



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

**GESTIÓN DE LA CALIDAD APLICADA A UNA LITOGRAFÍA CON
IMPRESIÓN *OFFSET***

Dilan Arnulfo Zamora Tobar

Asesorado por la Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada

Guatemala, noviembre de 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**GESTIÓN DE LA CALIDAD APLICADA A UNA LITOGRAFÍA CON
IMPRESIÓN *OFFSET***

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

DILAN ARNULFO ZAMORA TOBAR

ASESORADO POR LA INGA. AURELIA ANABELA CORDOVA ESTRADA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Luis Diego Aguilar Ralón
VOCAL V	Br. Christian Daniel Estrada Santizo
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Sindy Massiel Godínez Bautista
EXAMINADOR	Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Alvarado de León
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí 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:

GESTIÓN DE LA CALIDAD APLICADA A UNA LITOGRAFÍA CON IMPRESIÓN *OFFSET*

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 12 de julio de 2016.


Dilan Arnulfo Zamora Tobar

Guatemala, 07 de junio de 2019

Ingeniero
Cesar Ernesto Urquizú Rodas
Director Escuela Ingeniería Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Urquizú:

Por este medio atentamente le informo que como asesor del estudiante universitario de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, **DILAN ARNULFO ZAMORA TOBAR**, con carné: 201212782, procedí a revisar el trabajo de graduación titulado "**Gestión de la calidad aplicada a una litografía con impresión offset**".

Habiéndole dado el respectivo seguimiento y considero que el mismo cumple con sus objetivos y beneficiará a la empresa en donde se llevó a cabo el proyecto. Por lo tanto, LO DOY POR APROBADO. Solicitando darle el trámite respectivo.

Sin otro particular me es grato suscribirme,

Atentamente



Aurelia Anabela Córdoba Estrada
Ingeniera Industrial
Colegiado No. 7141

Inga. Aurelia Anabela Córdoba Estrada

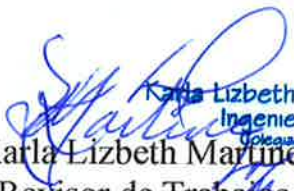
Número de colegiado 7141



REF.REV.EMI.096.019

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **GESTIÓN DE LA CALIDAD APLICADA A UNA LITROGRAFÍA CON IMPRESIÓN OFFSET**, presentado por el estudiante universitario **Dilan Arnulfo Zamora Tobar**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Karla Lizbeth Martínez Vargas
Ingeniera Industrial
Colección No. 5,706
Inga. Karla Lizbeth Martínez Vargas
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, septiembre de 2019.

/mgp



REF.DIR.EMI.182.019

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor **GESTIÓN DE LA CALIDAD APLICADA A UNA LITOGRAFÍA CON IMPRESIÓN OFFSET**, presentado por el estudiante universitario **Dilan Arnulfo Zamora Tobar**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


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



Guatemala, noviembre de 2019.

/mgp



DTG. 514.2019

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al Trabajo de Graduación titulado: **GESTIÓN DE LA CALIDAD APLICADA A UNA LITOGRAFÍA CON IMPRESIÓN OFFSET**, presentado por el estudiante universitario: **Dilan Arnulfo Zamora Tobar**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:


Inga. Anabela Cordova Estrada
Decana


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
DECANA
FACULTAD DE INGENIERÍA
★

Guatemala, noviembre de 2019

/gdech

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por llenar y bendecir mi vida.
- Mi padre** Isauro Arnulfo Zamora González, por darme la oportunidad de ser un profesional a base de esfuerzos y sacrificios. Por su apoyo incondicional y siempre dejarme soñar en que puedo lograr cualquier meta que me proponga. Espero este logro sea una pequeña recompensa.
- Mi madre** María Asucena Tobar Vargas, por ser mi mayor motivación y ejemplo de vida. Porque siempre estar ahí cuando lo necesito con su amor, consejo, tiempo y paciencia para seguir adelante.
- Mis hermanos** Brandon Alejandro y Ángel Javier Zamora Tobar, por ser las personas que me motivan a ser un ejemplo. Los quiero.
- Mis amigos** Por haber compartido conmigo los mejores momentos de mi carrera como estudiante.

AGRADECIMIENTOS A:

**Universidad de San
Carlos de Guatemala**

Por ser mi casa de estudios, brindándome la oportunidad de llegar a ser un profesional.

Facultad de Ingeniería

Por proporcionarme los conocimientos necesarios en toda mi formación académica.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
GLOSARIO.....	VII
RESUMEN.....	XI
OBJETIVOS.....	XIII
INTRODUCCIÓN.....	XV
1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA.....	1
1.1. Descripción de la empresa.....	1
1.1.1. Antecedentes históricos.....	1
1.1.2. Descripción de la empresa.....	2
1.1.3. Ubicación de la empresa.....	3
1.1.4. Visión y misión.....	3
1.1.5. Organigrama actual.....	3
1.1.6. Descripción de productos.....	4
1.2. Marco teórico.....	5
1.2.1. Historia de la imprenta.....	5
1.2.2. El arte de la impresión.....	6
1.2.3. Tipos de impresión.....	7
1.2.3.1. Impresión <i>offset</i>	8
1.2.3.2. Proceso de producción <i>offset</i>	10
1.2.4. Gestión de la calidad.....	12
1.2.4.1. Principios de la gestión de calidad.....	12
1.2.4.1.1. Enfoque hacia el cliente.....	13

	1.2.4.1.2.	Participación del personal	13
	1.2.4.1.3.	Gestión aplicada al proceso	13
	1.2.4.1.4.	Mejora continua.....	14
2.	ESTRUCTURACIÓN DE LOS PROCESOS		15
2.1.	Descripción de la materia prima.....		15
2.2.	Descripción de maquinaria y equipo auxiliar		16
2.3.	Descripción del proceso de producción.....		20
	2.3.1.	Venta y compra	21
	2.3.2.	Diseño	21
	2.3.3.	Preprensa.....	22
	2.3.4.	Producción	22
	2.3.4.1.	Corte inicial.....	23
	2.3.4.2.	Impresión.....	23
	2.3.4.3.	Troquelado	24
	2.3.4.4.	Cortado final	25
	2.3.4.5.	Acabados finales	25
	2.3.4.6.	Encuadernación y empaquetado.....	25
	2.3.5.	Diagramas de operaciones.....	25
	2.3.6.	Diagramas de flujo	28
2.4.	Descripción y distribución de la planta		31
2.5.	Factores que influyen en la calidad.....		32
	2.5.1.	Calidad en el área de diseño y preprensa	33
	2.5.2.	Calidad en el área de producción.....	34
	2.5.3.	Calidad en el área de empaquetado	34
2.6.	Costos de calidad de la empresa		35
2.7.	Diagnóstico de situación actual.....		37

3.	DISEÑO DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD	39
3.1.	Estándares en el manejo de maquinaria y equipo	39
3.2.	Herramientas estadísticas	41
3.2.1.	Muestreo de aceptación	45
3.2.1.1.	Plan de muestreo.....	45
3.2.1.2.	Selección de la muestra	48
3.2.1.3.	Manejo de lotes rechazados	48
3.2.2.	Gráficos de control.....	49
3.2.3.	Registro de información	54
3.2.3.1.	Reportes de calidad.....	54
3.2.4.	Diagrama de Pareto.....	55
3.3.	Requerimientos de calidad	57
3.3.1.	Control de calidad en la materia prima e insumos ..	58
3.3.2.	Control de calidad en el proceso de producción	74
3.3.3.	Control de calidad del producto final.....	81
3.4.	Procedimientos de inspección	82
3.4.1.	Equipo necesario para realizar la inspección	83
3.5.	Costos de implementación	84
4.	MEJORA Y SEGUIMIENTO DEL SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD.....	87
4.1.	Auditorías de calidad	87
4.1.1.	Acciones correctivas.....	87
4.2.	Análisis de las necesidades de capacitación.....	88
4.2.1.	Personal operativo	89
4.2.2.	Personal estratégico	90
4.3.	Cultura de calidad.....	90
4.3.1.	Círculos de calidad	90

4.3.2.	Técnicas para la solución de problemas en una litografía.....	94
4.4.	Factores por considerar para la implementación del sistema ..	96
4.5.	Registro de información	99
4.5.1.	Reportes de calidad	99
4.6.	Evaluación y control	100
4.7.	Indicadores y estándares	100
5.	MEDIO AMBIENTE	101
5.1.	Generación de residuos y aspectos ambientales	101
5.2.	Contaminación en una litografía.....	101
5.3.	Regulación ambiental de una litografía	103
5.4.	Disposición final de residuos.....	104
5.4.1.	Reutilización de desechos líquidos	105
5.4.2.	Manejo de desechos sólidos	105
5.5.	Control de riesgos	106
5.5.1.	Medidas de protección para la salud	106
	CONCLUSIONES.....	107
	RECOMENDACIONES	109
	BIBLIOGRAFÍA.....	111
	ANEXOS.....	113

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Organigrama de LitoExpress.....	4
2.	Diagrama general de proceso de producción <i>offset</i>	11
3.	Máquina marca Minerva Heidelberg.....	17
4.	Troqueladora marca Minerva Heidelberg.....	18
5.	Guillotina	19
6.	Impresora Multilith.....	20
7.	Diagrama de operaciones del proceso de facturas	27
8.	Diagrama de flujo de operaciones del proceso de facturas.....	29
9.	Diagramas de recorrido.....	32
10.	Diagrama causa y efecto.....	44
11.	Gráfica de control de densidad de color negro en papeles recubiertos	51
12.	Diagrama de Pareto de las posibles causas de una mala impresión en papeles recubiertos	57
13.	Diagrama de operaciones propuesto	76
14.	Diagrama de flujo propuesto	78
15.	Diagrama de recorrido propuesta.....	81
16.	Pirámide de necesidades propuestas	97

TABLAS

I.	Resumen de diagrama de operaciones del proceso de facturas	28
----	--	----

II.	Resumen de diagrama de flujo de operaciones del proceso de facturas	31
III.	Costos que conlleva un reproceso	37
IV.	Límites de control de la densidad en el color para papeles no recubiertos	50
V.	Características y especificaciones que debe cumplir cada diseño que ingresa al departamento de pre prensa	53
VI.	Recopilación de la frecuencia de las posibles causas de una mala impresión en papeles recubiertos	56
VII.	Análisis cualitativo del beneficio/costo al implementar un sistema de control de calidad para LitoExpress	85

GLOSARIO

Arte	Diseño final de trabajo que será impreso en papel.
Atributo	Cada una de las cualidades o propiedades de un ser.
Auditoria de calidad	Evaluación para determinar si las actividades y los resultados relacionados con la calidad cumplen con disposiciones preestablecidas, y si estas disposiciones se aplican en forma efectiva y son aptas para alcanzar los objetivos.
Calibre de cartón y tinta	Espesor de los pliegos de cartón y papel.
Calidad	Es la totalidad de características de una entidad que le otorgan la aptitud para satisfacer necesidades explícitas e implícitas.
Costo	Monto económico que representa la fabricación de cualquier componente, producto o la prestación de cualquier servicio.
Densidad de tinta	Cantidad de tinta que se aplica en la superficie de los pliegos de cartón o papel.

Diagrama de Pareto	Diagrama que permite identificar los principales problemas dentro de todos los existentes.
Estándar	Modelo, criterio, regla de medida o de los requisitos mínimos aceptables para la operación de un proceso específico, con el fin de asegurar la calidad.
Fuente de tinta	Depósito de tinta de la prensa <i>offset</i> .
Gráfico de control	Herramienta estadística empleada para verificar el funcionamiento de procesos.
Gramaje	Peso por unidad de área.
Guía de calor	Estándares de color autorizados por el cliente.
Guía de troquel	Trazo de la guía de troquelado con todas las dimensiones a escala natural del diseño por imprimir.
Impresión	Marca que una cosa deja en otra apretándola.
Litografía	Arte de dibujar o grabar en piedra preparada al efecto, para reproducir, mediante impresión, lo dibujado o grabado.
Lote	Agrupación de artículos de similares características.

Muestreo	Escoger una muestra o solo una parte de la totalidad de los elementos para realizar un estudio.
Negativo	Imagen que se forma al revelar una película fotográfica, en la que aparecen las partes claras como oscuras y viceversa.
Offset	Procedimiento de impresión en el que la imagen entintada es traspasada a un rodillo de caucho que, a su vez, la imprime en el papel.
Opacidad	Calidad de opaco. Que impide el paso de la luz. Oscuro o sombrío.
Operación	Tiempo designado para la impresión de una orden de producción.
Pliego	Porción o pieza de papel de forma cuadrangular con diversas medidas.
Placa	Plancha metálica delgada, la cual se procesa por medios fotomecánicos.
Tinta	Líquido coloreado que se emplea para escribir o dibujar, mediante un instrumento apropiado.
Tiraje	Cantidad de pliegos por imprimir indicados en la orden de producción.

Variable

Es una característica que al ser medida en diferentes individuos es susceptible de adoptar diferentes valores.

Viscosidad

Es la propiedad de los fluidos que expresa su resistencia a fluir.

RESUMEN

La litografía es una técnica de impresión que permite reproducir imágenes o documentos que consiste en aplicar tinta sobre planchas metálicas. Es generalmente utilizado por sus bajos costos y la capacidad de reproducir grandes volúmenes de producto. En el presente trabajo se determinó un sistema de gestión calidad aplicado al proceso de producción offset de una empresa litográfica que permite dirigir y administrar los procesos que se llevan a cabo dentro de la empresa de forma más eficaz.

Para diseñar un sistema de gestión de calidad fue necesario estudiar los procesos que se llevan a cabo en la empresa y dividirlos para determinar las funciones específicas de cada área. Actualmente, hay cuatro fases principales: venta y compra, diseño, pre prensa, y producción. Siendo la más importante la fase de producción que, a su vez, se subdivide en: corte inicial, impresión, troquelado, cortado final, acabados finales y por último encuadernación y empaquetado.

Al estudiar los procesos se pudo diseñar alternativas de solución aplicando los principios de la gestión de calidad para asegurar productos que cumplan con estándares específicos y posteriormente llevar una trazabilidad de lo que se produce.

En el capítulo tres estable el diseño del sistema de gestión de calidad que permitirá controlar los procesos, los puntos críticos de control y límites de control para dichos procesos y metodologías. Se hará mediante la utilización de herramientas estadísticas y cumpliendo con los requerimientos establecidos en

las etapas del proceso de producción. Por último, se hace un análisis de los costos de implementación del sistema de gestión de calidad.

En el capítulo cuatro se proponen los procedimientos de mejora continua que permiten llevar una trazabilidad y auditorías de seguimiento. Esto con el fin tener un sistema que funcione a largo plazo. La mejora continua se logrará teniendo una correcta documentación de la información y tomando acciones correctivas que posteriormente permitirán tener una reacción preventiva ante los procesos productivos. Esto a largo plazo genera un ahorro de costos al disminuir el reproceso.

El capítulo 5, denominado medio ambiente, explica el impacto ambiental que una industria litográfica tiene y métodos para reducir el impacto que la empresa pueda tener en su entorno. Esto se logra teniendo en cuenta la regulación ambiental que rige a una litografía y con el manejo correcto de los residuos.

OBJETIVOS

General

Diseñar un sistema de gestión para la calidad aplicado a un proceso de producción *offset*.

Específicos

1. Estudiar todos los procesos que se llevan a cabo desde el ingreso de la materia prima hasta obtener un producto terminado.
2. Determinar los factores que influyen en la calidad en el proceso de impresión y generan productos defectuosos.
3. Estructurar estándares de manejo de maquinaria y herramientas utilizadas en el proceso de impresión.
4. Establecer las herramientas estadísticas que serán utilizadas para la calidad aplicado al proceso de producción.
5. Establecer los requerimientos de calidad de materia prima, insumos y servicios tercerizados.

INTRODUCCIÓN

La gestión de la calidad se centra no solo en la calidad de un producto o satisfacción de un cliente, sino en los medios para obtenerla. Se aplica desde el ingreso de la materia prima hasta la salida del producto final. Mediante un sistema de gestión de calidad se logra la planeación, control, aseguramiento y mejora continua de la calidad.

Actualmente el mercado de la imprenta está saturado de ofertantes, por lo que los demandantes pueden escoger la compañía que más les convenga. El que un cliente escoja una empresa u otra se basa en la calidad que esta maneje. La importancia de la calidad de los productos para una empresa permite que esta se posicione dentro del mercado y de ahí viene la necesidad de implementar un sistema para la gestión de la calidad.

El trabajo presente consiste en diseñar un sistema de gestión de calidad a una empresa dedicada a la impresión offset. Mediante el análisis de los factores que influyen en la calidad de los productos, con el fin de mejorar los estándares de calidad y evitar el rechazo de pedidos expendidos.

Para lograr desarrollar un sistema de gestión de calidad para un proceso es necesario conocer la situación actual de la empresa. Esto incluye los procesos en los diferentes departamentos, estándares de la maquinaria y equipo que utilizan y requerimientos de la materia prima e insumos utilizados. Posteriormente, se investigan los factores que influyen en la calidad en el proceso de impresión y generan productos defectuosos para implementar

herramientas estadísticas que permitan tener un control cuantitativo del producto terminado.

1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

1.1. Descripción de la empresa

La litografía LitoExpress es una empresa pequeña y familiar dedicada a la impresión de material publicitario que utiliza un método de impresión *offset*. La empresa compete en el mercado desde hace 10 y dentro de los productos más vendidos se pueden mencionar: trifolios, bifolios, y tarjetas de presentación. El método de impresión utilizado permite obtener altos volúmenes de impresión a un bajo costo.

1.1.1. Antecedentes históricos

La litografía Lito Express es una empresa dedicada a la impresión de material publicitario que inició sus operaciones en 2009, originalmente la empresa contaba con una sola planta ubicada en el km 15 de la calzada Roosevelt en la zona 7 de Mixco y en esta planta se llevaban a cabo todas las operaciones de ventas, compra de insumos y producción de los pedidos con la ayuda de dos colaboradores y una sola máquina de impresión *offset*.

Actualmente la empresa ha crecido debido al aumento de la demanda de material publicitario y la necesidad de mercadotecnia de las empresas. Se cuenta con cuatro plantas de producción ubicadas en lugares estratégicos de la ciudad de Guatemala y de Mixco. La empresa cuenta con máquinas modernas de impresión *offset* e impresión digital, lo cual permite llegar a tener una mayor oferta y poder satisfacer la demanda de sus clientes. Las cuatro plantas

actuales cuentan con 36 colaboradores y además hay una sucursal de la empresa que funciona como franquicia.

La planta principal, en la cual se pretende implementar el sistema de control estadístico, cuenta actualmente con dos máquinas de impresión *offset*, dos maquina troqueladoras y una máquina de corte. Además, se tiene la colaboración de doce empleados distribuidos de la siguiente manera: cuatro empleados en el área de producción, un contador interno, un encargado en el área de pre prensa, dos empleados en el área de encuadernación, un encargado de logística y un encargado del área de ventas.

1.1.2. Descripción de la empresa

La empresa LitoExpress es una empresa de litografía dedicada al diseño gráfico e impresión *offset* y digital de material publicitario. Actualmente la empresa se encuentra en una etapa de crecimiento y cuenta con cuatro sucursales: tres dedicadas a la impresión digital y una a la impresión *offset*. Además, se cuenta con una franquicia. Todas las plantas y sucursales se encuentran ubicadas estratégicamente en diferentes puntos de la ciudad de Guatemala y Mixco.

LitoExpress tiene la capacidad de producir cualquier tipo de material publicitario, los siguientes productos son los más solicitados: tarjetas de presentación, bloc de notas, hojas membretadas, sobres, volantes, folletos, bifolios, trifolios, revistas, volantes, entre otros.

La gestión de la calidad será desarrollada en la planta ubicada en el municipio de Mixco, la cual maneja el proceso de impresión *offset*. Se mejora la

consistencia de la empresa y los productos al estudiar los procesos de planeación, control y aseguramiento de la calidad.

1.1.3. Ubicación de la empresa

La planta se encuentra ubicada en el km 15 de la calzada Roosevelt, en zona 7 del municipio de Mixco.

1.1.4. Visión y misión

La visión de LitoExpress es: “Ser una de la litografías principales e importantes en la industria litográfica, satisfaciendo las necesidades de nuestros clientes con calidad y rapidez”¹.

La misión de lito Express es: “Ayudar a sus clientes en el diseño gráfico e impresión de material publicitario, para lograr un crecimiento en la demanda en sus productos y servicios de su empresa”².

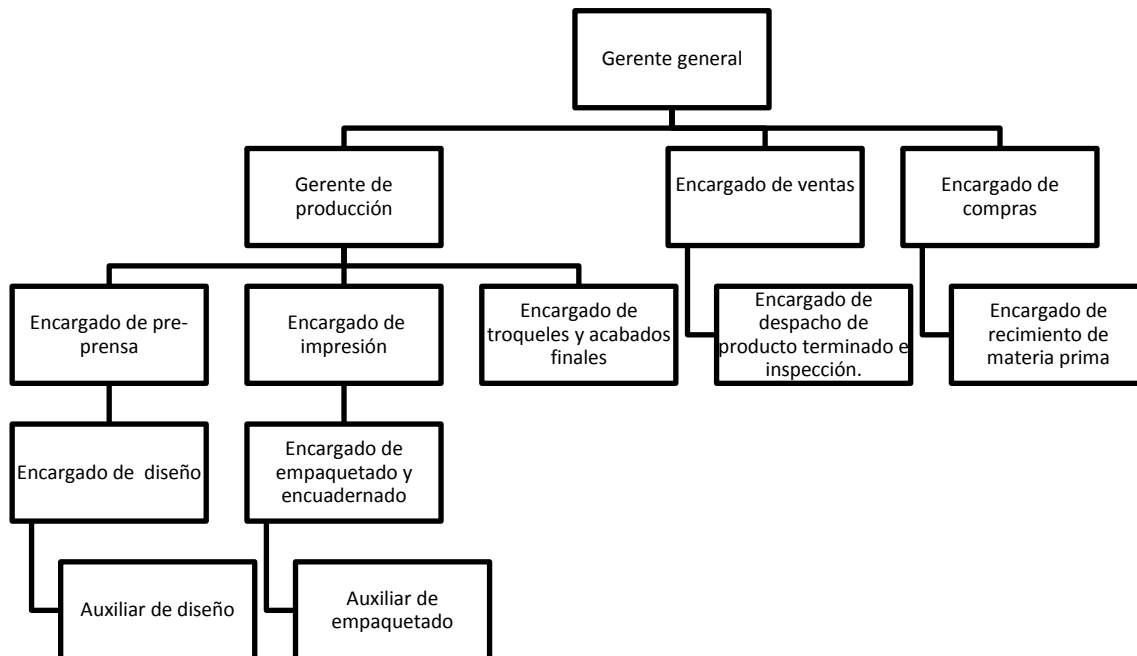
1.1.5. Organigrama actual

La empresa al ser pequeña y familiar tiende a variar el organigrama según las necesidades de la misma. A continuación, se presenta un organigrama general de la jerarquía que maneja la empresa:

¹ <http://landing.litoexpress.com.gt/servicio/>. Consulta (9 de agosto 2018)

² *Ibíd.*

Figura 1. Organigrama de LitoExpress



Fuente: elaboración propia.

1.1.6. Descripción de productos

Los productos que más se elaboran dentro de la empresa son los siguientes:

- Tarjetas de presentación
- Bloc de notas
- Hojas membretadas
- Sobres
- Volantes doble carta

- Volantes media carta
- Volantes f carta
- Folletos
- Bifolios
- Trifolios

1.2. Marco teórico

A continuación, se describe la historia de la imprenta, los tipos de impresión, la impresión *offset* y conceptos generales de la gestión de calidad.

1.2.1. Historia de la imprenta

Los pioneros en el arte de la impresión fueron los chinos. En la edad media junto con la invención del papel los chinos desarrollaron el primer tipo de imprenta. La técnica que desarrollaron los chinos consistió en labrar los caracteres del texto que iba a ser impreso en planchas de madera. Los caracteres quedaban en relieve y luego se entintaba la plancha y las hojas de papel se pasaban sobre los caracteres en relieve.

Este método era mucho más rápido que copiar los libros a mano y permitió obtener muchas copias iguales de un mismo original. Esta técnica fue utilizada para la impresión de los primeros calendarios, sin embargo, el lenguaje chino tiene muchos caracteres lo cual dificultaba el uso de la técnica.

Posteriormente en Europa, se construyó la primera imprenta a cargo del Juan Gutenberg. Se le atribuye a Gutenberg la invención de la imprenta, a pesar de que otras culturas más antiguas como los babilonios y los chinos ya hacían impresión en serie utilizando tipos hechos de arcilla y madera porque

Juan Gutenberg fue el primero en utilizar tipos móviles de metal. Entre 1436 y 1450 Gutenberg se asoció con Johannes Fust, quien le prestó 800 florines para que construyera la primera imprenta. Gutenberg fundió las letras metálicas y compró el pergamino para imprimir una biblia, la cual fue el primer libro impreso con una imprenta moderna.

Durante la construcción de la primera imprenta, el diseño de los caracteres metálicos móviles fue el mayor reto. Además, el material más común para la impresión era el pergamino. Este tipo de papel no era lo bastante liso ni lo suficientemente liviano lo cual no facilitaba un trabajo de impresión limpio y rápido. A pesar de la simpleza de la impresión, para Gutenberg significó el invertir su vida entera en el perfeccionamiento de ella. Logró revolucionar la vida cultural, política, social e incluso religiosa de una gran parte de la humanidad.

1.2.2. El arte de la impresión

Desde un principio las personas han necesitado comunicarse, después de que se lograra inventar la escritura se hizo necesario una forma de transmitir todos los escritos para que las personas pudieran leerlos. Para satisfacer esta necesidad se hicieron varios intentos que incluyó desde la escritura en piedra, hasta la copia manual de los textos cuando ya se utilizaba el papel. Sin embargo, se necesita un método más eficaz ya que la cantidad de lectores aumentaba más que la capacidad para reproducir textos.

Hay diferentes culturas a las cuales se les atribuye el invento de la primera imprenta. Antes que fuese conocida en Europa los chinos ya imprimían utilizando tipos de madera móviles, al igual que los babilonios. El método primitivo consistía en la utilización de planchas de madera a las cuales se les

pasaba la tinta por encima y luego a presión se imprimía sobre el material seleccionado.

Se le atribuye en el occidente a Johann Gutenberg el haber inventado la primera imprenta con tipos móviles metálicos. Gutenberg nació en la ciudad alemana de Maguncia, en el seno de una acomodada familia, alrededor del año de 1398. Este invento, uno de los más notables, se produjo justamente en medio de la gran conmoción intelectual y artística del Renacimiento. Y gracias a él, las ideas renovadoras se extendieron rápidamente por todo el mundo conocido.

1.2.3. Tipos de impresión

La impresión es el proceso donde ciertos materiales son estampillados por signos, palabras o imágenes, entre otros. Se clasifica dentro de las artes gráficas junto al dibujo, la pintura, el grabado, el diseño gráfico y la fotografía. Las artes gráficas se aplican en procesos de producción de empresas publicitarias.

Dentro de las técnicas más utilizadas para los procesos de producción de empresas publicitarias se puede mencionar:

- Litografía

La litografía es una técnica de impresión en relieve con el uso de cilindro de piedra, fue utilizada para la reproducción masiva de periódicos, libros y revistas. Este tipo de impresión es capaz de imprimir en ambas caras del material y fue utilizado hasta mitad del siglo XX.

- Flexografía

Esta técnica es utilizada para la impresión en papel celofán o plástico, para las envolturas de caramelos y golosinas, es así como las bolsas plásticas de las tiendas llevan la publicidad de la marca al comprador.

- Hecograbado

El huecograbado, es un proceso de impresión de gran tirada que utiliza un mecanismo de transferencia de tinta. La superficie de impresión es un rodillo metálico pulimentado recubierto por un conjunto de diminutas cavidades o celdas que conforman las imágenes a imprimir. El rodillo, que puede alcanzar una longitud de 2,5 m o más, está parcialmente sumergido en un recipiente de tinta líquida disuelta. A medida que gira va quedando bañado en tinta e imprimiendo la imagen.

- Serigrafía

Esta técnica se utiliza para la impresión de playeras, pañuelos, manteles, mantas publicitarias y toda tela o vinil. El grabador sostiene una pantalla de serigrafía compuesta por un bastidor y una malla tensada. Los retículos de la malla permitirán el paso de la tinta, mientras que otras zonas que rodean otras partes del bastidor, que no dejan pasar la tinta hacia la tela o vinil.

1.2.3.1. Impresión *offset*

El *offset* es un sistema de impresión que usa planchas de superficie plana. El área de la imagen por imprimir está al mismo nivel que el resto, ni en alto ni en bajo relieve, es por eso que se le conoce como un sistema planográfico. Se

basa en el principio de que el agua y el aceite no se mezclan. El método usa tinta con base de aceite y agua.

La imagen en la plancha recibe la tinta y el resto la repele y absorbe el agua. La imagen entintada es transferida a otro rodillo llamado mantilla, el cual a su vez lo transfiere al sustrato (al papel). Por eso se le considera un método indirecto, ya que la plancha no toca al sustrato. Las planchas para *offset*, por lo general, son de metal (aluminio), pero también las hay de plástico. Hay varias calidades de planchas que determinan el precio y el uso que se le da, de acuerdo con su resistencia y facilidad de reutilización.

Para la impresión *offset* se pueden utilizar dos tipos de máquinas: las de impresión de pliegos, también llamadas planas, o las de impresión en bobina (rotativas).

La primera utiliza impresión por hojas sueltas, que alimentan el conjunto de cilindros impresores pasando entre el cilindro o mantilla de caucho y el de presión. Luego se van apilando para su posterior plegado o corte. No necesitan hornos de secado, ya que seca por oxidación. Cada cuerpo contiene uno de los colores que se usarán para la impresión. Luego en una batea se inserta el color que se usará en la impresión.

El *offset* es el sistema más utilizado por los impresores debido a combinación de buena calidad y economía, así como en la versatilidad de sustratos. Otras ventajas incluyen opciones flexibles de acabado en la impresión, tales como colores especiales y barniz.

1.2.3.2. Proceso de producción *offset*

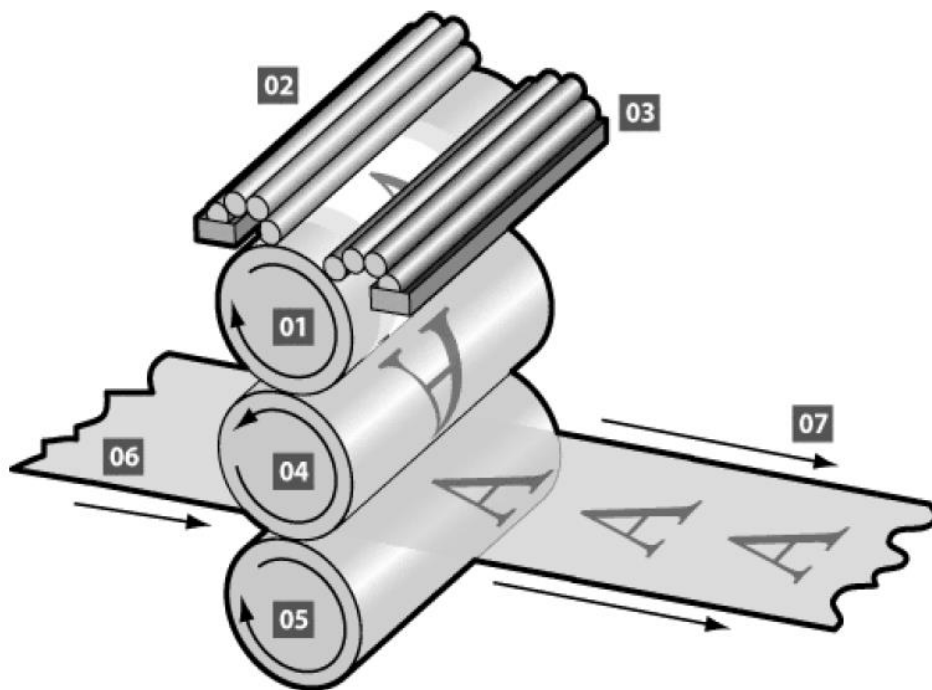
La empresa LitoExpress tiene un proceso de impresión llamado *offset*, para llevar a cabo un pedido se sigue el procedimiento que se explica a continuación; hay que tomar en cuenta que la producción de la litografía es intermitente.

- Se prepara la plancha. Tiene zonas que repelen el agua (hidrófugas) y zonas que la admiten o atraen (hidrófilas). Las zonas que la repelen serán las que tomen la tinta (que es de tipo graso).
- La plancha se coloca sobre el cilindro porta forma o porta plancha (01) y se engancha el papel al sistema (06).
- Una vez en marcha, los cilindros de mojado (02) humedecen con una solución especial las zonas de la plancha que deben rechazar la tinta. Las zonas que se van a imprimir están preparadas para rechazar el agua y quedan sin humedecer.
- La plancha sigue girando hasta llegar a los cilindros de entintado (03), que depositan una tinta grasa en la plancha. Como el agua repele la tinta, la plancha sólo toma tinta donde se va a imprimir, es decir, en las zonas no mojadas.
- La plancha, ya entintada, sigue girando y entra en contacto con el cilindro porto caucho (05), cuya superficie de caucho o similar en la mantilla. La imagen queda impresa de forma invertida (en espejo) en ese cilindro, que gira en sentido contrario a la plancha.

- El papel (06) pasa entre el cilindro porta caucho y el cilindro de impresión (05), que sirve para presionar el papel contra la mantilla.
- El papel recibe la imagen de tinta de la mantilla, que la traspasa ya en forma correcta (sin invertir), y sale impreso (07).

Este proceso imprimir un solo color. Cada sistema de cilindros/ plancha/ mojado/ entintado es un cuerpo rotativo capaz de imprimir un solo color. Para imprimir los cuatro colores se debe repetir el mismo proceso con cada color.

Figura 2. **Diagrama general de proceso de producción offset**



Fuente: *Glosario gráfico*. http://www.glosariografico.com/categoria_litografia_offset. Consulta:19 de abril de 2016.

1.2.4. Gestión de la calidad

La calidad es el cumplimiento de la totalidad de las características y herramientas de un producto o servicio que tiene importancia en relación con su capacidad de satisfacer ciertas necesidades dadas. Este principio se aplica para cumplir con el sistema de gestión de calidad que se busca establecer en la litografía.

La gestión de la calidad es un sistema que incluye la estructura organizacional, procedimientos y recursos necesarios para implementar un método que permita asegurar la efectividad de las actividades y procesos que se desarrollan para la elaboración de un producto o servicio. El parámetro para verificar la efectividad de un sistema de gestión de calidad se mide en base al grado con el cual logra satisfacer las necesidades de los clientes. Según Joseph Juran, un sistema de gestión de calidad se compone de tres procesos básicos: planeación de la calidad, control de la calidad y mejora continua de la calidad.

1.2.4.1. Principios de la gestión de calidad

Para implementar un sistema de gestión de calidad se debe tener una base que establezca los parámetros que se utilizarán para medir la efectividad de la propuesta. Se utilizará la norma ISO-9000. La gestión de la calidad está regida por principios que identifican la norma ISO-9000. A continuación, se hará una descripción de los principios.

1.2.4.1.1. Enfoque hacia el cliente

Toda empresa que produce bienes o servicios con fines de lucro tiene como objetivo generar utilidades, esto se logra cuando los clientes compran el producto. Es por esto que el enfoque al cliente es el primero de los principios y el más importante. Las organizaciones dependen, por lo tanto, de los clientes y se deben comprender sus necesidades actuales y futuras, satisfacer sus requisitos y esforzarse en superar sus expectativas.

1.2.4.1.2. Participación del personal

La gestión de la calidad se puede implementar en cualquier empresa independientemente del fin que esta desempeñe, el involucrar al personal en todos los niveles jerárquicos de la empresa es fundamental para el éxito de cualquier mejora de calidad que se pretenda implementar.

1.2.4.1.3. Gestión aplicada al proceso

Este es el principio más importante en la gestión de la calidad. Es necesario enfocarse en mejorar todos los aspectos relacionados con el producto o servicio como el proceso de producción. Un proceso se entiende como un conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman elementos de entrada en resultados. Se enfocan específicamente en las actividades que producen resultados en lugar de solo en el producto terminado, es decir en el resultado final. Este principio implica identificar los diferentes procesos que interactúan.

1.2.4.1.4. Mejora continua

A largo plazo se debe buscar aumentar el nivel del desempeño del proceso periódicamente. Esto se logra mediante el estudio de los resultados obtenido de mejoras implementadas previamente. Los principios de la gestión de la calidad expuestos anteriormente permiten mejorar constantemente los procesos.

2. ESTRUCTURACIÓN DE LOS PROCESOS

2.1. Descripción de la materia prima

El proceso de impresión posee una gran cantidad de variables que pueden afectar. Es por esto que es necesario conocer la materia prima que se utiliza para conocer qué estándares deben establecerse para un determinado producto. Como materia prima se tomará en cuenta aquello que permanece con el producto que se entregará. Esta aclaración se hace para no confundir la materia prima con los insumos.

La materia prima que tiene mayor relevancia en la calidad del producto final de una litografía es el papel, la tinta, los adhesivos, las planchas y los barnices. Se encuentra una descripción de las materias primas utilizadas:

- Papel

En el proceso de producción el papel es la materia prima más importante; esto es debido a que todas las características, elementos, especificaciones y requerimientos especiales se plasman en el papel. En conjunto con diferentes insumos permiten obtener el producto que se desee y todo esto se hace sobre el papel.

Debido a la variedad de productos que se realizan en la empresa se utilizan diferentes tipos de papel, los más utilizados son: el papel bond, papel husky, cartulina, papel coucha, papel sensibilizados y opalina, entre otros. A continuación, se presenta una descripción de los tipos de papel más utilizados.

- Tinta

La calidad de la impresión depende de la tinta utilizada. En un sistema *offset* la combinación de colores se obtiene de la mezcla de negro, magenta, cian y amarillo. Se toma en cuenta el roce, brillo, fijación y capacidad de emulsión para elegir la tinta adecuada.

- Adhesivos

Permite transferir la imagen del rodillo llamado mantilla, hacia el sustrato que el papel o superficie final de la impresión.

- Planchas

Las planchas están hechas de aluminio y el precio de cada una depende de la calidad de la misma. Se utiliza una plancha por cada color que se aplicará en la impresión.

- Barnices

Tiene como principal utilidad la de proteger la impresión y que la misma tenga una duración de vida mayor frente a rozaduras, humedad, manchas. Además, aporta acabados al papel que por sí solo no se podría lograr.

2.2. Descripción de maquinaria y equipo auxiliar

La maquinaria utilizada para el proceso de producción incluye dos impresoras marca Heidelberg Kord 64, una troqueladora marca Minerva

Heidelberg, una guillotina, una impresora marca Multilith 1250. A continuación, se presenta una breve descripción.

El proceso más importante al momento de producir un pedido es la impresión. La máquina marca Heidelberg Kord modelo 64 utilizada para el proceso de producción es una denominada de pliegos (llamada también plana). Esta máquina utiliza las hojas sueltas, que alimentan al conjunto de cilindros impresores pasando entre el cilindro o mantilla de caucho y bajo presión. Luego se van apilando para su posterior plegado o corte. No necesitan hornos de secado ya que se seca por oxidación.

Figura 3. **Máquina marca Minerva Heidelberg**



Fuente: *exapro*. <https://www.exapro.es/offset-un-color-heidelberg-heidelberg-kord-64-pe42442/#prettyPhoto>. Consulta: 15 de abril de 2016.

La troqueladora, marca Minerva Heidelberg, se utiliza según el tipo de procedimiento que se desea realizar. Se utiliza diferentes troqueles que desempeñan una función específica. Las dos operaciones más importantes que se realizan con la troqueladora es la de cortado; permiten realizar principalmente agujeros en el papel y numerado; permite numerar facturas y recibos, entre otros.

Figura 4. **Troqueladora marca Minerva Heidelberg**



Fuente: [exapro.http://imbabura.quebarato.com.ec/ibarra/heidelberg-minerva-tipografica-imprenta-troqueladora__BD19C4.html](http://exapro.imbabura.quebarato.com.ec/ibarra/heidelberg-minerva-tipografica-imprenta-troqueladora__BD19C4.html). Consulta: 15 de abril de 2016.

La guillotina se utiliza antes de realizar el proceso de impresión. Se utiliza para dar las especificaciones de tamaño requeridas para el papel. Cuando los trabajos son menores al formato de papel de papel de la máquina *offset* se calcula el número de unidades que se puedan imprimir en los pliegos papel.

Figura 5. **Guillotina**



Fuente: www.toen.xyz/orange?ref=20170103183731. Consulta: 15 de abril de 2016.

La impresora Multilith responde al mismo principio que el de la impresora *offset*. La diferencia radica en que la impresora Multilith es de formato pequeño. Se utiliza para la impresión de papel con grama desde 55 gr/m² hasta 240 gr/m². Se utiliza para la impresión de fotocromos sencillos, talonarios, facturas. La operación de la impresora Multilith es más sencilla que la impresora *offset* debido a que tanto la adquisición como el mantenimiento es menor que las máquinas *offset*.

Figura 6. **Impresora Multilith**



Fuente: www.toen.xyz/orange?ref=20170103183731. Consulta: 15 de abril de 2016.

2.3. Descripción del proceso de producción

El proceso de producción para los productos (tarjetas de presentación, bloc de notas, hojas membretadas, sobres, volantes media carta, volantes carta, folletos, bifolios, trifolios) se hace en cuatro fases: venta y compra, diseño, pre prensa y producción. La fase más importante es la de producción, la cual se divide en los siguientes procesos: corte inicial, impresión, troquelado, cortado final, acabados finales y por último encuadernación y empaquetado.

2.3.1. Venta y compra

La fase inicial es la de venta y compra. La fase de venta se encarga de llevar la mercadotecnia de la empresa. Dentro de las funciones que desempeña el departamento de venta es actualizar la página de internet, diseñar volantes y material publicitario para promover la empresa, recibir los pedidos y notificar las fechas de entrega y solicitar las especificaciones requeridas para llevar el proceso de impresión. El proceso de transformación de materia prima a producto final comienza con el diseño que recibe el encargado de ventas.

El encargado de compras se encarga de llevar registro de los insumos y materia prima necesaria para llevar a cabo el proceso de producción y, por lo tanto, de hacer los pedidos correspondientes. Además, lleva un control de la bodega y de lo que entra y sale de la misma.

2.3.2. Diseño

La segunda etapa es la de diseño. Hay un encargado de diseño y dos auxiliares. El diseño es aprobado por el encargado de ventas, una vez que el diseño cumple con los requisitos generales es llevado al gerente de diseño y verifica que sea apto para imprimir la imagen. Esta imagen es llamada la fotocomposición. Se hace para después generar un negativo, que es la parte fotomecánica del proceso de diseño.

Para la realización del negativo, se utiliza una película fotosensible que, tras una exposición a luz ultravioleta (UV), debe pasar por distintos baños donde se produce el revelado, la fijación final de la imagen, el lavado final y el secado para obtener la película con imagen (fotolito), esta se traslada a la fase de pre prensa.

Otras actividades que se hacen en la etapa de diseño son la de modificaciones menores al diseño que el cliente desea imprimir. Esto se hace para que la imagen tenga una mejor calidad y solo se hacen modificaciones de forma no de diseño y solo si hay previa autorización por parte del cliente, el cual tiene que firmar que está de acuerdo con las modificaciones que se realizan.

2.3.3. Preprensa

El encargado de preprensa se encarga de solicitar el material requerido para llevar a cabo las impresiones y se encarga de hacer la plancha que sirve de molde para hacer la impresión. En esta etapa se hacen modificaciones de características superficiales esto se hace con el propósito que en la tinta pueda ser transferida en las zonas donde hay imagen y sea repelida en zonas donde no hay imagen.

Este proceso de modificación superficial se hace con revelado tradicional en el cual se hace una mezcla de luz ultravioleta (UV) y reactivos químicos para obtener el revelado. Al revelado se le hace un lavado y se corrige en caso de ser necesario y, por último, se realiza el engomado.

La plancha con la imagen se endurece en un horno de calor. Actualmente la empresa está empezando a utilizar métodos digitales los cuales permiten que se utilicen menos químicos. Se hace una plancha por cada color que lleva el diseño. La máquina imprime un color a la vez.

2.3.4. Producción

Al proceso de producción se le llama a la transformación de la materia prima desde el corte inicial en donde se hacen las primeras modificaciones al

papel en donde se harán las impresiones hasta que termina el proceso en donde se arregla el producto para ser entregado al cliente. Las etapas que se describirán en el proceso son: corte inicial, impresión, troquelado, cortado final, acabados finales y encuadernación/empaquetado.

2.3.4.1. Corte inicial

El corte inicial se hace con la guillotina y está a cargo de un auxiliar del área de producción y es supervisado por el gerente de producción. En esta etapa del proceso inicial se corta el papel a determinados tamaños, dependiendo del trabajo por realizar y se hace previo a que pase a la impresión.

2.3.4.2. Impresión

La impresión es el proceso más importante y la impresora requiere que la persona tenga cierta experiencia y conozca bien las partes y requerimientos de la máquina. Es por esto que la persona que se encarga de la impresión es directamente el gerente de producción. En la máquina se utilizan las placas que son maquinadas en el área de pre prensa y se coloca el primer color de tinta por imprimir debido que se debe imprimir un color a la vez.

Las placas metálicas hechas en el departamento de pre prensa, que llevan el diseño por imprimir, se colocan en el rodillo de la máquina *offset*. Se transfiere la imagen con tinta a una cubierta de caucho que traslada la tinta al formato de papel o material que llevará la impresión. Se debe colocar el primer color de tinta por imprimir.

Antes de la impresión final un auxiliar del área de producción se hace cargo de verificar tener las cantidades correctas de los insumos y materia

prima. Revisa los registros de corte, colores correctos, márgenes y tamaño correcto de las imágenes. Al obtener buenos resultados en las pruebas de color se coloca y se ajusta el papel a la máquina y se procede a realizar la impresión. Se utilizan cuatro rodillos con los cuatro colores principales y, una vez impresos todos los colores, se dejan secar por oxidación.

2.3.4.3. Troquelado

El troquelado es un proceso complementario, realizado por un auxiliar del área de producción y supervisado por el gerente de producción. Es necesario esperar el tiempo suficiente para el secado de la tinta y barniz. El troquelado es el primero de los procesos utilizados para hacer acabos. Se utiliza en la empresa para hacer principalmente numeración y perforación.

Para realizar este tipo de acabados se utilizan diferentes troqueles, los cuales se escogen dependiendo del material impreso. Los más sencillos son los troqueles de perforación, que permiten hacer agujeros en el papel y el troquel de numeración se utiliza para numerar facturas, recibos y formularios.

El proceso comienza al hacer el arreglo correspondiente al material impreso, esto se refiere a la colocación de cuchillas, perforadoras y sisas en una tabla, la cual se coloca en la parte media de la máquina troqueladora. Posteriormente, se una inspección para verificar que los cortes no sobrepasan el área de impresión y si está dentro de los límites de la impresión. Por último, se procede a troquelar el material impreso.

2.3.4.4. Cortado final

El cortado final es una actividad a cargo del auxiliar de producción. Se hace en principalmente en productos que no llevan troquelado, principalmente se realiza en etiquetas y papel de regalo. El corte se hace mediante el uso de una guillotina. Las guillotinas permiten hacer un corte exacto y producto una menor cantidad de desprendimiento debido a la cuchilla de alto filo.

2.3.4.5. Acabados finales

Los acabados finales consisten en la aplicación de adhesivo a presión a los productos que lo requieran. Principalmente productos que son enumerados requieren este tipo de acabados finales, eso debido a que se debe seguir el orden relativo de la numeración. Entre los productos más comunes que requieren este acabado se encuentra la mayoría de talonarios.

2.3.4.6. Encuadernación y empaquetado

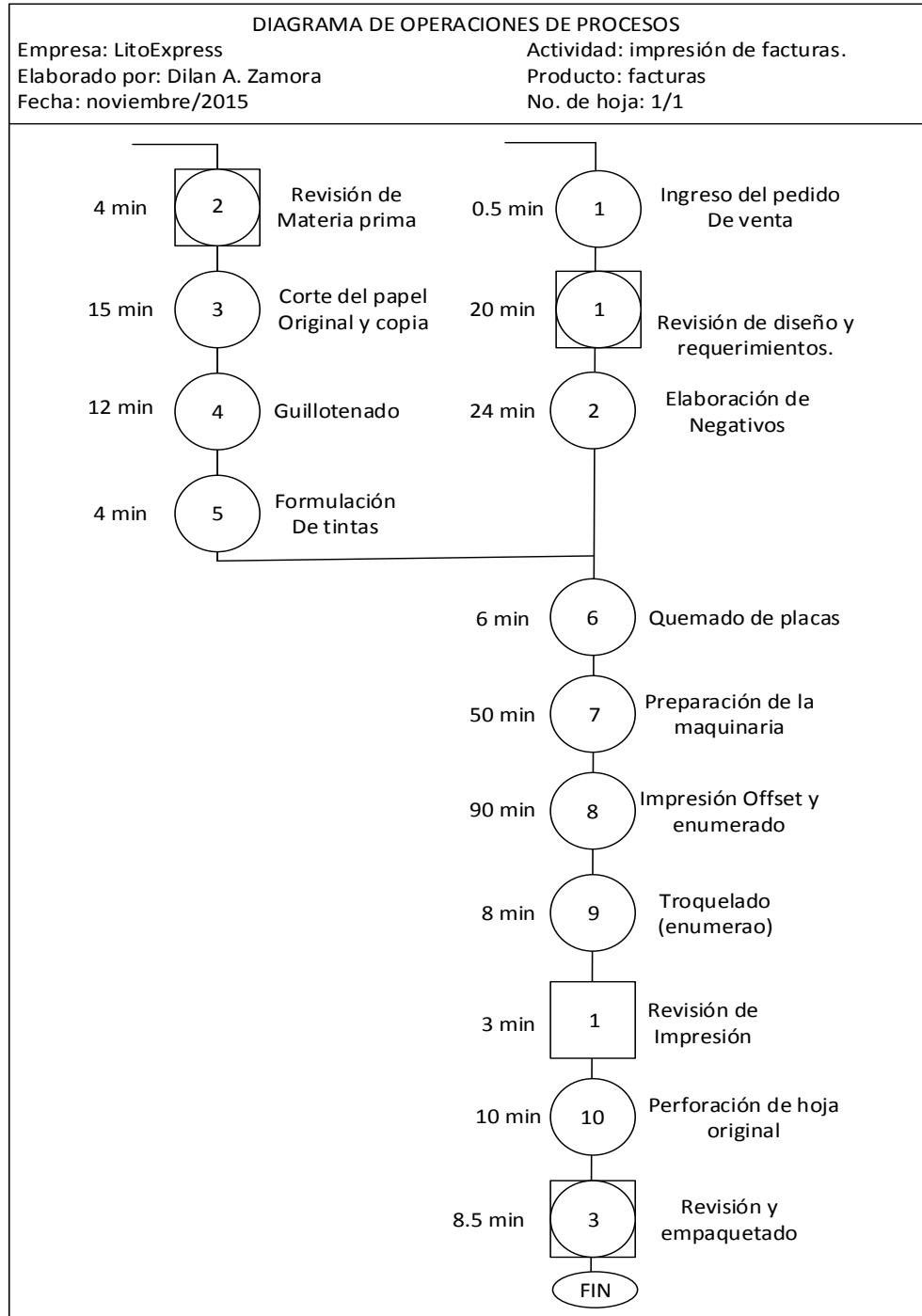
El último proceso es el de encuadernado y empaquetado. El encargado de empaquetado y encuadernado y el auxiliar de empaquetado están a cargo de revisar aspectos de color, acabados, pegado y sellado. Si hay elementos no conformes se hace el informe respectivo y se repite el producto que tenga algún defecto.

2.3.5. Diagramas de operaciones

La impresión *offset* se basa principalmente en los procesos, de diseño, corte, impresión, troquelado, estampado, realizado, pegado y revisado. Las variaciones son mínimas dependiendo del producto que será impreso. A

continuación, se muestra el diagrama operaciones del proceso de facturas; el cual permite tener una representación gráfica de las actividades necesarias que se llevan a cabo en el proceso, siguiendo la secuencia cronológica del mismo.

Figura 7. Diagrama de operaciones del proceso de facturas



Fuente: elaboración propia.

Tabla I. **Resumen de diagrama de operaciones del proceso de facturas**

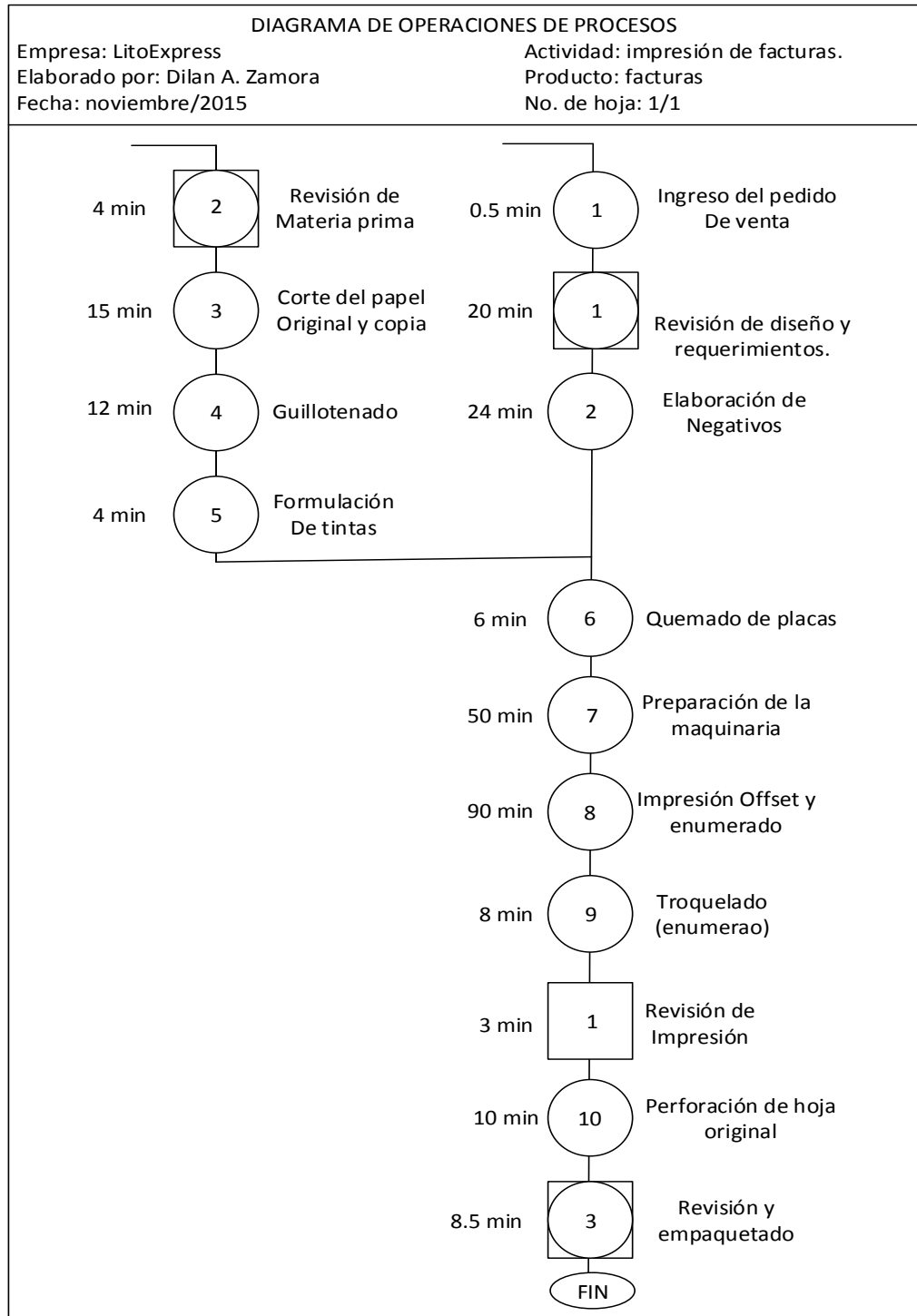
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TIEMPO
	Operación	10	219,5 min
	Inspección	1	3 min
	Combinación (operación e inspección)	3	32,5 min
Total			255 min

Fuente: elaboración propia.

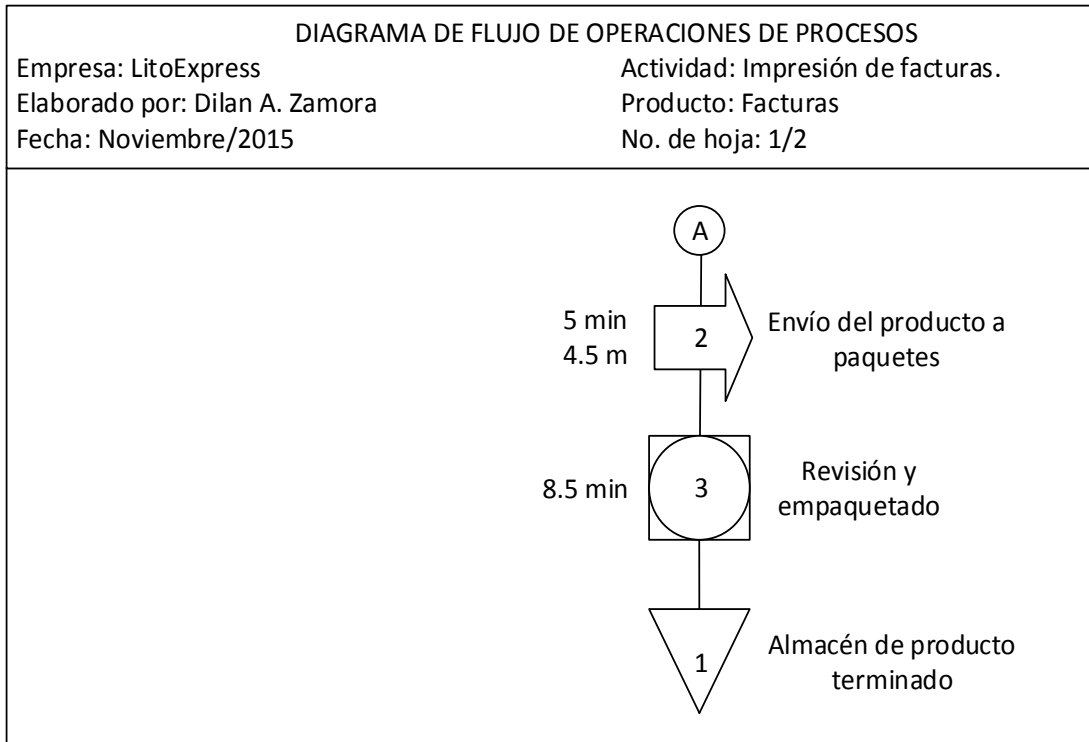
2.3.6. Diagramas de flujo

La producción de impresión *offset* se basa principalmente en los procesos, de diseño, corte, impresión, troquelado, estampado, realzado, pegado y revisado. Las variaciones son mínimas dependiendo del producto que será impreso. A continuación, se muestra el diagrama de flujo de operaciones del proceso de facturas.

Figura 8. Diagrama de flujo de operaciones del proceso de facturas

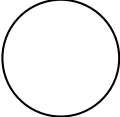

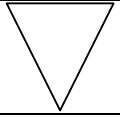
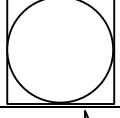
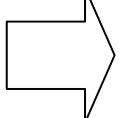


Continuación de figura 8.



Fuente: elaboración propia.

Tabla II. **Resumen de diagrama de flujo de operaciones del proceso de facturas**

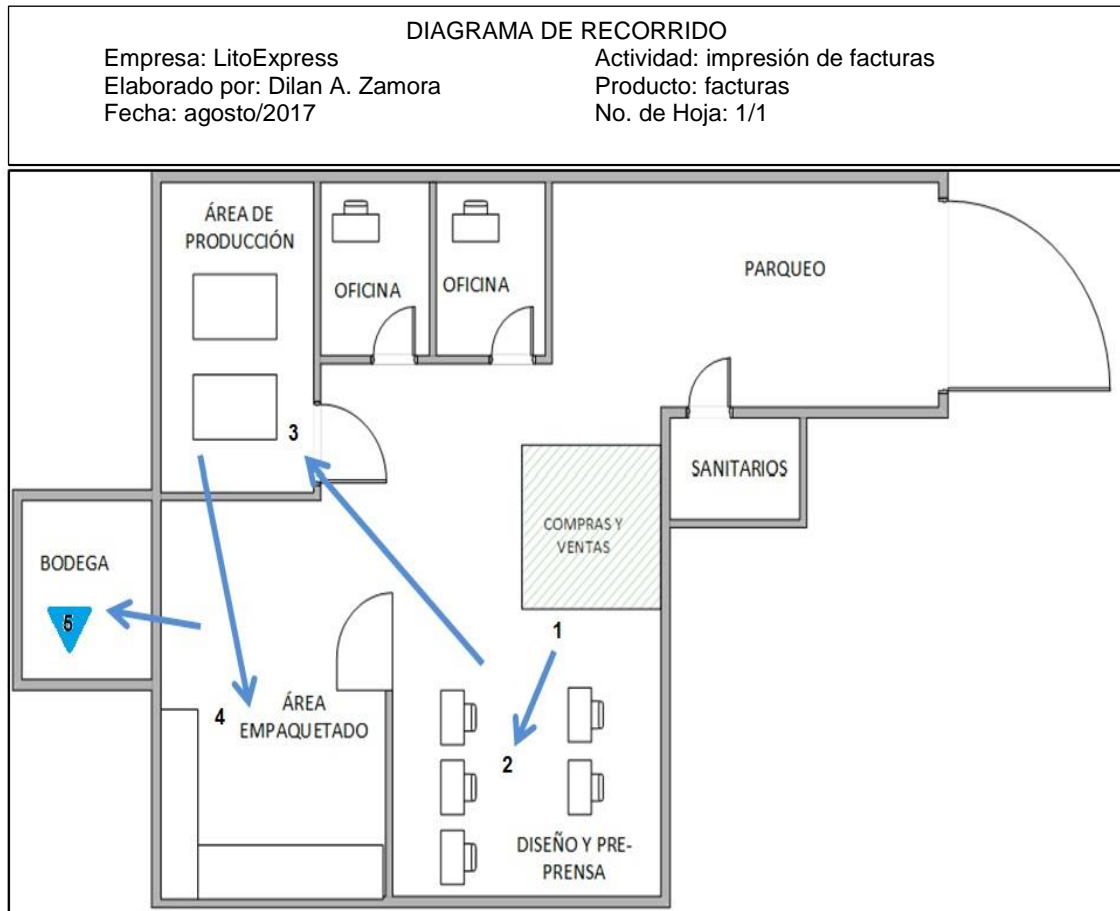
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TIEMPO/DISTANCIA
	Operación	11	218.5 min
	Inspección	1	3 min
	Almacenaje	1	N/A
	Operación combinada	3	32.5 min
	Transporte	2	4 min 4 m
TOTAL			254 min 4.5 m

Fuente: elaboración propia.

2.4. Descripción y distribución de la planta

La planta de producción se divide en cinco áreas, en las cuales se lleva a cabo el proceso de producción. La primera área es la de bodega donde se almacena la materia prima, la segunda es la de ventas y compras, la tercera área es la de diseño y preprensa, la cuarta área es el área de producción que es donde se lleva a cabo las impresiones, la quinta área es la de empaquetado.

Figura 9. Diagramas de recorrido



Fuente: elaboración propia.

2.5. Factores que influyen en la calidad

Se hará una descripción del control de calidad que actualmente se maneja en las áreas involucradas al proceso de producción: área de diseño y preprenta, producción y empaquetado.

La materia prima utilizada en el proceso de producción es revisada previo a ser aceptada en el área de bodega por el gerente de producción y en caso de no ser aceptada se llama al proveedor para reemplazar la materia prima. La persona encargada de llevar el control de la calidad de la materia prima es el encargado de ventas y el gerente de producción. Es importante mencionar que no se lleva ningún sistema de control de calidad cuantitativo.

2.5.1. Calidad en el área de diseño y preprensa

En el área de diseño se adecua la figura por imprimir para plasmarla en la placa que al final servirá para hacer la impresión. La forma de medir la calidad en esta etapa del proceso de producción es cualitativa debido a que se hace en base a la observación y el criterio del encargado de preprensa y del gerente de producción.

Como se mencionó, en el área de diseño se prepara la imagen que será transferida a la placa que llevará el diseño para la impresión. Por esta razón se toma en cuenta los colores que se utilizarán: negro, magenta, cian, amarillo y el blanco del papel para poder crear la paleta completa de colores. No se pueden realizar impresiones de colores metálicos y fluorescentes utilizando la paleta de colores antes mencionados.

La resolución de la imagen se revisa en caso el cliente pida que el diseño enviado sea impreso es una superficie mayor. Esto debido a que una imagen ampliada tiende a deformarse. Por último, se revisa el diseño para hacerle modificaciones menores que sean necesarios en beneficio del cliente, estas se hacen y se pide el consentimiento del cliente antes de imprimir el diseño.

Por último, el encargado de pre prensa revisa en todo momento el proceso de la fabricación de la placa que llevará el diseño final a la impresora Kord 64.

2.5.2. Calidad en el área de producción

Previo al proceso de impresión se realiza el cortado del papel o material que llevará el diseño. La operación de corte la lleva a cabo un auxiliar de producción. Este mantiene comunicación con el encargado de pre prensa que hace el montaje de negativos para elaborar las planchas y con el prensista. Esto se hace para determinar el tamaño correcto que llevará el sustrato que ingresará a la prensa.

El proceso de producción es llevado a cabo por el gerente de producción y dos auxiliares. Consiste en la comparación de los colores (características como tonalidad y la densidad) con el color esperado; también se revisa el registro del texto, líneas y otros elementos que lleve el diseño. Cuando ya se tiene el producto terminado se hace una revisión general del producto final comparándolo con las especificaciones de la impresión y que coincida con el diseño solicitado.

2.5.3. Calidad en el área de empaquetado

El empaquetado es el último paso antes de llevar el producto terminado al cliente. En este punto el producto impreso ya tiene los colores y especificaciones correctas por lo que el encargado revisa superficialmente que el producto cumple con los requisitos generales.

2.6. Costos de calidad de la empresa

Los costos de calidad de la empresa se derivan de un problema principal que es la falta de calidad productos por incumplir con los requerimientos y especificaciones solicitadas, esto ocasiona que haya pedidos rechazados. Los costos se dan por clientes insatisfechos, retraso con la entrega de los pedidos, reimpresión de pedidos rechazados y menos frecuentes los costos de prevención y aseguramiento.

- Costos de clientes insatisfechos

Estos costos son debido a que no se cumple con los requerimientos o especificaciones que el cliente deseaba en el producto porque no se manejan parámetros con los cuales se pueda medir la calidad que se entrega a los clientes. No existe una norma para medir los costos de un cliente insatisfecho pero hay estudios que calculan que el 48 % de los clientes que tuvieron un producto de mala calidad se lo dijeron a 10 o más personas.

- Costos por retraso con la entrega de los pedidos

Este tipo de costo es diferente con cada cliente con el cual se hace el contrato. La empresa se compromete con el cliente y esto a su vez permite que la empresa tenga una reputación que mantener dentro del mercado saturado. Estos costos se dan cuando no se entrega el producto dentro de la fecha especificada, por lo que se hacen descuentos sobre el valor total por cada día de retraso y ciertos casos la cancelación del pedido por el incumplimiento de fecha lo cual tiene un costo agregado. La empresa tiene una política del 10 % de descuento sobre el valor total del pedido por cada día que se retrasa el pedido. Para un pedido de 10 000 afiches que tienen un costo Q 1,20 c/u, el

pago total sería de Q 12 000,00 y generalmente tienen un tiempo de entrega de 7 días hábiles. Sin embargo, en promedio se tardar 3 días más de lo establecido por lo cual a un 10 % de descuento por día de retraso se tiene una perdida para la empresa de Q 3 252,00.

- Costos por la reimpresión de pedidos rechazados

También son llamados costos por acciones correctivas. Se realizan después de que ocurre la mala calidad y son los costos más altos de todos. Son causados por materiales y productos defectuosos que no satisfacen las especificaciones requeridas y, por lo tanto, no satisface las expectativas del cliente. Los costos por acciones correctivas incluyen los costos de reprocesar, costos ocultos como manejo, papeleo, retrabajo y reparaciones.

- Cálculo del costo de un reproceso

A continuación, se muestra el costo aproximado por unidad para un producto que se reprocesa. Se evalúa la velocidad de operación de la máquina donde se imprime para determinar cuántos pliegos se pueden imprimir durante el tiempo y estimar la pérdida de ingresos totales. Los costos varían dependiendo del producto que se imprima, pero para facilitar la estimación se utilizó un afiche con tamaño promedio doble carta.

Costo por millar = Q 118,00

Costo por unidad = $\frac{Q 11 800}{1 000}$ = Q. 0,118

Unidades por pliego = 8

Costo por pliego = Q 0,118 x 8 = Q 0,944

Velocidad promedio de la máquina = 6800 afiches/hora

Costos de utilización de máquina = Q. 0,984 x 6 800 afiches/hora =
 Q. 6 691,20/hora

Costo estimado en dólares = Q. 6 691,20/hora x \$ 1,00 = \$ 892,16/hora
 Q 7,50

Los reprocesos por lo regular resultan ser bastantes caras, en la tabla III se muestra el resumen sobre los costos que conlleva un reproceso.

Tabla III. **Costos que conlleva un reproceso**

Costos fijos	Costos/hora en (US \$)
Mano de obra	27,95
Electricidad	4,08
Materiales directos	11,25
Costos variables	
Utilización de maquinaria	892,16
Total	939,52

Fuente: elaboración propia.

2.7. Diagnóstico de situación actual

LitoExpress tiene como actividad principal la impresión de material publicitario. La planta utiliza un sistema de producción *offset* que permiten tener altos volúmenes de producción a bajo costo.

Actualmente, el Departamento de Ventas se encarga de la publicidad de la empresa mientras que el Departamento de Compras, de hacer los pedidos de materia prima e insumos de las órdenes de producción. Hay falta de control en la calidad de los pedidos de las placas para la impresión *offset*. Entre los errores más comunes que se pueden observar son: coloración de tinta

incorrecta o errores de diseño, esto provoca que el cliente rechace los pedidos y la empresa tenga pérdidas económicas al volver a imprimirlo. También los clientes prefieren cambiar de empresa y crea mala fama. Esto se puede resolver implementando un sistema integral de control de calidad.

El sistema de gestión de calidad busca disminuir el rechazo de pedidos; la investigación abarca desde el ingreso de la materia prima hasta la salida del producto terminado, en los departamentos de compra y venta, diseño, pre prensa, producción (impresión) y empaquetado. Es necesario tener registro de los pedidos rechazados y tipo de error en cada pedido de 2015. El tiempo para llevar a cabo la investigación se hará en un periodo de 5 meses.

3. DISEÑO DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD

3.1. Estándares en el manejo de maquinaria y equipo

La maquinaria y equipos utilizados para el proceso de producción de LitoExpress se divide en tres áreas principales: diseño, preprensa y producción.

El vendedor, al negociar el contrato, y llegar a un acuerdo involucra al área de diseño que tiene como función definir las especificaciones técnicas que el cliente necesita. Entre los aspectos que se toman en cuenta en esta parte de proceso se puede mencionar:

- Tipo y colores de papel
- Densidad de tintas
- Opacidad de tintas
- Ganancia de punto

La importancia de esta parte del proceso se debe a que la viabilidad del producto se determina en esta etapa. Además, si es solicitado por el cliente, se desarrolla completamente el diseño completo del producto.

El área de preprensa tiene a su cargo determinar el material requerido para producir. La cantidad de materia prima que se necesita, esta área busca optimizar la cantidad de materia prima e insumos necesarios para llevar a cabo la producción. A su vez, las placas se fabrican con un proveedor por lo cual este departamento tiene a su cargo realizar el pedido de las placas para hacer la impresión y verificar su calidad al ser recibidas.

Se requieren los siguientes equipos para realizar los diseños y la pre prensa de forma eficiente:

Computado iMac Apple con las siguientes especificaciones:

- Procesador: Inter Core i7 de 2,4 Ghz y Turbo Boost de hasta 3,7 GHz
- Memoria Ram: 16 GB
- Disco duro: 512 GB Flash PCI tipo SSD
- Video: Iris Pro Graphics de Intel y NVIDIA GeForce GT 750M 2 GB GDDR5

En el área de producción se tiene la siguiente maquinaria para el proceso de impresión:

- Impresora marca Heidelberg Kord 64
- Troqueladora marca Minerva Heidelberg
- Guillotina
- Impresora marca Multilith 1250

Los operarios generalmente utilizan la maquinaria y por experiencia y aprendizaje empírico determinan los problemas o situaciones que pueden llegar a presentar los equipos. Sin embargo, es importante tener un enfoque preventivo para evitar retrasos por maquinaria que no funcione. Para esto se debe darle mantenimiento periódicamente y llevar una bitácora del mismo.

Lo recomendado es hacer un chequeo general y limpieza mensualmente para prevenir el desgaste o desajuste de la maquinaria.

3.2. Herramientas estadísticas

Las herramientas estadísticas básicas son importantes porque permiten generar información de la cantidad de producto fabricado, el número de defectos en los productos fabricados, los retrasos y de esta forma mejorar la calidad al poder tener información estadística periódicamente.

Hay diversas herramientas estadísticas para recolectar la información. Las que serán aplicadas al proceso productivo de la litografía serán:

- Histogramas

El análisis de un histograma me permite conocer la estabilidad deseada en un cierto proceso. Los histogramas más estables son elevados en el centro y tienen simetría en el declive a ambos lados del mismo.

Al observar un proceso que pueda tener dispersión se debe de aplicar la siguiente metodología para hacer el histograma:

- Determinar el valor máximo, el mínimo y el rango.
- Establecer el número de intervalos.
- Calcular la amplitud aproximada de los intervalos.
- Redondear la amplitud de los intervalos a un número conveniente.
- Construir los intervalos anotando sus límites.
- Totalizar los datos que caen en cada intervalo.
- Identificar eje horizontal y eje vertical.
- Dibujar las barras para representar el número de datos en cada intervalo.
- Poner título al gráfico; indicar el número de datos totales.

- Identificar y clasificar la pauta de variación.
- Desarrollar una explicación para esa pauta.
- Listas de verificación.

Esta herramienta permite objetivamente valorar el estado del proceso que se esté sometiendo a control. Se puede aplicar a cualquier área del proceso por ejemplo, evaluación de materia prima recibida, controles del producto realizado o competencias del personal que esté laborando.

- Lista de verificación

Las listas de verificación son formatos creados para realizar actividades repetitivas, controlar el cumplimiento de una lista de requisitos o recolectar datos ordenadamente y de forma sistemática.

Es necesario para la empresa el uso de las listas de verificación para la verificación de materia prima; siendo el encargado de compras el responsable de esta lista. Esta lista permite llevar control sobre los proveedores de la materia prima e insumos. Para ver lista de verificación de evaluación de características requeridas de papel ver anexo 2.

La lista de verificación de materia prima debe ser firmada por el encargado de compras. Si hay algún error y la materia prima no cumple con los requisitos y características solicitadas el encargado de realizar las compras debe rechazar el producto y hacer una queja al proveedor. Ver lista de verificación general en anexo 3.

- Diagrama de causa y efecto

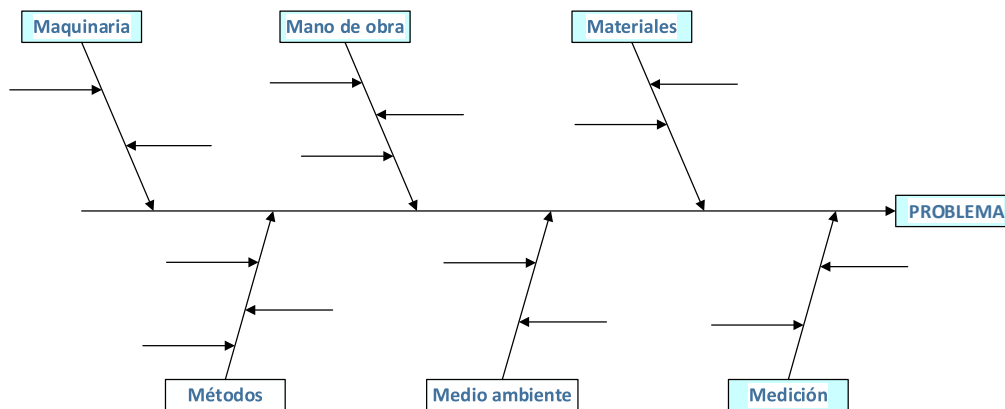
El diagrama de causa y efecto permitirá tener una visualización de las causas que explican un determinado problema. Esto permite orientar la toma de decisiones en base a las causas que tengan mayor incidencia dentro del proceso. Esta herramienta permite tener una forma sistemática de resolver un problema que no presente una solución clara. Es importante poder analizar el problema e identificar el problema general y no confundirlo con una causa. Se aplicará en la empresa para mejorar las características de calidad.

Se aplicará la siguiente metodología del proceso es el siguiente:

- Decidir la característica de calidad o efecto que se irá a examinar. Se coloca en el lado derecho del diagrama. Ver figura 10.
- Escribir las categorías utilizando las siguientes.
 - Maquinaria: se debe a los equipos y maquinaria utilizada en el proceso. Generalmente en la empresa este problema es debido a un mantenimiento no adecuado o descalibración del equipo.
 - Mano de obra: se debe a errores relacionados con las personas que manejan los equipos.
 - Materiales: debido a una mala calidad de la materia prima o insumos utilizados. También un material no adecuado al proceso es una causa de este tipo.
 - Métodos: los procesos no adecuados o procedimientos poco prácticos ocasionan causas.

- Ambiente: las causas se pueden deber al entorno en el cual se realiza el proceso.
- Medición: esto ocurre cuando no hay un método correcto para la toma de datos o medición del proceso.
- Realizar una lluvia de idea de las posibles causas y se relacionan con cada categoría.
- Generar ideas adicionales al cuestionar cada una de las causas anteriores.
- Se escogen las causas con mayor potencial de incidencia.

Figura 10. Diagrama causa y efecto



Fuente: elaboración propia.

3.2.1. Muestreo de aceptación

Los muestreos de aceptación se utilizarán para inspeccionar y mantener un control de la calidad en los lotes de materia prima, partes o productor terminados, entre otras actividades. El mismo permitirá aceptar o rechazar un lote con el fin de proteger a la empresa de un deterioro de la calidad.

3.2.1.1. Plan de muestreo

La empresa tiene dos intereses al aplicar los planes de muestreos de aceptación. Primero debe de rechazar los lotes de materia prima con defectos y también desea que los pedidos sean aceptados es por esto que se debe mantener un nivel de calidad adecuado. Un plan de muestreo no permite tener una confiabilidad total pero sí tener altas probabilidades de aceptar lotes buenos y que el producto realizado no sea rechazado. Los valores que la empresa establece como requisitos se establecen mediante los índices de calidad. Tales como:

- Nivel de calidad aceptable (NCA): en ingles también denominado AQL constituye el máximo porcentaje defectuoso que se considera aceptable como promedio del proceso.

Es el valor de p (c en el caso de los defectos) que tiene una probabilidad de aceptación de 0,95. La probabilidad de rechazo de un lote con estas características, $\alpha = 0,05$, se denomina el riesgo del fabricante.

- Nivel de calidad límite (NCL): es el nivel de calidad que será insatisfactorio, se deben rechazar los lotes que presenten este tipo de calidad. Se empleará este índice en el caso de la materia prima principal.

Es el valor de p (c en el caso de defectos) que tiene una probabilidad de aceptación de $0,10$. Probabilidad de aceptación de un lote con estas características $\beta = 0,10$, se denomina riesgo del consumidor.

Se empleará el plan de muestreo simple en donde se deberá establecer el nivel de calidad aceptable y el nivel de calidad límite. Para este método se aplicarán los siguientes pasos:

Se especificarán los valores porcentuales de NCA y NCL y el valor de probabilidad de aceptación correspondiente, los cuales se representan como $1-\alpha$ y β .

- Convertir estos porcentajes a proporciones.
 - $p_1 = NCA/100$
 - $p_2 = NCL/100$
- Calcular la razón de operación que es la relación entre las proporciones.
- $R_c = \frac{p_2}{p_1}$
- De acuerdo con los valores de a y b se debe buscar el valor de R más cercano a R_c y el número de unidades de aceptación se encuentra en la columna izquierda.
- En el mismo renglón en el que se localizó R , pero en la columna np_1 a la derecha de R , localizar el valor de np_1 . El tamaño de muestra se encontrará al dividir ese valor entre p_1 .

Consultar el convertidor de porcentajes a proporciones en el anexo 8.

El valor de la muestra se encuentra dividiendo el valor obtenido de la columna $n \times p_1$ entre p_1 .

- Equipo necesario para implementar el sistema de calidad:
 - pH-metro: verificar la concentración de cargas negativas o positivas de las tintas utilizadas. El pH-metro diferencia entre soluciones básicas, neutras y ácidas.
 - Densitómetro de reflexión: permite medir la densidad óptica en soportes opacos (impresos) a color, la lectura se basa en la luz reflejada en la superficie de la imagen.
 - Regla o cinta métrica: verifica el tamaño de la materia prima, como los pliegos o bobinas que ingresen.
 - Lente: sirve para verificar registro en la impresión indirecta.
 - Guías de color: es proporcionada por el cliente que permite comparar la tonalidad de los colores que se están imprimiendo contra los colores estándares de la guía.
 - Computadora para registrar digitalmente la información.
 - Tablero manual.
 - Calculadora.

- Lapiceros.
- Formatos establecidos para el sistema de calidad.

3.2.1.2. Selección de la muestra

Al seleccionar los artículos del lote que constituye la muestra, estos deben ser representativos de la población. A su vez, esta debe ser aleatoria para mantener la validez de la población. El método que se aplicará será el muestreo aleatorio simple.

En el muestreo aleatorio simple se asigna un número a cada uno de los N artículo del lote y al azar se seleccionan n de estos números para determinar que artículos del lote constituyen en la muestra.

3.2.1.3. Manejo de lotes rechazados

El plan de muestreo se utiliza para garantizar la calidad de la materia prima e insumos que se utilicen en la producción. Cada error encontrado representa perdida para la empresa debido al tiempo que toma volver hacer otro pedido. Es por esto que los controles de la materia prima e insumo se hacen al principio del proceso de producción.

Se hará una inspección en base a la ficha técnica que contiene las especificaciones de la materia prima y de los insumos. Si del total del lote hay por lo menos un 10 % con algún defecto, entonces se procederá a rechazar la materia prima y los insumos. Se debe notificar inmediatamente al proveedor para que este reemplace los artículos que tengan algún defecto. Esto permitirá

que el proceso de producción tenga menos contratiempos lo cual, a su vez, permitirá disminuir la cantidad de producto final rechazado.

3.2.2. Gráficos de control

Un gráfico de control es un diagrama que sirve para examinar si un proceso se encuentra en una condición estable o para asegurar que se mantenga en esa condición. El proceso por evaluar es estable cuando las únicas causas de variación presentes son de tipo aleatorias. El gráfico de control define un intervalo de confianza.

- Gráficos de control X y R

Se utilizarán los gráficos de medias (X) y rangos (R) los cuales permiten medir variables y determinan la tendencia central del proceso y su variabilidad a través del tiempo.

En los gráficos mencionados, la comparación se hace no con una medida individual, sino con la media de las características de una muestra de pequeño tamaño, estimando la variabilidad de este parámetro “x” mediante los recorridos muestrales.

- Límites de control: la herramienta estadística que se utilizará para controlar los procesos son la tendencia central y la variabilidad del proceso (medias y rangos)

$$LCI = X - A2 \times R$$

$$LCI = X$$

$$LCS = X + A2 \times R$$

$$X = (\Sigma x)/K$$

$$R = (\Sigma r)/K$$

Donde:

LCI: límite de control inferior

LCC: límite de control central

LCS: límite de control superior

X: media de medias

r: rangos

R: promedio de rangos

K: total de muestras

A2: dato de tabla de la muestra

Tabla IV. **Límites de control de la densidad en el color para papeles no recubiertos**

periodo 1	periodo 2	periodo 3	x	r	LCI	LCC	LCS
1,02	1,01	1,02	1,017	0,01	0,86	0,98	1,1
1,05	1,04	1,1	1,063	0,06	0,86	0,98	1,1
0,98	1,15	1,05	1,060	0,17	0,86	0,98	1,1
1,01	1	1,12	1,043	0,12	0,86	0,98	1,1
0,97	1,19	1,02	1,060	0,22	0,86	0,98	1,1
1,3	1,16	1,12	1,193	0,18	0,86	0,98	1,1
1,01	1,01	1,11	1,043	0,1	0,86	0,98	1,1
1,05	1,15	1,09	1,097	0,1	0,86	0,98	1,1
1,03	1,19	1,13	1,117	0,16	0,86	0,98	1,1
0,99	0,98	1,01	0,999	0,03	0,86	0,98	1,1
			0,979	0,12			

Fuente: elaboración propia.

$$X = 9,793/10 = 0,979$$

$$R = 1,15/10 = 0,12$$

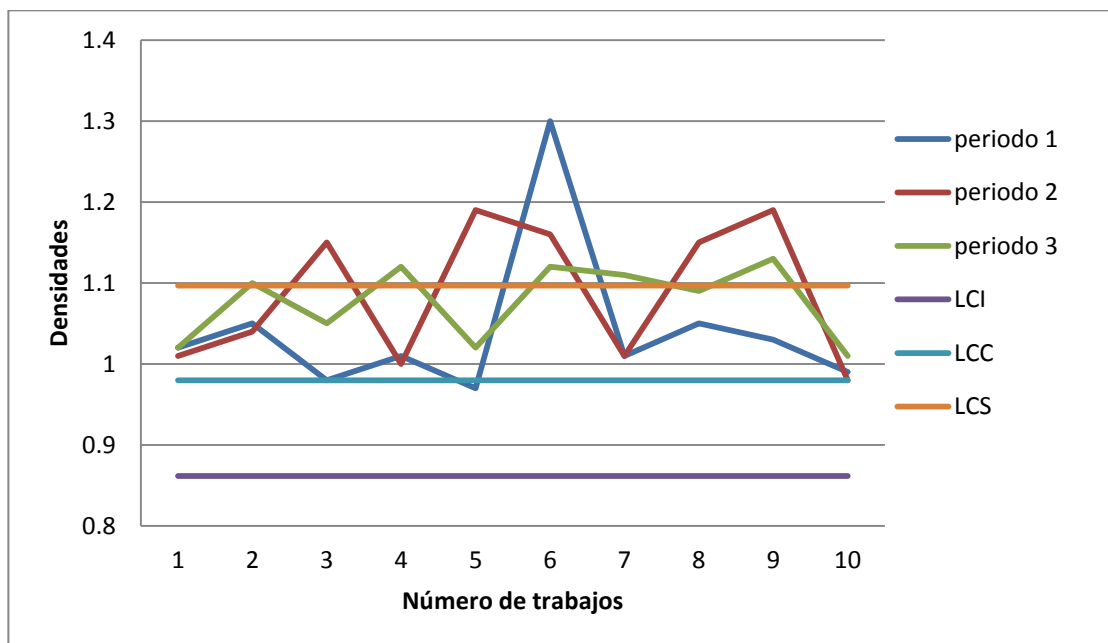
A2 = 1,023 (dato obtenido de tabla)

$$LCI = 0,979 - 0,12 (1,023) = 0,86$$

$$LCC = 0,98$$

$$LCS = 0,979 + 0,12 (1,023) = 1,1$$

Figura 11. **Gráfica de control de densidad de color negro en papeles recubiertos**



Fuente: elaboración propia.

Se puede observar en la figura 11 que en general la densidad de la tinta color negro tiende a estar sobre el límite de control central y en 8 puntos excede el límite de control superior. Este mismo control se aplicará también al arte por imprimir y a la placa. Este proceso será fundamental para la obtención del

producto final y la alteración de las especificaciones puede alterar y afectar el proceso de impresión final. Para esto se hará uso de una gráfica tipo C.

- Gráfica de control tipo C

Las características a medir no son medibles, es decir, son cualitativas por lo cual se utilizará un gráfico "C" el cual evalúa la cantidad de defectos por cada unidad.

$$LIC = C - 3\sqrt{C}$$

$$LCC = C$$

$$LSC = C + 3\sqrt{C}$$

Donde C = número promedio de defectos por unidades de revisión.

- Revisión de diseño

La persona encargada de la revisión del diseño determinará si el diseño o arte cumple con las características mínimas de pre prensa utilizando una lista de chequeo. Se deben cumplir con las siguientes cualidades para aceptar el trabajo, de lo contrario se rechaza: tipo de letra, colores no convertidos a proceso, diseños incompletos, rotación o ampliación de imagen inadecuada y sangrado inadecuado, entre otros.

A continuación, se presentan las características cualitativas que se medirán mediante una gráfica tipo C. Cada vez que no se cumple con algunas características y especificación se le denomina defecto. El departamento de pre prensa será el encargado de verificar el cumplimiento de los diseños.

Tabla V. **Características y especificaciones que debe cumplir cada diseño que ingresa al departamento de pre prensa**

Generales	Fuentes
<ul style="list-style-type: none"> • Si el trabajo es sangrado dejar un exceso de 1/8" de cada lado del trabajo partiendo de las guías de corte hacia adentro. • Para una impresión con margen blanco el mínimo debe ser ¼ "por lado de guía de corte hacia las imágenes. • En caso de foliares, estuches o productos troquelados guías de dobléz, sisas o guías de troquel. 	<ul style="list-style-type: none"> • Los documentos con poco texto es mejor enviarlos convertido a <i>path</i> o de lo contrario enviar fuentes. • No utilizar letras menores a 8 pt. En textos blancos y que sea <i>bond</i>. • Enviar fuentes, maleta y extensiones de preferencia. • Todos los textos deben estar en <i>paths</i>.
Colores	Fotos
<ul style="list-style-type: none"> • Si la impresión es <i>full color</i> debe convertirse a proceso. • El <i>overprint</i> debe ser solo negro. • Los colores no utilizados de la paleta deben ser eliminados. • Si los pantones son procesados hay variación de color respecto al pantone original. 	<ul style="list-style-type: none"> • Todas las fotografías deben estar en modo CMYK. • Si lleva <i>clipping path</i> grabarlo en formato Photoshop DCS 2.0. • Las fotografías deben rotarse en <i>Photoshop</i> y no en <i>freehand</i>. • No utilizar para <i>clipping path</i>, <i>magic wand tool</i>.

Fuente: elaboracion propia.

- Revisión de placas

Las placas no son hechas en la empresa por lo cual es necesario tener un control de calidad del ingreso de las mismas. Cada placa requiere 7 días para hacerla aproximadamente por lo cual disminuir la cantidad de errores que

puede haber en las placas puede beneficiar significativamente a la empresa al disminuir la probabilidad de tener un atraso con el pedido de un cliente y evitar pérdida de recursos como tiempo, tinta y papel. Es por esta razón que la revisión final de placas servirá como un sistema preventivo del proceso de impresión y un sistema correctivo al departamento de pre prensa.

El control de las placas es realizado por un encargado del departamento de pre prensa antes de entregar las placas al área de impresión. Se debe aplicar revisiones a todas las placas insoladas diariamente. El formato por utilizar en la revisión final se puede observar en el anexo 4.

3.2.3. Registro de información

Un reporte de calidad permite llevar una retroalimentación documentada del trabajo que se lleva a cabo en la planta y permite analizar los resultados fácilmente. De esta forma los reportes serán elaborados periódicamente para conocer el nivel de calidad que se está entregando a los clientes. Cuando haya un problema podrá observarse las causas más comunes de los distintos productos del proceso observando los defectos en un diagrama de Pareto.

3.2.3.1. Reportes de calidad

Se hará un resumen de los reportes de calidad del producto terminado para presentar la información del nivel de calidad alcanzado en la producción mensual de la empresa. Es necesario que la empresa establezca metas para tener un parámetro de referencia de esta forma los reportes mostrarán el porcentaje defectuoso y la cantidad de defectos por producto y podrán compararse con el valor esperado. Los reportes deben ser almacenados cronológicamente, de forma que al final del mes pueda construirse un reporte

similar con toda la información reunida durante este periodo. Ver propuesta de reporte de producto terminado en anexo 5.

3.2.4. Diagrama de Pareto

El diagrama de Pareto se basa en el hecho de que el 80 % de las consecuencias son causados por el 20 % de las causas. Por lo cual, aplicando este principio al análisis de los productos defectuosos, es de esperar que solamente ciertos defectos se vayan a repetir frecuentemente y que los demás ocurran esporádicamente y por lo tanto los esfuerzo deben ir orientados a resolver los problemas repetitivos. Al aplicarlo se ordenan en forma descendente, es decir, que el mayor número de defectos encontrado será la primera causa, con lo cual se puede observar en forma clara cuales son los aspectos que requieren más atención.

Estos diagramas pueden ser elaborados de acuerdo a la información reunida en los formatos de inspección utilizados. Y utilizarán la siguiente metodología para realizarlos:

- Determinar la problemática por solucionar.
- Determina las posibles causas en torno al problema.
- Recolectar los datos, esto quiere decir determinar en un periodo de tiempo la cantidad defectos de un producto. Verificando siempre que las unidades sean homogéneas y que el tiempo sea el mismo para todas las causas.
- Ordenar de mayor a menor con base en los datos que fueron recolectados.
- Calcular a partir de los datos ordenados el acumulado, el porcentaje y el porcentaje acumulado.

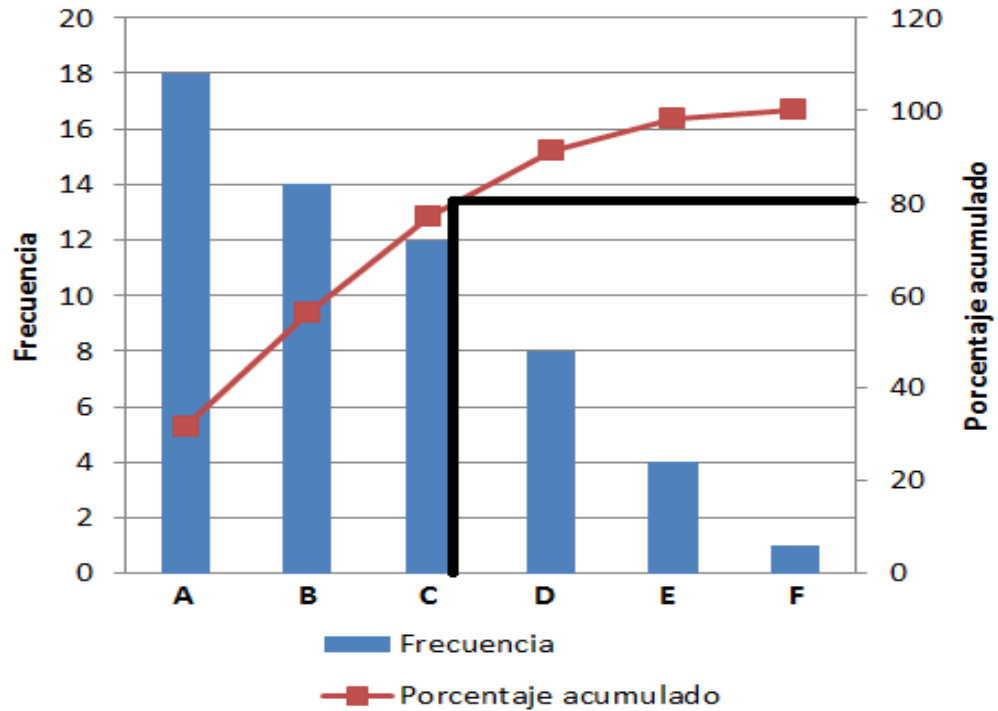
- Graficar las causas. En el eje X se colocan las causas y en el eje Y izquierdo la frecuencia de cada causa. .
- Graficar la curva acumulada. El porcentaje acumulado va de 0 a 100 % y se coloca en el eje Y derecho.
- Analizar el diagrama obtenido.

Tabla VI. **Recopilación de la frecuencia de las posibles causas de una mala impresión en papeles recubiertos**

Causas de una mala impresión	Frecuencia	Porcentaje acumulado
Impresión manchada (A)	18	32
Desalineación banda horizontal (B)	14	56
Desalineación banda vertical (C)	12	77
Impresión borrosa (D)	8	91
Colores incorrectos (E)	4	98
Falta de colores parcial o total (F)	1	100

Fuente: elaboración propia.

Figura 12. **Diagrama de Pareto de las posibles causas de una mala impresión en papeles recubiertos**



Fuente: elaboración propia.

Se puede observar que el 80 % de los problemas de impresión se debe a impresión manchada, desalineación de banda horizontal y vertical.

3.3. Requerimientos de calidad

Se hará el control de calidad de la materia e insumos, del proceso de producción y del producto terminado, por lo cual se definirán las características necesarias para llevar a cabo dicho control.

3.3.1. Control de calidad en la materia prima e insumos

- Papel y cartón

Es necesario establecer un acuerdo de comprar en el cual se defina la cantidad que conforma el lote. Además, debe establecer los detalles del procedimiento de muestreo, para asegurar que haya conformidad en los métodos utilizados de prueba y evaluación en el papel y cartón.

El muestreo se puede realizar tanto en la fábrica como en la bodega de almacenaje del comprado. Elegir hacerlo en un lugar o en otro depende de la forma de abastecimiento del papel. Cuando el abastecimiento del papel se hace en embalajes cerrados, bobinas, polines. Entonces el muestreo se puede realizar en el lugar de fabricación porque la extracción de muestras es difícil y no representativa estadísticamente.

El muestreo en la bodega de comprador es conveniente cuando el papel se hace varios proveedores, por lo tanto, debe hacerse en el momento en el que pedido sea entregado. El lote se establece tomando las bobinas o polines pertenecientes al mismo pedido y periodo de producción, con el objetivo de garantizar que el papel fue producido en forma continua y minimizar las diferencias entre un elemento y otro del mismo lote.

- Selección de la muestra

La muestra se selecciona tomando en cuenta el tamaño del lote o sublote, basándose al plan de muestreo definido para tal efecto. Las unidades de prueba de la muestra no pueden ser tomadas al azar de cualquier parte de la bobina o polín, deben tomarse cerca de la parte exterior para no destruir el rollo o polín.

Aunque es cierto que la selección de los especímenes en un embalaje cerrado no es estadísticamente representativo, en la práctica han dado buen resultado. Cuando los especímenes van a ser tomados de rollos, polínes, contenedores, y otros, se divide el lote en lugares no menores que un rollo o polín, a los cuales se les asigna un número para su selección por medio de una tabla de números aleatorios.

Se evalúan las características específicas del papel; definiendo el procedimiento de ejecución, así como los instrumentos más adecuados por utilizar con el fin de obtener un resultado que pueda compararse abiertamente en el valor especificado por el producto del papel. Se evaluarán las características físicas, mecánicas y ópticas.

- Características físicas
 - ✓ Gramaje
 - ✓ Calibre

El gramaje se define como la cantidad de masa de papel por unidad de área, generalmente expresado en gramos por metro cuadrado (g/m^2). La prueba de este tiene como objetivo el cálculo del gramaje de una probeta de papel con dimensiones determinadas por el sistema de medida utilizado. El rendimiento en el peso del papel depende directamente del gramaje por lo cual es de suma importancia para la industria de artes gráficas.

Para la extracción de las unidades de prueba, se utiliza un dispositivo de corte que permite la obtención de probetas sucesivas, de tal forma que las superficies de las mismas en un 95 % de los casos, no diferencien en más del 1 % en sus dimensiones.

Para realizar las mediciones de gramaje, existen varios tipos de balanzas que básicamente consisten en un brazo con una escala sensible al peso de la unidad de prueba con un área especificada de tal forma que proporciona la lectura directamente.

El procedimiento de evaluación consiste en tomar las unidades de prueba debidamente acondicionadas, fraccionándolas a un tamaño aproximado, luego se montan en un machote de metal que presiona la probeta y por medio de un dispositivo de corte bien afilado se eliminan los excesos y así se obtienen las unidades de prueba perfectamente dimensionadas.

Después se toma cada unidad de prueba y se coloca en el gancho de la balanza para realizar la medición, teniendo cuidado de que la lectura no se vea afectada por corrientes de aire o fricciones en la escala.

El calibre es la medida o dimensión en el sentido perpendicular al plano del papel; esta prueba tiene por objeto describir el procedimiento de la medida del espesor de una unidad de prueba. Para la medición del calibre se utiliza un instrumento llamado micrómetro.

Cuando se proceda a la extracción de los especímenes de esta prueba, debe tratarse de abarcar todo el ancho de la bobina o la dimensión del pliego que está perpendicular al sentido del hilo. De cada espécimen de la muestra, deben extraerse al menos cuatro unidades de prueba a un tamaño de 10 x 10 cm (4 x 4 plg). Antes de usar el micrómetro, se debe estar seguro de que el pie de presión y el yunque tengan superficies perfectamente limpias, que la calibración del instrumento fue previamente verificada y que el instrumento esté montado en una superficie sólida y a nivel libre de cualquier vibración sensible.

Se debe colocar la unidad de prueba sobre el yunque a una posición tal que todos los puntos de la periferia de la superficie de contacto estén al menos a 6 mm (0,25 pulgadas) de las orillas. El resultado de esta prueba se indica por el promedio de las lecturas de las unidades de prueba para cada espécimen de la muestra; valor que debe compararse con la especificación dada por el proveedor tomando en cuenta que la tolerancia normal de variación es de $\pm 0,0005$ " (0,00127 cm).

- Características mecánicas
 - ✓ Absorción del agua
 - ✓ Resistencia superficial
 - ✓ Resistencia al desgarro
 - ✓ Resistencia al plegado

Absorción del agua: consiste en la capacidad de absorción de agua del papel, denominada índice de COBB, que es la cantidad de agua absorbida por un metro cuadrado de papel. Esta prueba permite establecer un método para determinar la capacidad de absorción de agua por cualquier clase de papel.

El instrumento utilizado en esta prueba es el denominado aparato COBB; adicionalmente se utiliza papel secante de un gramaje de 200 a 250 g/m² y una ascensión capilar de 7,5 cm, un rodillo metálico pulido con una generatriz de 20 cm y de 10 kg de peso, una balanza analítica con una precisión de 1 mg, un cronómetro y una probeta de vidrio.

El tamaño de la unidad de prueba debe ser 12,5 x 12,5 cm, la cual deberá estar libre de dobleces, arrugas u otras manchas no comunes inherentes al

papel. Para pruebas en papeles que tengan una absorción menor a 100 g de agua por metro cuadrado, deberán analizarse por lo menos cuatro unidades de prueba y para aquellos papeles que tengan mayor absorción, utilizar ocho.

La medición inicia pesando la unidad de prueba que se va a analizar, después se coloca sobre la lámina de caucho, con la cara que se quiere ensayar hacia arriba. Se apoya entonces el cilindro sobre el borde pulido en contacto con la unidad de ensayo y a continuación se fija firmemente para evitar cualquier derrame de agua. Se vierten 100 cm^3 de agua a una temperatura de $20 \pm 1^\circ \text{ C}$, con lo que se obtiene una capa de 1 cm de altura sobre la unidad de prueba.

Al mismo tiempo que se vierte el agua, se pone en marcha el cronómetro, luego de haber ocurrido un tiempo prudencial, se invierte con cuidado, pero con rapidez, el dispositivo de ensayo, de tal forma que el agua vertida no entre en contacto con la superficie de la unidad de prueba y retira dicho cilindro; finalmente se coloca la unidad de prueba sobre una hoja de papel secante ubicada sobre la superficie plana y lisa.

Al cumplirse el período de tiempo elegido para el ensayo, se coloca una segunda hoja de papel secante sobre la cara que ha sido sometida al ensayo, y se elimina el exceso de agua por medio de un rodillo manual, el cual se pasa dos veces sin ejercer presión. Se considera como duración del ensayo el período que transcurre entre el momento en que el agua se pone en contacto con la unidad de prueba y cuando se coloca la segunda hoja de papel secante. Los tiempos más usuales se encuentran entre el intervalo de 30 a 300 segundos y la diferencia entre el momento en que empieza el secado y el momento en que se expulsa el exceso de agua es de 15 segundos.

Una vez que se ha secado la unidad de prueba, se pliega con la cara húmeda hacia adentro y se pesa inmediatamente, de manera que el aumento de peso, debido a la absorción de agua, puede ser determinado antes de que haya una evaporación del agua.

El resultado de la prueba se representa por el índice de COBB, el cual se obtiene por medio de la expresión matemática siguiente:

$$Cx = 100 M$$

Donde:

Cx = índice de COBB o capacidad de absorción de agua en un tiempo X segundos, expresado en gramos por metro cuadrado (g/m^2).

M = diferencia entre la pesada en seco y en húmedo (g).

El resultado de la prueba se indica, por medio del promedio de las lecturas de las unidades de prueba para cada espécimen de la muestra; valor que deberá compararse con el especificado por el suplidor.

Resistencia superficial: esta prueba sirve para determinar la resistencia del papel al arranque superficial; es aplicado a papeles con o sin recubrimiento a excepción de aquellos papeles de fieltro flojos tales como el papel secante.

Los instrumentos necesarios para realizar esta prueba son: un quemador Bunsen, una lámpara de alcohol, una antorcha de gas propano o un calentador eléctrico. Adicionalmente, se utiliza un juego de ceras de resina dura, no aceitosas, numeradas respectivamente de 2 A al 26 A. Cada cera está fabricada de acuerdo con una fórmula específica y moldeada en forma de barra con una sección de cruz de 1,8 x 1,8 cm.

El poder adhesivo de las ceras es en ascenso, de acuerdo con el número de identificación que tengan. Las barras de cera utilizadas en este método son calibradas por el fabricante usando como referencia ceras norma y además se comprueban en papeles estándar.

Para el análisis de esta prueba, se coloca la unidad que se va a ensayar sobre la superficie de trabajo que preferiblemente debe ser lisa, dura y mala conductora del calor (madera); se selecciona una cera que se estime por experiencia anterior que sea menos adhesiva que la cera que dañaría el papel.

Se limpia adecuadamente el extremo de la cera seleccionada, luego debe calentarse el extremo de la cera con una llama baja o en un elemento de calor eléctrico, rotando la candela lentamente entre el dedo pulgar hasta que varias gotas de cera fundida caigan, pero no debe dejarse que la candela se encienda.

Resistencia al desgarro: consiste en la fuerza media requerida para continuar el desgarro de una hoja de papel; si el corte inicial se efectúa en dirección longitudinal del sentido del hilo, se denomina como resistencia al desgarro longitudinal, y si es transversal, resistencia al desgarro transversal.

La prueba al desgarro se efectúa por medio de un aparato que consiste en un péndulo que puede oscilar sobre un eje horizontal apoyado en un soporte de muy baja resistencia a la fricción. El aparato consta de dos mordazas para sujetar el papel, una de las cuales está unida al bastidor y la otra al péndulo. En su posición inicial, antes de desgarrar la probeta de papel, el péndulo se separa de la posición de equilibrio y se sitúa en la posición de partida, por medio de un dispositivo que permite fijarla.

La distancia entre las dos mordazas debe ser de $0,28 \pm 0,03$ cm., y la superficie de sujeción debe formar un plano vertical que sea perpendicular al plano de oscilación del péndulo. Los bordes superiores de las superficies de sujeción deben estar situados en una línea horizontal distante 10,4 cm del eje del péndulo, y el plano que contiene a esta línea debe formar un ángulo de $27,5^\circ$ con la vertical.

El procedimiento del análisis de esta prueba se inicia formando la probeta de ensayo de cuatro unidades de prueba, las cuales se desgarran conjuntamente a lo largo a una distancia prudencial, utilizando un péndulo para aplicar la fuerza de desgarro.

El trabajo efectuado para desgarrar la probeta está dado por la pérdida de energía potencial del péndulo. La escala de que está provisto el péndulo está calibrada de tal forma que indica la fuerza media ejercida. La resistencia al desgarro se determina a partir de la fuerza media y el número de unidades de prueba que conforman la probeta.

Antes de proceder al ensayo debe nivelarse el aparato y comprobar la posición cero, luego se desplaza el péndulo hasta que se fija la posición de partida. Se sujeta la probeta por medio de las mordazas teniendo cuidado de que quede correctamente orientada con la cara de tela frente a la cuchilla que efectúa la incisión inicial.

Seguidamente, se practica la incisión inicial y se actúa sobre el resorte de sujeción del péndulo para que este adquiera un movimiento de oscilación que produce el desgarro del papel. Sin dejar de actuar sobre el resorte de sujeción, se sujeta este suavemente con la mano cuando se acerque, como consecuencia de la oscilación, a su posición de partida, se anotará la lectura indicada por la aguja.

Se sitúa de nuevo el péndulo y la aguja en su posición inicial y se separa la probeta desgarrada de las mordazas. El procedimiento se repite con las siguientes probetas, y se orientan las caras tela y las caras superiores alternadamente.

El resultado de esta prueba se expresa como la resistencia al desgarro o como el índice de desgarro y queda determinado por medio de las fórmulas siguientes:

$$a = sp/n$$
$$x = 100 a/G$$

Donde:

a = resistencia al desgarro expresado en gramos fuerza (gf).

S = valor medio de las lecturas de la escala en la dirección ensayada.

p = factor del péndulo. Este valor depende del gramaje del papel. Siendo 8, 16 o 32 cuando el papel tiene gramaje 60 g/m², 80 g/m² o 120 g/m².

n = número de unidades de prueba que compone la probeta (generalmente 4).

x = índice de desgarro.

G = gramaje (g/m²).

El resultado de la prueba es un valor para cada espécimen que conforma la muestra y debe compararse en el valor especificado por el suplidor.

Resistencia al plegado: para esta prueba, es necesario definir qué es un doble pliegue: consiste en plegar el material primero en un sentido y luego en otro. La resistencia al plegado es el logaritmo decimal del número de doble pliegue, requerido para originar la ruptura de una unidad de prueba del papel ensayado, bajo el esfuerzo de tracción específico del aparato de ensayo utilizado.

Para el análisis de esta prueba se utiliza un instrumento de plegado tipo Mit, con un arreglo de ventilador extractor para mantener el área sujeta a doblez a temperatura de acondicionamiento.

Se deben someter a ensayo como mínimo cuatro unidades de prueba en cada dirección del sentido del hilo del papel cortarse a un ancho de $15 \pm 0,01$ mm con una longitud de 13 a 15 cm. Las unidades de prueba deben estar libres de arruga o manchas, y deben tener un corte limpio y paralelo.

El procedimiento de esta prueba consiste en mover la pieza oscilante hasta que la abertura esté vertical, y luego colocar un peso de un kilogramo en lo alto del embolo balanceador. La unidad de prueba debe fijarse firmemente y a la escuadra en las mordazas, sin tocar los lados del plato de montura oscilante; el peso debe quitarse y desatornillarse el seguro del embolo para aplicar la tensión especificada a la tira de prueba.

Colocar el contador en cero y el ventilador casi tocando la unidad de prueba y la pieza de plegado. Luego se debe arrancar el ventilador y el motor del instrumento, doblando la tira a la razón uniforme de 175 ± 25 dobles plegados por minuto hasta que se rompa. El número de dobleces de pliegues antes de la ruptura debe ser anotado.

Estos resultados al igual que las pruebas anteriores se comparan con la especificación del suplidor del papel.

- Características ópticas
 - ✓ Blancura
 - ✓ Opacidad

Para la prueba de blancura es necesario definir el término factor de reflectancia (R); consiste en la relación, expresada en porcentaje entre la radiación reflejada por un cuerpo y la radiación reflejada por un difuso reflector perfecto en las mismas condiciones.

El factor de reflectancia intrínseca (R_i) es el factor reflectancia de un conjunto de hojas superpuestas del material ensayado, lo suficientemente grueso como para ser opaco.

Para el análisis de esta prueba, se utiliza un instrumento denominado reflectómetro que es utilizado y equipado para medir el grado de blancura.

El área mínima para las unidades de prueba es de 7,5 x 15 cm, las cuales deben estar exentas de marcas de agua, impurezas o cualquier otro defecto visible del papel. Deben utilizarse como mínimo cuatro y deberán protegerse contra cualquier contaminación, así como a la exposición innecesaria de luz, colocando una tapadera de cartón suficientemente grueso en la parte superior del grupo y otra en la parte inferior.

El procedimiento de esta prueba consiste en comprobar primeramente que los filtros adecuados se encuentran en los haces luminosos y luego se quitan las tapas superior e inferior del paquete de unidades de prueba; sin tocar la zona de ensayo, se mide el factor de reflectancia intrínseco de la primera hoja.

Siguiendo las instrucciones operatorias del aparato utilizado, luego se anota la lectura con una precisión de 0,1 unidades. Se repara la unidad de prueba superior que se colocará en último lugar, efectúa la medida del factor de reflectancia de la segunda unidad de prueba y se repite el procedimiento hasta haber tomado lecturas a todas las unidades de prueba que conforman la

probeta. Luego debe realizarse lo mismo para la cara inferior de las unidades de prueba.

Para comprender la opacidad se definen los siguientes términos: factor de reflectancia luminosa (R_L) que corresponde al atributo de la sensación visual, por lo cual una hoja de papel sobre fondo negro, se considera que refleja luz incidente. Factor de reflectancia luminosa intrínseca (R_{Li}) es el factor de reflectancia luminoso de un conjunto de hojas superpuestas, lo suficientemente grueso como para ser opaco. Opacidad es la relación, expresada por el tanto por ciento que hay entre el factor de reflectancia luminosa de una hoja de papel, sobre fondo negro y el factor de reflectancia luminosa intrínseca del mismo grupo de hojas de papel.

Para determinar las reflectancias, se utiliza un instrumento denominado reflectómetro, el cual se usa en la prueba de blancura.

El procedimiento es básicamente el mismo que se utiliza en la prueba de la blancura para el valor de la reflectancia intrínseca, y para la reflectancia luminosa se efectúan las lecturas utilizando el cuerpo negro como apoyo de la unidad de prueba, y se anotan las correspondientes lecturas.

El resultado de la prueba se expresa por la relación que existe entre la reflectancia luminosa y la reflectancia luminosa intrínseca para cada cara del papel, debe como mínimo calcularse con tres cifras significativas.

$$O = R_L / R_{Li}$$

Donde:

O = opacidad

R_L = reflectancia luminosa

R_{Li} = reflectancia luminosa intrínseca

Se calcula la opacidad promedio para cada cara de papel y se anotan los valores correspondientes a cada espécimen de la muestra, al igual que en la prueba de la blancura los valores de ambas caras no deben diferenciarse por más de 0,5 %, en caso contrario, se tomarán independientemente los valores de cada cara de papel. Los valores promedio deben comprarse con el valor especificado por el suplidor del papel.

- Tintas

El lote debe determinarse de acuerdo con las unidades recibidas en un mismo embarque, del mismo suplidor, tipo y color.

Luego debe seleccionarse la muestra, para lo cual es necesario que todos los botes de un mismo lote se identifiquen por medio de un número de control, el cual a su vez servirá para determinar los elementos de la muestra por medio de una tabla de números aleatorios.

Para determinar el tamaño de la muestra, que está en función del tamaño del lote y del nivel de inspección aplicado, se utiliza la tabla XL del Anexo 2, el cual está basada en la Militar Estandar 105 para un plan de muestreo sencillo; este por experiencia ha demostrado ser el más adecuado y económico que satisface el requerimiento de calidad de tintas.

Una vez se ha seleccionado la muestra, se procede a extraer las unidades de prueba según se especifique en el método de prueba de la característica analizada. Las unidades de prueba deben acondicionarse en pequeños

recipientes cerrados de tal forma que queden asiladas de cualquier contaminación de exterior, y deben identificar de acuerdo con el bote de donde fueron extraídas.

Las características principales de la tinta son:

- Longitud
- Tonalidad
- Tamaño de grano
- Brillo
- Densidad

En cuanto a la longitud de la tinta, estas deben ser preferiblemente largas; la prueba para la longitud consiste en tomar una pequeña porción de tal manera que pueda acomodarse en el dedo índice; luego dicho dedo debe hacer contacto con el pulgar de la misma mano, para que cuando estos dedos se separen la tinta forme un hilo. Si el hilo que se forma llega aproximadamente a tener una longitud de un centímetro, se considera que la tinta es corta; pero si el hilo llega a tener una longitud de aproximadamente tres centímetros, se considera que la tinta es larga.

La tonalidad se especifica por medio de una muestra húmeda, la cual consiste en una pequeña porción de tinta almacenada en un recipiente perfectamente cerrado, que generalmente se utiliza como patrón proporcionado por el suplidor de tintas. La prueba para la tonalidad consiste en la comparación de tonalidad e intensidad de color entre una película de tinta estándar y la que se desea evaluar, ambas aplicadas en un fondo blanco. Esta prueba debe hacerse en una boleta especial denominada estándar *drawdown sheet*, en la cual del lado derecho se analiza la tinta estándar y del lado izquierdo la tinta

que se desea evaluar; además dicha boleta posee una franja negra, la cual sirve para comparar la transparencia de ambas tintas.

Luego debe evaluarse si existen diferencias de tonalidad, intensidad y transparencia entre ambas tintas. En caso de haber una diferencia notoria o apreciable entre las tintas, significa que la tinta evaluada cumple con las especificaciones; en caso contrario, no.

Tamaño del grano: se especifica dentro del rango de una a cuatro micras, considerando como tolerancia aceptable \pm una micra, sobre el valor que especifique el fabricante. La prueba consiste en determinar el grado de molienda de la tinta por medio de un instrumento denominado nonómetro, el cual consiste en un bloque de metal estable que contiene dos pistas, a cada una de ellas con una profundidad que varía gradualmente; dicha profundidad se encuentra calibrada de 0 a 10 micras. Se toma la lectura en la escala generalmente ubicada al lado izquierdo del bloque donde se determinará el grado de molienda de la tinta que se desea evaluar con el patrón especificado.

El procedimiento de la prueba del tamaño del grano consiste en colocar las dos tintas en el manómetro y con una espátula se realiza el arrastre de ambas tintas, y se dejan de esa manera dos franjas de tinta, las que se analizan de la forma siguiente:

Debe observarse la franja de tinta de cada pista para apreciar la presencia de unas líneas debidas al arrastre de pigmentos salientes y luego se determina el límite superior del área donde se encuentran concentradas dichas líneas y se procede a tomar la lectura en la escala del instrumento. Después de tomar la lectura de molienda, tanto para la tinta estándar como para la tinta que se desea evaluar, se comparan dichas lecturas y se observa que entre ellas no

debe haber una diferencia mayor de una micra para considerarla que cumple con la especificación.

La densidad se especifica por el proveedor de tintas y se considera como una tolerancia normal de variación $\pm 5\%$ sobre el valor especificado. La prueba para la densidad consiste en la comprobación de la relación del peso sobre el volumen de la tinta. Dicha relación afecta directamente el rendimiento de la tinta en la impresión.

El procedimiento del análisis de la densidad se inicia tomando un recipiente con fondo curvo y de volumen conocido en el cual se deposita la cantidad de tinta que llene el recipiente, luego se pesa y se aplica la siguiente relación:

$$D = P / V$$

Donde:

D = densidad

P = peso

V = volumen

El resultado obtenido se compara con la especificación proporcionada por el fabricante de la tinta; si la diferencia entre ambos valores es de mayor del 10 %, se dice que la tinta no cumple con la especificación.

Los defectos más comunes en las tintas litográficas son; longitud de tinta corta, que provoca problemas de transferencia en la batería de entintado de la máquina impresora; defectos en la tonalidad que provocan un cambio en la

apariencia del impreso; tamaño del grano de la tinta muy grande, que causa daños en las placas de impresión y acelera el desgaste en los rodillos entintadores; tintas con falta de concentración provocan problemas como el repinte, empaste de los rodillos y bajo rendimiento. Por tales problemas, es necesario mantener un control de calidad en el ingreso de las tintas, para que no se presenten en el proceso.

3.3.2. Control de calidad en el proceso de producción

El control de calidad para el área de producción es específicamente para el proceso de impresión. Es importante que se conozcan los siguientes datos:

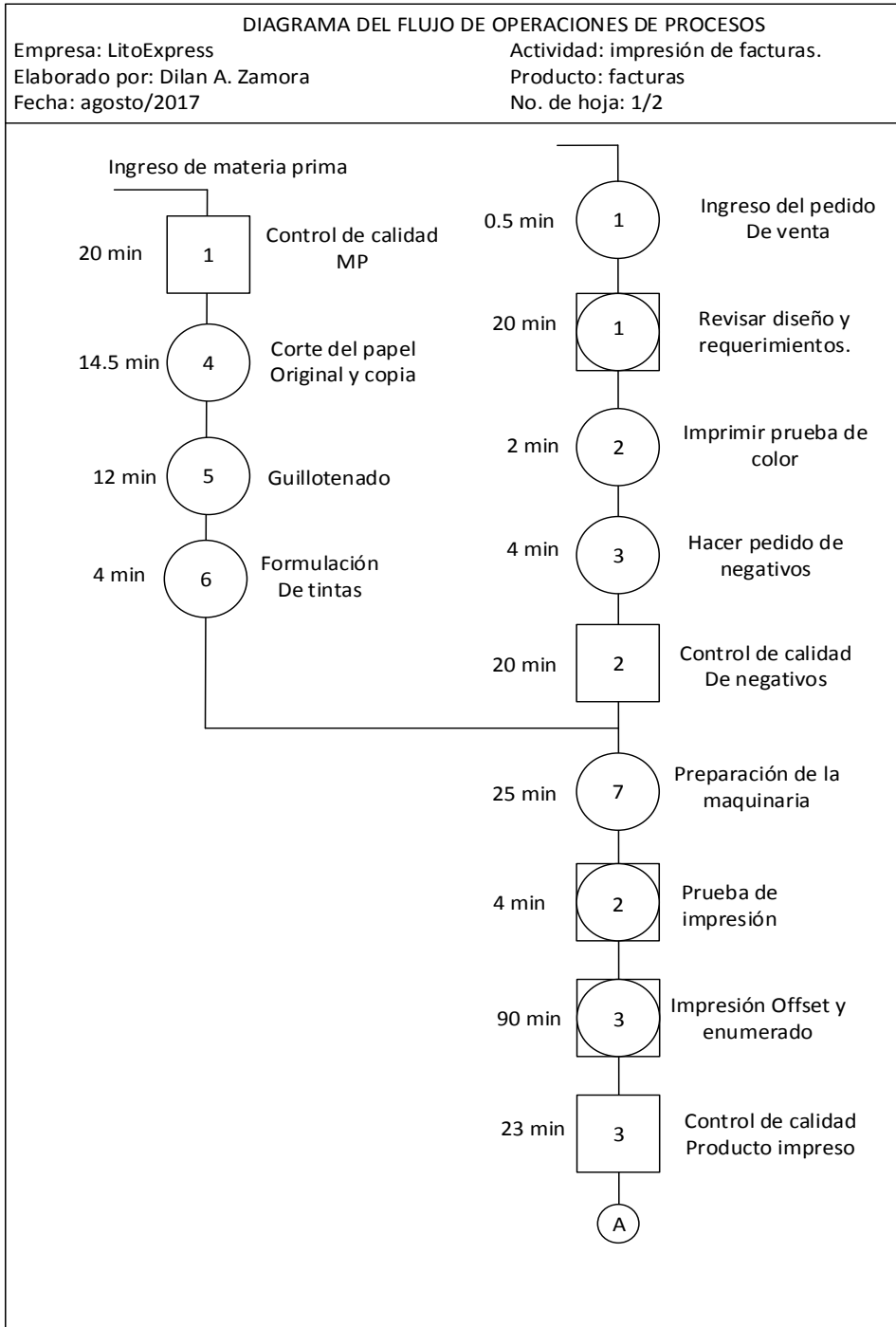
- El control de calidad se basa en el control de sus principales características y en la incidencia que los defectos tienen en ellas.
- Para el control de la densidad, se utiliza el gráfico de promedio y rangos (X-R), para el control de la tonalidad y el registro se utiliza el gráfico p (porcentaje defectuoso).
 - Color: se controla por medio de tonalidad y la densidad que son sus características representativas.
 - Tonalidad: la construcción del gráfico de control p (porcentaje defectuosos), se detalla a continuación. La figura 5 muestra la cantidad de unidades inspeccionadas y encontradas defectuosas durante el mes, así como la fracción defectuosa producida diariamente. Esta corresponde al resultado de dividir el número de unidades defectuosas entre el número de unidades inspeccionadas ese día. Al final del mes, puede obtenerse el promedio de la fracción defectuosa, dividiendo el

total de unidades defectuosas entre el total de unidades inspeccionadas en este periodo. Para el cálculo de los límites de control se utilizan las fórmulas correspondientes mencionadas en la sección de revisión de placas del presente capítulo. Es necesario mencionar que debido a que la cantidad inspeccionada a diario no es constante, se obtienen distintos límites de control para cada día.

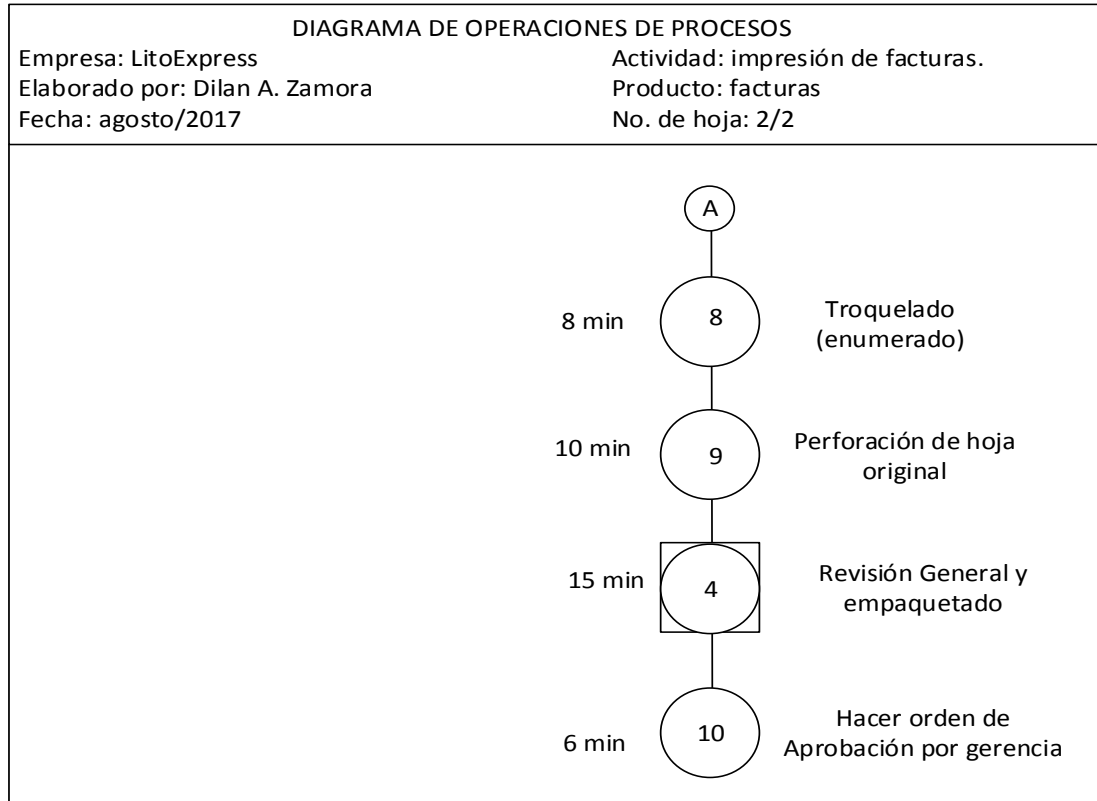
- Densidad: para el control de la densidad, se debe utilizar el gráfico de control X-R (promedios y rangos). Seguidamente, se calculan los límites de control utilizando las fórmulas utilizadas en el presente capítulo.
- Registro

El registro se controla por medio del gráfico p (porcentajes defectuosos); el cual, se realiza de forma similar al de tonalidad.

Figura 13. Diagrama de operaciones propuesto



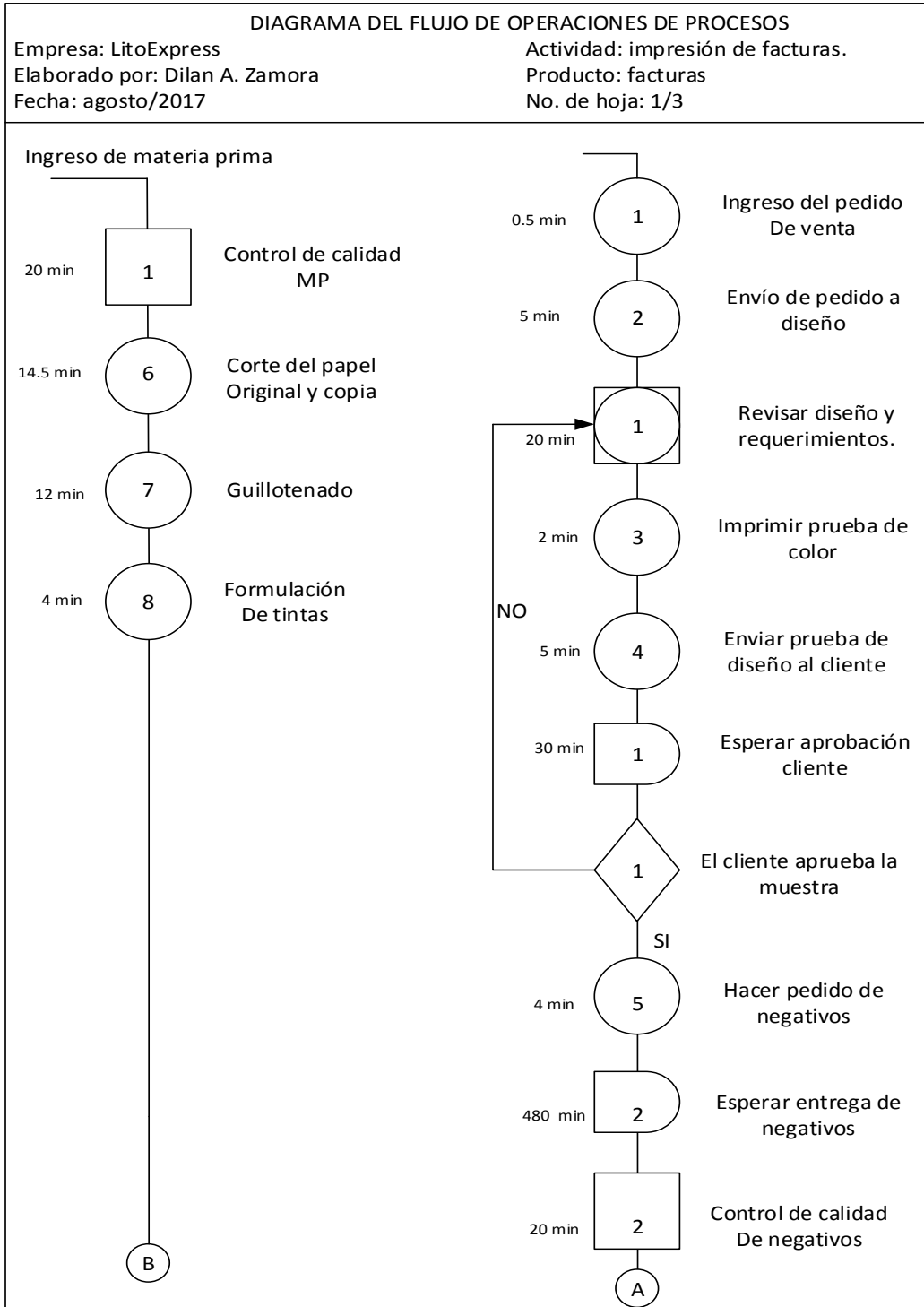
Continuación de figura 13.



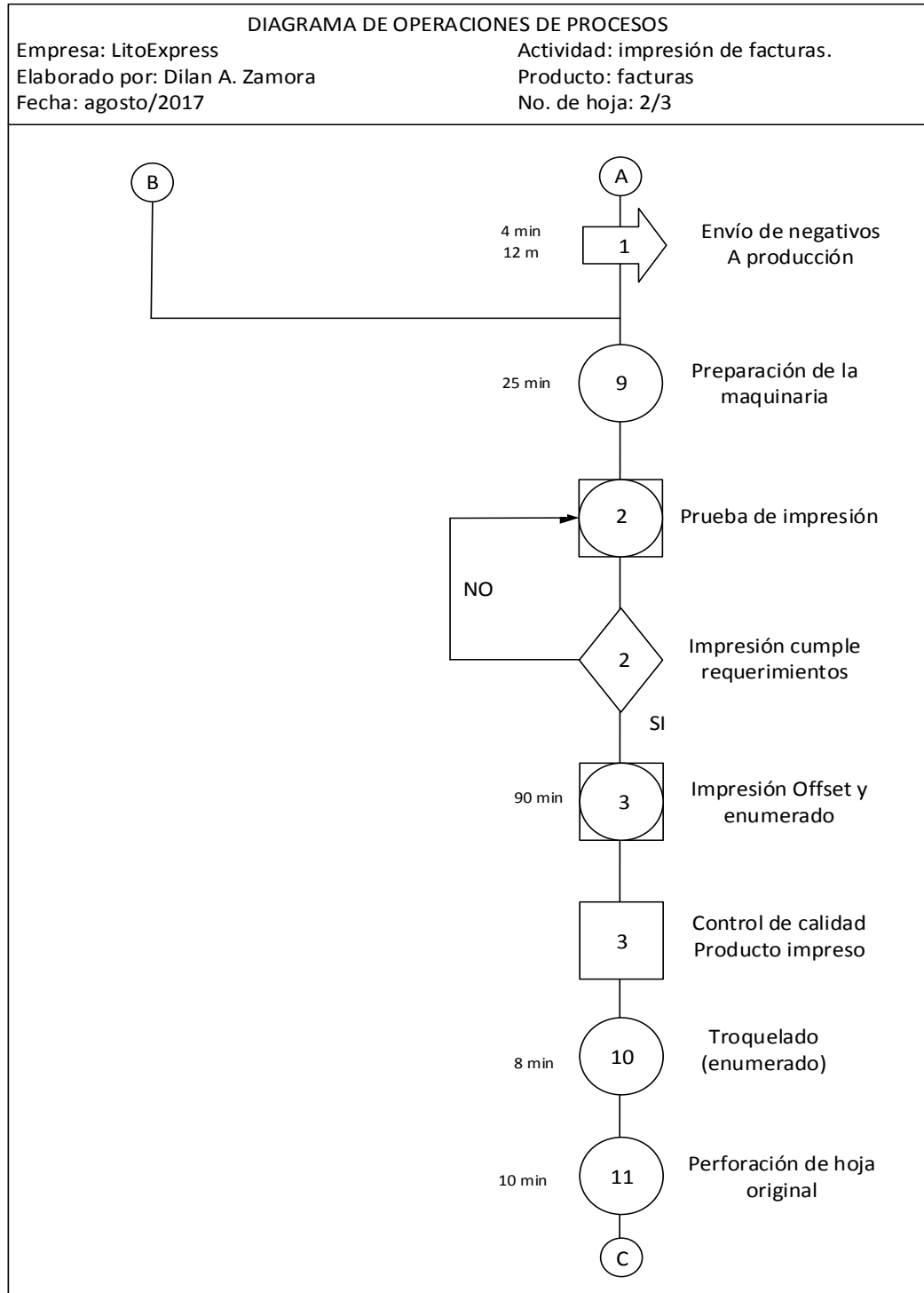
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TIEMPO
	Operación	10	86 min
	Inspección	3	63 min
	Combinación (operación e inspección)	4	129 min
Total		17	278 min

Fuente: elaboración propia.

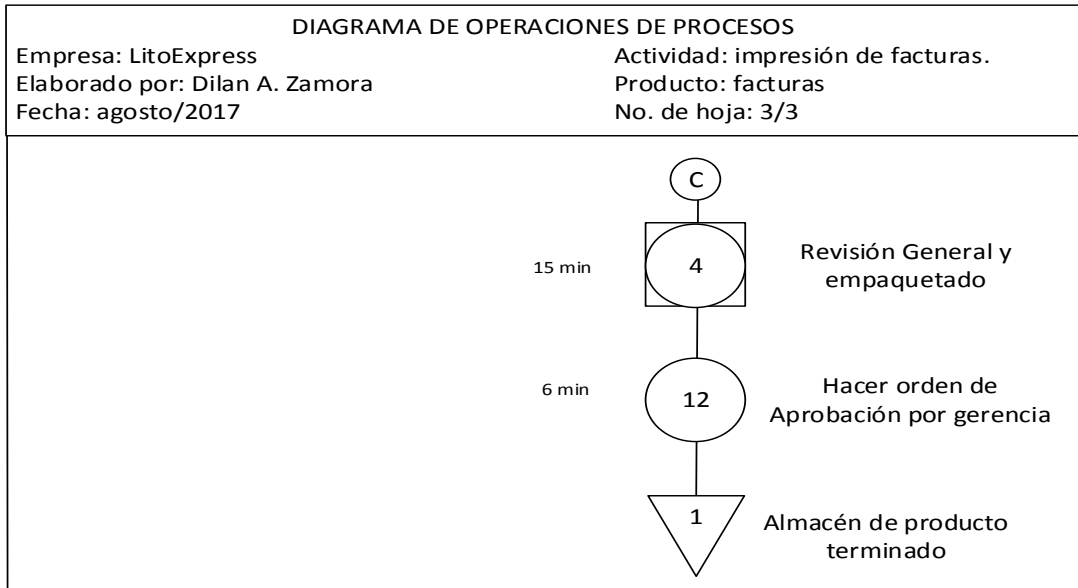
Figura 14. Diagrama de flujo propuesto



Continuación de figura 14.



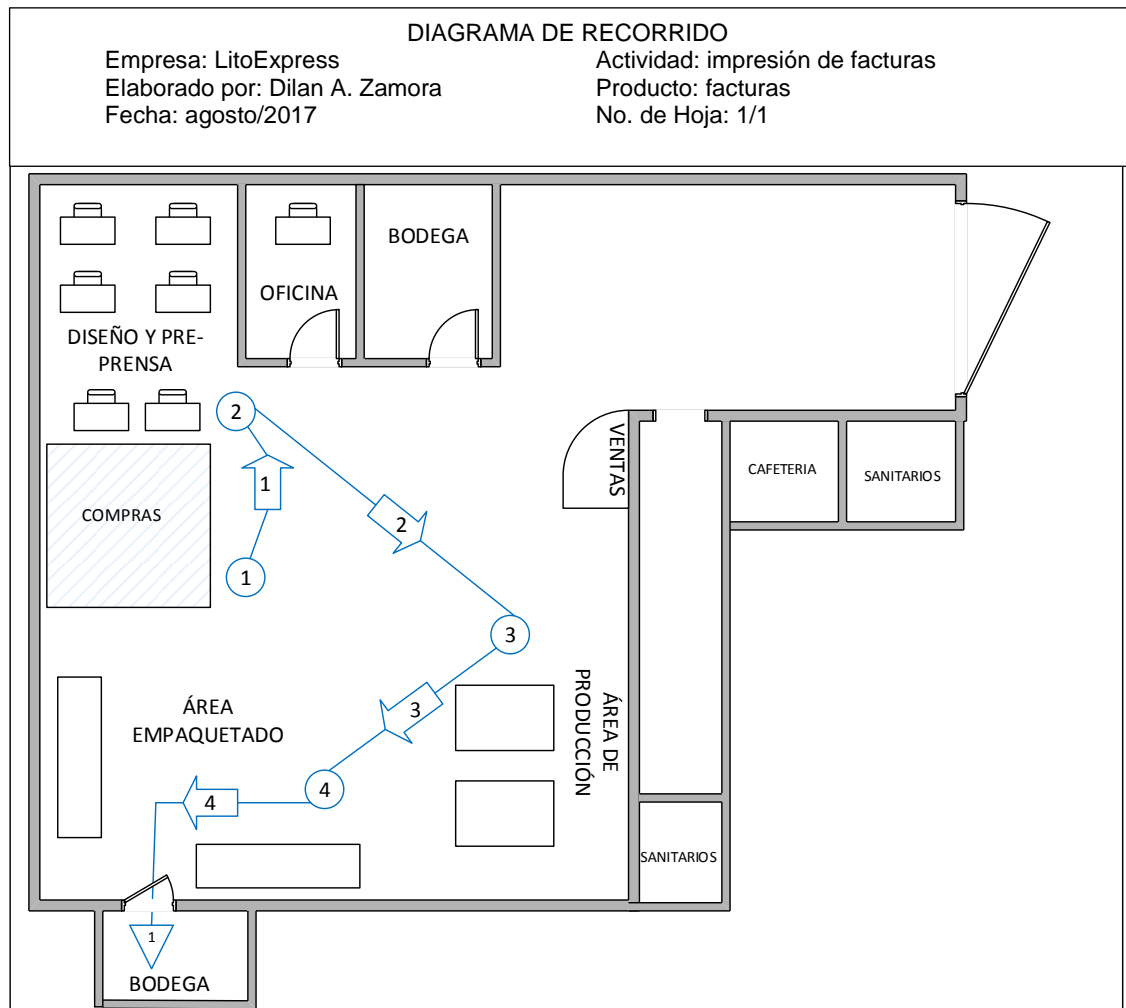
Continuación de figura 14.



SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TIEMPO/ DISTANCIA
	OPERACIÓN	12	96 min
	INSPECCIÓN	3	63 min
	ALMACENAJE	1	N/A
	OPERACIÓN COMBINADA	4	129 min
	DECISIÓN	2	N/A
	ESPERA	2	480 min
	TRANSPORTE	2	4 min 12 m
Total		26	732 min / 4 m

Fuente: elaboración propia.

Figura 15. Diagrama de recorrido propuesta



Fuente: elaboración propia.

3.3.3. Control de calidad del producto final

El control de calidad permite detectar errores de los productos mediante la aplicación de mecanismo u acciones para controlar las características por evaluar. Esto posibilita que los productos de LitoExpress cumplan con los

requisitos de calidad necesarios establecidos. Ver formato para la evaluación del muestreo aleatorio simple para cada lote de producto terminado en anexo 6.

De la misma forma se revisarán todos los lotes de producto terminado. Se utilizará un formato de inspección de producto terminado para elaborar un diagrama de Pareto donde se puede observar cuáles son los defectos que se presentan con más frecuencia y, de esta manera, tomar acciones para disminuirlos. Ver formato de inspección mensual de producto terminado en anexo 7.

3.4. Procedimientos de inspección

Debido a la complejidad y masividad de la cantidad de productos que se imprimen en la litografía. El proceso de inspección es preventivo. Debido a que no es posible separar producciones buenas de las defectuosas por las pérdidas económicas, se debe:

- Asegurar el control del proceso mediante la utilización de métodos estadísticos.
- Enfatizar en el control de los parámetros que se establezcan en el proceso de impresión.
- Brindar al trabajador entrenamiento en habilidades de control tanto técnico como estadístico, situándolo en autocontrol.
- Valorar que el tiempo que el personal invierta en inspecciones se reduce al realizar actividades de verificación y control de calidad.

Los procedimientos de inspección tienen por objeto normalizar la secuencia de actividades necesarias para evaluar la calidad de los lotes de materia prima recibida.

Es conveniente elaborar una descripción del embarque o lote muestreado, indicando el tipo de material (papel, tinta, placas o cauchos), el nombre del suplidor, el país de procedencia y algunos otros datos específicos que deben incluirse. En el caso del papel deben incluirse los siguientes:

- Tipo y grado del papel con una referencia a las especificaciones.
- Dimensiones de las bobinas, polínes u otras formas de empaque que se utilicen para proveer el papel.
- Cantidad total medida en libras, kilos, resmas o la más conveniente para el lote, incluyendo la identificación del o los lotes de fabricación que lo componen.
- Número de la orden de compra que ampara el embarque.
- Definición del tamaño del lote o sublote de muestreo que componen el embarque, de tal forma que la selección de la muestra sea representativa.
- Localización del lugar del muestreo.
- Descripción y cuantificación de cualquier porción del embarque o lote, que se estime con daños físicos.
- Fecha de realización del muestreo.

3.4.1. Equipo necesario para realizar la inspección

La inspección periódica que garantiza el cumplimiento de la calidad de los productos fabricados necesita la utilización de equipo y suministros adecuados. Se busca implementar lo básico para el funcionamiento del sistema de calidad:

- Equipo de oficina
 - Tablero manual
 - Calculadora
 - Formatos y tablas definidos para el sistema de calidad
 - Marcadores de colores
 - Vernier para mediciones
 - Computadora para registro de la información

- Personal

Se contará con la participación de los operarios, así como el gerente de la empresa y demás personal administrativo.

3.5. Costos de implementación

Los costos de implementación son uno de los costos de calidad. Generalmente, los costos se dividen en de calidad y de no calidad. Los primeros son aquellos que permiten prevenir y evaluar y los de no calidad los que corrigen.

Los costos de implementación son el precio total de todos los esfuerzos para lograr la calidad del producto y servicio. Para la propuesta a la litografía se dividirán los costos en:

- Costos de prevención: son en los que se incurren al planear, documentar, implementar y mantener el sistema de calidad.

- Costos de evaluación: son los que se producen en el desarrollo de mediciones y auditorías en procesos, productos, componentes y materiales para establecer el grado de conformidad.

Tabla VII. **Análisis cualitativo del beneficio/costo al implementar un sistema de control de calidad para LitoExpress**

Propuesta	Beneficio	Costo aproximado
Archivo de placas y negativos	Para el mejor manejo de materiales, así como una mejor distribución ordenada dentro de la empresa; además se ahorra tiempo en la búsqueda de placas y negativos.	Q 550,00
Planificación intermitente	Permite proporcionar al cliente una entrega a tiempo, sin demoras, además se obtienen registros de planificación en forma ordenada de cada producto, así como estándares de tiempo para la elaboración de los productos.	Q 15,00
Control de calidad y evaluación	Se logra proporcionar al cliente un producto de mejor calidad sin defectos, también se logró disminuir el desperdicio de materiales	Q 8,50
Costo total		Q 473,50

Fuente: elaboración propia.

4. MEJORA Y SEGUIMIENTO DEL SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD

4.1. Auditorías de calidad

Existen tres tipos de auditorías:

- De sistemas: examina la aplicación y eficacia de los sistemas existentes de la calidad.
- De proceso: examina una actividad para verificar que los insumos acciones y productos de la misma van de acuerdo con los requerimientos establecidos.
- De producto: examina un producto determinado para verificar que los insumos, elaboración y resultados van de acuerdo con los requerimientos establecidos.

La auditoría que se irá a practicar es interna. Esta ayuda a garantizar que los procedimientos se están haciendo bien de manera que se puedan corregir anomalías, tanto en el sistema proceso o producto, y evitar así costos de calidad.

4.1.1. Acciones correctivas

El objetivo de las auditorías es disminuir las acciones correctivas al máximo. Esto se debe a que una acción correctiva tiene mayor costo que una

acción preventiva. En caso de que se haga una auditoría y se encuentren muestras representativas que no cumplan con los estándares se deben tomar decisiones, medidas, actividades y soluciones orientadas a la eliminación de causas potenciales y reales de un problema.

En cualquier cosa correctiva, se recomiendan los siguientes aspectos:

- **Apertura:** se trata básicamente de tener en cuenta las características de la situación que demanda una solución. Por ejemplo, la naturaleza del problema y sus eventuales efectos, los informes previos y los indicadores de medición.
- **Análisis:** se debe identificar la situación en este punto. La idea es describir el problema lo más detalladamente posible para diseñar una solución eficaz que solucione completamente el problema.
- **Planificación:** inmediatamente después, se establecen las acciones que permitirán eliminar el fallo que ha sido detectado. Esto suele hacerse a través de un cronograma con plazos, responsables y tiempos asignados.
- **Verificación:** esta etapa también conocida como de evaluación, consiste básicamente en verificar si los fallos han sido corregidos y si, sobre todo, las causas se han eliminado. De no ser así, habrá que implementar nuevas soluciones.

4.2. Análisis de las necesidades de capacitación

Es fundamental que tanto el personal operativo como el administrativo sepan de la importancia de implementar las mejoras de control de calidad a los

procesos que se llevan a cabo y de la eliminación de procesos mal practicados. Aún más, de su prevención, para efecto de incrementar los niveles de productividad haciendo a la empresa más competitiva y rentable.

Debe capacitarse a todos los niveles, tanto personal operativo como personal administrativo de los siguientes aspectos:

- Concientización acerca de los diversos tipos de desperdicios y sus efectos nocivos para la organización.
- Capacitación en tareas de detección, medición, resolución de problemas, prevención y eliminación de los diversos tipos de mudas (desperdicio en japonés).
- Capacitar al personal en materia de: trabajo en equipo, herramientas de gestión, control estadístico de procesos, mejora continua y calidad.
- Capacitar y entrenar en la detección y eliminación de actividades que no agreguen valor a los procesos.

4.2.1. Personal operativo

El personal operativo se caracteriza porque no supervisa el trabajo de otros y no tienen autoridad para aprobar un proceso. El personal está en contacto directo con los procesos por lo cual deben recibir capacitación constante. Se les debe hacer ver la importancia de implementar los cambios en los procesos y hacer un sistema de retribución y amonestaciones para que se acostumbren.

4.2.2. Personal estratégico

El personal estratégico da el ejemplo y deben ser encargado de dar la capacitación al personal operativo. Por lo cual es importante que sean capacitados primero.

4.3. Cultura de calidad

Se puede definir cultura de calidad como el conjunto de valores y hábitos que posee organización, que complementados con el uso de prácticas y herramientas de calidad en el actuar diario, permite afrontar retos asociados a la calidad para cumplir con lo misión de la empresa.

El cambio cultural es un fenómeno colectivo, en el cual debe seleccionarse a las personas que tengan liderazgo para que influyan en las personas para que faciliten la transición a los cambios propuestos. Es por esto que para empezar el proceso de gestión de calidad el gerente general es la persona que debe estar más comprometida. El gerente de producción es una persona clave debido a que a lo largo del flujo del proceso de producción es el más importante y el elemento crítico dentro de la línea.

La cultura de calidad es un proceso. Las mismas personas lo fomentan y fortalecen por lo cual es importante cambiar la actitud que tienen todas las personas para que esto se convierta en un hábito.

4.3.1. Círculos de calidad

Los círculos de calidad son grupos de trabajadores que se reúnen para identificar y discutir problemas de su área de trabajo, averiguar sus causas,

actuar para resolverlos o recomendar soluciones. Los grupos se componen de un número de personas de entre 5 y 10 personas, lo cuales trabaja generalmente en el mismo lugar, la participación debe ser voluntaria; el tema o problema por trabajar es elección del grupo y, por lo general, el grupo incluye al supervisor del área.

Los círculos de calidad se reúnen generalmente una hora por semana dentro del tiempo de horario normal para identificar problemas, averiguar las causas y buscar soluciones para resolverlos.

Los objetivos de los círculos de calidad:

- Reducir los errores del proceso y mejorar la calidad
- Mejorar la eficiencia
- Reducir costos: energía, desperdicio, reproceso, tiempo de ocio
- Mejora de métodos de trabajo
- Fomento de trabajo en equipo efectivo
- Promoción de involucramiento laboral
- Aumento de motivación
- Creación de capacidad de solución de problemas
- Generación de actitud de prevención de problemas
- Mejoramiento de la comunicación en la organización
- Sostenimiento de relaciones obrero-patronales armoniosas
- Promoción del desarrollo personal y de liderazgo
- Desarrollo de una vigilancia de seguridad en el trabajo

Para el caso de la empresa en estudio los participantes del círculo de calidad serán el gerente general, asesor de ventas y los trabajadores.

Para cada reunión es necesario que exista un líder que se encargue de conducir la misma, y una persona que realice la labor de secretario, por lo que deberá anotar los temas tratados en la reunión y posteriormente entregar una copia a los participantes. Estos cargos deberán rotarse entre todos los miembros del círculo periódicamente.

Las etapas de la reunión son:

- Identificación del problema: durante la semana los miembros del círculo, pueden observar problemas específicos y plantearlos durante la reunión. Pues los miembros de grupo adquieren ciertas responsabilidades, por ejemplo: recopilación de datos, entrevistas a compañeros o subordinados, identificación de problemas. Para dichos problemas se presentan a la opinión del resto del grupo para discusión y aprobación de nuevos problemas por solucionar.
- Selección del problema: el miembro del grupo que ha identificado un nuevo problema lo presenta en la siguiente reunión, en donde cada uno de los restantes da su opinión al respecto. Luego de una discusión orientada por el coordinador del círculo, se determina si ciertamente representa un problema para el área de trabajo de los miembros del grupo y se decide, en esa misma reunión, si el grupo trabajará en la elaboración de un proyecto para solucionar el problema o no.

- Análisis de problema: por medio de la participación de todo el grupo, y del uso de las técnicas de tormenta de ideas y diagrama causa-efecto se identifican las causas principales del problema y se les busca solución.

La tormenta de ideas es la recopilación de todas las ideas que, a criterio de cada integrante del grupo, pueden estar relacionadas con el problema en análisis. Estas pueden ser anotadas por el líder del grupo, preferiblemente en una pizarra o rotafolio, de forma que sean visibles a todos. Posteriormente, se debe descartar las menos importantes y evaluar las más importantes. Esto puede realizarse combinando la técnica de causa y efecto.

Este diagrama es una representación gráfica con forma de espina de pez, que describe la relación entre un efecto y sus posibles causas ordenadas por familia (maquinaria, métodos, materiales y mano de obra). El efecto (problema analizado) se coloca a la derecha del diagrama y las causas a la izquierda.

- Alternativas de solución: el grupo cuando ya ha identificado las posibles causas que más contribuyen al problema, debe de buscar las soluciones para estas causas. El proceso de identificación de soluciones debe en primer lugar satisfacer las necesidades de calidad, deben ser económico, eficiente y ser seguro. Los aspectos anteriores deben tomarse en cuenta a un nivel de importancia y al mismo tiempo, coordinar que sea así.
- Revisión general de las recomendaciones: previo a la presentación de un proyecto (solución a un problema), es necesario que el círculo tenga una reunión en la cual el grupo expondrá el proceso seguido en la solución del problema y las recomendaciones que para la solución fueron encontradas en el desarrollo del proyecto.

- Definición de planes de acción: en la siguiente reunión se revisará el estatus de estas actividades, y cuando el problema se encuentre resuelto deberá definirse un plan de acción que sirva para prevenir que el problema vuelva a ocurrir.

Introducir círculos de calidad ayudará a que se mejore el sistema de control de calidad y los resultados para la empresa serán sorprendentes. Elevan la moral de los trabajadores, fomentan la lealtad hacia la empresa y crean un sentido de trabajo en equipo entre los empleados que forman parte de ellos. Además, contribuyen a mejorar la productividad de la organización y la calidad de los productos. También reducen los motivos de queja, el tiempo perdido, los accidentes, el ausentismo y las llegadas tarde. En resumen, sirve para solucionar problemas y ahorran dinero a la empresa.

4.3.2. Técnicas para la solución de problemas en una litografía

El primer paso para solucionar un problema es identificarlo. Los procesos que se llevan a cabo día a día y la rutina impiden ver los problemas que hay como la reducción de ventas, incrementos de los costos o baja productividad. Es importante mencionar que la gestión de calidad pretende evitar el surgimiento de problemas, sin embargo, es necesario saber métodos y técnicas para resolverlos en caso de que presenten.

Una vez detectado el tipo de problema, es necesario hacer un análisis minucioso, desglosando cada uno de los siete pasos del proceso de solución de problemas:

- Definir el problema: se debe hacer una recogida de información sobre los distintos elementos que intervienen y la forma en que estos se relacionan.

En este paso, el personal encargado debe definir las limitaciones y restricciones que tiene para resolver la situación.

- Identificar las alternativas: se desarrollan algunas ideas creativas que puedan resolver el supuesto, explorando toda clase de posibilidades, sin importar lo poco realistas que puedan ser.
- Determinar los criterios: seleccionar el criterio o criterios que se usarán para evaluar las alternativas. Se debe tomar en cuenta que independientemente de la alternativa que se escoja, esta debe cumplir con el objetivo.
- Evaluar las alternativas: consiste en hacer un análisis de las alternativas que puedan resultar productivas y alcanzables, ya que algunas suelen ser atractivas, pero ponerlas en práctica puede resultar imposible o contraproducente.
- Elegir una alternativa: una vez evaluadas todas las alternativas posibles, se debe escoger la que se crea conveniente. Esta decisión puede ser difícil, sin embargo, existen ciertas herramientas que puedan facilitar la operación, debido a que estas alternativas deben ser factibles y viables.
- Implementar la decisión: la puesta en marcha de la decisión previamente tomada, requiere de recursos y de una persona que dirija la forma en que se implementará. Para la litografía es conveniente que lo haga el gerente de producción que tiene mayor experiencia.
- Evaluar los resultados: se lleva a cabo una evaluación de la decisión implementada, para determinar si el cambio está cumpliendo con los

objetivos propuestos, ya que, de no ser así, se debe aplicar una vez más todo el proceso de solución de problemas, hasta cumplir el objetivo.

4.4. Factores por considerar para la implementación del sistema

- Motivación por la calidad

Todo ser humano actúa con base en objetivos o en motivos los cuales impulsan su conducta hacia determinados actos, lo cual también se aplica a las tareas cotidianas del trabajo, ya que los empleados en la mayoría se sienten motivados, ya sea por el salario que devengan, por la aspiración a un puesto de mayor categoría dentro de la empresa o por el simple hecho de ser reconocidos por su desempeño.

Esto debe ser aprovechado por la gerencia de la empresa, y debe ser capaz de determinar el tipo de reconocimiento que a sus trabajadores realmente les motivan a hacer cada día mejor las cosas.

La situación de operario es muy compleja, debido a que las múltiples normas que han de cumplir y a los múltiples esfuerzos que tienen que realizar. Esto ha hecho que los operarios comentan errores al elaborar el producto.

El reconocimiento por la buena calidad debe ser diseñado cuidadosamente y deben estudiarse las necesidades del trabajador antes de llegar a determinar cuál y cómo será el reconocimiento a la calidad. Todo ser humano tiene diferentes necesidades, tal como lo dice Abraham Maslow en su *Teoría de la jerarquización de las necesidades*, la cual explica que todo ser humano se encuentra ubicado y trata de satisfacer ciertos niveles de necesidades y cuando logra satisfacerlas, empieza a sentirse insatisfecho, ya

que ha logrado superar las necesidades del nivel donde se encontraba y empieza a querer satisfacer otras, pero ya del siguiente nivel dentro de la pirámide de necesidades propuestas por este mismo autor.

Figura 16. **Pirámide de necesidades propuestas**



Fuente: elaboración propia.

En el ámbito laboral la gran mayoría de los empleados se encuentra dentro de los niveles de necesidades fisiológicas y de seguridad, por lo que muchos de ellos aprecian el reconocimiento monetario. Este puede provocar a la empresa problemas, ya que los trabajadores pueden asumir el hecho de que por cada sugerencia que ellos propongan, recibirán recompensa monetaria y, entonces, podrían querer convertirse en una especie de sistema de

sugerencias, del cual se obtendrá información que no servirá de nada para la solución de los problemas.

El nivel social se logra cubrir manteniendo buenas relaciones obrero-patronal, haciéndole sentir al trabajador que es parte de la empresa y que pertenece, a un grupo bien identificado dentro de la misma, lo que dará sentido de pertenencia, sentirse importantes dentro del grupo y a que los otros lo consideren importante, lo respeten y le den el trato adecuado. Esto también cubre las necesidades del ego porque el individuo adquiere un sentido de importancia.

Por último, al estar satisfechas las anteriores necesidades se presenta la necesidad de autorrealización, las cuales se resumen en hacer todo lo que realmente le gusta hacer al individuo y ver que sus ideas son puestas en práctica.

Una necesidad es fuente de motivación hasta estar totalmente satisfecha. Cuando deja de ser necesidad, la siguiente en la pirámide de necesidades, pasa ser la fuente de motivación en el individuo. Cuando el trabajador alcanza el último nivel de necesidad significa que está motivado y comprometido a desarrollar su trabajo de la mejor manera posible. Por esta razón es importante que se facilite a los trabajadores el camino para llegar a su escala superior de necesidades.

El primer paso es convencer al trabajador de que la calidad y la reputación de la empresa, son importantes para su propio bienestar, porque la calidad produce ventas y las ventas aseguran su puesto de trabajo y mejora los salarios.

La motivación es importante para la efectividad de un sistema de control de calidad. No se debe olvidar que el trabajador no se motiva únicamente con dinero, porque un trabajador que se sienta bien en su trabajo y sea tomado en cuenta él y sus ideas para la calidad se sentirá como parte integral de la empresa y, por lo tanto, se logrará una mejor cooperación de él.

4.5. Registro de información

Toda la documentación utilizada en el control de calidad permitirá crear un registro del historial de calidad de la empresa que, organizado convenientemente, facilitará el análisis de resultados. De esta forma serán elaborados periódicamente reportes de calidad que reflejen el nivel de calidad del producto terminado; diagrama de Pareto en los cuáles podrá observarse los defectos más comunes en los distintos productos y procesos.

4.5.1. Reportes de calidad

Los reportes de calidad del producto terminado permitirán conocer de forma resumida el nivel de calidad alcanzado durante la producción diaria y mensual dentro de la empresa. Los reportes mostrarán el porcentaje defectuoso y la cantidad de defectos por producto, comparándolos con los valores que representan las metas deseadas por la empresa. Estos reportes deben servir como bitácora y serán una fuente de retroalimentación por lo cual deben ser almacenados cronológicamente, de forma que, al final del mes, puede construirse un reporte con la recopilación de la información durante el periodo evaluado.

4.6. Evaluación y control

El control y evaluación es una estrategia para la gestión de calidad que permite planificar mejor cualquier proceso. Esto permite verificar el proceso y los resultados que esté obteniendo, así como el progreso. Para comprender el alcance de las mejores se deben tener datos cuantitativos y cualitativos que representen la situación

Para evaluar y controlar los procesos correctamente se debe trabajar con gerencia y personal de planta; ya que estos deben de explicar e indicar la importancia de cumplir con las mejores establecidas en el proceso. Tanto el control y evaluación constante del proceso permitirá a gerencia tomar acciones correctivas más eficientemente.

4.7. Indicadores y estándares

El establecimiento de indicadores es un paso posterior a la implementación, a una mejora utilizando la gestión de calidad. Para generar un indicador es necesario tener información y registros de las actividades que se llevan a cabo dentro de la planta. Un estándar es un parámetro que indica la validez de un proceso. Es por esto que los indicadores se relacionan con los estándares. Un indicar que se encuentra dentro de los estándares permite tener una forma de evaluar los productos que se imprimen.

5. MEDIO AMBIENTE

5.1. Generación de residuos y aspectos ambientales

La forma de evitar la contaminación es de gran importancia hoy día, pues constantemente se definen normas para manejar desechos. La sostenibilidad ambiental permite que las empresas busquen formas y procedimientos para utilizar sus recursos eficientemente, así como formas de reducir sus desechos para evitar perjudicar al ambiente y crear una cultura de conciencia ecológica.

5.2. Contaminación en una litografía

Las industrias litográficas utilizan insumos de naturaleza contaminante debido a la cantidad y tipo de solventes que utilizan en el lavado de rodillos y los altos volúmenes de desechos sólidos que generan. A continuación, se describen los contaminantes del proceso.

Sustrato: puede ser cartón o papel, se contabilizan hasta 457 variedades, de las cuales no todos son reciclables.

- Tintas: existen de tipo orgánico, es decir, de origen vegetal y las especiales tipo UV, estas representan un daño inminente al ambiente. Se utilizan principalmente pigmentos orgánicos (en un 50 % de los casos), pero también pigmentos inorgánicos y colorantes.

Los pigmentos inorgánicos pueden contener metales pesados altamente tóxicos (mercurio, cadmio, plomo, cromo o cromato de plomo, que es el más

nocivo), aunque su utilización es baja por la legislación sanitaria y ambiental; los tipos de metales que predominan son hierro, titanio y zinc.

- Barniz: contienen resinas y aceites que pueden ser vegetales o minerales (obtenidos del petróleo).
- Aditivos de las tintas: los que se utilizan para elaborar las tintas del proceso offset son los siguientes.
 - Secantes: catalizan la oxidación de los aceites secantes de algunas tintas grasas. Pueden contener metales pesados (cobalto, manganeso o plomo).
 - Ceras: aportan resistencia ante el frote y al rayado de las tintas.
 - Antioxidantes: retardan la oxidación prematura de la tinta en la prensa.
 - Otros: lubricantes, dispersantes, antiespumantes, espesantes, humectantes, retardantes, reductores de la tensión superficial.

Productos químicos del proceso fotográfico: son los líquidos utilizados para procesar las películas fotográficas. Se agregan en varias fases.

En una primera fase la película fotográfica se introduce en el líquido revelador, compuesto por una mezcla de sales inorgánicas, diluidas en agua. La mayoría de los reveladores posee hidroquinona, sustancia nociva con posibles efectos cancerígenos.

Posteriormente, se aplica el fijador para eliminar sales de plata halogenadas. La composición de los fijadores es variable; normalmente están formados por una mezcla de ácidos orgánicos e inorgánicos y sales inorgánicas diluida en agua.

- Productos químicos del proceso de planchas: los principales productos químicos utilizados en el procesamiento de planchas de superficie sensible o fotosensible se refieren a lo enunciado a continuación.
 - Revelador: se suministran en envases de 10 a 200 Lt. normalmente la solución está formada por un alcohol, una sustancia alcalina y sales orgánicas diluidas en agua.
 - Engomada: solución ácida formada por dextrina, ácidos inorgánicos y derivados de benceno.
 - Correctores de planchas: soluciones ácidas formadas por líquidos orgánicos, ácidos inorgánicos y compuestos espesantes.
 - Lavado de planchas: soluciones ácidas con presencia de aceites, hidrocarburos, glicoles, ácidos orgánicos e inorgánicos, en su mayoría agua.

- Solventes de lavado de rodillos: la limpieza de las prensas se efectúa cuando acaba la impresión o cuando hay un cambio de color. La limpieza de estas piezas se realiza con trapos y trozos de tela impregnados con disolventes orgánicos y agua en el caso de tintas en base acuosa. El solvente que se utiliza comúnmente está elaborado a base de nafta un fuerte derivado del petróleo, el cual es altamente inflamable.

5.3. Regulación ambiental de una litografía

En materia ambiental las normas legislativas en Guatemala son extensas debido a que se cuenta con más de 1 200 disposiciones jurídicas vigentes repartidas en diversos cuerpos legales entre los que se puede mencionar: decretos, leyes, acuerdos, reglamentos, entre otros. Estas normas han sido

emitidas por diferentes instancias como la presidencia de la república, los ministerios y las municipalidades en el país.

Las litografías están obligadas a rendir cuentas al estado, especialmente sobre los residuos líquidos que resultan del lavado de los rodillos, pues presenta el contaminante más nocivo para el ambiente.

Las industrias que se dedican a la producción de empaques deben realizar una gestión en cuanto a este desecho, pues en caso de no aplicarle un tratamiento especial se debe presentar por escrito un comprobante emitido por la empresa que recibe el solvente contaminado y el uso que le da. En caso de no presentar el informe correspondiente repercutirá en graves sanciones monetarias para la industria, llegando incluso a su cierre.

5.4. Disposición final de residuos

Los desechos, independientemente si son líquidos o sólidos, deben ser tratados o buscar la manera de disminuir los volúmenes. En el caso de no ser posible debe optarse por la reutilización o reciclaje de los mismos. A continuación, se presentan algunas sugerencias que pueden ayudar en cuanto al tema del ambiente.

- Almacenar los desechos líquidos en recipientes adecuados, debido a su riesgo inflamable.
- Utilizar botellas para dosificar la cantidad aplicada.
- Tratar de aumentar el grado de disolución del agua con el solvente.
- Procurar utilizar solventes con bajo contenido de compuestos orgánicos volátiles.

5.4.1. Reutilización de desechos líquidos

Los solventes que se utilizan para el lavado de rodillos *offset*, contienen un alto porcentaje de productos derivados del petróleo, por ello son tan inflamables. Esto puede ser aprovechado principalmente en procesos de quema de combustible, como es el caso de las calderas.

Debido a la presencia de agua en el disolvente no puede utilizarse solo pues reduciría la potencia calorífica que se requiere, sin embargo, puede mezclarse al combustible que utilice la máquina, el cual es generalmente búnker y utilizarse como un aditivo.

Esta sustancia puede ser utilizada en industrias como las ladrilleras o cementeras que tienen grandes hornos y necesitan material para quemar. También en el caso de calderas, donde se quema en el hogar casi cualquier tipo de combustible, una vez los vapores generados no hagan reacción química con la tubería, porque ocasionarían la aparición de corrosión en las paredes de los tubos de la caldera.

5.4.2. Manejo de desechos sólidos

Los sólidos si se trata de material en blanco, pueden enviarse a una recicladora sin ningún problema. Los corex, por ser de cartón piedra pueden utilizarse en las coheterías o reciclarse, en el caso de los protectores por la presencia de goma no es factible el reciclado, sino se pueden utilizar en industrias alternas como: la producción de adornos, macetas, y otras.

5.5. Control de riesgos

Debido a la composición de los solventes se corre un riesgo latente de incendio, pues por ser productos derivados del petróleo poseen alta volatilidad. Su almacenaje debe ser en un lugar fresco y en envases adecuados, generalmente se utilizan toneles de metal, pero en muchas empresas se emplean bidones, recipientes de gran tamaño fabricados en plástico.

5.5.1. Medidas de protección para la salud

Las personas que manipulan esta sustancia deben utilizar equipo de protección adecuado, pues cuando se tiene una exposición continua, puede causar serios daños en la piel y en el sistema respiratorio. Las principales afecciones son quemaduras en la piel, que producen dermatitis y problemas en las vías respiratorias, daños principalmente en los pulmones.

CONCLUSIONES

1. Se diseñó un sistema de gestión de calidad orientado a la satisfacción del cliente, participación del personal, gestión aplicada al proceso y mejora continua que permita planear, controlar y mejorar los factores que afectan la satisfacción de los clientes.
2. El proceso de manufactura involucra las siguientes fases: ingreso de materia prima, diseño, pre prensa y producción. La pre prensa, al planificar los materiales e insumos por utilizar, es la que más influye en la calidad de los productos.
3. Los siguientes factores influyen en la calidad el producto terminado: falta de procedimientos para asegurar la calidad del producto, los insumos y materiales utilizados no cuentan con validaciones y falta de herramientas estadísticas que permitan llevar una trazabilidad de los procesos y fallas en la producción.
4. La impresión requiere personal capacitado, por lo cual es necesario capacitar periódicamente al personal e implementar programas preventivos y bitácoras sobre los servicios y mantenimientos.
5. El empleo y la combinación adecuada de las herramientas de la calidad permiten identificar y encontrar soluciones a los principales problemas que se presentan en la fase de producción, específicamente en la impresión.

6. El control de calidad, en la recepción de materia prima y producto en proceso, para las empresas litográficas se apoya en inspección, metrología (equipo de inspección y prueba), pruebas de muestro y normas de producto.

RECOMENDACIONES

1. Hacer del conocimiento de todo el personal en qué parte del proceso productivo se desea establecer los puntos críticos de control y los beneficios que se obtendrán al implementarlos, esto con el fin de crear una cultura de calidad preventiva.
2. Para el envío de pedidos a tiempo es necesario que haya una mejor planificación de los materiales, insumos y servicios tercerizados que se requieren. De esta forma se asegura la satisfacción del cliente.
3. Llevar una bitácora, registros y retroalimentación periódica de la productividad permite tener consistencia en la calidad que se maneje en los productos que se realicen.
4. Exigir estándares de calidad a los proveedores de los insumos, así como implementar los planes de muestreo para tener un control de calidad interno.
5. Capacitar y evaluar el desempeño constantemente al personal operativo para la correcta utilización de los procedimientos implementados para su control y lograr, de esta manera, la especialización de cada uno de ellos en su puesto específico de trabajo.
6. Tomar como guía los manuales de procedimientos para mejorar la sostenibilidad de la empresa, reducir desechos y un correcto reciclaje o reutilización de las sustancias contaminantes que utilizan.

BIBLIOGRAFÍA

1. ACUÑA, Jorge. *Mejoramiento de la calidad*. Tecnológica de Costa Rica, 2004. 372 p.
2. ÁLVAREZ SÁNCHEZ, Byron Alberto. *Diseño de un sistema de control del proceso de pre-prensa e impresión en una empresa de artes gráficas*. Trabajo de graduación de Ing. Mecánica industrial. Facultad de Ingeniería, Universidad San Carlos de Guatemala, 2005.
3. BESTERFIELD, Dale. *Calidad*. Virgilio Gonzáles (traductor). 8a ed. México: Pearson Educación, 2009. 552 p.
4. DUNCAN, Acheson. *Control de calidad y estadística industrial*. México: Alfaquara. 1021 p.
5. EVANS, Lindsay. *Administración y control de la calidad*. 6a ed. México: Editorial Thompson, 2005. 215 p.
6. GUTIÉRREZ PULIDO, Humberto. *Calidad total y productividad*. Pablo Roig (Ed). 3a Ed. México: McGrawHill, 2010. 359 p.
7. LÓPEZ VEGA, Nancy Lissette. *Reducción de demoras en el proceso de impresión en una industria litográfica*. Trabajo de graduación de Ing. Mecánico Industrial. Facultad de Ingeniería, Universidad San Carlos de Guatemala, 2010.

8. MONTGOMERY, Douglas. *Control estadístico de la calidad*. 3a ed. México: Editorial Limusa, 2004. 823 p.
9. PÉREZ TENI, Marilia Macbeth. *Implementación de un sistema de planificación y control de producción y calidad en las empresas papelera castellana S. A. y litografía e imprenta avance gráfico*. Trabajo de graduación de Ing. Mecánica Industrial. Facultad de Ingeniería. Universidad San Carlos de Guatemala, 2004.
10. SOSA PULIDO, Demetrio. *Administración de la calidad*. 2a ed. México: Limusa, 2007. 244 p.

APÉNDICES

Apéndice 1. Lista de verificación para evaluar las características requeridas del papel

Esta lista de verificación se utiliza para llevar un control sistemático del principal insumo utilizado en LitoExpress que es el papel. Según el trabajo de impresión *offset* que se tenga que realizar, el encargado de compras debe verificar que el proveedor cumpla con las siguientes características básicas del papel.

LISTA DE VERIFICACIÓN: MATERIA PRIMA			
Materia prima por evaluar: _____	Lote: _____		
Encargado: _____	Fecha: _____		
Proveedor: _____			
DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	SI	No.	Observaciones.
Gramaje			
Color			
Cantidad requerida			
Textura			
Opacidad			
Esmaltado requerido			

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. Lista de verificación general

Esta lista de verificación se debe realizar por cada pedido que se tenga y depende de la naturaleza del pedido. Al llenar esta lista de verificación se tiene un control de los procesos necesarios para entregar el producto final y no cometer errores.

LISTA DE VERIFICACIÓN GENERAL				
Producto por realizar: _____				
Encargado: _____ Fecha: _____				
DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	SI	NO	Observaciones	Firma del encargado
Especificaciones requeridas				
Insumos y materia prima requerida				
Verificación de diseño de cliente				
Insumos y materia prima recibida				
Verificación de diseño de plancha				
Corte inicial				
Impresión				
Troquelado				
Cortado final				
Acabados finales				
Encuadernación				
Empaquetado				

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 3. Control de las placas

El siguiente formato permitirá tener un control del número de defectos que tendrá cada placa. Se pueden observar los defectos más relevantes que se verificarán al momento del ingreso.

FORMATO DE MUESTREO FINAL DE PLACAS			
Elaborado por: _____			
Tamaño de la muestra: _____ Fecha y hora: _____			
Jefe de pre prensa: _____			
Defectos	1	2	3
Placas rayadas			
Falta de texto en la placa			
Falta de imagen en la placa			
Placas rotas			
Manchas en el revelado			
Imagen de placa no coincide con el negativo			
El ponchado de la placa está desalineado			
Otros			
Aceptación total o parcial: _____			
Rechazo total o parcial: _____			
Observaciones: _____			

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 4. **Propuesta de reporte de producto terminado**

REPORTE DE CALIDAD							
Elaborado por: _____				Fecha: _____			
Observaciones: _____							

Producto	Total producido	Total defectuoso	Total de defectos	Defectos por producto		Porcentaje defectuoso	
				Meta	Real	Meta	Real
Trifoliales							
Bifoliales							
Revistas							
Volates							
Facturas							
Tarjetas de presentación							
Etiquetas							
Posters							
Total							

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 5. **Formato para la evaluación del muestreo aleatorio simple**

PRODUCTO: _____	FECHA DE EVALUACIÓN: _____
No. DE PEDIDO: _____	EVALUADO POR: _____
TAMAÑO DEL LOTE: _____	
NIVEL DE INSPECCIÓN GENERAL: _____	
TAMAÑO DE LA MUESTRA: _____	
CRITERIO DE ACEPTACIÓN: _____	
RESULTADOS DE EVALUACIÓN: _____	
ACEPTADO: <input type="checkbox"/>	RECHAZADO: <input type="checkbox"/>
COMENTARIO: _____	

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 6. **Inspección mensual de producto terminado**

Este formato permite recopilar y consolidar información mensual de los productos hechos y los defectos encontrados en estos. Este formato sirve de control interno preventivo.

INSPECCIÓN MENSUAL DE PRODUCTO TERMINADO													
Inspector: _____							Fecha : _____						
PRODUCTO							DEFECTOS						
No.	Revistas	Facturas	Volates	Cajas de medicina	Tarjetas de presentación	Etiquetas	No. de orden	Mala compaginación	Ruptura del impreso	Ausencia de registro	Variación de ajuste en el color	Doble impresión	TOTAL
1													
2													
3													
4													
5													
6													
TOTAL													
OBSERVACIONES:													

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 7. Convertidor de porcentajes a proporciones

Resumen de los valores de la tabla de Cameron para diseñar planes para muestreo simple. Donde $a = \alpha$ y $b = \beta$. Esta permite diseñar planes que logren la calidad NCA con alta probabilidad y casi nunca aceptar la calidad NCL. Se utilizará el método Cameron.

NÚMERO DE ACEPTACIÓN C	VALORES PARA R $\alpha=0.05$; $\beta=0.10$	$n \times p_1$
0	44,89	0,05
1	10,95	0,35
2	6,51	0,81
3	4,89	1,36
4	4,06	1,97
5	3,55	2,61
6	3,21	3,28
7	2,96	3,98
8	2,77	4,69
9	2,62	5,42
10	2,50	6,16
11	2,40	6,92
12	2,31	7,69
13	2,24	8,46
14	2,17	9,24
15	2,12	10,03
16	2,07	10,83
17	2,03	11,63
18	1,99	12,44
19	1,95	13,25
20	1,92	14,07
21	1,89	14,89
22	1,86	15,71
23	1,84	16,54
24	1,82	17,38
25	1,79	18,21

Fuente: elaboracion propia.

ANEXOS

**Anexo 1. Localización del tamaño del lote y nivel de aceptación
MIL-STD-105-D**

Tamaño del lote	Niveles especiales de inspección				Niveles generales de inspección		
	S - 1	S - 2	S - 3	S - 4	I	II	III
2 - 8	A	A	A	A	A	A	B
9 - 15	A	A	A	A	A	B	C
16 - 25	A	A	B	B	B	C	D
26 - 50	A	B	B	C	C	D	E
51 - 90	B	B	C	C	C	E	F
91 - 150	B	B	C	D	D	F	G
151 - 280	B	C	D	E	E	G	H
281 - 500	B	C	D	E	F	H	J
501 - 1200	C	C	E	F	G	J	K
1201 - 3200	C	D	E	G	G	K	L
3201 - 10000	C	D	F	G	G	L	M
10001 - 35000	C	D	F	H	H	M	N
35001 - 150000	D	E	G	J	J	N	P
150001 - 500000	D	E	G	J	J	P	Q
500001 - o más	D	E	H	K	K	Q	R

Fuente: *Tablas de muestreo*. www.gestiondecalidadtotal.com/mil_std_105e.html. Consulta: 17 de abril de 2019

