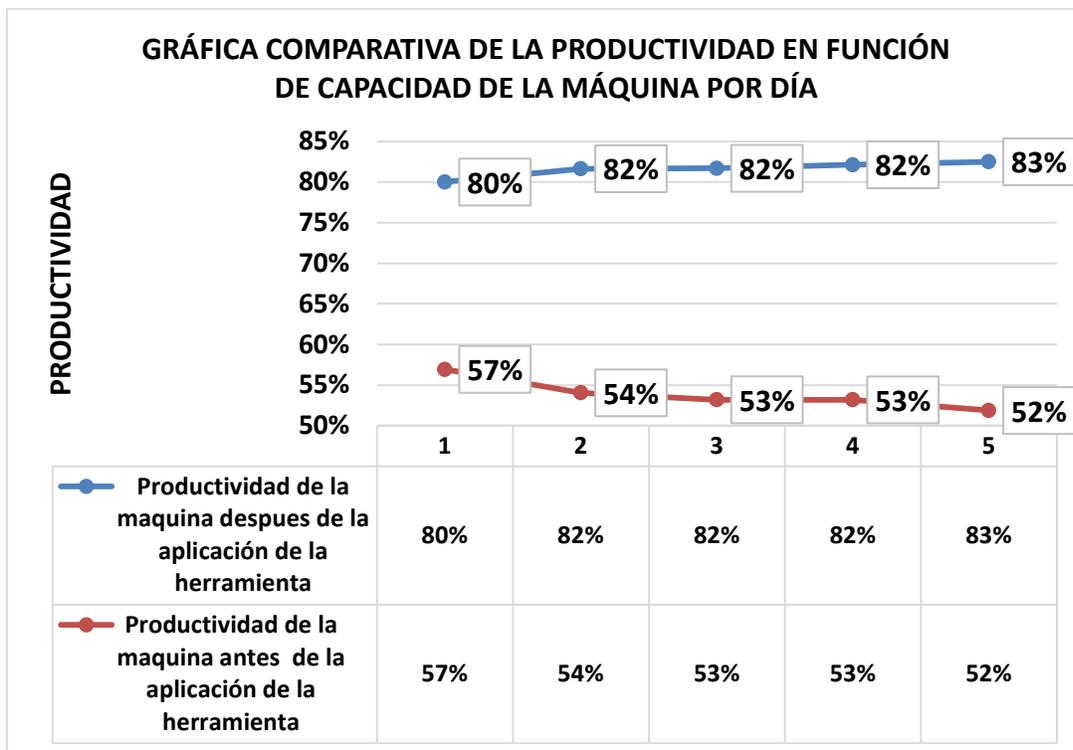


Fuente: elaboración propia, 2014.

La gráfica muestra la productividad de pliegos producidos por día, expresada en porcentajes antes y después de aplicada la herramienta cero defectos, se puede observar que en el quinto día de producción antes de aplicada la herramienta alcanza un 97.02% y después de aplicada la herramienta alcanza un 99.91% en el quinto día. La productividad de troquelado de pliegos de cartón se incrementó en un 2.89%

Se midió la productividad en función de capacidad de la máquina por día, antes y después de implementada la herramienta cero defectos, en un muestreo de producción de cinco días.

Figura 13. Productividad en función de capacidad de la máquina por día, antes y después de aplicada la herramienta cero defectos



Fuente: elaboración propia, 2014.

La gráfica muestra la productividad por día, en función de capacidad de la máquina, en un muestreo de cinco días de producción, antes de aplicada la herramienta cero defectos el porcentaje es de 52%, y después de aplicada la herramienta alcanza un 83%.

La productividad en función de capacidad de la máquina, se incrementó después de aplicada la herramienta cero defectos en un 31% respecto a la capacidad inicial.

Se midió la producción promedio por hora de pliegos de cartón troquelados, antes y después de la aplicación de la herramienta cero defectos.

Tabla VI. Producción promedio por hora de pliegos de cartón troquelados, antes y después de la aplicación de la herramienta cero defectos

Capacidad de productividad del fabricante de la máquina.	8,000	100%	Pliegos por hora	Promedio
Producción por hora, antes de la aplicación de la herramienta cero defectos.	4,300	52%	Pliegos por hora	Promedio
Mejora de producción después de la aplicación de la herramienta cero defectos.	6,528	83%	Pliegos por hora	Promedio
Horas Máquina de producción por día.	20	100%	Horas	

Fuente: elaboración propia, 2014.

La tabla muestra la capacidad de productividad, según el fabricante siendo esta de 8,000 pliegos por hora que corresponde al 100% de producción de la máquina. Antes de aplicada la herramienta cero defectos la máquina produce 4,300 pliegos por hora que representa el 52% de la capacidad de producción por hora. La mejora de producción después de la aplicada la herramienta cero defectos corresponde a un total 6,528 pliegos por hora con un 83% de capacidad de producción por hora, mostrando un incremento de 2,228 pliegos por hora. La producción de la máquina troqueladora es de 20 horas por día en un 100%

El incremento de la productividad del proceso de troquelado, se pudo constatar a través de la información contable, que se obtuvo del departamento financiero de Litografía Byron Zadik, S.A., la misma se presenta a continuación.

COSTO DE PRODUCCIÓN POR PLIEGO SIN APLICAR LA HERRAMIENTA.

VELOCIDAD DE LA MÁQUINA	4,300	PLIEGOS POR HORA SIN APLICAR LA HERRAMIENTA
COSTO DE PLIEGOS		
CARTO MAULE CMPC RC 28,500 PLIEGOS		
TOTAL DE PRECIO DE PLIEGOS 5,009.47 DOLARES		0.17577088 PLIEGO POR DÓLAR
		1.33585867 PLIEGO POR QUETZALES
COSTO VARIABLES		
VALOR DE 4300 PLIEGOS UTILIZADOS EN UNA HORA		5,744.19 QUETZALES
TOTAL DE COSTOS VARIABLES		<u>5,744.19 QUETZALES</u>
COSTOS FIJOS		COSTO HORA
ENERGÍA ELÉCTRICA		37.24
MATERIALES INDIRECTOS		9.50
GASTOS FIJOS DE FÁBRICA		59.39
MANO DE OBRA DIRECTA		106.78
COSTO TOTAL FIJOS		<u>212.91 QUETZALES</u>
COSTO TOTAL		<u>5,957.10 QUETZALES</u>
COSTO DE PRODUCCIÓN UNITARIO POR PLIEGO CON MATERIA PRIMA		1.39 VALOR EN QUETZALES
COSTO POR PRODUCIR SIN MATERIA PRIMA		
COSTOS UNITARIO DE TROQUELADO DE PLIEGO SIN COSTO DE MATERIA PRIMA		0.05 VALOR EN QUETZALES
PRODUCCIÓN AL DÍA DE 20 HORAS DE JORNADA DE TRABAJO PRODUCCIÓN A 4300 PLIEGOS POR HORA SIN MATERIA PRIMA		
COSTO POR PRODUCIR SIN MATERIA PRIMA		
COSTOS UNITARIO DE TROQUELADO DE PLIEGO SIN COSTO DE MATERIA PRIMA		0.05 VALOR EN QUETZALES
PRODUCCIÓN TOTAL PROMEDIO POR DÍA	86,000.00 PLIEGOS	4,258.14 QUETZALES
2.8% DEFECTOR POR DÍA	2,408.00 PLIEGOS	119.227814 QUETZALES
COSTO PARA PRODUCIR 86,000 PLIEGOS MAS 2.8% DEFECTOS POR DÍA		<u>4,377.36 QUETZALES</u>
COSTO POR PLIEGOS UTILIZADOS NO DEFECTUOSOS Y DEFECTUOSOS DEL 2.8%		
COSTO DE PRODUCCIÓN UNITARIO POR PLIEGO CON MATERIA PRIMA		1.39 VALOR EN QUETZALES
PLIEGOS PROMEDIO UTILIZADOS POR DIA	86,000.00 PLIEGOS	
2.8% DEFECTOR POR DÍA	2,408 PLIEGOS	
TOTAL DE PLIEGOS	<u>88,408 PLIEGOS</u>	
COSTO TOTAL DE PLIEGOS		<u>122,477.96 QUETZLES</u>

Fuente: departamento financiero Litografía Byron Zadyk, S.A., 2014.

BENEFICIO COSTO REDUCIENDO LOS DEFECTOS POR PLIEGO TROQUELADO Y AUMENTO DE LA VELOCIDAD EN PRODUCCIÓN

VELOCIDAD DE LA MÁQUINA

6,528.00 PLIEGOS POR HORA APLICANDO LA HERRAMIENTA

COSTO DE PLIEGOS DE CARTON

CARTO MAULE CMPC RC 28,500 PLIEGOS
TOTAL DE PRECIO DE PLIEGOS 5,009.47 DOLARES

0.18 PLIEGOS POR DÓLAR

1.34 PLIEGOS QUETZALES

COSTO TOTAL VARIABLE

VALOR DE 6,528 PLIEGOS UTILIZADOS
EN UNA HORA

8,720.49 QUETZALES

TOTAL DE COSTOS VARIABLES

8,720.49 QUETZALES

COSTOS FIJOS

COSTO HORA

ENERGÍA ELÉCTRICA
MATERIALES INDIRECTOS
GASTOS FIJOS DE FÁBRICA
MANO DE OBRA DIRECTA

37.24
9.50
59.39
106.78

COSTOS TOTAL FIJOS

212.91 QUETZALES

COSTO TOTAL

8,933.39 QUETZALES

**COSTO DE PRODUCCIÓN UNITARIO POR PLIEGO
CON MATERIA PRIMA**

1.37 VALOR EN QUETZALES

**COSTO UNITARIO DE TROQUELADO DE PLIEGO
SIN COSTO DE MATERIA PRIMA**

0.03 VALOR EN QUETZALES

PRODUCCIÓN AL DÍA 20 HORAS DE JORNADA DE TRABAJO PRODUCCIÓN A 6,528 PLIEGOS POR HORA SIN MATERIA PRIMA

**COSTO DE PRODUCCIÓN UNITARIO POR PLIEGO
CON MATERIA PRIMA**

1.37 VALOR EN QUETZALES

PRODUCCIÓN PROMEDIO POR DÍA

130,560 PLIEGOS

COSTO PRODUCCIÓN

4,258.14 QUETZALES

0.091% DEFECTOS POR DÍA

119 PLIEGOS

COSTO PRODUCCIÓN

3.87 QUETZALES

COSTO PARA PRODUCIR 130,560 MÁS 0.091% DEFECTOS POR DÍA

4,262.01 QUETZALES

COSTO PARA PRODUCIR 4300 MAS 2.8% DEFECTOS PROMEDIO POR DÍA

4,377.36 QUETZALES

COSTO PARA PRODUCIR 6528 MAS 0.091% DEFECTOS PROMEDIO POR DÍA

4,262.01 QUETZALES

**GANANCIA DE TROQUELADO POR
HORA CON EL AUMENTO DE PRODUCCIÓN
31% Y PRODUCTIVIDAD DE 2.709%**

115.35 QUETZLES POR DÍA

COSTO POR PLIEGOS UTILIZADOS NO DEFECTUOSOS Y DEFECTUOSOS DEL 0.091%

**COSTO DE PRODUCCIÓN UNITARIO POR PLIEGO
CON MATERIA PRIMA**

1.37 VALOR EN QUETZALES

**MATERIAL UTILIZADO POR DÍA
0.091% DEFECTOS POR DÍA**

**130,560 PLIEGOS
119 PLIEGOS**

TOTAL DE PLIEGOS

130,679 PLIEGOS

COSTO POR PLIEGOS TOTALES

178,830.43 QUETZLES

DIFERENCIA DE COSTO DE PLIEGOS DEFECTUOSOS DESPUÉS DE APLICAR LA HERMIENTA CERO DEFECTOS

COSTO TOTAL DE PLIEGOS PROMEDIO DEFECTUOSOS 2.8%	2,408 PLIEGOS	3,295.28 QUETZALES
COSTO TOTAL DE PLIEGOS PROMEDIO DEFECTUOSOS 0.091%	119 PLIEGOS	162.85 QUETZALES
	BENEFICIO	<u>3,132.43</u> QUETZLES

El beneficio del incremento de velocidad de troquelado de la máquina de 4,300 a 6,528 pliegos se mantiene el costo de producción de Q 4,258.14 sin incluir materia prima.

El aumento de la productividad es de 2.79% con un valor promedio en ganancia de Q115.35 en el proceso de troquelado por día.

El valor promedio en ganancia por la recuperación de pliegos que no salen defectuosos por día es de Q 3,132.43 de una producción promedio de 130,560 pliegos.

4.3. Resultado 3. Diseñar un programa de control de mantenimiento preventivo para reducir la variación de registro de 1.0mm a 0.30 mm en la fase de troquelado de papel y cartón, el cual sea efectivo y sostenible, a través de capacitación y supervisión constante al personal

Para el logro de éste resultado, se verificó el estado de la producción del sistema de la máquina troqueladora; se utilizó el registro de mediciones de la velocidad del proceso de troquelado, el formato de registro de lubricación periódica, de control y verificación de las variables iniciales; se realizaron los pasos para mejorar y controlar la calidad del mantenimiento y los procedimientos para el control de registros.

Se diseñó el programa de control de mantenimiento preventivo con base en el programa de la empresa litográfica proyectado para el año 2014.

Se programó el control de las actividades de mantenimiento preventivo (mensual y semestral) siendo estas: la verificación de limpieza del filtro de aire del cárter o caja de transmisión; de la limpieza de filtro del climatizador del armario eléctrico; de la lubricación de guías del cuadro superior e inferior de la estación de expulsión; de la limpieza y lubricación de las barras de pinzas que transportan los pliegos de cartón. Estas actividades fueron realizadas por el personal de mantenimiento y controladas por los operarios de la máquina troqueladora, en la segunda semana de los meses de junio, julio y agosto, las mismas están programadas para realizarse mensualmente.

La lubricación centralizada (general), limpieza y lubricación del tren de cadenas de las barras de pinzas; verificación del buen estado de los cepillos lubricadores del tren de cadenas; control de la tensión de las fajas del volante

y motor principal; limpieza y lubricación del rotor del grupo de aspiración; verificación de la tensión de cadenas del sistema auxiliar y principal de pilas de material de papel y cartón; verificación de la tensión de la correa dentada de accionamiento de las fajas de transporte de los pliegos de cartón a los topes de la mesa marcadora del registro de los pliegos y la lubricación del árbol de accionamiento de las ruedas de cadenas, son las actividades que fueron controladas en la segunda semana del mes de julio, éstas son programadas para realizarse semestralmente.

Figura 14. Programa de control de mantenimiento preventivo de la máquina troqueladora

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO
DE MÁQUINA TROQUELADORA

DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO Version 1

AÑO	2014																																																											
MES	ENERO				FEB				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO				SEPT				OCT				NOV				DIC															
SEMANA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52								
TROQUELADORA																																																												
Limpieza del filtro de aire del cárter (caja de transmisión)	█				█				█				█				█				█				█				█				█				█				█				█				█				█				█			
Limpieza de filtro del climatizador del armario eléctrico	█				█				█				█				█				█				█				█				█				█				█				█				█				█							
Lubricar guías del cuadro superior e inferior de la estación de expulsión	█				█				█				█				█				█				█				█				█				█				█				█				█				█							
Limpieza y lubricación de las barras de pinzas que transportan los pliegos de cartón	█				█				█				█				█				█				█				█				█				█				█				█				█				█							
Lubricación centralizada (General)	█																																																											
Limpieza y lubricación del tren de cadenas de las barras de pinzas	█																																																											

Las actividades mensuales del programa de control de mantenimiento preventivo, fueron realizadas por los operarios de la máquina troqueladora en la segunda semana de los meses de junio, julio y agosto y el control de las actividades semestrales en la segunda semana del mes de julio.

La importancia de controlar cada actividad de mantenimiento preventivo aparece detallada a continuación en el orden en que se ubican en el programa:

- El filtro de aire del cárter sirve para que exista una buena ventilación del sistema de cojinetes, rodamientos y bielas, liberando el calor excedente generado por la máquina para mantener las propiedades lubricantes del aceite.
- La limpieza del filtro del climatizador sirve para mantener una buena ventilación en todo el sistema de componentes eléctricos, tales como *relays*, tarjetas electrónicas y otros dispositivos eléctricos y evitar las interrupciones de los componentes eléctricos por sobrecalentamientos.
- La lubricación de las guías de estos cuadros que sostienen los moldes de expulsión de los desperdicios de cartón, debe hacerse para que funcionen correctamente bien y evitar fallos en el proceso.
- Las barras de pinzas son las encargadas de transportar los pliegos de cartón a la estación de troquel o de corte, expulsión de desperdicios y separación de cajas (*blanking*), pero especialmente en la estación de troquel, debe mantener una precisión en colocar siempre los pliegos en la posición correcta (conocido por registro), de ahí la importancia la limpieza y lubricación de las mismas.

- La lubricación centralizada está para lubricar aquellos puntos donde no es fácil llegar a mano con una pistola de aceite. Se realiza automáticamente, pero ayuda a comprobar el buen funcionamiento de la bomba.
- La limpieza y lubricación de las cadenas de barras de pinzas es importante para evitar que el polvillo acumulado en los eslabones generado por la acción de troquelado o de corte de los pliegos de cartón, provoquen desgaste por lo abrasivo de estas partículas, lo cual provocaría elongación en las cadenas, dando como resultado un mal registro de los pliegos.
- A través de ellos cae una gota de aceite cada 5 minutos y mantienen las cadenas bien lubricadas de ahí la importancia de ver el buen estado de los mismos.
- Una buena y correcta tensión de las fajas del volante y motor principal ayuda a que el tiempo de vida de las mismas sea mayor, asimismo a mantener una velocidad más estable.
- El buen estado del rotor del sistema de aspiración evita problemas del paso de los pliegos en el alimentador a la mesa de marcar, por ello debe mantenerse limpio.
- Si la tensión de las cadenas no está uniforme, la pila de pliegos de cartón no estará nivelada y se tendrán problemas con la aspiración y el paso de los mismos, teniendo paradas de máquina constantemente, de ahí su importancia.
- La tensión de esta correa o faja dentada le da tracción al juego de fajas sobre la mesa de marcar, las cuales transportan los pliegos a través de la misma. Una mala tensión de la correa produce que los pliegos lleguen a los

topes de registro incorrectamente y se esté disparando constantemente la máquina, es decir parando.

- El árbol de accionamiento de cadenas debe estar lubricado, para evitar desgastes en las cadenas.

5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El objetivo general de la investigación, es incrementar la productividad del proceso de troquelado de papel y cartón en una empresa litográfica, mediante la metodología cero defectos.

Toda actividad en procesos de producción, se debe trabajar bajo metodologías de mejora continua como cero defectos, que involucra a todo el personal de la empresa en el esfuerzo para contribuir al logro de los objetivos empresariales.

La máquina troqueladora está diseñada con un nivel de giro de velocidad de producción máxima de 8,000 pliegos por hora; los datos obtenidos permitieron detectar la pérdida de eficiencia de la máquina troqueladora de papel y cartón, la cual antes de aplicar la herramienta cero defectos estaba girando a una velocidad promedio de producción de 4,300 pliegos por hora, esto quiere decir que en 20 horas de trabajo producía 86,000 p/h.

Tomado en cuenta los datos obtenidos, se pudo definir que 20 horas pertenecen a un día de trabajo en la empresa, 500 horas pertenecen a un mes, entonces esto es igual a:

Velocidad antigua: $4,300 \text{ p} \times 500 \text{ h} = 2\,150,000$ pliegos/hora

Nueva velocidad: $6,528 \text{ p} \times 500 \text{ h} = 3\,264,000$ pliegos/ hora

Tiene una diferencia de 1 114,000 pliegos/horas obtenidos en el mejoramiento del proceso.

Se pudo constatar que no se puede llegar al 100% de producción de la máquina, ya que los tipos de procesos de troquelado no son iguales, en los pliegos de papel y cartón se debe mantener una velocidad de giro moderada, para no tener variabilidad alta en el proceso ni producto terminado defectuoso.

Los resultados alcanzados contribuyen al logro del objetivo general, ya que después de aplicada la herramienta cero defectos, se logró aumentar la velocidad de trabajo de la máquina de 4,300 p/hr que equivale al 52.% de su capacidad inicial a 6,528 a p/hr que representa el 83% de su capacidad total; obteniéndose en 20 horas 130,560 pliegos, por tanto se puede apreciar que se ha logrado producir 44,560 pliegos más, durante ese mismo tiempo, esto implica que de un 52% de su capacidad inicial que estaba girando la máquina, se elevó un 31% lo que significa un incremento de 2,228 pliegos por hora.

En el proceso de troquelado de la empresa litográfica, existe una serie de factores de carácter aleatorio que hace imposible producir los productos exactamente iguales, de acuerdo con Duncan (2005 p. 102), que refiere “la variabilidad en el producto se hace claramente indeseable y el objetivo ha de ser reducirla lo más aceptable posible o al menos mantenerla dentro de límites de calidad deseada” para ello es necesario realizar una evaluación del proceso completo.

Tomando en cuenta lo referido por Duncan, para evaluar el proceso total, se inició con la revisión del diagrama de recorrido del proceso, constatando que las distancias y el tiempo de traslado son aceptables dado a la dimensión espacial de la planta; el diagrama de flujo de operaciones permitió determinar que la calidad del proceso se encuentra en el margen de tolerancia mínima, en la operación de troquelado, los registros han pasado los estándares mínimos de calidad.

La observación del proceso permitió identificar puntos críticos que más afectan e inciden en la variabilidad del troquelado y la calidad del producto, siendo los de mayor importancia los reventones de dobleces de caja, los hendididos o sisas deformes que representan el 80% de los problemas y se estableció que los trazos de los moldes utilizados no coinciden con la matriz lo cual produce cortes variables en el troquelado.

Los resultados del cuestionario de encuesta aplicado a los operarios de las máquinas troqueladoras, permitió constatar que la empresa facilita capacitación, herramientas apropiadas para realizar el trabajo, que el sistema de inspección de las máquinas es el adecuado y lo que respecta al mantenimiento que recibe la máquina troqueladora considerado como no adecuado, tiene relación con lo detectado en el diagrama de Ishikawa en cuanto a la aplicación de mantenimiento preventivo adecuado para reducir al máximo los defectos del producto terminado. Se considera que éste resultado se logró según lo previsto.

Éste resultado se logró en su totalidad, ya que se describió un sistema de control y verificación de la calidad para detectar la variabilidad del proceso de troquelado bajo la guía cero defectos, el cual permitió la identificación de los defectos de los pliegos troquelados, habiéndose detectado reventones en los dobleces de los pliegos de cartón, lo cual condujo a realizar acciones inmediatas que conllevaron a reducir la producción de pliegos defectuosos.

Se disminuyó la producción de pliegos de cartón defectuosos por día; de 2,470 pliegos defectuosos producidos el quinto día antes de aplicada la herramienta cero defectos a 125 pliegos defectuosos producidos el quinto día después de aplicada la herramienta; expresado en términos porcentuales la improductividad de pliegos defectuosos de la muestra correspondiente al quinto

día antes de aplicada la herramienta es de 2.8% y la muestra del quinto día después de aplicada la herramienta la improductividad es de 0.091%.

Refieren Evans y Lindsay (2004 p. 75) “los programas bien pensados y conducidos siempre producen resultados”, la metodología cero defectos comprende la relación constante entre la alta gerencia y el personal total de la empresa, la elaboración de planes de trabajo y mejora continua, la capacitación constante del personal y el reconocimiento al buen desempeño laboral; de acuerdo con estos autores, se puede afirmar que el personal de mantenimiento y operativo de la empresa litográfica está enfocada en lograr la eficiencia e incrementar la productividad del proceso de troquelado a través de la implementación del programa de control de mantenimiento preventivo y la gerencia está dispuesta a facilitar los medios necesarios para la efectividad.

Tomando en cuenta lo referido por Evans y Lindsay, después de verificar el estado de producción del sistema de la máquina troqueladora, se diseñó el programa de control de mantenimiento preventivo para reducir la variación de registro de 1.0mm a 0.30 mm en la fase troquelado de papel y cartón el cual será efectivo a través de capacitación y supervisión constante al personal, para mantener el registro establecido que se encuentra en parámetro aceptable.

El programa de control de mantenimiento preventivo, permitió constatar que cumpliendo con las actividades previstas en el tiempo planificado (mensual, semestral) se conseguirá mantener en condiciones óptimas la máquina y evitará atrasos o inconvenientes en los momentos en que se necesite producir un tiraje voluminoso y urgente, esto ayudará a evitar los reclamos o rechazos del producto por defectos debido a variaciones en el registro, provocados por fallas de la máquina; basado en la aplicación de la herramienta cero defectos se establece la importancia del involucramiento de los operarios y personal de

mantenimiento, para mantener la variación del registro que garantice la mínima producción de troquelados defectuosos.

La viabilidad de éste diseño de investigación, está basada en el cumplimiento de los procedimientos y control de mantenimiento preventivo necesario de la máquina de troquelado, pues al cumplirse, los costos decrecen y aumenta la productividad de troquelado en 83%.

Mantener la máquina troqueladora en óptimas condiciones permite el incremento de la productividad, disminuir la producción de pliegos defectuosos, reducir la pérdida de materia prima, de igual manera rechazos del producto por defectos, todo ello basado en el programa de control de mantenimiento preventivo, para reducir la variación de registro y en el desempeño eficiente de los operarios, capacitación y supervisión constante al personal.

Los resultados alcanzados permiten la validación de la hipótesis alternativa planteada, siendo esta: la falta de mantenimiento preventivo adecuado y capacitación al personal que opera el equipo de troquelado, hacen que incrementen los defectos en la calidad y los reclamos en el proceso de troquelado en la empresa litográfica.

CONCLUSIONES

1. La evaluación del proceso de troquelado fue relevante, ya que permitió identificar las principales causas de defectos en los pliegos troquelados, las que provocan los siguientes efectos: ondulamiento de pliego, poca circulación de aire (aumento de la temperatura) cortes defectuosos, vibraciones (desgaste de la máquina) sesgo de las lecturas (falta de validación).
2. El sistema de control y verificación de la calidad, realizado con muestreo durante cinco días después de aplicada la herramienta cero defectos, permite establecer que el porcentaje de productividad es de 99.91% y la improductividad de pliegos defectuosos en promedio es de 0.091%, por tanto se considera que el sistema es efectivo en cuanto a detectar la variabilidad del proceso de troquelado, ya que permite corregir las fallas y evitar la producción de troquelados defectuosos, que representan pérdidas económicas y provocan retrasos en la entrega del producto al cliente
3. El programa de control de mantenimiento preventivo, que está diseñado con el propósito de reducir la variación de registro de 1.0 mm a 0.30 mm en la fase de troquelado de papel y cartón, está basado en actividades realizadas mensualmente por el personal de mantenimiento y controladas por los operarios de la máquina troqueladora. Para que el programa sea efectivo y sostenible requiere de capacitación y supervisión constante al personal operativo del área de troquelado; para lograr reducir la variación y conseguir los límites fijados con anterioridad.

4. La productividad del proceso de troquelado de papel y cartón, se logró incrementar bajo la metodología cero defectos, ya que se elevó la velocidad de troquelado de la máquina de 4,300 a 6,528 pliegos, manteniendo el costo de producción de Q 4,258.14, se aumentó la productividad en 2.79% con un valor promedio en ganancia por la recuperación de pliegos que no salen defectuosos por día en Q 3,132.43 en producción promedio de 130,560 pliegos. La implementación de la metodología cero defectos plantea como prioridad la satisfacción del cliente a través de la calidad del producto, se basa en la resolución de problemas que busca la mejora continua haciendo el máximo esfuerzo para minimizar la producción de pliegos defectuosos, tomando en cuenta que realmente es imposible producir siempre sin defectos.

RECOMENDACIONES

1. Evaluar el proceso periódicamente para identificar los puntos críticos que dan como resultado productos de baja calidad; por tal razón se sugiere a los operarios del área de troquelado que realicen esta práctica, para encontrar inmediata solución y así contribuir al esfuerzo total de minimizar la producción de troquelados de papel y cartón defectuosos.
2. A la gerencia de la empresa, que apoye la aplicación del sistema de control y verificación de la calidad, bajo la guía cero defectos, para detectar y corregir la variabilidad del proceso de troquelado de papel y cartón, para garantizar al máximo la producción de troquelados sin defectos, evitando pérdida de recursos materiales.
3. Al personal de mantenimiento y de administración de la calidad, que cumplan con el programa de control de mantenimiento preventivo, para reducir la variación de registro; y realizar las rutinas de mantenimiento, evaluar la calidad del trabajo, para evitar las fallas y las demoras en el área de troquelado.
4. Para mantener en niveles altos la productividad del proceso de troquelado, se deberá vigilar el cumplimiento de los principios y pasos que componen el método de mejora continua cero defectos, ya que éste garantiza el trabajo en conjunto, planificado, organizado con el fin primordial de conseguir el mínimo de defectos en todas las áreas y en todos los procesos de la producción de troquelados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Avendaño, E. (2002), *Historia de la litografía*. México: Editorial Continental S.A.
2. Blanco, R. (2006), *Mantenimiento de máquinas industriales*. Argentina: Editoriales Universitas.
3. Buffa, E. (1992), *Administración de la producción*. México: CECOSA
4. Casanova, F. (2002), *Productividad y optimización de procesos*. Argentina: Lumen.
5. Chase, B. (2004), *Administración de operaciones: Producción y cadena de suministros*. México: Mcgraw-Hill. Interamericana Editores S.A. de C.V.
6. Congreso de la República. (2010), *Código de Trabajo, Decreto 1441*. Guatemala.
7. Duffuaa, S. (2002), *Sistemas de Mantenimiento; Planificación y Control*. México: Limusa.
8. Duncan, A. (2005), *Control de calidad y estadística industrial*. 5ª edición. México: Alfa y Omega. pdf

9. Evans y Lindsay. (2004), *La administración y el control de la calidad*. 4ª. Edición. México: International Thomson Editores. 502
10. Everett, E. (1992), *Administración de la producción y operaciones*. México: Editorial Prentice Hall.
11. Folgar, O. (2008), *Aseguramiento de la calidad*. Argentina: Editorial Macchi.
12. Galdámez, K. (2012), *Filosofía de Crosby*. Consultado el 16 de septiembre 2014 en: <http://maestrosdelacalidadgp101911.blogspot.com/crosby>
13. García, C. (2008), *Estudio del trabajo*. México: Editorial McGraw Hill.
14. González, A. (2010), *Administración de la calidad total*. México: Instituto Mexicano de Control de Calidad.
15. Hellriegel, J. (2001), *Administración un enfoque basado en competencias*. México: Thomson Learning.
16. Hernández, Cruz. (2010) *Plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria pesada en funcionamiento de la zona vial No. 14, Dirección General de Caminos, Salamá, Baja Verapaz*. Tesis de grado Ingeniería Mecánica. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.

17. Howard, G. (1998), *Como mejorar la calidad y la productividad*. USA: Prentice Hall.
18. Juran, J. (2005), *Manual de control de la calidad*. 3ra. Edición pdf. Recuperado el 16 de septiembre 2014 en: <http://books.google.com.gt/books?id=JmnDQ4fzgZQC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs/Juran>
19. Koenig, D. (1990), *Productividad y Optimización Ingeniería de Manufactura*. 2ª. Ed. México: Editorial Marcombo, S.A.
20. Lara, Fúnez, M. & Lanza, Ríos, A. (2011), *Reducción de defectos en el proceso de soldadura por ola de componentes electrónicos*. Tesis de Post-grado MsC, Universidad Tecnológica Centroamericana Honduras Tegucigalpa, Consultada el 17 de septiembre 2014 en: www.unitec.edu/innovare/?wpdmact=process&did=Ml5obsaW5r
21. Martínez, G.(2013), *Herramientas estadísticas básicas para el mejoramiento de la calidad*. Recuperado el 16 de septiembre 2014 en: <http://es.scribd.com/doc/86670689/Herramientas-estadisticasbasicaspara-el-mejoramiento-de-la-calidad-HITOSHI-KUME>.
22. Monzón, Esquivel, M. (2008), Tesis de grado. *El control de calidad en la administración de inventarios en empresas de ventas al detalle – supermercado-* Consultada el 16 de septiembre 2014 en: biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_2070_IN.pdf

23. Morales, P. (2012), *Capacitación: factor importante para el desempeño laboral, recuperado el 15 septiembre 2014* en: <http://mp./word/morales/cl/climalaboral/doc/mp>
24. Neto, C. (2010), *Mantenimiento Industrial*. Consultado el 16 de septiembre 2014 en: <http://mitecnologico.com/Main/MantenimientoIndustrial>
25. Olarte C., Botero A. & Cañón, A. (2010) *Scientia Et Technica* año XVI, No. 44, ISSN 0122-1701. *Importancia del mantenimiento Industrial dentro de los procesos de producción*. Colombia: Universidad Tecnológica de Pereira. pdf
26. Rodríguez, L. (2007), *Calidad Estratégica Total*. México: EAD.
27. Solís, P. *Conceptos de industria y clasificación de actividades*. Recuperado el 12 de mayo 2014 en: <http://solís.p.net/article/concepto-de-industria-clasificacion-de-actividades>
28. Steve, K. (2003), *Tecnología de las máquinas; herramientas*. México: Editorial Alfa-Omega.
29. Villavicencio, C. (2012), *Sistema de Gestión Para Optimizar la Eficiencia en la Industria*. Chile: Editoriales Planeta.

ANEXOS

Anexo 1. Instrumento de encuesta aplicado a nueve operarios de las máquinas troqueladoras, para determinar las causas de los defectos de calidad en el proceso de troquelado

CUESTIONARIO

Lugar y fecha _____

Apreciado participante, el objetivo de éste cuestionario es determinar las principales causas de los defectos de calidad en el proceso de troquelado, las respuestas son importantes y de mucha utilidad, gracias por la colaboración.

Instrucciones: por favor marque una X dentro del cuadro que aparece a la par de la respuesta que considere es la adecuada.

1. ¿Ha recibido capacitación en el proceso de troquelado?

SI

NO

2. ¿Cuenta con las herramientas apropiadas para realizar el trabajo?

SI

NO

3. ¿La máquina que opera está en perfecto estado?

SI

NO

4. ¿Considera que el sistema de inspección que se realiza es el adecuado?

SI

NO

5. ¿La máquina que opera recibe el mantenimiento adecuado y a tiempo?

SI

NO

6. ¿Considera usted que el mantenimiento preventivo adecuado a las máquinas puede eliminar los defectos del producto?

SI

NO

7. ¿Considera usted que el Sistema de Calidad en general de Litografía Industrial Gráfica es excelente

SI

NO

8. ¿Considera usted que su aportación, iniciativa y desempeño en el proceso de troquelado es excelente?

SI

NO

9. ¿Considera usted que la calidad de los materiales utilizados es de óptima calidad?

SI

NO

10. ¿Considera usted que alcanza el máximo nivel de satisfacción de desempeño cuando realiza la operación de la máquina?

SI

NO

Anexo 2. Ficha de control de paros de la máquina troqueladora

Ficha elaborada para registrar paros de la máquina troqueladora, la cual no fue utilizada, debido a que después de aplicada la herramienta cero defectos, no se presentó ningún paro.

FICHA DE CONTROL DE PAROS		
Nombre de maquinaria _____		No. _____
Código _____		
Ubicación _____		
Fecha	Motivo	Duración (tiempo real)
f. _____ Mecánico		f. _____ Jefe de producción
Observaciones:		

Fuente: elaboración propia, 2014.

Anexo 3. Formato para registro de lubricación periódica, para mantenimiento preventivo

El formato que se utilizó para registrar el cambio de lubricante en las máquinas troqueladoras, realizado por cada operario durante los turnos de trabajo; conserva el registro lubricación periódica, la cual se realiza semanalmente debido a la alta demanda de producción y de tiempo en que la máquina se mantiene en funcionamiento.

Registro de lubricación periódica

Empresa						No. Inventario						
Oficina de Mantenimiento		Sector		Máquina		Ubicación						
Registro de lubricación - Especificaciones / frecuencia												
Punto a Lubricar	Pieza a lubricar	Especificar lubricante	Ciclo	Cantidad								
Cambio de lubricante	Punto	Ciclo	Punto	Ciclo	Observaciones/recomendaciones							
Código:		<i>I: A realizar</i>		<i>alizado</i>		<i>C: Cambio</i>		<i>N: Mantener nivel</i>				
Frecuencia:		<i>D: Diario</i>		<i>S: Semanal</i>		<i>M: Mensual</i>		<i>B: Bimestral</i>				
MES	ENERO	Feb.	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
SEMANA No.	1234	1234	1234	12 3 4	1234	1234	1234	1234	1234	1234	1234	1234
Año												

Fuente: elaboración propia, 2014.

Anexo 4. Matriz de coherencia

Objetivos	Hipótesis	Metodología	Resultados	Conclusiones	Recomendaciones
<p>General Incrementar la productividad del proceso de troquelado de papel y cartón, en una empresa litográfica mediante la metodología cero defectos.</p> <p>Específicos</p> <p>1- Evaluar el proceso actual para visualizar los puntos críticos que más afectan o inciden en la producción de troquelado y la calidad del producto.</p> <p>2- Describir un sistema de control y verificación de calidad para detectar la variabilidad del proceso de troquelado bajo la Guía cero defectos.</p> <p>3-Diseñar un programa de control de mantenimiento preventivo para reducir la variación de registro de 1.0 mm a 0.30 mm en la fase de troquelado de papel y cartón, el cual sea efectivo y sostenible a través de capacitación y supervisión constante al personal.</p>	<p>Hi La falta de mantenimiento preventivo adecuado y capacitación al personal que opera el equipo de troquelado, hacen que incrementen los defectos en la calidad y los reclamos en el proceso de troquelado en la empresa litográfica.</p> <p>Ho La falta de mantenimiento preventivo adecuado y capacitación al personal que opera el equipo de troquelado, no hacen que incrementen los defectos en la calidad y los reclamos en el proceso de troquelado</p>	<p>Método de Investigación Científica en las tres fases, indagatoria, demostrativa y expositiva, de tipo descriptivo con enfoque cuantitativo y cualitativo, el diseño es de tipo transversal ya que los datos fueron recolectados en un solo momento, en un tiempo único.</p> <p>Se utilizó un cuestionario de encuesta, hojas de control y verificación de la calidad, se elaboró un diagrama de causa y efecto, diagrama de Pareto y un análisis de la línea de producción.</p>	<p>1- Identificados los puntos críticos que más afectan el proceso de troquelado y la calidad del producto.</p> <p>2- Descrito el sistema de control y verificación de calidad, detectando la variabilidad del troquelado.</p> <p>3-Diseñado el programa de control de mantenimiento preventivo.</p> <p>Los tres resultados permitieron reducir la variación de registro de 1.0 mm a 0.30 mm en la fase de troquelado de papel y cartón, elevar la velocidad a 12,000 p/h produciendo 34,000 pliegos durante el mismo tiempo, elevando al 75% de giro del diseño original, la reducción de productos defectuosos en un 90% y el incremento de la productividad en el proceso de troquelado.</p>	<p>1-La evaluación del proceso permite la identificación de puntos críticos que interfieren en la calidad del producto terminado y las opiniones del los operarios de las máquinas orientan a la identificación de otras causas que provocan la producción de pliegos troquelados defectuosos.</p> <p>2-El sistema de control y verificación de la calidad es efectivo en cuanto a detectar la variabilidad del proceso de troquelado ya que permite corregir las fallas y evitar la producción de troquelados defectuosos.</p> <p>3-El programa de control de mantenimiento preventivo que está diseñado con el propósito de reducir la variación de registro de 1.0 mm a 0.30 mm en la fase de troquelado de papel y cartón para que sea efectivo y sostenible requiere de capacitación y supervisión frecuente del personal operativo.</p>	<p>1- Evaluar el proceso periódicamente para identificar los puntos críticos que dan como resultado productos de baja calidad, por tal razón se recomienda a los operarios del área de troquelado que realicen esta práctica para encontrar inmediata resolución y así contribuir al esfuerzo total de minimizar la producción de troquelados de papel y cartón defectuosos.</p> <p>2- A la gerencia de la empresa que apoye la aplicación del sistema de control y verificación de la calidad, bajo la guía cero defectos, para detectar y corregir la variabilidad del proceso de troquelado de papel y cartón para garantizar al máximo la producción de troquelados sin defectos y evitar pérdida de recursos materiales.</p> <p>3-Al personal de mantenimiento y de administración de la calidad que cumplan con el programa de control de mantenimiento preventivo para reducir la variación de registro y realizar las rutinas de mantenimiento, evaluar la calidad del trabajo, para evitar las fallas y las demoras en el área de troquelado.</p>

Fuente: elaboración propia, 2014.