



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

**ESTABLECIMIENTO DE UN SISTEMA DE INSPECCIÓN Y ENSAYO POR VARIABLES Y  
ATRIBUTOS DEL LABORATORIO DE EXTRUSIÓN EN UNA EMPRESA DE EMPAQUES  
FLEXIBLES**

**Heidy Paola López Pérez**

Asesorado por la Inga. Wendy Edith Gako Castillo

Guatemala, octubre de 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESTABLECIMIENTO DE UN SISTEMA DE INSPECCIÓN Y ENSAYO POR VARIABLES Y  
ATRIBUTOS DEL LABORATORIO DE EXTRUSIÓN EN UNA EMPRESA DE EMPAQUES  
FLEXIBLES**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**HEIDY PAOLA LÓPEZ PÉREZ**

ASESORADO POR LA INGA. WENDY EDITH GAKO CASTILLO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERA INDUSTRIAL**

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Jurgen Andoni Ramírez Ramírez
VOCAL V	Br. Oscar Humberto Galicia Nuñez
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADORA	Inga. Helen Rocío Ramírez Lucas
EXAMINADORA	Inga. Martha Guisela Gaitán Garavito
EXAMINADORA	Inga. Rocío Carolina Medina Galindo
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:

### **ESTABLECIMIENTO DE UN SISTEMA DE INSPECCIÓN Y ENSAYO POR VARIABLES Y ATRIBUTOS DEL LABORATORIO DE EXTRUSIÓN EN UNA EMPRESA DE EMPAQUES FLEXIBLES**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 4 de marzo de 2016.

**Heidy Paola López Pérez**

Guatemala, julio 25 de 2017

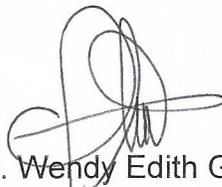
Ing. José Francisco Gómez Rivera  
Director Escuela Ingeniería Mecánica Industrial  
Facultad de Ingeniería  
Universidad de San Carlos de Guatemala  
Presente

Estimado Ingeniero Gómez:

Por este medio le informo que, como asesora de la estudiante universitaria de la carrera de Ingeniería Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, Heidy Paola López Pérez, carné No. 201213376, he finalizado la revisión del trabajo de graduación con título **ESTABLECIMIENTO DE UN SISTEMA DE INSPECCIÓN Y ENSAYO POR VARIABLES Y ATRIBUTOS DEL LABORATORIO DE EXTRUSIÓN EN UNA EMPRESA DE EMPAQUES FLEXIBLES**, el cual apruebo por cumplir con los requerimientos solicitados durante el proceso.

Solicitándole darle el trámite respectivo y sin otro particular me es grato suscribirme.

Atentamente,



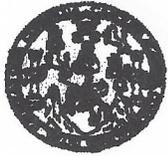
Inga. Wendy Edith Gako Castillo

Colegiado No. 11386

*Wendy Edith Gako Castillo*

INGENIERA INDUSTRIAL

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

REF.REV.EMI.094.017

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **ESTABLECIMIENTO DE UN SISTEMA DE INSPECCIÓN Y ENSAYO POR VARIABLES Y ATRIBUTOS DEL LABORATORIO DE EXTRUSIÓN EN UNA EMPRESA DE EMPAQUES FLEXIBLES**, presentado por la estudiante universitaria **Heidy Paola López Pérez**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“DID Y ENSEÑAR A TODOS”

Nora Leonor Elizabeth García Tobar  
Ingeniera Industrial  
Colegiado No. 6121

Inga. Nora Leonor Elizabeth García Tobar  
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, agosto de 2017.

/mgp

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA**



**FACULTAD DE INGENIERÍA**

REF.DIR.EMI.147.017

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 y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **ESTABLECIMIENTO DE UN SISTEMA DE INSPECCIÓN Y ENSAYO POR VARIABLES Y ATRIBUTOS DEL LABORATORIO DE EXTRUSIÓN EN UNA EMPRESA DE EMPAQUES FLEXIBLE**, presentado por la estudiante universitaria **Heidy Paola López Pérez**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

  
Ing. José Francisco Gómez Rivera  
DIRECTOR a.i.  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, septiembre de 2017.

/mgp

Universidad de San Carlos  
de Guatemala

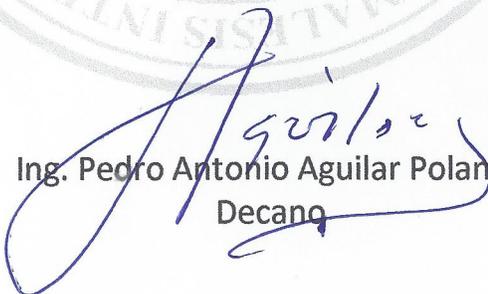


Facultad de Ingeniería  
Decanato

DTG. 456.2017

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: **ESTABLECIMIENTO DE UN SISTEMA DE INSPECCIÓN Y ENSAYO POR VARIABLES Y ATRIBUTOS DEL LABORATORIO DE EXTRUSIÓN EN UNA EMPRESA DE EMPAQUES FLEXIBLES**, presentado por la estudiante universitaria: **Heidy Paola López Pérez**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco  
Decano

Guatemala, octubre de 2017

/gdech



DTG. 433.2017

## **ACTO QUE DEDICO A:**

- Dios** Por ser una importante influencia en mi carrera, entre otras cosas.
- Mis padres** Henry Giovanni López Rivera y Gladys Haydee Pérez, por su apoyo incondicional y su amor que me llevaron hasta dónde me encuentro; los amo con todo mi corazón.
- Mi hijo** Santiago López Pérez, por ser el motivo de salir adelante; eres el ángel de mi vida. Te amo.
- Mis abuelos** Carlos López y Betty Rivera, por ser dos ángeles en mi vida.
- Catedrático** Esdras Miranda, por ser parte importante en el transcurso de mi carrera y por darme la oportunidad de aprender con su apoyo.
- Mis amigos** Eunice De León, Edgar Hernández, Oscar Batz y Diego Álvarez, por estar siempre conmigo a lo largo de la carrera y demostrarme su amistad sincera. Gracias por cada momento.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>Dios</b>	Por estar conmigo en cada uno de los momentos difíciles.
<b>Universidad de San Carlos de Guatemala</b>	Por ser mi casa de estudios, orgullosa de pertenecer a ella.
<b>Facultad de Ingeniería</b>	Por la formación recibida.
<b>Mis padres</b>	Por ser mi inspiración.
<b>Mis amigos de la Facultad</b>	Diego Alvarez, Edgar Hernández y Oscar Batz.
<b>Mi asesora</b>	Wendy Gako, por su tiempo y asesoría para realizar el presente trabajo.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS .....	IX
GLOSARIO .....	XI
RESUMEN.....	XIII
OBJETIVOS.....	XV
INTRODUCCIÓN .....	XVII
1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA EMPRESA.....	1
1.1. Industria de empaques .....	1
1.1.1. Industria de empaques de cartón .....	4
1.1.2. Industria de empaques de papel.....	8
1.1.3. Industria de empaques de vidrio.....	10
1.1.4. Industria de empaques de metal.....	12
1.1.5. Industria de empaques flexibles .....	14
1.1.5.1. Región centroamericana.....	19
1.2. Organización Convertidora de plásticos .....	20
1.2.1. Procesos.....	21
1.2.1.1. Administrativos .....	21
1.2.1.2. Productivos .....	22
1.2.1.2.1. Extrusión .....	22
1.2.1.2.2. Flexografía.....	25
1.2.1.2.3. Corte.....	27
1.2.1.2.4. Bolseo .....	27
1.3. Segmentos del mercado.....	29
1.3.1. Industrial .....	29

1.3.2.	Comercial .....	30
1.3.3.	Agrícola .....	30
2.	MARCO TEÓRICO .....	33
2.1.	Sistemas de aseguramiento de calidad.....	33
2.1.1.	Gestión de calidad.....	33
2.1.1.1.	<i>Inputs</i> .....	36
2.1.1.1.1.	Materias primas.....	36
2.1.1.1.2.	Insumos.....	40
2.1.1.1.3.	Servicios.....	41
2.1.1.2.	<i>Outputs</i> .....	42
2.1.1.2.1.	Producto terminado .....	42
2.1.1.2.2.	Despacho a clientes .....	43
2.1.1.2.3.	Gestión de reclamos .....	44
2.1.2.	Control de calidad .....	46
2.1.2.1.	Sistemas de control de calidad.....	47
2.1.2.1.1.	Laboratorio de extrusión.....	47
2.1.2.1.2.	Laboratorio de flexografía .....	51
2.1.2.1.3.	Laboratorio de corte .....	54
3.	DIAGNÓSTICO DEL PROCESO .....	57
3.1.	Plan de muestreo .....	57
3.1.1.	Tipos .....	57
3.1.2.	Especificaciones.....	59
3.1.3.	Control del diseño .....	59
3.1.4.	Inspección .....	60
3.2.	Proceso de inspección y ensayo .....	60

3.2.1.	Descripción .....	60
3.2.2.	Diagrama de flujo de procesos .....	61
3.2.3.	Inspección de variables .....	75
3.2.4.	Inspección de atributos .....	75
3.2.5.	Formatos utilizados.....	77
3.3.	Proceso de control de calidad actual.....	78
3.3.1.	Descripción .....	78
3.3.2.	Estatus de calidad del material .....	79
3.3.3.	Proceso de desviación.....	80
3.4.	Factores que afectan la calidad de la película.....	81
3.4.1.	Análisis de criticidad .....	85
3.4.2.	Clasificación de los factores según criticidad.....	86
3.4.3.	Registro de resultados .....	86
3.5.	Tiempo de respuesta de los auditores de calidad .....	86
4.	DEFINICIÓN DE LA METODOLOGÍA.....	91
4.1.	Detección interna de producto no conforme .....	91
4.1.1.	Clasificación de los factores según su criticidad.....	96
4.1.2.	Frecuencia de análisis a muestras .....	98
4.1.3.	Cantidad de análisis por muestra .....	109
4.1.4.	Porcentaje de detección interna .....	111
4.2.	Herramientas para cada una de las propuestas a implementar.....	113
4.3.	Cronograma de implementación.....	116
4.4.	Presupuesto de implementación .....	117
5.	SISTEMA DE CONTROL .....	119
5.1.	Formatos con fundamento estadístico.....	119

5.2.	Registro de documentos en el listado maestro de documentos.....	121
5.3.	Informes de resultados.....	121
5.4.	Decisiones preventivas y correctivas .....	123
5.4.1.	Documentos .....	125
5.5.	Indicadores de éxito .....	127
5.6.	Cuantificación de beneficios.....	128
CONCLUSIONES.....		133
RECOMENDACIONES .....		137
BIBLIOGRAFÍA.....		139

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Cartón corrugado de una cara .....	6
2.	Cartón corrugado sencillo .....	6
3.	Cartón de doble corrugado .....	7
4.	Cartón de triple corrugado .....	7
5.	Moléculas ramificadas de LDPE .....	16
6.	Moléculas ramificadas de HDPE.....	17
7.	Partes de máquina extrusora .....	24
8.	Bobina.....	25
9.	Planchas flexibles grabadas .....	25
10.	Cuerpo de impresión en Flexografía.....	27
11.	Proceso.....	35
12.	Diagrama de flujo de procesos: prueba de coeficiente de fricción a películas plásticas.....	62
13.	Diagrama de flujo de procesos: prueba de retracción.....	65
14.	Diagrama de flujo de procesos: prueba de tensión y elongación a películas plásticas.....	67
15.	Diagrama de flujo de procesos: prueba de rasgado a películas plásticas.....	70
16.	Diagrama de flujo de procesos: prueba de calibre por medio del octágono a películas plásticas .....	71
17.	Diagrama de flujo de procesos: prueba de resistencia al impacto a películas plásticas.....	72
18.	Matriz de criticidad .....	95

19.	Diagrama de Pareto de rechazos internos .....	115
20.	Diagrama de Ishikawa .....	116

## TABLAS

I.	Funciones del empaque.....	2
II.	Cuadro comparativo de cartón.....	5
III.	Cuadro comparativo de papel.....	8
IV.	Cuadro comparativo de vidrio .....	10
V.	Cuadro comparativo de metal.....	12
VI.	Cuadro comparativo de empaques flexibles .....	15
VII.	Grados de calificación de atributos .....	76
VIII.	Formato de control de extrusión .....	77
IX.	Clasificación de los defectos en las películas plásticas .....	83
X.	Criterios de la frecuencia .....	94
XI.	Criterios de la severidad .....	95
XII.	Rechazos internos .....	95
XIII.	KGS de desperdicio .....	96
XIV.	Análisis de criticidad .....	96
XV.	Hallazgos de rechazos internos por factor mensualmente .....	98
XVI.	Plan de calidad de producto para laminación .....	99
XVII.	Plan de calidad para bolsa impresa de uso general .....	100
XVIII.	Plan de calidad para tela lluvia y bolsas sin impresión .....	101
XIX.	Plan de calidad para producto termoencogible .....	102
XX.	Plan de calidad película para bolsa gabachera.....	103
XXI.	Plan de calidad para bolsas de empaque secundario.....	104
XXII.	Plan de calidad para Mulch.....	105
XXIII.	Plan de calidad películas para productos de agua y azúcar .....	106
XXIV.	Plan de calidad de películas para productos: cloro y detergente .....	108

XXV.	Base de datos de planes de acción rechazos internos .....	112
XXVI.	Ejemplo para diagrama de Pareto.....	114
XXVII.	Cronograma de implementación .....	116
XXVIII.	Presupuesto de implementación .....	117
XXIX.	Formato de control de calidad.....	120
XXX.	Informe de resultados.....	122



## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>g</b>	Gramos
<b>kg</b>	Kilogramo
<b>kW</b>	Kilovatio
<b>kg/h</b>	Kilogramo por hora
<b>kWh</b>	Kilovatio por hora
<b>am</b>	Mañana
<b>%</b>	Porcentaje
<b>Seg</b>	Segundos
<b>pm</b>	Tarde



## GLOSARIO

<b>Aditivos</b>	Son polímeros en forma de resinas adicionados con una concentración alta de materiales que modifican las cualidades de los polímeros para conseguir de ellos las características necesarias para el producto final.
<b>Cores de cartón</b>	Es una pieza hueca de cartón de forma cilíndrica que se utiliza para el embobinado de la película plástica luego de ser extruida.
<b>Elongación</b>	Cantidad que un material puede estirarse antes de romperse, comúnmente se mide en porcentajes.
<b><i>Masterbatch</i></b>	Colorantes y pigmentos adicionados a los polímeros en forma de resinas portadoras del color, le brinda color y propiedades específicas al material.
<b>Resinas</b>	Producto sólido en forma circular derivado de la solidificación o polimerización de los polímeros.
<b>Transmitancia</b>	Cantidad de luz que atraviesa un material en un periodo de tiempo.



## **RESUMEN**

La empresa en estudio es líder en la industria de empaques flexibles; en la actualidad, el envoltorio es imprescindible para la conservación de los productos; por tal razón existen diversos tipos de empaques según las necesidades de cada tipo de actividad. Dicha empresa cuenta con la tecnología adecuada para brindar soluciones de empaque de cualquier naturaleza, brinda a los clientes productos de la más alta calidad para conservar los productos para el consumidor final.

La necesidad de competir en el nuevo mercado globalizado, ha traído como consecuencia que, dentro de la planta, se implementen controles de calidad para producir con eficiencia y calidad, al mismo tiempo. Lograr este objetivo permite disminuir costos por desperdicio, reproceso, reclamos o devoluciones que se traducirá en material de empaque de calidad, el cual cumplirá las expectativas de los clientes.

Para la realización de esta investigación se abordará una propuesta de mejora con la utilización de empaques flexibles.



## **OBJETIVOS**

### **General**

Establecer un sistema de inspección y ensayo por variables y atributos en un laboratorio de extrusión, de una empresa de empaques flexibles.

### **Específicos**

1. Categorizar cada uno de los factores que afectan la calidad de las películas, según su criticidad.
2. Definir el tiempo de respuesta de los auditores de calidad en las pruebas realizadas a las películas extruidas y establecer un procedimiento para disminuir el tiempo en al menos un 30 %.
3. Definir una metodología para aumentar el porcentaje de detección interna de producto no conforme en al menos un 15 %.
4. Diseñar un sistema de control de registros en el cual se pueda disponer del 80 % de los registros del laboratorio de calidad de extrusión con fundamento estadístico.



## INTRODUCCIÓN

Actualmente en el ámbito empresarial, la calidad se ha desarrollado como una necesidad; al elaborar cierto producto, éste debe cumplir con especificaciones y atributos para satisfacer con las necesidades y expectativas: del cliente; por lo tanto, se debe tener un control en las variaciones de todo tipo antes, durante y después de producir.

Los empaques flexibles han revolucionado los métodos de empaque de productos alimenticios; son convenientes para el consumidor final por sus muchas características: aumento del tiempo de vida de anaquel del alimento, mejor rendimiento y se mantiene su sabor.

A pesar de los múltiples beneficios de los empaques flexibles, durante su producción pueden darse ciertas variaciones según las especificaciones, por ejemplo, cuando por falta de capacitación o mantenimiento, el personal o la maquinaria fallan.

Por lo tanto, es de suma importancia conocer los factores con probabilidad de incidencia en la calidad del empaque y clasificarlos según su criticidad para establecer un correcto sistema de inspección.



# **1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA EMPRESA**

## **1.1. Industria de empaques**

Desde tiempos inmemorables se vio la necesidad del uso de los envases; aunque en ese momento se utilizaban para la protección de los alimentos, pertenencias personales, vestimentas o cualquier elemento de valor; con el tiempo se crearon elementos con materiales específicos según la necesidad.

Envase se refiere a un envoltorio o contenedor con contacto directo con un producto; tiene como función principal protegerlo y ofrecer una adecuada presentación para distinguirlo de los demás y facilitar su manejo, transporte, almacenaje, manipulación y distribución al cliente final.

Hace algunos años se detectó la oportunidad del diseño de empaques, utilizados como envases o protectores de los envases, ambos con una mejor presentación como producto terminado, con un enfoque orientado a aumentar sus ventas y la distinción sobre otros productos similares o de la misma gama; se creó una personalidad propia del producto para ubicarlo como una ventaja competitiva que sensibilice al consumidor, para crear la necesidad de comprar esa marca específica y con esto lograr ser líder en el mercado.

Actualmente, se cuenta con varios tipos de empaques clasificados según su material: cartón, papel, vidrio, metal y flexibles; su utilización varía dependiendo del producto a empacar y sus características de almacenamiento o anaquel.

A continuación, se desglosan las funciones más relevantes de un empaque:

Tabla I. **Funciones del empaque**

<b>Funciones del empaque</b>
Contener y aglutinar al producto
Proteger el producto
Proteger al usuario o consumidor
Exhibir e identificar el producto
Dosificar el producto
Hacer más atractivo el producto
Facilitar el consumo

Fuente: elaboración propia.

- Contener y aglutinar al producto: especialmente en aquellos de naturaleza gaseosa y líquida, o forma en de polvo o pequeños elementos que necesariamente deban ser conjuntados.
- Proteger el producto: contra la acción de diversos elementos: disipación, contaminación, temperatura, viento, luz solar o cierto tipo de radiación como los rayos infrarrojos y ultravioleta, golpes, humedad, etc.
- Proteger al usuario o consumidor: evitar posibles daños por el inadecuado o incorrecto uso o consumo del producto.
- Exhibir e identificar el producto: en algunos artículos sirve para colocar el producto a la vista y disposición de los posibles compradores para estimular la compra: blíster, golosinas, juguetes y muchos productos más.

- Dosificar el producto: algunos envases cuentan con medidas y formas de suministrar el producto en las cantidades que desea el consumidor o usuario: envases dosificadores de medicamentos, botellas de plástico, envases de condimentos alimenticios, entre otros.
- Hacer más atractivo el producto: con su forma y utilidad, mediante el diseño gráfico con información, colores y figuras, comunica al posible comprador las características relevantes y obligatorias o exigidas por la normatividad aplicable en relación con su contenido; además, motiva la compra y resalta las ventajas de lo que contiene.
- Facilitar el consumo: debido a su diseño ergonómico, que facilita abrirlos, cargarlos y manejarlos con mayor facilidad.
- Niveles de empaque
  - Primario: recipiente en contacto directo con el producto.
  - Secundario: es el empaque que contiene al primario. Su principal función es agrupar los productos para la distribución y muestra al posible comprador.
  - Terciario: es el empaque que se utiliza después del envase secundario, también conocido como embalaje o empaque de transporte. Este normalmente se utiliza para almacenar o agrupar cantidades de producto ya con su respectivo empaque secundario. tarimas, *stretch film*, cajas, contenedores, entre otros.

- Tipos de empaque:

El tipo genérico del empaque atiende al material del que está hecho y a la forma, aplicación o propósitos particulares o nivel de resistencia: botella, lata, caja, bolsa, ampollita, frasco, estuche, blíster, etcétera.

Debe analizarse si el tipo del envase es acorde con las características del producto, los gustos y costumbres en el mercado meta, si constituye un factor que pueda hacer atractivo al producto para el consumidor.

Así mismo, en la actualidad la tendencia de los empaques está determinada por estos factores:

- "Sustentabilidad: la producción de empaques con materiales reciclados, con el propósito de cumplir con un deber impuesto por el consumidor final o las corrientes actuales de reducción del impacto ambiental.
- Mercadotecnia: el empaque se enfoca en el factor de imagen para ofrecer al consumidor final, determinando así, la aceptación o rechazo del producto.
- Conveniencia: los cambios constantes en los ámbitos de economía, laborales, de estilos de vida, la composición de las familias y las nuevas tendencias de salud ha realizado cambios en las costumbres de los consumidores, realizando cambios tanto en los productos como en los empaques de los mismos"<sup>1</sup>.

### **1.1.1. Industria de empaques de cartón**

Los empaques de cartón son los que ofrecen mayor protección al producto y su embalaje. Está elaborado por múltiples capas de papel, según el calibre deseando las cuales le proporcionan rigidez y resistencia al empaque. Además, ofrecen seguridad; a continuación, se mencionan algunas de las ventajas y desventajas de los empaques de cartón.

---

<sup>1</sup> PÉREZ, Carmen. *Empaques y embalajes*. p. 23.

Tabla II. **Cuadro comparativo de cartón**

<b>VENTAJAS</b>	<b>DESVENTAJAS</b>
Versatilidad para darle forma y dimensionarlos.	Pueden ser frágiles y romperse por la humedad y el calor.
Son ergonómicos.	Son permeables al agua y las grasas.
Son livianos.	Absorben olores y gases.
Se pueden reciclar y reutilizar.	
Son económicos.	

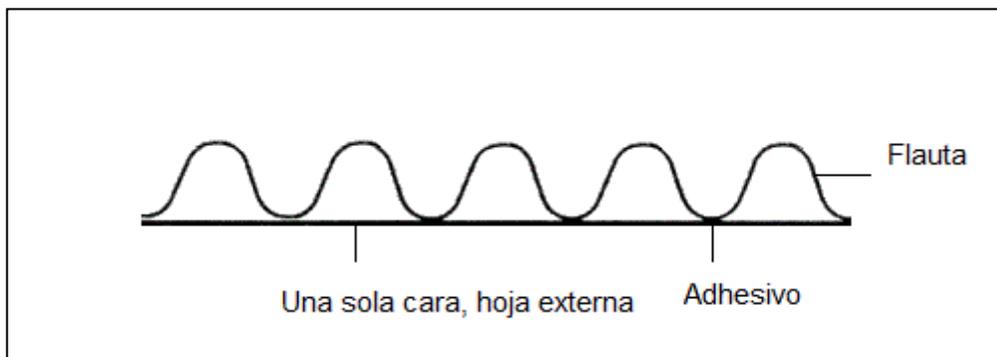
Fuente: elaboración propia.

Los empaques se pueden obtener de diferentes tipos de cartón, los cuales brindan características diferentes, según el producto para el cual fue destinado. Los tipos más comunes de cartón utilizados son:

- **Cartón *kraft*:** se utiliza principalmente para la elaboración de cajas y charolas, ya que sus propiedades son la tenacidad y la resistencia a la tracción, el alargamiento y la rotura. Se utiliza como empaque para una variedad de productos: paquetes de cigarrillos, productos farmacéuticos, alimentos, cajas de calzado, cajas de teléfonos celulares, entre muchos otros.
- **Cartón corrugado:** se utiliza para empaques de productos frágiles y cajas de embalaje. Se utiliza como empaque para una variedad de productos: alimentos, equipos, electrodomésticos o maquinaria. Este tipo de cartón es una combinación de papel tipo *liner* (caras exteriores); y de papel médium o flauta (que es la estructura interna), combinados proporcionan mayor resistencia al terminado de corrugado. Actualmente, hay cuatro tipos de cartón corrugado para envase y embalaje:

- Corrugado de una cara: está formado por una sola capa tipo línea pegada a una flauta o cartón curvado.

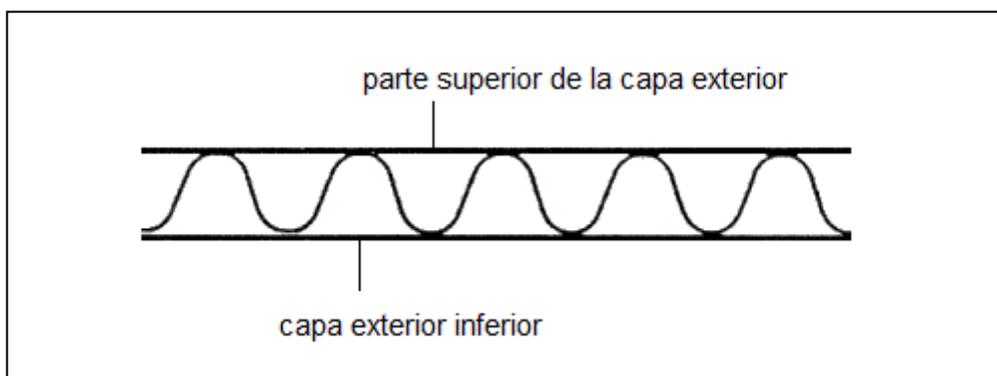
Figura 1. **Cartón corrugado de una cara**



Fuente: Arkiplus. *Tipos de cartón*. [www.arkiplus.com/tipos-de-carton-corrugado](http://www.arkiplus.com/tipos-de-carton-corrugado). Consulta: 2 de septiembre de 2015.

- Corrugado sencillo: consta de dos caras y una flauta.

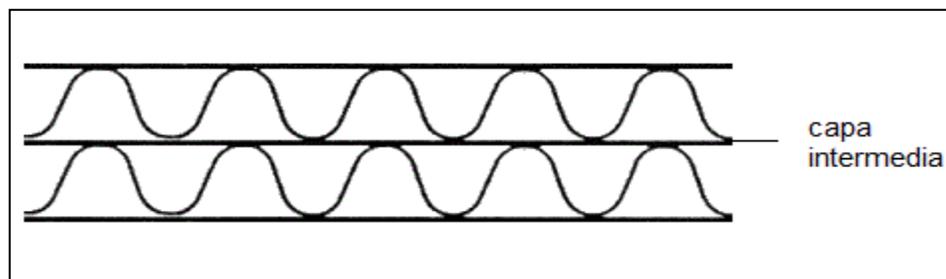
Figura 2. **Cartón corrugado sencillo**



Fuente: Arkiplus. *Tipos de cartón*. [www.arkiplus.com/tipos-de-carton-corrugado](http://www.arkiplus.com/tipos-de-carton-corrugado). Consulta: 2 de septiembre de 2015.

- Doble corrugado: consta de dos flautas separadas una de otra por un forro interior o capa de cartón, también, cuenta con dos capas exteriores; este tipo de material se utiliza para cargas muy pesadas.

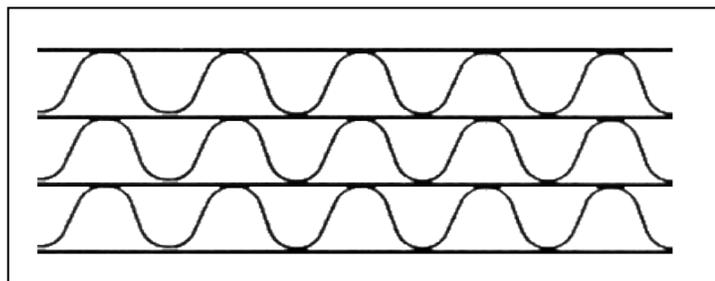
Figura 3. **Cartón de doble corrugado**



Fuente: Arkiplus. *Tipos de cartón*. [www.arkiplus.com/tipos-de-carton-corrugado](http://www.arkiplus.com/tipos-de-carton-corrugado). Consulta: 2 de septiembre de 2015.

- Triple corrugado: tiene tres flautas separadas cada una de un forro interior o capa intermedia, también, se utiliza para cargas demasiado pesadas.

Figura 4. **Cartón de triple corrugado**



Fuente: Arkiplus. *Tipos de cartón*. [www.arkiplus.com/tipos-de-carton-corrugado](http://www.arkiplus.com/tipos-de-carton-corrugado). Consulta: 2 de septiembre de 2015.

- Cartón chip: se utiliza principalmente para la elaboración de cajas debido a que es un material grueso y resistente. Se utiliza para empaques especiales de gran resistencia: envases de vidrio o productos pesados.

A pesar de las ventajas que el cartón como material de empaque contiene, a partir del avance que han tenido los empaques plásticos, han decaído; por lo tanto, actualmente, los productores de empaques de cartón buscan la forma de crear empaques con características diferentes a las demás o la fusión de cartón con cualquier otro material para obtener un empaque con mejores propiedades mecánicas y un diseño innovador.

### 1.1.2. Industria de empaques de papel

El papel es un material para empacar, distribuir y comercializar productos, cuenta con características atractivas para los consumidores: versátiles, ergonómicos, resistentes, prácticos, económicas y una de sus principales características, reciclables, por lo tanto, amigables con el ambiente.

Así como los empaques de papel cuentan con características atractivas, se pueden mencionar algunas ventajas y desventajas:

Tabla III. Cuadro comparativo de papel

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Es versátil para darle forma y dimensionarlo.	No aptos para productos húmedos o que tendrán contacto con agua.
Son ergonómicos.	Es permeable al agua y grasas.
Son livianos.	Absorbe olores y gases.
Es económico, dependiendo de las especificaciones del empaque.	
Son herméticos.	
Se pueden reciclar y reutilizar.	

Fuente: elaboración propia.

Los tipos de papel más utilizados para la elaboración de empaques son el papel kraft, pergamino vegetal y papel encerado; cada uno se utiliza para cierta gama de productos ya que tienen características distintas que funcionan de mejor forma para ciertos productos; a continuación una breve explicación de los mismos.

- Papel *kraft*: es un tipo de papel de color café que se identifica por su resistencia; comúnmente con este se producen bolsas, sacos, empaques primarios y envolturas.
- Papel pergamino vegetal: es un tipo de papel transparente elaborado para tener contacto con alimentos; cuentan con alta resistencia o barrera a las grasas y humedad. Comúnmente utilizado para empacar mantequillas, carnes y quesos.
- Papel *glassine*: es un tipo de papel translucido, es un papel muy denso ya que se elabora de esa forma con el propósito de impedir el paso de grasas y aceites; comúnmente, se utiliza para envolturas de alimentos.
- Papel encerado: este tipo de papel es semitransparente con una capa de cera, cuenta con una capa protectora de la humedad; se utilizan comúnmente para productos de repostería, congelados, cereales. También, cuenta con la ventaja de facilidad para degradarse, siendo un producto amigable con el ambiente que reduce al mínimo su impacto.
- Papel celofán: es un polímero natural derivado de la celulosa; es una película transparente, flexible y resistente, sin embargo, se rasga fácilmente. En la actualidad ya no se observan empaques de celofán como en años anteriores que se utilizaban como empaques de golosinas;

esto se debe a que en el transcurso de los tiempos fue sustituido por las películas de polipropileno cuyo costo es mucho menor, aparte que en el celofán no se podía imprimir, no contaba con propiedades de sellabilidad ni de barrera a la humedad.

El papel en la actualidad es uno de los materiales más utilizado para la fabricación de empaques debido a su bajo costo, también, es un material con muchas ventajas sobre los demás materiales de empaque.

### 1.1.3. Industria de empaques de vidrio

El vidrio es un material se utiliza como envase y empaque para productos alimenticios, bebidas, perfumes, productos farmacéuticos y productos químicos los cuales requieren de cierto cuidado al manipularlos. Este es un material que se utiliza con menor frecuencia ya que es costoso, sin embargo, cuenta con ventajas y desventajas que a continuación se presentan.

Tabla IV. **Cuadro comparativo de vidrio**

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Cuentan con barrera a la luz y a los rayos UV que evitan la oxidación del producto.	Es frágil. Puede quebrarse y se pierde su contenido, incurriendo en gastos extras o daños.
Transparencia.	Es costoso.
Herméticos.	Es rígido.
Impermeables al agua, gases y vapores.	Es pesado, más que cualquier otro material de empaque.
No altera el sabor ni aroma de los productos contenidos en el mismo.	
Se pueden reciclar, reutilizar y muchas veces retornable.	

Fuente: elaboración propia.

El vidrio es un material elaborado de estabilizadores y principalmente de arena de sílice la cual existe en abundancia; sin embargo, el problema es que no es renovable. Por tal motivo, en la actualidad, la elaboración de empaques y envases de este material se ha reducido, ya que el consumidor final busca productos amigables con el ambiente. A pesar de esto, este es un material duro y resistente, el cual a través de su transparencia colabora con los productos que buscan transmitir pureza a través de los empaques, por ejemplo, las bebidas y productos farmacéuticos.

Se mencionó anteriormente que el vidrio se elabora con estabilizadores y a partir de estos existe una clasificación de envases según del vidrio que se emplea para su fabricación:

- Vidrio boro silicatado: es el vidrio boro, por eso es vidrio neutro. Cuenta con una alta resistencia a altas temperaturas y resistencia química, por lo tanto, se utiliza regularmente para envases farmacéuticos, ampollas, productos de laboratorio, entre otros.
- Vidrio calizo tratado: es el vidrio con un tratamiento de dióxido de azufre, normalmente, es utilizado para envases de material hospitalario como sueros intravenosos, bebibles o inyectables.
- Calizo: este tipo de vidrio es el más usado para la elaboración de envases debido a su composición. Está formado de calcio y sodio y se utiliza para alimentos, vinos, licores, cerveza, agua, algunos productos farmacéuticos, cosméticos, refrescos, entre otros.

- No parenteral: es el que se utiliza únicamente para la elaboración de productos inyectables y ampollas por ser un vidrio estéril y más delgado.

Los envases de vidrio son funcionales para diferentes gamas de productos, sus presentaciones son las botellas, frascos y ampollas. Este material ofrece una versatilidad de diseños en forma, tamaño y color, los más utilizados son los transparentes, ámbar y verde.

#### 1.1.4. Industria de empaques de metal

Los empaques metálicos pueden elaborarse de aluminio u hojalata; en la actualidad, se utilizan para productos líquidos o sólidos, por ejemplo, alimentos, aceites, pinturas, lubricantes, entre otros. Al igual que los demás materiales utilizados para empaques, cuenta con ventajas y desventajas al utilizarlos.

Tabla V. Cuadro comparativo de metal

<b>VENTAJAS</b>	<b>DESVENTAJAS</b>
Versátil para producir diferentes formas, diseños y tamaños.	Sensible a la oxidación por el contacto con agua o a la humedad.
Conductividad térmica.	Es pesado.
Resistencia a altas temperaturas.	Puede alterar el sabor de los productos alimenticios.
Extenso tiempo de vida.	Es costoso.
Impermeables a la luz.	
Se puede reciclar y reutilizar.	

Fuente: elaboración propia.

Los empaques elaborados con metal pueden ser de dos tipos:

- Hojalata: es un material elaborado con acero, un porcentaje de carbono y recubierto de estaño; se utiliza principalmente para realizar envases de pintura, lubricantes y aceites. Estos envases se pueden elaborar de distintos tipos de materiales:
  - Lámina negra: lámina común que no cuenta con ningún tratamiento, comúnmente, se moldea en forma tubular para la elaboración de productos ferreteros, cubetas y maquinaria.
  - Lámina estañada: es lámina común, tratada, con un baño de estaño, el cual cumple la labor de recubrir el material para utilizarlo en envases y latas.
  - Hojalata diferencial: conocida como latas o botes por su recubrimiento de diferentes combinaciones de estaño.
  - Lámina cromada: conocida como acero libre de estaño y se utiliza para tapas, corcholatas y fondos de latas por su resistencia al calor.
- Aluminio: es un material blando y maleable, el cual es muy utilizado por sus múltiples características y por ser un material reciclable que se utiliza para la elaboración de latas para bebidas, jugos, pastas y cervezas.

El metal es el material con el cual se elaboran empaques rígidos, esta es una característica importante; sin embargo, el factor costo ha hecho con el tiempo que los empaques de este material se reduzcan, por el uso de

empaques flexibles que cuentan con las mismas características pero son más económicos.

Los empaques elaborados de metal son utilizados en el mercado con frecuencia para productos líquidos, con la creencia de que este material provoca que el producto se conserve higiénico e inocuo por mayor tiempo, este es un factor para las empresas productoras de esta gama de productos. En estos se empacan salsas, mayonesas, quesos, jaleas, medicamentos, bebidas y salsas.

#### **1.1.5. Industria de empaques flexibles**

Los empaques flexibles pueden ser elaborados de diferentes materiales: polietileno, polipropileno y poliéster. Estos se caracterizan por ser livianos y flexibles y dependiendo del material del cual estén elaborados; será su finalidad porque cada uno cuenta con diferentes características, las cuales son utilizadas estratégicamente según los requerimientos de empaques de los clientes.

Los plásticos son sustancias de origen orgánico, formadas por largas cadenas macromoleculares con carbono e hidrógeno; se caracterizan por ser capaces de ser moldeados y por ser aislantes de la electricidad y el calor.

Pueden reprocesarse las veces que se requiera y combinarse con otros materiales para mejorar sus propiedades naturales; a pesar de esto, los plásticos cuentan con la desventaja de que en este reproceso se pierden ciertas propiedades directamente proporcional al número de veces de reutilización por lo que necesitarán utilizarse otros materiales que sustituyan estas propiedades en el producto final.

Los empaques flexibles, en general, cuentan con varias ventajas y desventajas que se desglosan a continuación:

Tabla VI. **Cuadro comparativo de empaques flexibles**

<b>VENTAJAS</b>	<b>DESVENTAJAS</b>
Versatilidad para producir diferentes diseños y tamaños, adecuándose al producto a empacar.	Tiempo de vida corto, en comparación con los demás materiales.
Cuentan con barrera a la luz y a los rayos UV, evitando la oxidación del producto.	Poca resistencia al punzonamiento, por lo que se perfora fácilmente.
Son herméticos, flexibles y extremadamente livianos.	Inflamabilidad.
Impermeables al agua, gases y vapores.	Pierde sus propiedades mecánicas con el transcurso del tiempo.
No altera el sabor ni aroma de los productos contenidos.	
Se pueden reciclar y reutilizar.	
Es económico.	
Facilidad para imprimir.	

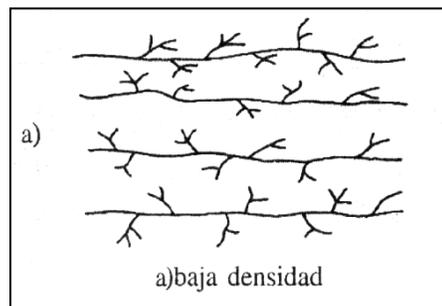
Fuente: elaboración propia.

Los materiales más comúnmente utilizados para la elaboración de empaques flexibles se desglosan a continuación con sus características principales:

- Polietileno (PE): es un polímero sintético termoplástico blanquecino, obtenido de la polimerización de olefinas o hidrocarburos etilénicos; con fórmula fundamental  $[C_2H_4]_n$ , la n indica el número de moléculas individuales que se unen unas a otras para formar una cadena molecular y se lo denomina grado de polimerización. Existen dos tipos de polietileno:

- Polietileno de baja densidad (LDPE): tiene una estructura ramificada y parcialmente cristalina; es un material muy versátil, se adapta a diferentes tipos de procesos de extrusión; brinda características como transparencia, resistencia al impacto, flexibilidad, sellabilidad y principalmente su bajo costo, sin embargo, la fuerza de tracción, también llamada de tensión, es menor que el de alta densidad por su estructura.

Figura 5. **Moléculas ramificadas de LDPE**

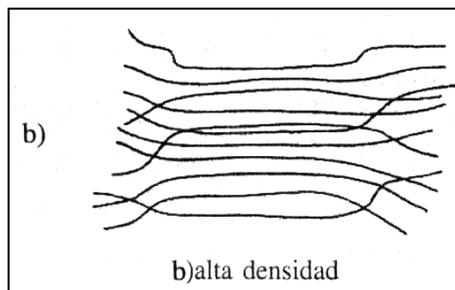


Fuente: *Sombra química*. [www.sombraquimica.blogspot.com](http://www.sombraquimica.blogspot.com) Consulta: 2 de septiembre de 2016.

- El polietileno de baja densidad es el material que más se utiliza para la elaboración de empaques flexibles ya que este cuenta con buenas propiedades mecánicas y es económico. Este puede mejorar aún más sus propiedades mecánicas a través de la copolimerización, obteniendo como resultado polietileno lineal de baja densidad (LLDPE) o polietileno lineal buteno, polietileno lineal hexeno, polietileno lineal octeno, metaloceno u polietileno lineal fraccional.

- El polietileno lineal de baja densidad (LLDPE): posee mayor resistencia a la tensión, resistencia al impacto, fuerza de rasgado y mayor elongación que el polietileno de baja densidad, mientras que este otro posee mayor claridad y brillo y mejor propiedades de sellado que el lineal de baja densidad. Estos dos materiales comúnmente suelen ser mezclados para optimizar los beneficios obtenidos de ambos materiales.
- Polietileno de alta densidad (HDPE): este tiene una estructura lineal, con cadenas moleculares largas con pequeñas ramificaciones con aspecto opaco, cuenta con buena propiedad de barrera a la humedad, mientras que por otro lado, posee una pobre barrera al oxígeno, siendo el segundo de mayor uso en la industria de empaques flexibles.

Figura 6. **Moléculas ramificadas de HDPE**



Fuente: *Sombra química*. [www.sombraquimica.blogspot.com](http://www.sombraquimica.blogspot.com) Consulta: 9 de septiembre de 2016.

- Polipropileno: la película de polipropileno también llamada BOPP por ser bi orientada, es traslúcida, resistente al impacto y tiene alta rigidez y

dureza, con esta se elaboran una gran gama de productos alimenticios como frituras y golosinas.

- **Poliéster:** el poliéster o también abreviado PET es un material utilizado por su alta barrera y resistencia al impacto, éste comúnmente se utiliza para laminarlo con otros materiales e imprimir debido a su alta transparencia.
- **Etilen-vinil-alcohol:** el etilen-vinil-alcohol o también abreviado EVOH es un material que se utiliza por ser el mejor como barrera al oxígeno, gases, olores y es resistente a aceites y solventes orgánicos. Este es utilizado comúnmente en productos laminados donde se ubica en la capa interna siendo de una estructura multi-capa que tiene como capas externas materiales de polietileno de baja densidad o polipropileno que brindan barrera a la humedad protegiendo al EVOH de esta.
- **Policloruro de vinilideno:** el policloruro de vinilideno o también abreviado PVdC es un polímero de recubrimiento altamente eficaz, este se utiliza por sus excelentes propiedades de barrera contra la grasa, los vapores y los gases; las cuales lo hacen ideal para empaques que contengan productos con un alto contenido en grasa y sabores y olores fuertes.
- Este cuenta con varias características las cuales lo hacen único como lo son: alta transparencia que ofrece la mejor presentación del producto, muy buenas propiedades barrera que prolongan la vida de los productos en los expositores y su conservación con la utilización de menor cantidad de preservantes, excelente sellabilidad y flexibilidad.

Los empaques flexibles en la actualidad son productos que se encuentran incursionando en el mercado de los empaques por ser innovadores ya que se acoplan a las necesidades de los consumidores y son más económicos que los de otros materiales.

#### **1.1.5.1. Región centroamericana**

Actualmente en la región centroamericana la industria de los empaques flexibles es relativamente joven, ya que inició aproximadamente en los años 80's en Guatemala, a través de la realización de estudios de los diferentes mercados de plásticos en el país teniendo como primer objetivo el de la fabricación de películas plásticas y bolsas para luego de esto invertir en productos impresos y establecerse convenios en Centroamérica, logrando expandir su mercado a una región centroamericana. Según un comunicado de la Promotora de Comercio Exterior de Costa Rica (PROCOMER) en el 2014, el mercado de los empaques flexibles en Centroamérica ha experimentado un rápido crecimiento en los últimos cinco años, al aumentar un 50% en términos de volumen de producción, por lo que demuestra su crecimiento en la utilización de los mismos en la industria de empaques en general.

Por ser una industria joven, actualmente la industria de empaques flexibles en Centroamérica se encuentra en una etapa de crecimiento, con la implementación de nueva maquinaria y métodos de producción, siendo el principal mercado de exportación de las empresas México, el Caribe y la misma Centroamérica con productos como impresos y bolsas.

A parte de la exportación directa con la que las empresas cuentan, también existe la exportación indirecta, es decir, que fabrican empaques para empresas que elaboran productos localmente, los cuales luego los exportan con

su empaque y esto se puede observar principalmente con empresas de productos alimenticios.

## **1.2. Organización convertidora de plásticos**

Una organización convertidora de plásticos es aquella dedicada a la transformación de los polímeros, esta puede ser a través de un proceso de extrusión por inyección que transforma el plástico a envases rígidos o de empaques flexibles a través de un proceso de extrusión por soplado.

La organización de la cual se está tratando, se encuentra enfocada en la elaboración de empaques y materiales flexibles, para la producción de los mismos se cuenta con un proceso de conversión, el cual se describirá a continuación; inicia con la solicitud del producto por parte del cliente al departamento de ventas, de esto los vendedores pasan la solicitud al área de planificación para que esté elabore la orden de trabajo y asigne todas las fases del proceso por las cuales pasará el material hasta obtener el producto terminado.

Después dependiendo del producto solicitado, puede pasar por el proceso de extrusión si se requiere una película plástica sin impresión, si se requiere una película plástica con impresión, el producto debe transportarse por el área de extrusión e impresión y si lo que se requiere es un producto impreso y laminado, si es película de polietileno, esta debe pasar por extrusión, impresión y laminación, de lo contrario si debe ser de polipropileno o poliéster, este únicamente pasa por impresión y laminación.

Para el proceso de impresión existen dos técnicas para los sustratos plásticos que se trabajen, estos son el del de roto grabado que es un sistema

de impresión también conocido como huecograbado, en este sistema las imágenes se transfieren al sustrato por medio de un cilindro de cobre sobre el cual se graba la imagen y la técnica de flexografía que permite imprimir de forma rápida a través de planchas flexibles, ya que sus tintas secan de manera rápida y estas son bastante adaptables.

La técnica utilizada en la organización es la flexografía, debido a sus ventajas de menor costo y mayor flexibilidad de trabajo sobre el roto grabado.

Luego de pasar por el proceso de producción, el producto debe pasar por el proceso de corte, únicamente si lo solicitado en el pedido son bolsas y bolseo donde se les coloca un empaque secundario a cierta cantidad de bolsas o lienzo, para después almacenarlo en la bodega de producto terminado, hasta que este se deba enviar al cliente.

### **1.2.1. Procesos**

Dentro de una organización los procesos son todas las fases o áreas que colaboran directamente o indirectamente a que se obtengan productos que satisfagan las necesidades y requerimientos de los clientes.

#### **1.2.1.1. Administrativos**

Los procesos administrativos son todos aquellos de respaldo a la producción, de servicio al cliente como ventas.

### **1.2.1.2. Productivos**

Los procesos productivos los integran todos aquellos procesos que tienen contacto directo con la transformación de la materia prima para la obtención del producto final.

#### **1.2.1.2.1. Extrusión**

Proceso por el cual se alimenta una extrusora con polímeros en forma sólida o comúnmente conocida como resina y se obtiene al finalizar el mismo, película plástica.

Las máquinas extrusoras funcionan de forma que, se alimenta de resina una tolva, la cual la hace pasar hacia un tornillo sin fin el cual se encarga de transportar la resina a través del largo del mismo, con cierto perfil de temperatura, el que puede variar dependiendo del material que se esté introduciendo; para luego mezclar la resina uniformemente, realizando el proceso de calentado y derretimiento de la misma para así convertirla de un estado sólido a un fluido.

En la elaboración de empaques flexibles se utiliza el método de extrusión por soplado, por lo que luego de convertir la resina en fluido homogéneo, este plástico fundido pasa a través de un dado con perfil circular donde a través de la aplicación de aire en la zona de anillo de enfriamiento se le da la forma tubular al material, el cual se eleva y se encuentra atravesando la zona de la cesta, que su propósito es el estabilizar la burbuja para que el tubo de película de polietileno mantenga su espesor y ancho deseados.

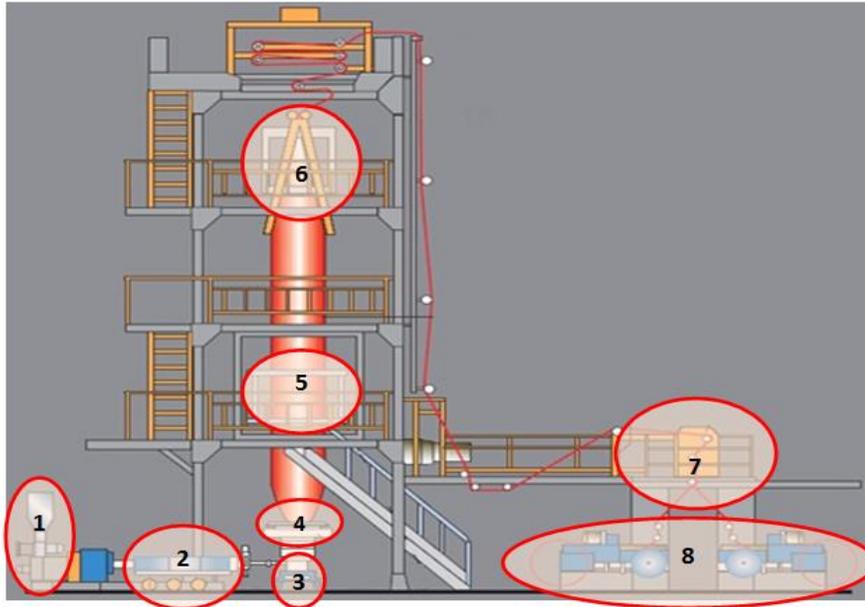
Se eleva la burbuja, la cual es dirigida hacia arriba donde se encuentra una persiana, que la convierte en un lienzo para luego pasar por la zona de tiro donde es distribuido el material para que descienda a través de los rodillos de tiro, después de esto la película atraviesa la zona de tratado, donde se le aplica tratado corona a la misma, para que por último se transporte a la zona de bobinador donde son refilados los dos extremos del tubo de película plástica y embobinada la película.

El proceso anteriormente mencionado aplica únicamente para productos fabricados con materia prima de polietileno o mezclas que contengan este, ya que para polipropileno se utilizan máquinas extrusoras lineales de forma horizontal siendo el proceso también llamado Extrusión de lámina y película en dado plano.

Una máquina extrusora está compuesta de distintas partes las cuales son de vital importancia para su buen funcionamiento y por lo tanto la obtención de película plástica, las cuales se enumeran a continuación:

- Zona de alimentación o tolva
- Zona de cañon y tornillo sin fin
- Zona cabezal
- Zona de anillo de enfriamiento
- Zona de cesta o canasta
- Zona de persiana
- Zona de tiro
- Zona de tratador
- Zona de bobinador

Figura 7. Partes de máquina extrusora



Fuente: *Tecnología de los plásticos*. [tecnologiadelosplasticos.blogspot.com](http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com) Consulta: 9 de septiembre de 2016.

La organización dentro del proceso de extrusión se encarga de elaborar películas plásticas específicamente de polietileno, cuentan con tres sectores de producción; industrial, comercial y agrícola en los cuales cuentan con máquinas extrusoras con capacidades de producción en kilogramos desde 25 kg/h y en las máquinas industriales hasta de 500 kg/h, a pesar de tener una capacidad muy diferente, el mecanismo de funcionamiento para cualquier máquina extrusora, es el mismo.

Al producto terminado de una extrusora se le llama bobina, esta es un rollo de material de cierta longitud en metros y un peso definido.

Figura 8. **Bobina**



Fuente: *Distribuidora y fábrica de polietileno descartables Husa. [www.distribuidorahusa.com.ar/](http://www.distribuidorahusa.com.ar/)*  
Consulta: 9 de septiembre de 2016.

#### 1.2.1.2.2. **Flexografía**

Proceso de impresión directo en la que se imprime en polietileno, polipropileno y poliéster a través de la utilización de planchas flexibles grabadas en relieve para la obtención de empaques flexibles impresos.

Figura 9. **Planchas flexibles grabadas**



Fuente: *Centro tecnológico de empaques flexibles. COMEXI GROUP* Consulta: 9 de septiembre de 2016.

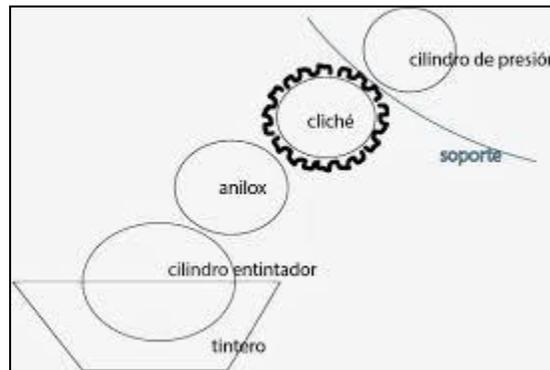
Para que el proceso de flexografía pueda llevarse a cabo correctamente el tipo de material a imprimir debe contar con un pre tratamiento, que en el caso del polietileno y polipropileno debe ser un tratamiento corona, el que consiste en una descarga eléctrica o ionización por choque en la superficie de la película, las partículas al chocar oxidan la superficie y generan el anclaje para aplicación de las tintas. A diferencia de los anteriores, para el poliéster puede aplicársele tratamiento corona y tratamiento químico.

La organización cuenta con impresoras de 3, 6 y 8 colores, siendo la mayoría de impresoras de tambor central de última tecnología, éstas son máquinas rotativas que trabajan con bobinas en continuo y tintas líquidas de secado rápido donde la plancha se engancha mediante adhesivo de doble cara a un cilindro llamado camisa porta cliché. Esta plancha recibe la tinta mediante un rodillo o cilindro especial llamado anilox el cual está formado con múltiples celdas que se encargan de transportar la tinta hacia la plancha y está por contacto descarga la tinta al material a imprimir.

El cuerpo de impresión está formado por Camisa porta planchas, anilox y cámara cerrada.

- Anilox: dosifica la cantidad de tinta a transferir a la plancha y por lo tanto a imprimir.
- Camisa porta clichés: transfieren al material las características del diseño de ese color.
- Cámara cerrada: transfiere la tinta al cilindro, también llamado cilindro entintador.

Figura 10. **Cuerpo de impresión en Flexografía**



Fuente: MORALES, Carol. *Blogs. crmorales-crn.blogspot.com* Consulta: 9 de septiembre de 2016.

#### **1.2.1.2.3. Corte**

Proceso que consiste en reducir las bobinas de material provenientes de las áreas de extrusión, impresión o laminación; dependiendo del tipo de producto éste se corta y ajusta a las medidas de ancho y diámetro solicitadas por el cliente para que posteriormente se envíe al proceso de bolseo o se envíen directamente al cliente en forma de bobina, esto debido a que en ocasiones este cuenta con máquinas automáticas de empaque para su producto.

#### **1.2.1.2.4. Bolseo**

El área de bolseo o también llamada de empaque consiste en el final del proceso para la planta convertidora de plásticos, esta cuenta con máquinas cortadoras para toda la gama de films y bolsas, estas incorporan la mayor

tecnología en corte y sellado, que junto a la precisión de los operarios, garantizan la calidad en las dimensiones del material.

El corte y sellado se realizan en una misma máquina, la cual cuenta con unos rodillos que sostienen la bobina de película de polietileno y se desenrolla, mientras que esta se transporta a través de la máquina, una cuchilla larga se encarga de hacer el corte para que después de esto con una herramienta de sellado que tiene forma de filete se le aplica altas temperaturas a la película plástica. La temperatura a la que se encuentra el filamento se determina en función del tipo y calibre de película utilizada. Después de esto puede troquelarse para convertirla en bolsa gabacha si fuera requerido.

Las bolsas producidas varían según el tipo de sellado aplicado a las mismas, los cuales pueden ser de estrella, de fondo, lateral y de gabacha. Para comprender mejor los tipos de sellos, se definen a continuación:

- Sello de fondo: la bolsa está compuesta por la misma película y está sellada en el fondo.
- Sello lateral: consiste en sellar la bolsa en los lados, dejando el fondo unido conforme salió de la bobina.
- Sello de estrella: consiste en doblar la bolsa varias veces para posteriormente sellarla, la ventaja de este sello es que dispersa el peso del contenido sobre el material y no sobre el sello.
- Gabacha: después del proceso de sellado general pasa por un troqueladora, que prensa y corta una sección de la bolsa, la cual al retirarla le brinda la forma de gabacha y las agarraderas distintivas de estas bolsas.

El proceso de corte puede ser un proceso manual o semiautomático los cuales se describen a continuación:

Para el proceso manual de balseo se cuenta con un área localizada al final de la máquina de corte donde el operador coloca y reúne una cantidad o peso en Kg de bolsas y las empaca; con el proceso semiautomático se cuenta con un tipo de máquina un contador que indica el número de bolsas que se han producido; el operario está atento para reunir la cantidad necesaria; para, luego, empacar sin parar la máquina y posteriormente trasladarlas a la bodega de producto terminado.

La mayor cantidad de producto obtenido en esta área se destina al sector agrícola y comercial definido por la organización.

### **1.3. Segmentos del mercado**

Actualmente, la organización mantiene enfocada sus operaciones hacia tres principales sectores de mercado: industrial, comercial y agrícola. A continuación, se describe con mayor detalle los aspectos principales de cada segmento.

#### **1.3.1. Industrial**

Descripción de mercado objetivo: empresas manufactureras o fabriles, cuya necesidad es la fabricación de los empaques de sus productos.

En este segmento de mercado, el mayor porcentaje de producción le corresponde a laminaciones de empaques primarios, es decir, el empaque que contiene directamente al producto individual. Un menor porcentaje le corresponde a laminaciones de empaques secundarios.

### **1.3.2. Comercial**

Descripción del mercado objetivo: empresas productoras de servicio, específicamente comerciales.

Empresa comercial: organización de personal, capital y trabajo con una finalidad lucrativa que se ocupan de distribuir, por diferentes conductos, bienes y servicios de una actividad intermediaria entre el productor y el consumidor.

Actualmente, la organización maneja una mezcla de productos en este segmento de mercado con las siguientes líneas de producción:

- Bolsas: bolsas para basura y boutique
- Material de empaque: para regalos

Este segmento de mercado está liderado por la producción de bolsas de basura, las cuales son entregadas a clientes intermedios en la línea de distribución, quienes a su vez colocan este producto en el mercado para satisfacer necesidades encontradas en el hogar.

### **1.3.3. Agrícola**

Descripción del mercado objetivo: organizaciones dedicados a la producción y cosecha de frutas, verduras y hortalizas.

Para comprender mejor este segmento de mercado, se define a continuación el sector agrícola:

- Sector agrícola

Sector económico cuyas actividades se enfocan en la producción de materias primas de origen vegetal por medio de técnicas de cultivo; dichas actividades son realizadas por una persona individual o una organización. En el caso de que sea una organización, estas se pueden clasificar en su mayoría como grande o mediana empresa y cooperativas.

Actualmente en la organización, este segmento de mercado está constituido por la fabricación de las siguientes líneas de productos:

- Mulch o acolchado.
- Películas y bolsas hidropónicas.
- Bolsa para almácigo.
- Bolsas para empaque de frutas como; banano y melón.
- Bolsas para empaque de hortalizas.
- Faldillas para la protección contra quema de banano.
- Techos para la protección contra la lluvia y la radiación directa del sol sobre los cultivos.



## **2. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Sistemas de aseguramiento de calidad**

Conjunto de actividades planeadas y estructuradas que se establecen dentro de una organización para la elaboración de productos de calidad que cumplan con los requerimientos de los consumidores para proporcionar la confianza al cliente de que el producto cuenta con la calidad solicitada.

En un sistema de aseguramiento de calidad se deben tener contemplados todos los procesos de la organización, tanto los administrativos como productivos, ya que se debe tener en cuenta que para asegurar la calidad del producto se debe establecer una buena relación inicial con el cliente con la que se realiza un estudio acertado de la necesidad de producto del consumidor, a través de una buena comunicación y atención al cliente, para obtener su información, necesidades y requerimientos.

Según las necesidades y requerimientos del cliente se realiza el diseño del producto con su autorización para proseguir con la transmisión de las especificaciones a través de una orden de trabajo para la producción del producto; con esto se puede llevar a cabo su proceso de producción para posteriormente entregarle al cliente el producto.

#### **2.1.1. Gestión de calidad**

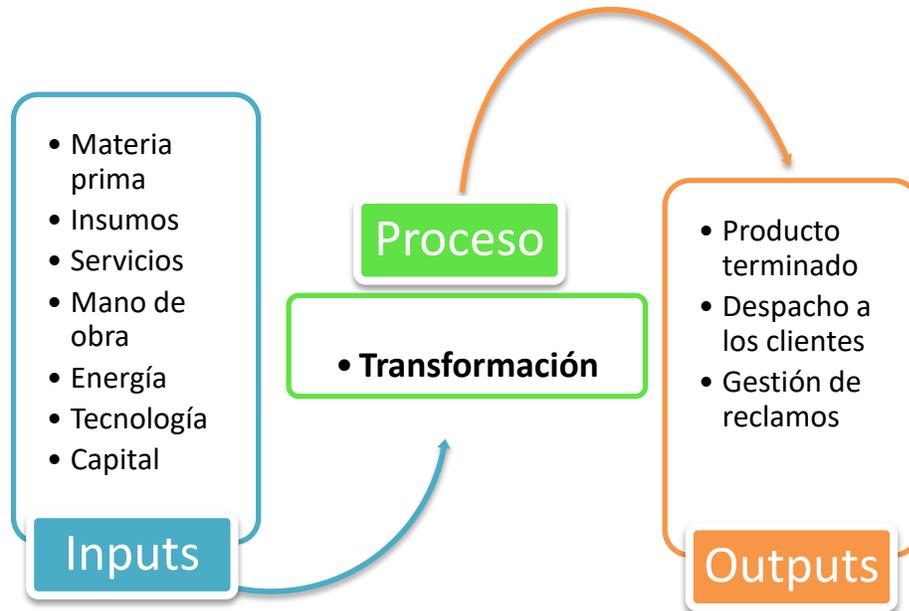
Conjunto de actividades coordinadas para dirigir y controlar todo lo referente a la calidad; incluye métodos de producción con el propósito de

obtener todo los esfuerzos dentro de la empresa para conseguir el máximo bienestar económico y la satisfacción de los clientes; para lograrlo se deben establecer la política de calidad y los objetivos de calidad.

Política de calidad es el documento que se elabora en una organización con el propósito de evidenciar las intenciones globales definidas por la alta dirección; los objetivos de calidad son lo que se pretenden alcanzar, ambos con respecto a la calidad.

Dentro de una organización, la gestión de calidad buscar básicamente establecer parámetros y objetivos de los inputs y outputs de la empresa, para lo cual se debe conocer la definición del proceso el cual es un conjunto de actividades mutuamente relacionadas, las cuales transforman entradas en resultados; esto se logra a través del uso de la política y los objetivos de calidad ya establecidos.

Figura 11. **Proceso**



Fuente: elaboración propia.

Un sistema de gestión de calidad efectivo se integra por ciertos departamentos: el de aseguramiento de calidad que involucra la liberación de los inputs de la organización que están comprendidos por las materias primas, insumos y servicio recibido. El de garantía de calidad que incluye los outputs que están comprendidos por el producto terminado, el despacho a los clientes y la gestión de reclamos; brinda respuestas de mejora continua a los clientes y garantiza que el producto que es enviado se encuentra dentro de las especificaciones. El de control de calidad, directamente relacionado con la inspección y liberación de producto en planta, basados en los parámetros establecidos por el cliente; estos deben estar enfocados en la planificación, control, el aseguramiento y la mejora de la calidad.

### **2.1.1.1. Inputs**

Recursos necesarios para la elaboración de un producto final o resultados, a través de su transformación en las diferentes etapas del proceso de producción; en cada una de las etapas existen inputs: materias primas, insumos, servicios o el resultado de las etapas anteriores del proceso.

#### **2.1.1.1.1. Materias primas**

Son todas las materias extraídas directamente de la naturaleza y que no se han visto involucradas en un proceso productivo; estas después de un proceso de transformación se convierten en materiales. Pueden ser de diferentes tipos según su origen, por lo que se pueden clasificar en:

- De origen mineral: estas proceden directamente de la explotación de los recursos mineros, debido a que estos se encuentran distribuidos irregularmente sobre la tierra; pueden existir ya sea de manera abundante o escasa. Para el uso en la industria se pueden clasificar de la siguiente manera:
  - Metálicos: son aquellos de los cuales se extraen los metales como el hierro, aluminio, cobre, platino, plata y oro.
  - Minerales no metálicos: son aquellos usados para la obtención de sal, fertilizantes, entre otros.
  - Rocas industriales: son aquellas utilizadas para la construcción como el yeso, la caliza para fabricar cementos, y para la ornamentación, como el granito y el mármol.

- Minerales energéticos: se utilizan para obtener energía como el carbón, el petróleo, el gas y el uranio, con estas materias primas se elaboran los materiales plásticos.
- De origen animal: se obtienen a través de la ganadería y la pesca; incluyen materias como la lana, el cuero o los derivados del pescado, comúnmente se utilizan en la industria textil para la elaboración de prendas de vestir.
- De origen vegetal: se obtienen a través de la agricultura e incluyen materias como la madera, el caucho, el algodón o el lino.

Debido a que una materia prima se refiere a todos los elementos directamente involucrados en la fabricación de un producto, se tiene que para la organización convertidora de plásticos se utilizan como materias primas para la elaboración de los empaques flexibles.

- Resinas: producto sólido en forma circular derivado de la solidificación o polimerización de los polímeros; en este caso se refiere específicamente al polietileno de baja y alta densidad con el propósito de ser transformado a través de calor.
- *Masterbatch*: colorantes y pigmentos adicionados a los polímeros en forma de resinas que son portadoras del color, brindándole color y propiedades específicas al material. Además del color, el masterbatch confiere propiedades directamente estéticas del material, así como filtros ultravioleta y cuenta como ventajas principales la fácil manipulación y pesado; así mismo, el proceso de limpieza se vuelve inmediato debido al poco residuo en máquina.

- Aditivos: los aditivos son polímeros en forma de resinas adicionados con una concentración alta de materiales que modifican las cualidades de los polímeros para conseguir las características necesarias para el producto final, entre los cuales se pueden mencionar:
  - Antioxidantes: estos aditivos colaboran a retardar el mecanismo de oxidación-degradación de los polímeros, que se produce durante su proceso de transformación y puede deteriorar las propiedades físicas y/o mecánicas de los productos plásticos.
  - Estabilizantes: estos aditivos ayudan a prevenir la degradación del polímero provocada por la luz ultravioleta (UV) y así preservar las propiedades físicas y/o mecánicas del plástico.
  - Absorbentes: estos aditivos producen un efecto pantalla impidiendo el paso de los rayos ultravioleta, protegiendo de estos lo que haya al otro lado, es decir, que los absorbe.
  - Deslizantes: estos aditivos ayudan a alterar el deslizamiento o rozamiento de la película plástica en las máquinas de empaque, es decir, ayuda a evitar que las películas se adhieran entre sí o a los equipos de producción durante su proceso de empaque y a que este proceso se dé con mayor facilidad.
  - Retardantes: este aditivo consigue que en la combustión del plástico no se produzca llama; evita la propagación de estas a través del goteo.

- Antiblock: este aditivo aporta al producto final la propiedad de que las láminas puedan ser separadas fácilmente unas de otras. Esto se puede conseguir aportando al polímero unas micropartículas que hace que el contacto entre las superficies disminuya.
- Blanqueantes: este aditivo proporciona una blancura extra con la cualidad de brillar bajo luz ultravioleta.
- Antiestáticos: este aditivo ayuda a eliminar la electricidad estática que el material puede obtener durante su proceso de producción o manipulación. De esta manera se evita que el polvo se adhiera al producto final.
- De ayuda: este aditivo es utilizado comúnmente debido a que confiere a todas las superficies metálicas en contacto con el plástico durante el proceso de una fina capa de deslizante que favorece la plastificación, disminuye el consumo y aumenta la producción. Es muy útil para mejorar la calidad del producto final y para procesar material reciclado o de difícil proceso.

Para las empresas es de vital importancia contar con un certificado de calidad y ficha técnica, brindado por el proveedor de las materias primas, ya que deben tener conocimientos de todas sus propiedades y características físicas, también, tener especial cuidado en aspectos como su almacenamiento, transporte y tiempo de caducidad; dependiendo del tipo de producto a elaborar.

#### **2.1.1.1.2. Insumos**

A diferencia de una materia prima, que se incorpora en un producto de manera directa; es parte indispensable del mismo; un insumo es un producto o implemento utilizado para la fabricación de un producto más complicado; también, pueden ser los componentes para su ensamble, acondicionamiento y material de envase que después de ser transportado por las diferentes etapas del proceso productivo pierden sus características iniciales; se convierte junto a la materia prima en un producto terminado.

Los insumos utilizados en la convertidora de plásticos son los siguientes:

- Cores de cartón: es una pieza hueca de cartón de forma cilíndrica que se utiliza para el embobinado de la película plástica luego de ser extruida.
- Etiqueta de identificación: se coloca con el propósito de identificar el producto y cliente para el cual se produjo el material.
- Máquina extrusora: se utiliza para obtener películas plásticas a través del proceso de extrusión.
- Guilletes: cuchilla utilizada para cortar el material a una dimensión especificada por el cliente o para abrir el tubo de material y convertirlo a lienzo.

### **2.1.1.1.3. Servicios**

Son bienes intangibles o tareas desarrolladas por una compañía para satisfacer las exigencias de sus clientes. Asimismo, hay que resaltar que su valor más importante es la experiencia.

Entre las características principales de un servicio que lo diferencia de un producto se pueden mencionar:

- Intangibilidad: un servicio no se puede percibir con alguno de los 5 sentidos del ser humano, antes de ser adquirido.
- Heterogeneidad: dos o más servicios pueden ser parecidos pero nunca serán iguales.
- Ausencia de propiedad: ya que la empresa que contrata un servicio consigue el derecho a recibir el derecho del uso, acceso o arriendo de una cosa, pero no se vuelven propietarios.

Un servicio comúnmente es brindado por una empresa de servicios que se encargada de prestarlo con el objetivo de satisfacer cierta necesidad, con fines de lucro. Un servicio puede ser de dos tipos:

- Público: es realizado por profesionales del Estado para ser prestados comúnmente como necesidades fundamentales a los ciudadanos o empresas, por ejemplo, la energía eléctrica, educación, salud y transporte.

- Privado: es el realizado por profesionales contratados por empresas e industrias particulares y privadas. Estas son creadas con fines de lucro; los ciudadanos o empresas son los clientes, por ejemplo, arrendamiento de locales o bodegas, alquiler de montacargas, colegios, servicios de limpieza y seguridad. Normalmente, las empresas privadas cuentan con un estándar de calidad más alto, este es mejor que el público; estos servicios, actualmente, se contratan con el propósito de evitar gastos internos dentro de las empresas en mano de obra, mantenimiento de maquinaria y tiempo.

#### **2.1.1.2. Outputs**

Es el producto final o terminado, resultado del proceso de producción; como su nombre lo menciona son las salidas que una empresa brinda para la satisfacción del cliente; comúnmente son conformados por el producto terminado, despacho a los clientes y la gestión de los reclamos.

##### **2.1.1.2.1. Producto terminado**

Es el producto fabricado por una empresa en el cual se han invertido todos los esfuerzos para su elaboración y obtención; se encuentra destinado al consumo final o utilización en un proceso productivo por otras empresas y su venta constituye el principal propósito de una empresa, obtener rentabilidad.

Para la empresa convertidora de plásticos existen diferentes productos terminados los cuales se desglosan a continuación:

- Rollo sin impresión: normalmente se clasifica como material de empaque para el producto del cliente, también, se utiliza como materia prima en el

siguiente proceso productivo de la convertidora de plásticos, el proceso de bolseo.

- Lienzo sin impresión: normalmente se utiliza como materia prima para el siguiente proceso productivo de la convertidora de plásticos, en este caso sería el proceso de impresión.
- Bobinas de material impreso: este producto se envía a los clientes que empaican sus productos en máquinas automáticas, así también puede trasladarse como materia prima al proceso de laminación o bolseo.
- Bobinas de material laminado: este producto al igual que las bobinas de material impreso pueden convertirse en producto final para que el cliente empaque su producto en máquinas automáticas, también, trasladarse como materia prima al proceso de bolseo.
- Bolsas: entre las cuales se pueden mencionar bolsas de gabacha, bolsa con sello lateral o de fondo con o sin fuelles, bolsas con sello de estrella, bolsa con jareta con el propósito de ser utilizadas como empaque primario o secundario.

#### **2.1.1.2.2. Despacho a clientes**

El despacho a clientes debe ser tomado como un punto crítico de control dentro de una organización; la entrega del producto terminado es el contacto directo con el cliente, este puede corroborar de que se está elaborando y entregando su producto de acuerdo a las especificaciones brindadas; así mismo, el cumplimiento con respecto al tiempo de entrega, brindándole la

certeza de que su producto estará a tiempo y en el momento en el que lo requiera para satisfacer todas sus necesidades de consumo.

El despacho a clientes dentro de la empresa convertidora de plásticos se encuentra a cargo de la bodega de producto terminado; inicia cuando el departamento de ventas le traslada la información al departamento de bodega de la fecha de entrega, hora y lugar; la bodega se encarga de ubicar el producto en la bodega, embalarlo y de solicitar al departamento de facturación la elaboración de la factura para su posterior despachado.

Existen dos tipos de despacho dentro de la convertidora de plásticos: la primera se realiza directamente en sus instalaciones, donde el cliente recoge directamente su producto; también, en donde se le entrega en las instalaciones del cliente; la bodega se encarga de realizar las rutas de entrega para los productos que toman en cuenta cualquier imprevisto dentro del momento de la entrega para que llegue a tiempo como lo solicitó el cliente.

Esta organización cuenta con personal calificado para brindar una buena atención al cliente a la hora de la entrega de los productos.

#### **2.1.1.2.3. Gestión de reclamos**

Para comprender mejor el tema de gestión de reclamos se debe conocer que es un reclamo: es una denuncia de inconformidad de un cliente que considera que el producto no cumple con sus especificaciones y expectativas para lo cual solicita una solución y respuesta a la situación o problema en el producto.

Al generar un reclamo, el cliente le brinda a la empresa una oportunidad de reparar el error o problema en el producto, por lo tanto, dependiendo de la manera de gestionar un reclamo, así será la recuperación de su confianza, la pérdida del cliente o su fidelización.

Para una buena gestión de los reclamos se deben tener en cuenta los aspectos siguientes:

- Acción de contención: medida tomada inmediatamente al recibir el reclamo con el propósito de disminuir la molestia o inconformidad del cliente.
- Resarcimiento: medida tomada por la empresa con el propósito de reparar los daños; ofrece algo que repare o pague la molestia por el inconveniente.
- Análisis de causas: se identifica la causa raíz, con el propósito de que el problema no vuelva a suceder.
- Planes de acción: elaborar un plan de acción y llevarlo a cabo con el propósito de eliminar la causa raíz y evitar su reaparición.

La gestión de reclamos es el conjunto de actividades que realiza una empresa con el propósito principal de recuperar la confianza de los clientes en la organización convertidora de plásticos, la gestión está a cargo del departamento de garantía de calidad, este se encarga específicamente de gestionar con el cliente.

Realiza una investigación dentro de todos los procesos por el cual el producto tuvo un proceso de transformación para hallar su causa raíz; con esta investigación se realiza un reporte de mejora continua donde se encuentra un diagrama de Ishikawa para determinar a través de una base técnica la causa; con esta información se toman medidas inmediatas en el proceso y se brinda una solución efectiva al cliente; se establecen compromisos y garantías de respuesta e implantación de un proceso de control y seguimiento del problema en sus productos.

### **2.1.2. Control de calidad**

Sistema cuyo propósito es asegurar la satisfacción del cliente con el cumplimiento de los estándares de calidad en los procesos de producción; debe estar integrado por todo individuo dentro de una organización con la iniciativa y hábito de colaborar con el estudio, práctica y participación en la determinación de fallas dentro del proceso que puedan afectar las variables o atributos que requiere el cliente.

El control de calidad dentro de una organización es indispensable ya que este colabora a mantener los productos generados en cada uno de los procesos, controlados. Se basa específicamente en asegurar la calidad en la operación a fin de obtener por parte del cliente, su confianza.

Así mismo, se considera actualmente el control de la calidad como una estrategia competitiva, ya que con este se asegura el mejoramiento continuo de la calidad dentro del proceso productivo de la organización; para su cumplimiento comúnmente se cuentan dentro de las empresas con laboratorios de calidad, enfocados junto con la operación para asegurar que los resultados de los materiales cumplan con las especificaciones y requerimientos del cliente.

### **2.1.2.1. Sistemas de control de calidad**

Conjunto de actividades que se realizan por el departamento de calidad, específicamente, por los analistas de calidad que se encargan de la verificación de las características del material a través de métodos de ensayo en los productos obtenidos a través de la inspección y muestreo en las diferentes etapas del proceso productivo con el objetivo de que no llegue al cliente un producto defectuoso, sino determinar si el producto se encuentra dentro de los límites de especificación brindados por el cliente; de lo contrario, realizar un rechazo interno y que el producto no llegue a las manos del cliente.

#### **2.1.2.1.1. Laboratorio de extrusión**

Ubicación física en donde se encuentran localizadas todas las herramientas y maquinaria en las cuales se realizan las pruebas de ensayo a las películas extruidas de polietileno de muestra por los analistas de calidad de extrusión, en este se define a través del análisis de los resultados en las películas plásticas de polietileno si el producto cumple o se rechaza con base en las especificaciones del cliente.

- Variables

Dentro del laboratorio de extrusión en la industria de empaques flexibles las variables que se miden son las siguientes:

- Calibre: espesor o grosor de la película plástica extruida a través del uso de un micrómetro u con equipo especial automático octagón.

- Ancho: medida horizontal de la película plástica o tubo, extruidos, comúnmente en empaques flexibles, se usa como unidad de medida el milímetro (mm).
- Tratado: propiedad que deben tener las películas plásticas destinadas a la impresión, en la cual se prepara la superficie de la película plástica con cierto dinaje que debe ser superior a la tensión superficial de las tintas, para que esta se adhiera al material. Como mínimo, al final del proceso de extrusión, la película plástica debe contar con un dinaje de 38, para considerarse apto para impresión y laminación.
- Coeficiente de fricción: es un parámetro adimensional que indica la resistencia u oposición que pone la superficie de un material al deslizamiento de un objeto u otra superficie. Comúnmente, se obtienen dos índices de fricción de cualquier película plástica:
  - Estático: indica el nivel de resistencia que pone el material al inicio del movimiento de un objeto.
  - Dinámico: indica el nivel de resistencia que pone al material o superficie para mantener el movimiento de un objeto u otra superficie a velocidad constante.
- Elongación: cantidad que un material puede estirarse antes de romperse, comúnmente se mide en porcentajes. Al contar con un porcentaje de elongación alto, este es un índice de resistencia, ya que indica que el material resistirá bastante, antes de romperse.

- Tensión: cantidad de fuerza que se requiere para la ruptura de cierto material.
  - Resistencia al impacto: cantidad de fuerza por gramo que se requiere para medir la resistencia al impacto de caída o golpes en el material.
  - Resistencia al rasgado: fuerza necesaria para romper o rasgar cierto material, después de realizarle una muesca inicial, su dimensional es el gramo.
  - Contracción: también llamado encogimiento, mide el porcentaje de encogimiento transversal y en sentido máquina del material, a través de la inmersión de la película plástica en aceite caliente.
  - Módulo secante: también llamado módulo de elasticidad secante, no es más que el esfuerzo dividido la deformación en cualquier carga.
  - Transmitancia: cantidad de luz que atraviesa un material en un periodo de tiempo.
- Atributos
    - Transparencia: indica el grado en el que se transmiten los rayos de luz sin interrupción detectable en las películas de material.
    - Grumos: partículas provenientes de impurezas que pueden aparecer en el proceso de producción, por contaminación o

problemas con la materia prima como en los pigmentos y aditivos. Es importante el correcto filtrado de estas partículas para cumplir con la calidad del material extruido.

- Color: atributo que define el aspecto, estética y efectos psicológicos en el sector de los plásticos. La utilización de un color está definido por la temperatura de procesamiento, resina utilizada, porcentaje de colorantes, niveles de tolerancia, entre otras.
- Bloqueo: se define como la adhesión de dos o más películas de material plástico, después de ser extruidas.
- Frecuencia de los análisis
  - La frecuencia de los análisis, define cada cuanto tiempo debe realizarse el análisis respectivo en cierto producto. Para la industria de empaques flexibles en el área de extrusión de películas plásticas este está definido por el tipo de producto o tipo de familia de productos que se elaboran, es decir, que de acuerdo a la industria para la cual está destinado; así cambiarán las variables y atributos críticos, por lo que cada análisis debe tener diferente frecuencia en cada uno de los tipos de productos o familias de productos.
- Normas
  - Norma ASTM D2732-03: método de prueba estándar para contracción térmica lineal de la película de plástico y láminas.

- Norma ASTM D1894: método de prueba para determinar el coeficiente de fricción cinético y estático de hojas y películas plásticas.
- Norma ASTM D882, tensión y elongación: norma propuesta específicamente para la evaluación de películas plásticas, la cual establece la velocidad de ensayo y la longitud de la muestra a utilizar; se establecen los polímeros con deformación, es decir, elongación mayor al 100 % deben ser evaluados en la máquina a 500 mm/min con de menor longitud, mientras que aquellos que su elongación es menor al 100 % deben ser estudiados con probetas de mayor longitud y una velocidad mucho más pequeña.
- Norma ASTM D372: norma que establece el método para determinar el calibre o espesor de la película de polietileno.
- Norma ASTM D1922: establece el método de prueba de la resistencia a la propagación del desgarramiento de las películas y las láminas delgadas de plástico por péndulo.
- Norma ASTM D1709-03: método de prueba para determinar la resistencia al impacto a películas plásticas por el método de caída libre de dardo.

#### **2.1.2.1.2. Laboratorio de flexografía**

Lugar en donde se encuentran localizados todas las herramientas y equipos para realizar pruebas de ensayo y análisis de color con base en el cuadro de colores Pantone, en los productos que han pasado por un proceso de

impresión únicamente o impresión y laminación. Así como el análisis de los resultados de las pruebas para determinar si el producto se acepta o rechaza con base en las especificaciones del cliente.

- Variables
  - Ancho: medida horizontal de la película plástica, comúnmente se usa como unidad de medida el milímetro (mm).
  - Largo: medida vertical de la película plástica, empleando en su mayoría el milímetro (mm) como la unidad de medida.
  - Espesor: variable que mide la dimensión de grosor de la película de material plástico, empleando comúnmente la micra como unidad de medida.
  - Distancia de fotocelda: también llamado grado de repetición, esta variable comúnmente emplea el milímetro como unidad de medida.
  - Color: variable del proceso de flexografía definida por el área cubierta por la impresión de la película plástica.
  - Aporte de tinta: cantidad de tinta aplicada a una superficie impresa, emplea la unidad de medida en g/m<sup>2</sup> influyendo esta, en la calidad de la imagen impresa, ya que si no es correcta, cambian las tonalidades de los colores.

- Translucidad: grado en que se deja pasar la luz en la película impresa o laminada, puede encontrarse por defectos del material metalizado.
- Aporte de laca: cantidad de laca aplicada a una superficie impresa, comúnmente emplea la unidad de medida de g/m<sup>2</sup> y mide si la carga de laca aplicada es la correcta.
- Viscosidad: variable de las tintas líquidas para flexografía, representa la resistencia que presentan los fluidos al fluir. Los fluidos reales muestran una amplia diversificación de resistencia a los esfuerzos cortantes.
- Atributos
  - Opacidad: grado en que no se deja pasar luz en proporción apreciable, es decir que no se puede observar a través del material.
  - Porosidad: propiedad que muestra espacios vacíos en la superficie del material.
  - Manchas: atributo por medio del cual se inspecciona la calidad de la impresión realizada en la película plástica.
  - Textos: atributo por medio del cual se inspeccionan las especificaciones y requerimientos del texto impreso por parte del cliente, en la película plástica impresa.

- Frecuencia de los análisis

La frecuencia de los análisis en el laboratorio de impresión define el momento cuando deben realizarse los análisis a los materiales impresos; están definidos comúnmente por el tipo de producto y el cliente quien se le está produciendo, ya que cada cliente tiene sus propios estándares de impresión; por lo tanto, con base en esto se definen las variables y atributos críticos y la frecuencia con la que se analizan.

- Normas

- Norma ISO 12647-6: control del proceso para la elaboración de separaciones de color, pruebas e impresos de medios tonos. Parte 6: impresión flexográfica. Especifica los requisitos para el cambio de información necesaria para definir los objetivos de los colores de impresión flexográfica de embalaje, es decir brinda las especificaciones para la impresión flexográfica, incluye el establecimiento de un rango de tolerancias recomendadas sobre los parámetros críticos del proceso que permite obtener resultados de color deseados y también proporciona orientación sobre la definición de los colores planos utilizados en la impresión flexográfica.

### **2.1.2.1.3. Laboratorio de corte**

Ubicación física específicamente en el área de corte, donde se encuentran ubicadas todas las herramientas y equipo en los cuales se realizan las pruebas de ensayo y análisis a las bolsas de muestras obtenidas en el proceso por el analista de calidad; con base en los resultados en las pruebas, los analistas

toman la decisión de si la bolsa cumple con las dimensiones y requerimientos del cliente y así liberar el producto o de lo contrario rechazarlo.

- Variables
  - Largo: medida vertical de la película plástica, empleando en su mayoría el milímetro (mm) como la unidad de medida.
  - Ancho: medida horizontal de la película plástica, comúnmente se usa como unidad de medida el milímetro (mm).
  - Calibre: espesor o grosor de la película plástica, generalmente se emplea la unidad de medida de micra.
  - Coeficiente de fricción: es un parámetro adimensional que indica la resistencia u oposición que pone la superficie de un material al deslizamiento de un objeto u otra superficie. Comúnmente, se obtienen dos índices de fricción de cualquier película plástica:
    - Estático: indica el nivel de resistencia que pone el material al inicio del movimiento de un objeto.
    - Dinámico: indica el nivel de resistencia que pone al material o superficie para mantener el movimiento de un objeto u otra superficie a velocidad constante.
  - Tensión: cantidad de fuerza que se requiere para la ruptura de cierto material.

- Fuerza de bond: indica la resistencia a la adhesión en la película plástica, generalmente emplea como unidad de medida el kilogramo fuerza.
- Atributos
  - Fuerza de sello: fuerza que soporta una bolsa para determinar la facilidad de apertura del sello.
  - *Curling*: es un abarquillamiento del impreso, normalmente se da porque la tinta se retrae y el soporte al ser muy delgado, se curva. También se da por la elevada rigidez de la impresión.

- Frecuencia de los análisis

La frecuencia de los análisis en el laboratorio de corte define el momento cuando deben realizarse los análisis a las bolsas que se cortan y sellan en el proceso; los análisis en este laboratorio están definidos de forma general para las bolsas y según el tipo de bolsa y su destino final así se definen sus frecuencias.

- Normas

- Norma ASTM-F-88/F88M-09: método de prueba para determinar la resistencia de sellado de materiales flexibles.
- Norma ASTM D 952: método de prueba para determinar la fuerza de bond o cohesiva de películas plásticas y materiales de aislamiento eléctrico.

### **3. DIAGNÓSTICO DEL PROCESO**

#### **3.1. Plan de muestreo**

Actualmente, se tiene definida la frecuencia del muestreo en el departamento de calidad de extrusión de realizar la propuesta de mejora; sin embargo, no se tiene definida la cantidad de material con la cual se determine el destino del pedido con base en los resultados de la información contenida en la muestra. El muestreo se realiza directamente en la operación por el personal encargado de operar las máquinas extrusoras.

##### **3.1.1. Tipos**

Para la descripción del tipo de plan de muestreo utilizado existen tres aspectos importantes:

- Base del muestreo

Se basa en el método de muestreo no probabilístico, específicamente el que se realiza por conveniencia; este método se utiliza debido a su accesibilidad ya se adapta a la situación actual y a los recursos disponibles de la organización para realizar posteriormente la inspección en las películas plásticas.

- Tamaño de la muestra

El tamaño de la muestra se encuentra estandarizado para todas las películas plásticas, sin importar su tipo, en 1 metro de largo por el ancho con el que se esté produciendo la bobina; ese ancho está definido por el cliente y trasladado a la orden de producción.

- Frecuencia de muestreo

Definida por dos aspectos: primero, por la extensión del pedido; segundo, por los requerimientos del cliente.

Habitualmente, se realiza de dos maneras: la primera definida por la extensión de pedido, si la cantidad del pedido a producir es igual o menor a 5 000 Kg, la frecuencia de muestreo es una única vez que se realiza en el momento del arranque de la máquina, también llamado cuadro, tiempo en el cual se estabiliza la burbuja del tubo de la película hasta obtener un producto homogéneamente bobinado; el operador debe efectuar el proceso de corte del material para obtener la muestra de una bobina; mientras que si la cantidad es mayor, se realiza la obtención de una muestra cada 5 000 Kg.

Si está definido por los clientes críticos, estos a través del departamento de ventas, trasladan los requerimientos de análisis a los materiales que se producen para alinear las especificaciones de las películas; la solicitud de la realización de un análisis es por cada 12 horas de producción, en consecuencia, se obtienen muestras del pedido cada 12 horas para los productos comerciales.

### **3.1.2. Especificaciones**

Las especificaciones son valores que se determinan dentro de la organización; con estas se planea la producción de un material en condiciones ideales; se tiene que cumplir con sus propiedades con estos valores; tiene un valor nominal y dos más a los cuales se les aplicó una tolerancia de aceptación; las tolerancias se especifican porque se reconoce el hecho de que es imposible a menos de contar con máquinas exactas alcanzar un valor exacto.

Actualmente, se definen realizando una comparación del material a producir con una base de datos de productos realizados en todo el tiempo que lleva produciendo la organización; a través de esta comparación que la realiza el departamento de ventas, las especificaciones son definidas formalmente por el departamento de aseguramiento de calidad que se encarga de colocarle los parámetros a la orden de producción para que con base en estos se realicen los análisis a las pruebas y tener especificaciones con las cuales comparar.

### **3.1.3. Control del diseño**

Actualmente, el plan de muestreo no se ha rediseñado desde el año 2012, por lo tanto, requiere de una cantidad exagerada de recursos: tiempo, auditores de calidad y espacio físico del laboratorio; es decir, por el momento no se tiene un diseño con el cual se tomen en cuenta los productos y clientes críticos quienes deberían tener una gran influencia en su rediseño ya que se tiene una misma frecuencia y cantidad de análisis que todos los productos.

Es importante agregar que el diseño del plan de muestreo no es amigable ni realista con la situación actual de la organización; carece de ideas y desarrollo del mismo para llevarlo a la realidad viviente.

#### **3.1.4. Inspección**

Se realiza el análisis de la muestra o muestras dependiendo de lo anteriormente mencionado, se realizan todos los análisis solicitados en la orden de producción, los cuales están definidos según el tipo de material y producto.

Según los resultados de los análisis, se procede a liberar el producto conforme al material sino cumple con las especificaciones a rechazarlo, con lo cual los operadores deben realizar cambios en las condiciones de operación de la máquina para, luego, obtener una nueva muestra para que los analistas de calidad realicen otro análisis al material, ya que cambiarán todas sus propiedades hasta que el cumpla con las especificaciones deseadas.

### **3.2. Proceso de inspección y ensayo**

Está compuesto por toda la labor del analista de calidad al realizar cada uno de los análisis a las películas plásticas obtenidas en el proceso de extrusión.

#### **3.2.1. Descripción**

Esta actividad se realiza con el propósito de evaluar los productos fabricados y medir la calidad a través de los resultados en los análisis realizados a las películas plásticas; así mismo, el descubrir si este cumple con

lo solicitado por el cliente y evitar recurrencia de problemas de rechazos internos.

La organización cuenta con documentos donde se describe paso para realizar las pruebas o ensayos a las películas plásticas, según las normas internacionales ISO.

### **3.2.2. Diagrama de flujo de procesos**

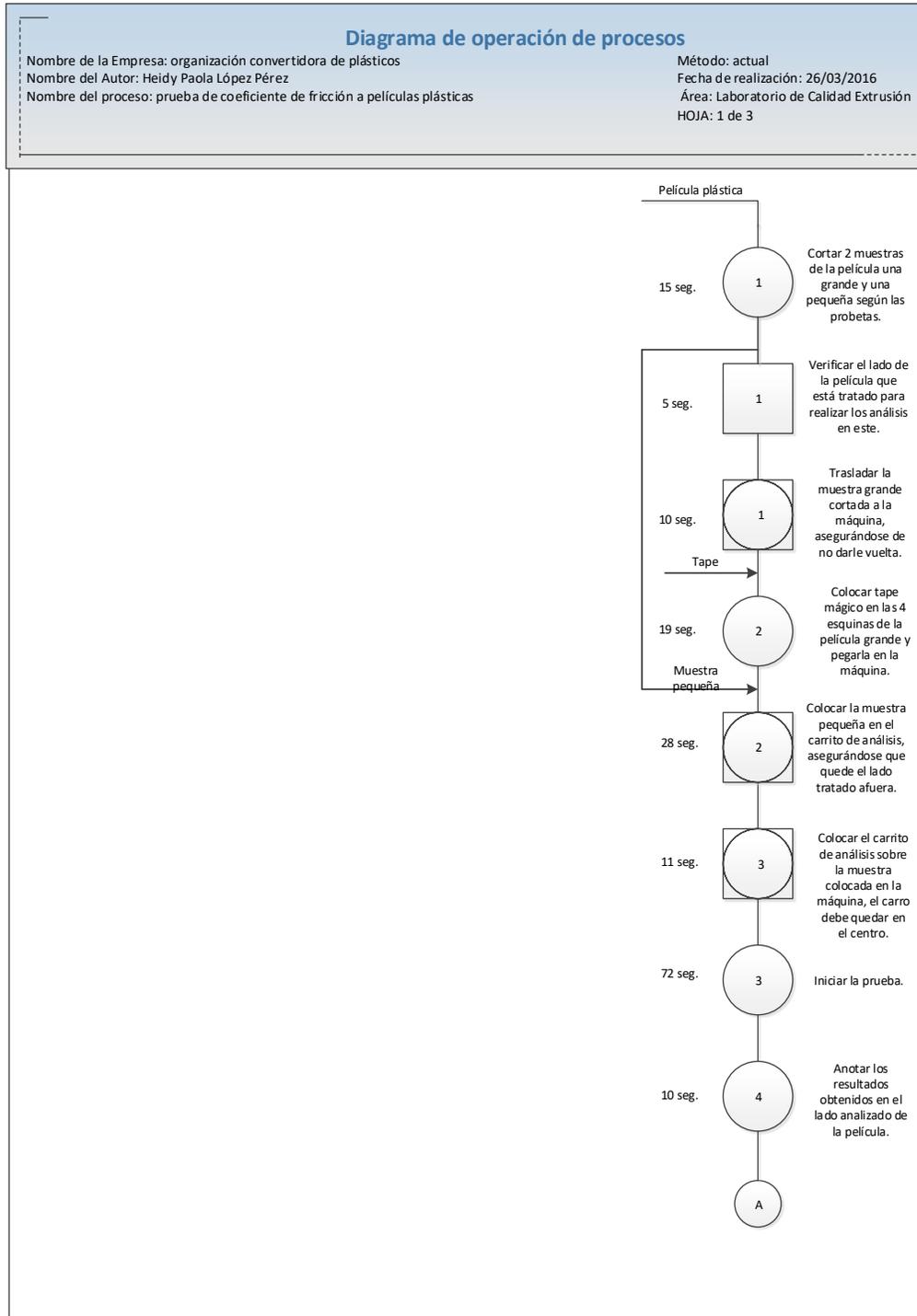
A continuación, se presentan los diagramas de cada ensayo realizado a las películas plásticas con los tiempos de cada actividad.

Estas pruebas se realizan en equipo de laboratorio automático el cual obtiene los resultados; el analista del laboratorio de calidad se encarga de la obtención, corte y preparación de la muestra del tamaño de las probetas con medidas específicas ya existentes para llevar a cabo la prueba. Los diagramas se realizaron con un promedio de tiempos de 3 análisis de diferentes analistas.

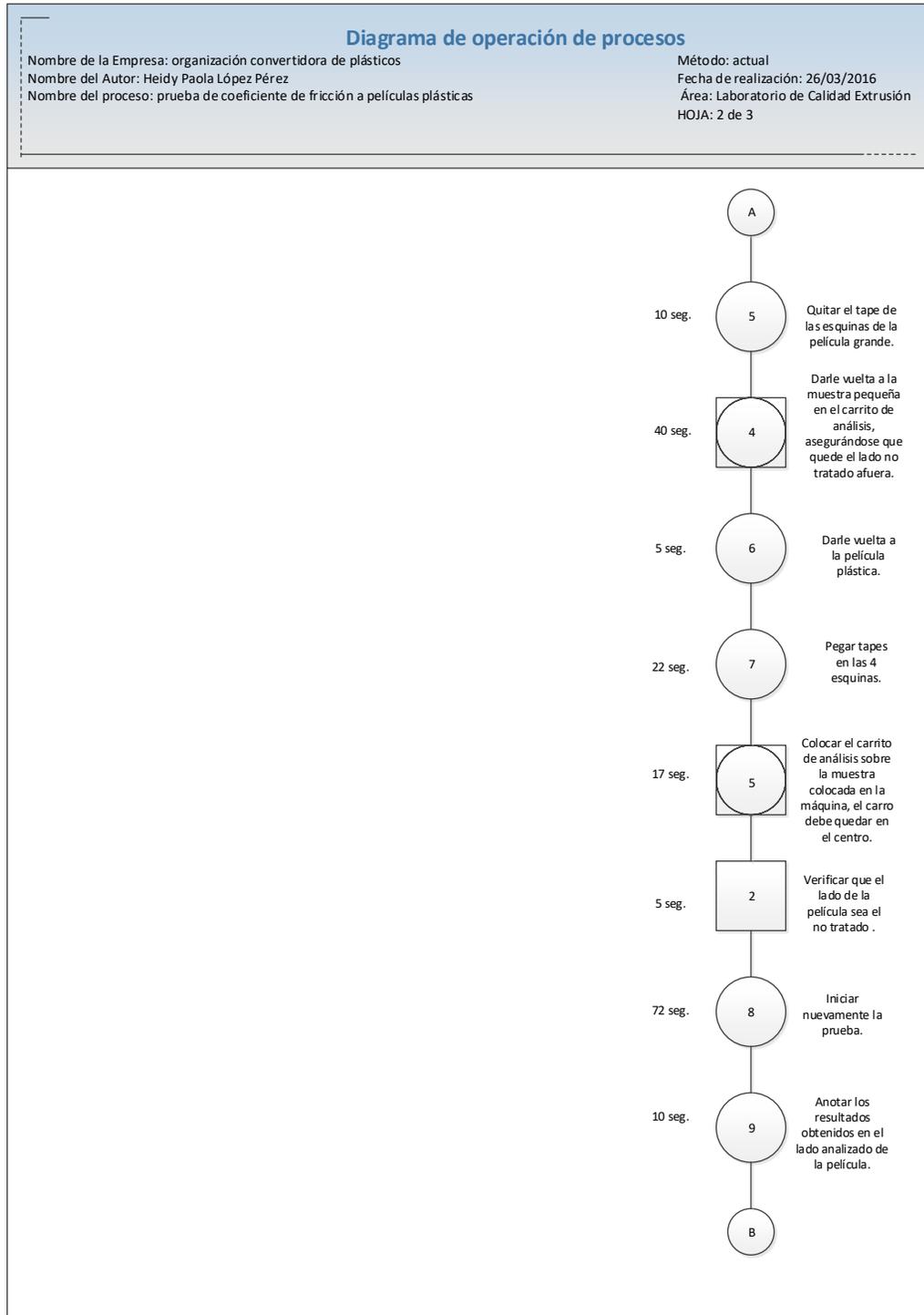
A continuación, se presentan los diagramas de flujo de operaciones para la realización de las pruebas de coeficiente de fricción, retracción, tensión y elongación, rasgado y calibre con octagón, sucesivamente.

Luego de los diagramas, se presentan los resultados de cada uno y la comparación de las actividades en relación a los procedimientos documentados existentes de las pruebas en la organización.

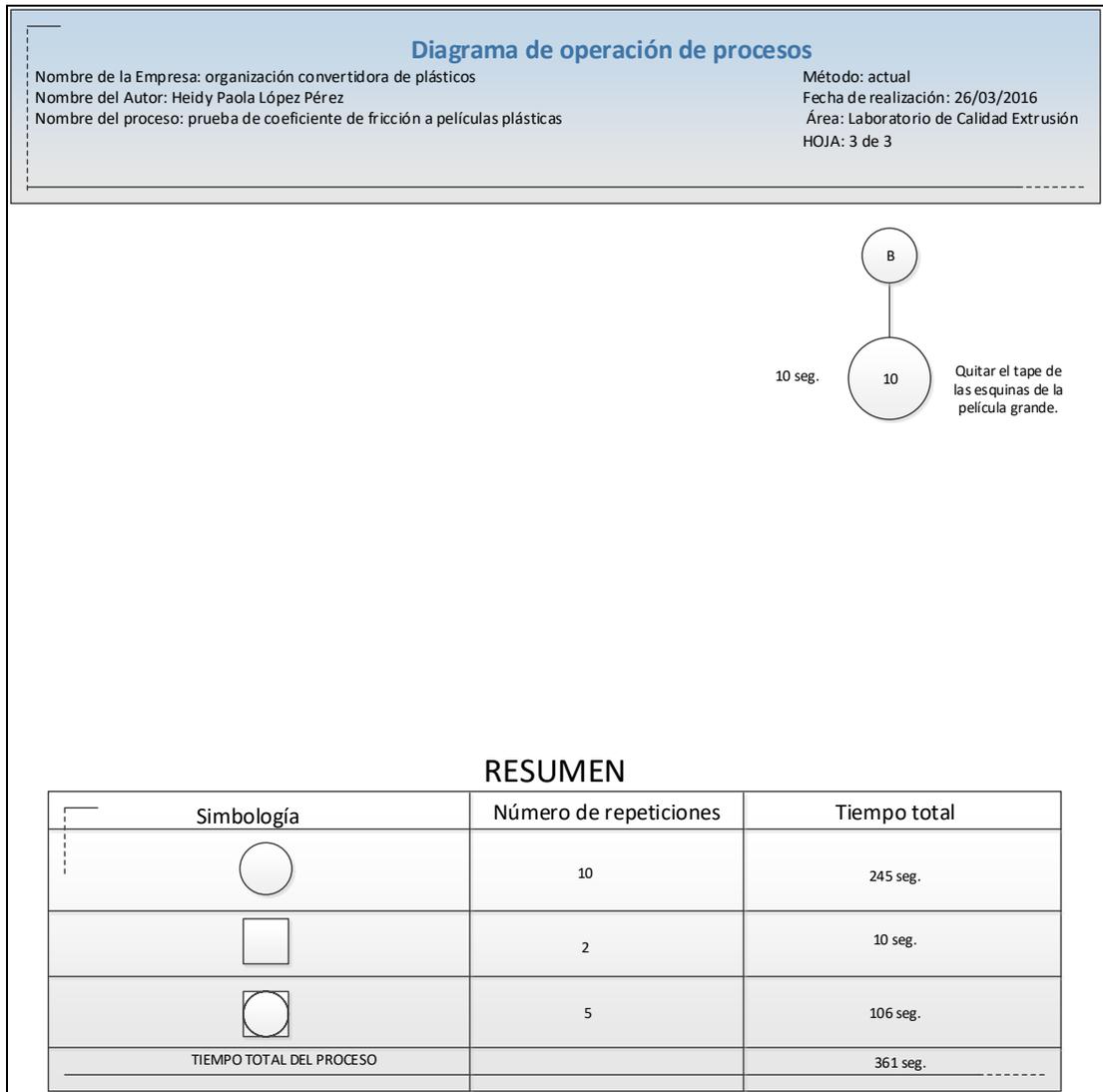
Figura 12. Diagrama de flujo de procesos: prueba de coeficiente de fricción a películas plásticas



Continuación de la figura 12.

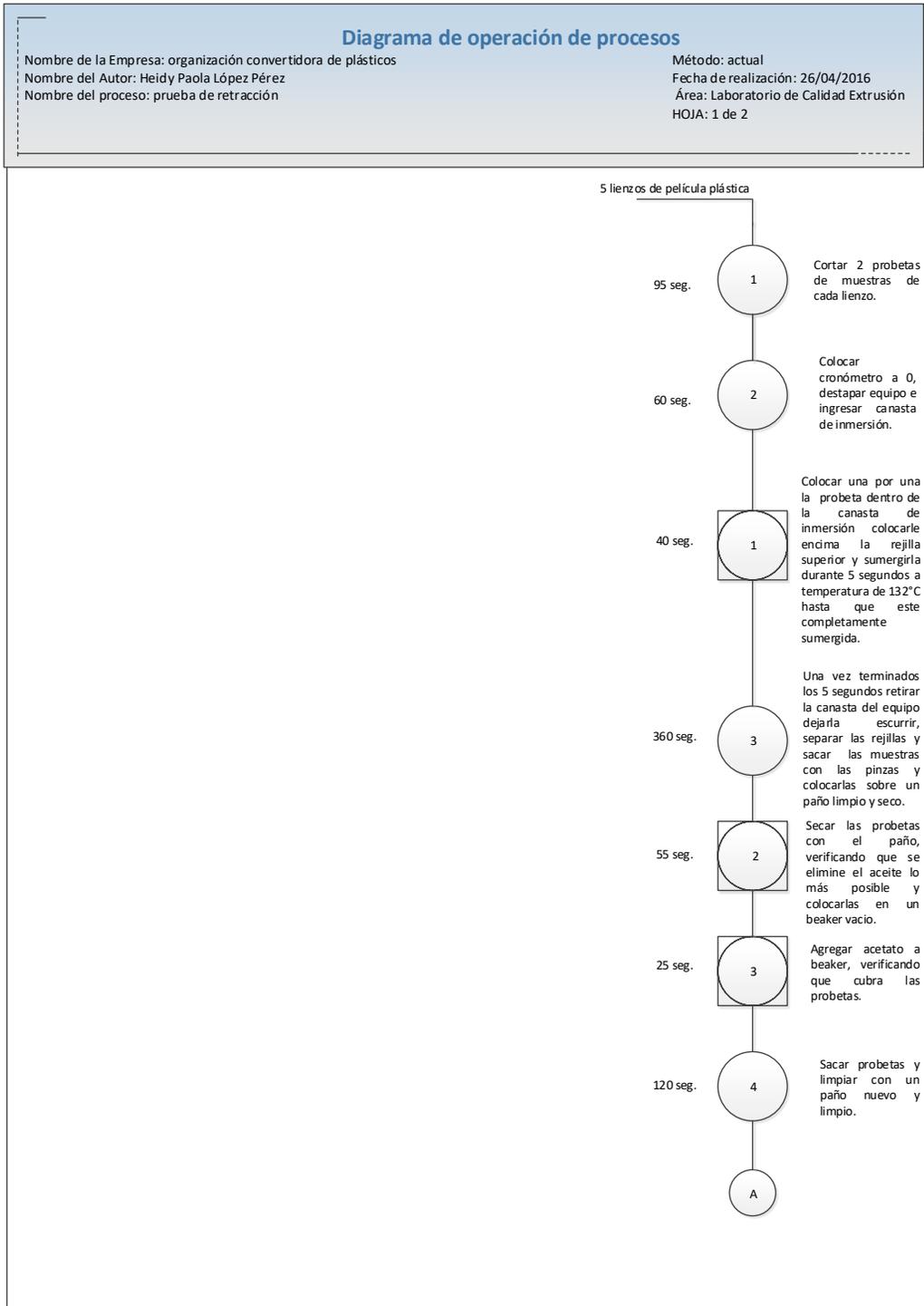


Continuación de la figura 12.

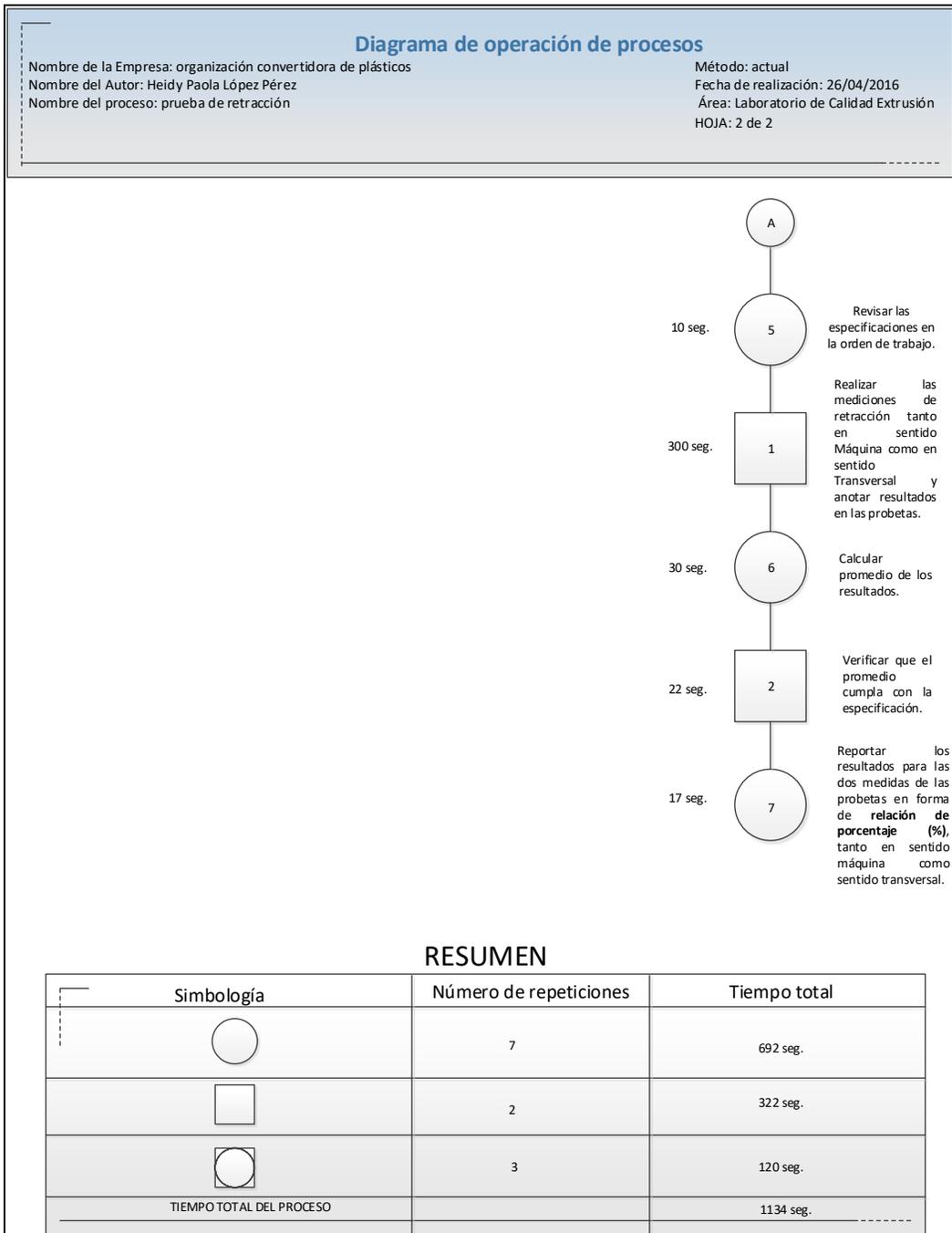


Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio.

Figura 13. Diagrama de flujo de procesos: prueba de retracción

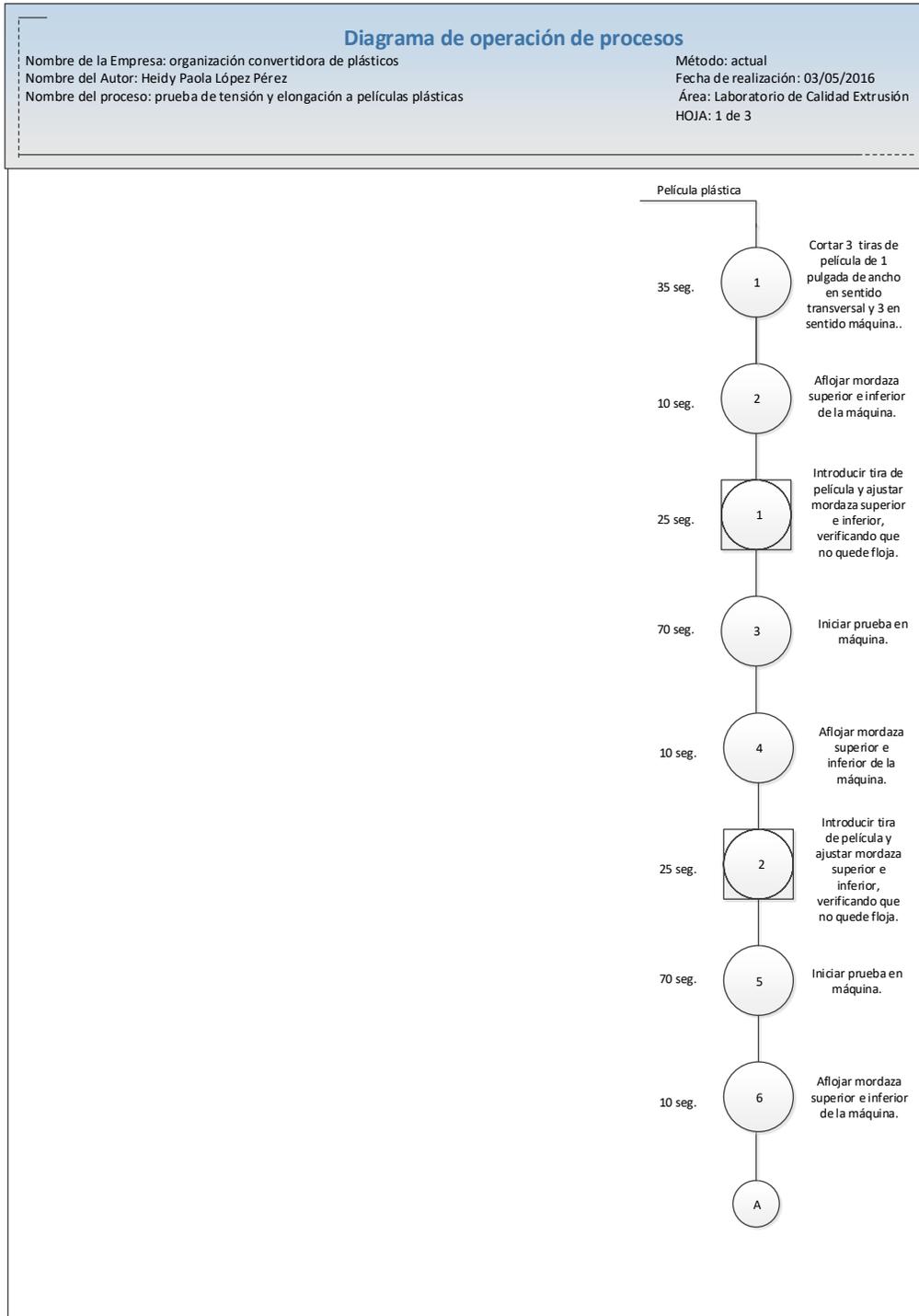


Continuación de la figura 13.

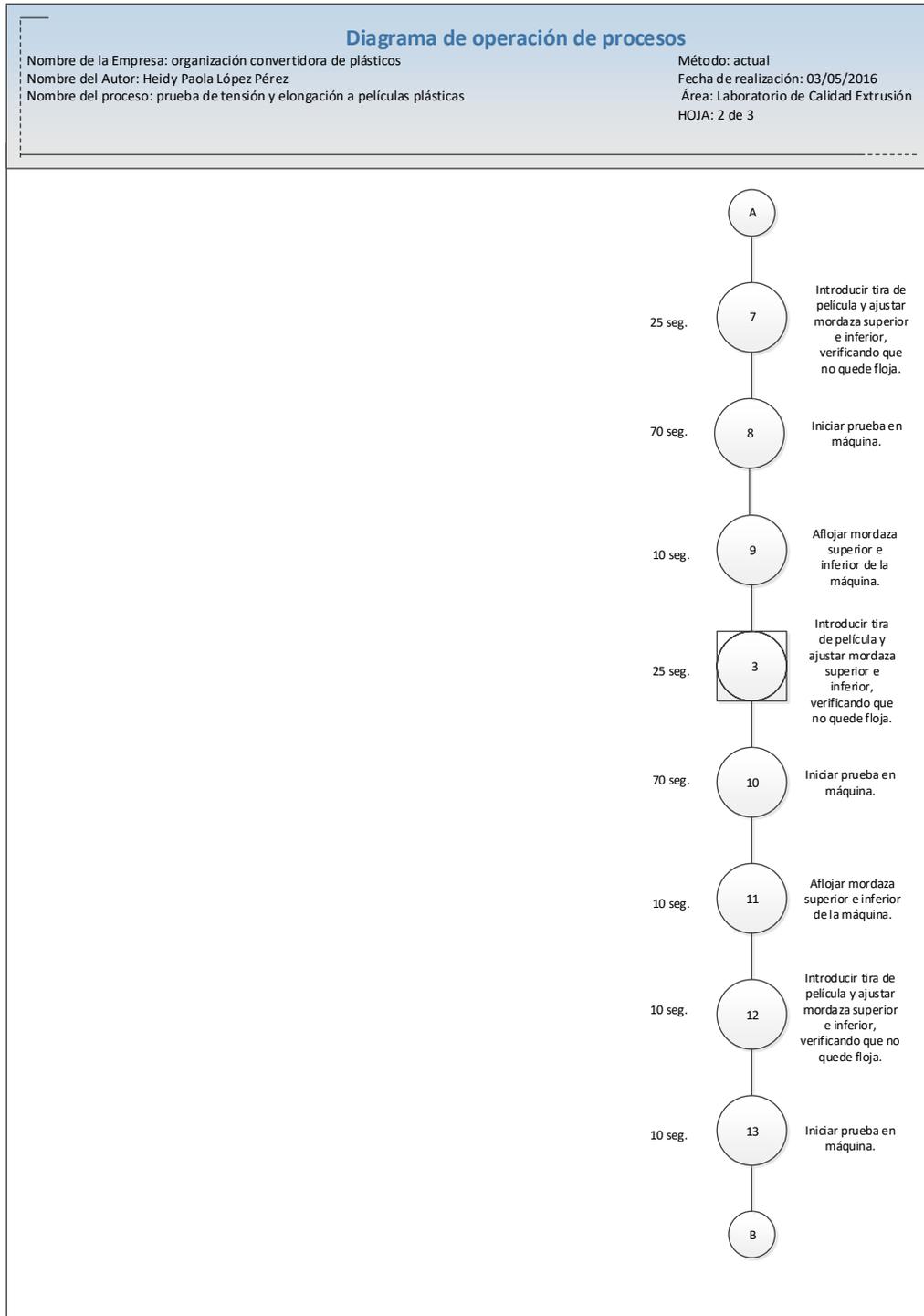


Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio.

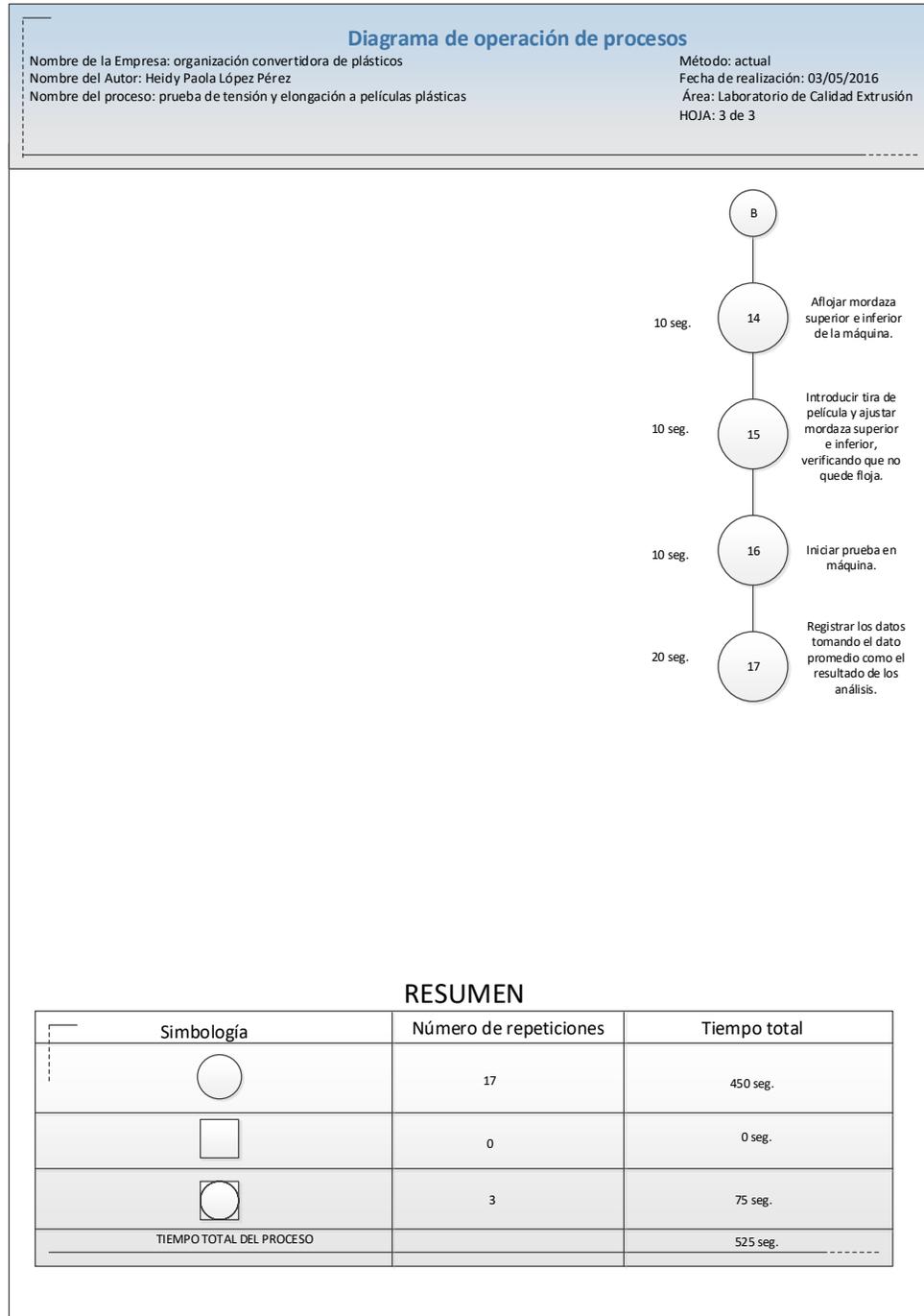
Figura 14. Diagrama de flujo de procesos: prueba de tensión y elongación a películas plásticas



Continuación de la figura 14.

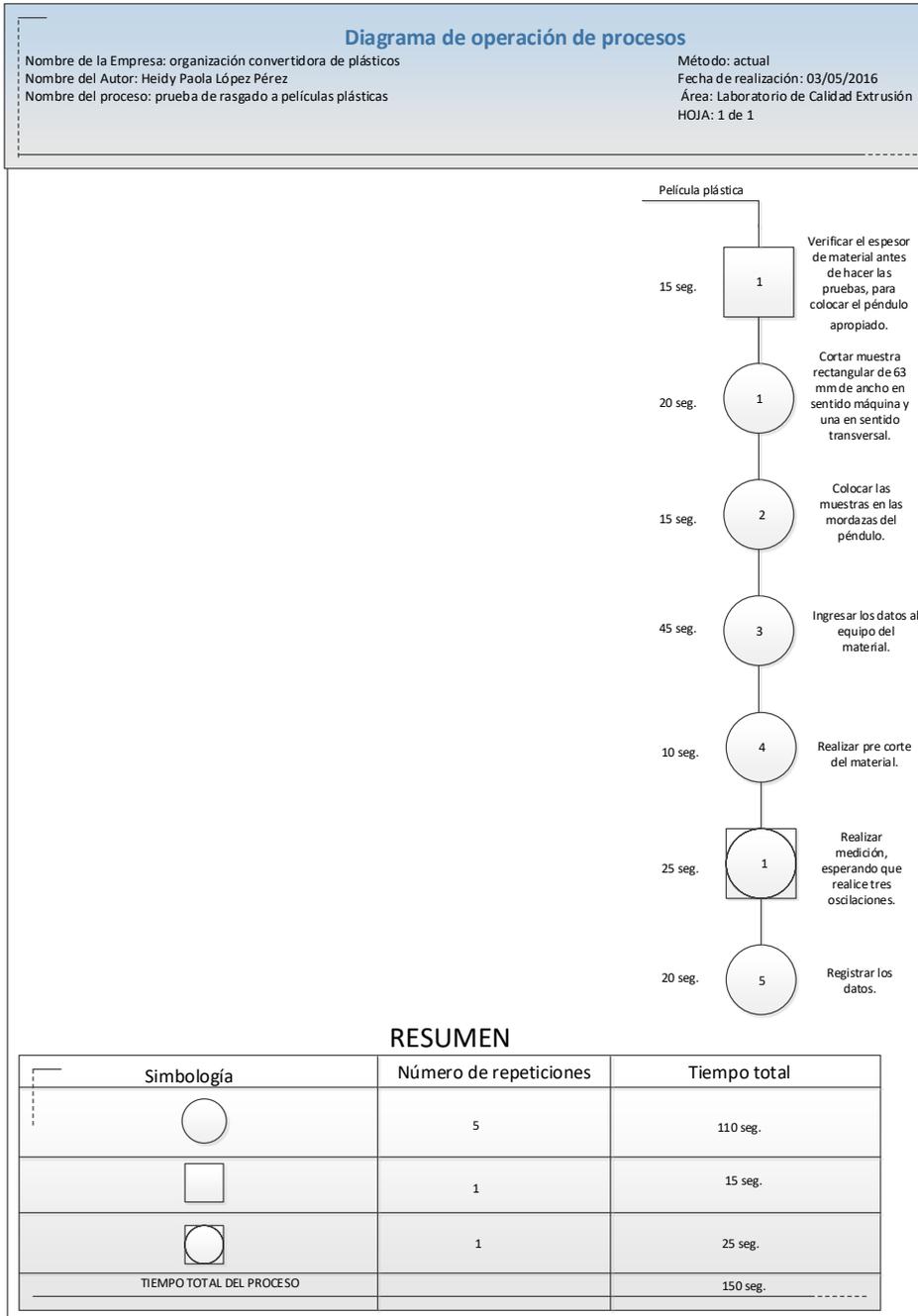


Continuación de la figura 14.



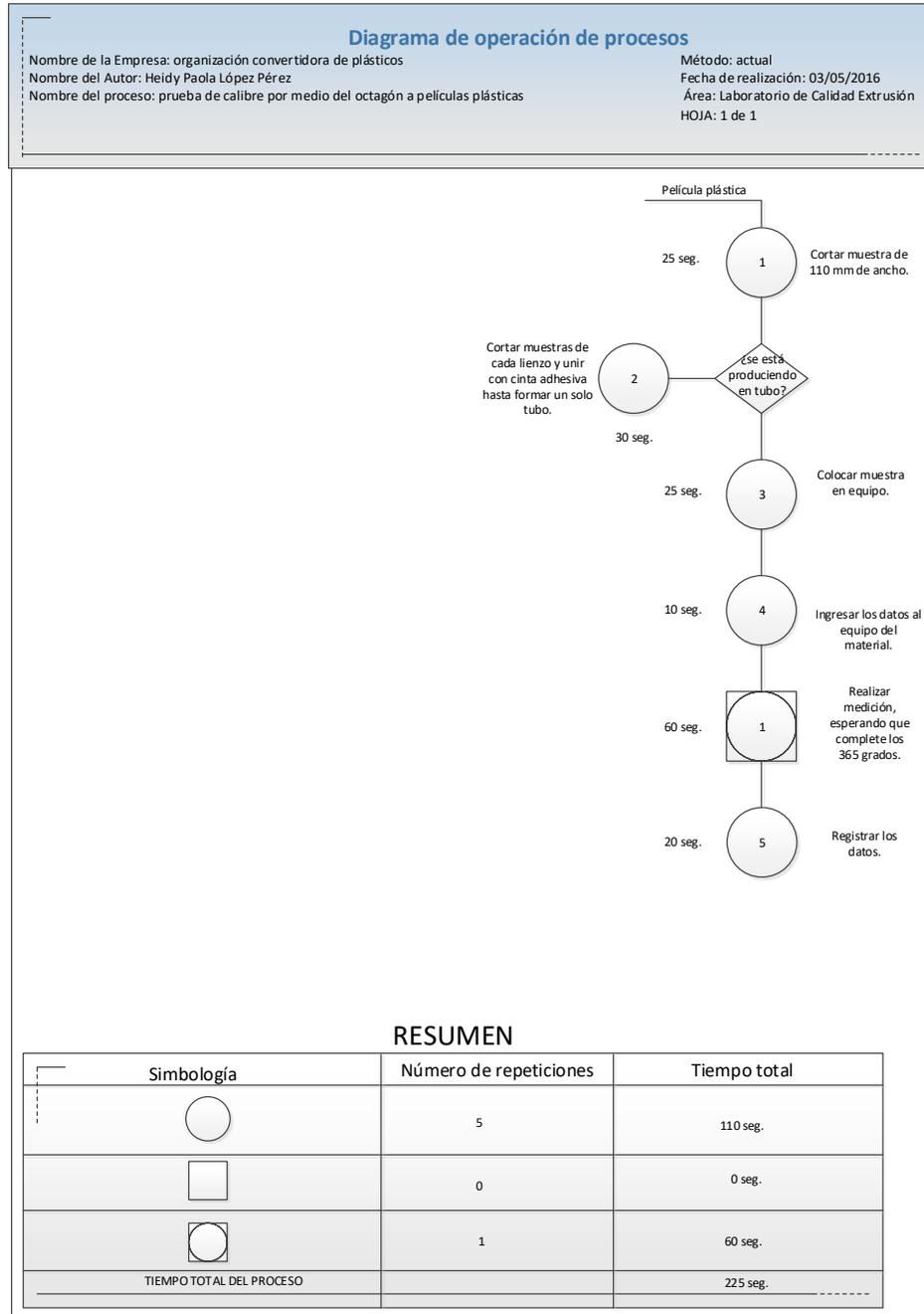
Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio.

Figura 15. Diagrama de flujo de procesos: prueba de rasgado a películas plásticas



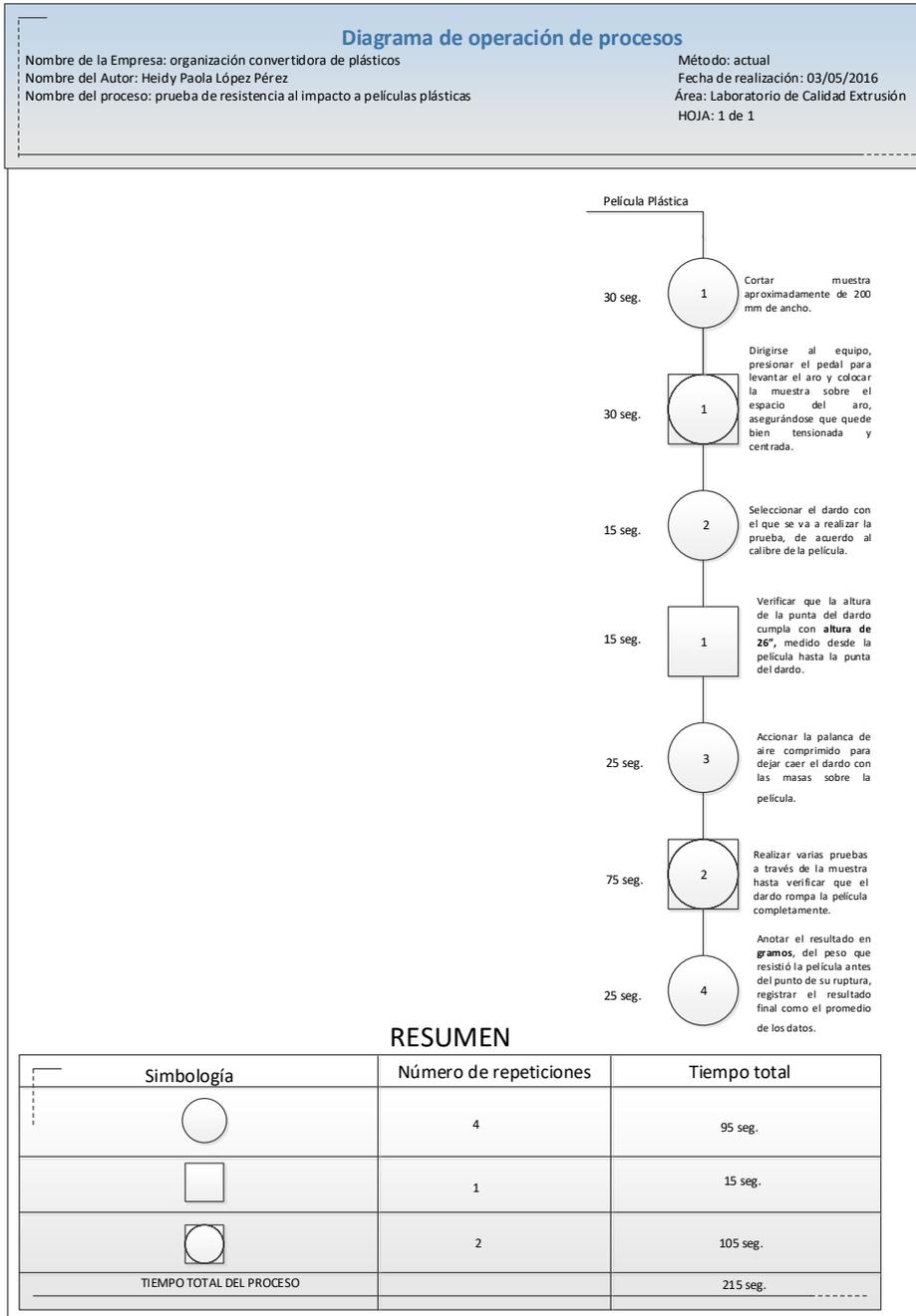
Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio.

Figura 16. **Diagrama de flujo de procesos: prueba de calibre por medio del octágón a películas plásticas**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio.

Figura 17. Diagrama de flujo de procesos: prueba de resistencia al impacto a películas plásticas



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio.

- Prueba de coeficiente de fricción

Después de haber realizado el diagrama de flujo de la prueba de coeficiente de fricción, se realizó una comparación de las actividades observadas contra el procedimiento documentado de esta prueba. Con lo cual se pudo evidenciar que no concuerdan entre estos debido a que se realizan diferentes pasos y se cambia el orden entre estos.

El tiempo total promedio que se llevaron en la realización de la prueba es de 361 seg.

- Prueba de retracción

En el diagrama de flujo de operaciones de la prueba de retracción, se puede observar que el tiempo total promedio para su realización es de 1 134 seg; para realizar el diagrama se tomaron como referencia 6 muestras con lo cual se obtuvieron 12 probetas que se analizaron. Dependerá del producto y de las bobinas que la máquina este sacando al mismo tiempo. Sin embargo, este número de muestras es el más común al momento de producir material, es decir, el tiempo invertido en este análisis es excesivo.

- Prueba de tensión y elongación

En el diagrama de flujo de operaciones de la prueba de tensión y elongación, el tiempo total promedio para su realización es de 525 seg; para realizar el diagrama se tomó 3 muestras en sentido transversal y 3 en sentido máquina; muestras que se analizaron posteriormente.

- Prueba de rasgado

Esta prueba normalmente se realiza simultáneamente a la de tensión y elongación. En el diagrama de flujo de operaciones de la prueba de rasgado, se puede observar que el tiempo total promedio para su realización es de 150 seg, por lo que se realiza durante el tiempo cuando la máquina de tensión y elongación realiza la prueba. Esto no se menciona en el procedimiento documentado; así mismo, se encontró que existe personal del laboratorio que no tiene clara la cantidad de muestras a obtener.

- Prueba de calibre por medio del octagón

En el diagrama de flujo de operaciones de la prueba de calibre por medio de octagón se puede observar que existen dos productos con los cuales se trabaja: uno en tubo y uno en lienzos los cuales se unen para formar un tubo y analizar el calibre en los 360 grados del material; el tiempo total promedio para su realización es de 225 seg; para realizar el diagrama se tomaron como referencia los dos productos que se pueden analizar.

Esta prueba es general para todos los productos y en comparación al procedimiento documentado, este cumple todos los ítems.

- Prueba de calibre resistencia al impacto

En el diagrama de flujo de operaciones de la prueba se puede observar que el tiempo total promedio para su realización es de 215 seg; este es uno de los más sencillos y cortos en tiempo.

Esta prueba se realiza únicamente para los productos en los cuales el cliente solicita la prueba o porque el producto que se va a empaquetar dentro de este es de gran peso y se necesita que lo soporte; este análisis, por lo tanto, lo solicita el personal de ventas ya que ellos son el contacto directo con el cliente. La forma de realización de la prueba en comparación al procedimiento documentado cumple todos los ítems que menciona el documento.

### **3.2.3. Inspección de variables**

Se lleva a cabo a través de la ejecución de los análisis de las variables del producto y se determina a través del cumplimiento de estas a las especificaciones del producto y los parámetros definidos.

Las variables analizadas en los materiales varían para cada producto existente, debido en mayor proporción al tipo y calibre del material con el cual se está produciendo.

Actualmente, se realizan los análisis de calibre, ancho, coeficiente de fricción, retracción, tensión y elongación, resistencia al impacto, rasgado y porcentaje de transmitancia.

### **3.2.4. Inspección de atributos**

Para la inspección de atributos, se realiza a través de los sentidos del cuerpo humano, tacto y vista; se tienen definidos cuatro grados de calificación de defectos; con sus respectivas acciones inmediatas se les asigna un número con base en el análisis realizado. La calificación definida se presenta en la tabla a continuación:

Tabla VII. Grados de calificación de atributos

Grado de Calificación	Criterios	Acciones inmediatas
4 (Cumple)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cumple o excede las expectativas del cliente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trasladar la información a los operadores para producir, y mantener el nivel de calidad actual.</li> </ul>
3 (Aceptable)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Variación mínima con respecto al nivel de calidad deseado.</li> <li>• Satisface de manera consistente las expectativas del cliente.</li> <li>• El defecto no es perceptible al cliente.</li> <li>• No afecta la compra.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trasladar la información a los operadores para monitorear y hacer los ajustes necesarios para llevar al producto a una calificación de grado 4 u mantenerlo en ese nivel.</li> </ul>
2 (Marginalmente aceptable)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Este material cuenta con mayor desviación respecto al nivel de calidad deseado.</li> <li>• El defecto puede ser percibido por el cliente y no satisfacer completamente sus expectativas, logrando que este rechace el producto.</li> <li>• Probablemente no afecte la compra del cliente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trasladar información al operador para que revise la máquina y corregir inmediatamente.</li> <li>• Continuar la operación de ser necesario aumentar el nivel de inspección y separar el producto defectuoso.</li> <li>• Trasladar la información al jefe de calidad de extrusión para que este analice el material y la criticidad del defecto y decida si este se rechaza o libera con desviación.</li> </ul>
1 (Inaceptable)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Defecto visiblemente perceptible al cliente, causando un rechazo directo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Parar la producción, determinar la causa raíz y corregir inmediatamente.</li> <li>• Muestrear todas las bobinas para clasificarlas y seleccionar material en buenas condiciones.</li> <li>• Rechazar el producto y no se envía al cliente.</li> </ul>

Fuente: elaboración propia.

### 3.2.5. Formatos utilizados

Se cuenta con un formato específicamente para el control del material que se está produciendo; se llena en conjunto con la operación del departamento y se encuentran todos los valores de los análisis realizados al material; se lleva toda la información del cliente, formulación, resultados, los análisis y según el valor que solicita la orden de trabajo se colocan sus respectivas especificaciones con cierta tolerancia.

También, existe un espacio para colocar los valores de la inspección de atributos y junto con las variables; se determina si cumple o no, por lo tanto, si es aprobado o rechazado según lo requerido por los clientes, su contenido se presenta a continuación:

Tabla VIII. **Formato de control de extrusión**

I parte	Información general de la máquina, cliente, operador, fecha y producto.
II parte	Revisión de las condiciones para iniciar la producción.
III parte	Formulación del material.
IV parte	Especificaciones del producto, valores obtenidos de los análisis realizados al material por los auditores y/o analistas de calidad, así como la firma de estos validando los mismos.
V parte	Evaluación de los atributos en el material según la calificación que se mencionó anteriormente.

Fuente: elaboración propia.

Las primeras tres partes del formato pertenecen a todo lo que debe contar el operador para producir cada uno de los pedidos; es responsabilidad de llenarlas.

Las partes IV y V son responsabilidad de llenarlas específicamente del laboratorio de calidad y son todos los resultados de la película plástica.

### **3.3. Proceso de control de calidad actual**

Para la organización dedicada a la elaboración de empaques flexibles se describirá de una manera muy general a continuación.

#### **3.3.1. Descripción**

El proceso de control de calidad dentro de la organización comienza cuando el operario de la máquina extrusora, está realizando su cuadro y, luego, obtiene una muestra del material para trasladarlo al área del laboratorio de calidad extrusión, donde son inspeccionados y analizados sus resultados.

Los resultados brindan información para establecer si el material cumple con las especificaciones y requerimientos colocados en la orden de producción, definidos con anterioridad con el cliente.

El analista de calidad tiene la responsabilidad de tomar la decisión de si el material cumple con las especificaciones, ya que todo dato fuera de especificaciones se toma como un defecto de calidad que impacta la medida de desempeño del proceso; si este cumple, debe liberarlo; de lo contrario, analizarlo y decidir si el defecto no afecta ni impacta al cliente o por la necesidad de la organización se requiere la liberación del producto bajo algún riesgo está dispuesta a asumir. Entonces, debe liberarlo con desviación; de lo contrario, este solicita al operador de la máquina que cambie sus condiciones de operación ya que el material es no conforme, ya que no cumple con los

requisitos o características establecidas, por lo tanto, no es útil para el uso final del cliente.

### **3.3.2. Estatus de calidad del material**

Dentro del proceso de control de calidad existen tres status para el material:

- **Producto conforme:** es todo aquel material o producto que cumple con los requisitos o características establecidas por los clientes. Este material se identifica con una etiqueta color verde; se colocan toda la información referente al material y la persona que liberó el producto.
- **Producto en evaluación:** es aquel material que no cumple con los requerimientos, especificaciones o requisitos tanto de la organización hacia sus proveedores como de los clientes hacia la organización, el cual está dispuesto a ciertos análisis o estudios los cuales definirán si el material es apto para su utilización. Este material se identifica con una etiqueta amarilla que informa que el material debe ser evaluado, en esta se consta con toda la información del material y el motivo por el cual se encuentra en este estado.
- **Producto no conforme:** es todo aquel material o producto las especificaciones o requisitos del cliente, incluyen todos los materiales detectados internamente como resultados de las inspecciones realizadas, los rechazos de parte del cliente y los rechazos hacia los proveedores.

- Cuando se habla de los rechazos hacia los proveedores se refiere a todo material inicial que no cumple con las especificaciones de la organización; los rechazos del cliente son aquellos que detecta la inconformidad con las especificaciones requeridas, el cliente.
- Para su identificación se requiere que la persona quien detectó la inconformidad coloque una etiqueta roja la cual define el material como no apto para su utilización, almacenándose el material en un área apartada especial hasta su posterior análisis y tratamiento.
  - Tratamiento o disposición final del producto no conforme
  - Reproceso
  - Reclasificación del producto
  - Liberado bajo concesión
  - Reclamo al proveedor
  - Desechado

### **3.3.3. Proceso de desviación**

Es el proceso de aprobación de un producto que no cumple con los estándares o tolerancias establecidas de un producto, después de haber analizado las propiedades del material; se concluye que el material no afecta los fines de empaque del cliente, se toma el riesgo de aprobarlo y que sea rechazado.

La desviación de calidad surge de la variación del producto en relación a un estándar; normalmente se realiza posterior a haber agotado todos los recursos para cumplir con lo requerido y ser autorizado por el cliente, liberado pero con el riesgo o el requerimiento de material en el siguiente proceso.

Para el proceso de liberación con desviación es necesario haber realizado un consenso ya que se analiza el material con base en un criterio de defectos y, en algunas ocasiones, se traslada la información al cliente para que lo apruebe.

El proceso de desviación puede ser para un lote total o parcial de un producto; después de la realización de inspecciones, se decide si aplica a todo el material, ya que en algunas ocasiones la variación entre una bobina y otra es muy diferenciada.

Este proceso se deja documentado en un formato donde se describe la solicitud de desviación y el motivo por el cual se realiza; este es aprobado por las áreas que generaron el problema.

#### **3.4. Factores que afectan la calidad de la película**

Los defectos que se presentan en las películas plásticas se deben específicamente, a ciertos factores:

- Materiales

La correcta elección de materiales es de vital importancia para la obtención de películas plásticas de buena calidad, aunque en ocasiones la tarea es compleja debido a la gran variedad de materiales disponibles, de sus propiedades; se tiene en inventario y los existentes en el mercado, puede variar sus propiedades con respecto a cada proveedor.

- Condiciones de operación

Son todas aquellas condiciones: temperatura, presión, sistema de enfriamiento o ambiente, que pueden afectar a la película plástica. En este factor se involucran de gran manera las acciones del departamento de mantenimiento para mantener un ambiente adecuado para la producción de películas plásticas.

- Maquinaria y equipo

Este es un factor que al igual que el anterior se ve involucrado y depende del departamento de mantenimiento para brindarle la atención necesaria a la maquinaria para llevar un programa de mantenimiento preventivo y un correcto mantenimiento correctivo con los cuales se puedan mantener en óptimas condiciones las máquinas para evitar así los defectos.

A continuación, se describen una tabla los defectos que pueden ser causados por estos tres factores, clasificados con las abreviaturas siguientes:

- Materiales (M)
- Condiciones de operación (CO)
- Maquinaria y equipo (E)

En la tabla IX se presenta la clasificación de los defectos en las películas plásticas con base en la propiedad a la que pertenecen y se describe brevemente sus causas.

Tabla IX. Clasificación de los defectos en las películas plásticas

PROPIEDAD	DEFECTO	CLASIFICACIÓN	CAUSA
Física (apariencia)	Bloqueo/ frenado	M	Cantidad insuficiente de Antiblock en la mezcla.
		CO	Temperatura de la película demasiado alta al momento de pasar por los rodillos de colapsado ubicados en la zona de persiana por la poca presión en la zona de anillo de enfriamiento.
			Sistema inadecuado de enfriamiento, temperatura en el ambiente demasiado alta.
			Presión excesiva en los rodillos de colapsado ubicados en la zona de persiana.
			Tensión de bobinado excesiva.
			Película llegando muy caliente a los rodillos tiradores.
Apariencia	Geles	M	Resinas contaminadas.
			Uso excesivo de material fuera de grado.
			Utilización de un porcentaje muy elevado de material reciclado.
		CO	Proceso de homogeneización de la mezcla deficiente.
			Perfil de temperatura inadecuado y/o descontrol en temperatura.
			Acumulación de material de producción anterior por limpieza inadecuada.
			Elevada temperatura de extrusión.
E	Tornillo sin fin sucio.		
	Dado sucio.		
Apariencia	Opacidad	M	Mala calidad de resina.
			Sistema de enfriamiento inadecuado.
		CO	Relación de soplado muy baja.
			Suciedad en el rodillo de enfriamiento y así se adhiere a la película.
		E	Zona de canasta con rodillos inadecuados o desgastados por el uso que causan gradas.
Sellabilidad	Baja fuerza de sello	M	Formulación incorrecta.
			Espesor de la película des uniforme.
		CO	Sistema de enfriamiento inadecuado.
			Relación de soplado elevada.
		E	Suciedad en el rodillo de enfriamiento y así se adhiere a la película.

Continuación de la tabla IX.

Apariencia	Rayas	E	Zona de canasta con rodillos inadecuados o desgastados por el uso que causan gradas.
		M	Resinas carbonizadas o materiales extraños en el dado en la zona del cabezal.
			Contaminación en material reciclado.
CO	Proceso de homogeneización de la mezcla deficiente.		
	Exceso de presión en el dado.		
Calibre	Variación atípica del espesor de la película	M	Cantidad insuficiente de material en tolva, falta de homogeneidad de la mezcla.
		CO	Relación de soplado inadecuada.
			Sistema de enfriamiento deficiente, con distribución de aire irregular.
		E	Pobre calibración del dado o boquilla.
Descontrol en la temperatura del dado.			
Tratamiento Corona	Poco tratado superficial	M	Adición de materiales incorrectos.
			Adición de mucho porcentaje de deslizante.
		CO	Calibre del material excesivamente delgado u grueso.
		E	Distancia entre los electrodos y la película inadecuada.
Electrodos sucios.			
Elongación	Baja resistencia a la elongación	M	Resinas contaminadas.
		CO	Incompatibilidad en la mezcla.
			Descontroles en la temperatura.
			Pobre homogeneización de la mezcla.
E	Pobre compresión en el compresor o dado.		
Apariencia	Arrugas	M	Resinas contaminadas.
		CO	Altura de la línea de enfriamiento muy elevada.
			Irregularidades en el enfriamiento, sistema de enfriamiento inadecuado.
			Tensión de embobinado inadecuada.
			Turbulencias del aire en el área, burbuja inestable.
		E	Ángulo de colapsamiento inadecuado.
Desalineamiento entre el dado y los rodillos de tiro.			

Continuación de la tabla IX.

Apariencia	Embobinado deficiente / telescopio	CO	Tensión de embobinado inadecuada. Inestabilidad en la burbuja.
		E	Equipo de embobinado inadecuado o descalibrado. Cabezal no giratorio.
Resistencia al rasgado	Baja resistencia al rasgado	M	Utilización de resina reciclada.
		CO	Película con variaciones de espesor.
Pigmentación	Variaciones en el color	E	Rayas del dado en la película. Mala dispersión del pigmento (tolva).
		M	Utilización de <i>masterbatch</i> de baja calidad.
		CO	Película con variaciones de espesor. Pobre homogeneización de la mezcla.
		E	Pobre compresión en el compresor o dado.

Fuente: elaboración propia.

### 3.4.1. Análisis de criticidad

Normalmente, es una metodología que las organizaciones utilizan para establecer prioridades o la criticidad de los problemas, defectos o factores que alteran la calidad de un producto.

Este análisis se realiza con base en el impacto de estos factores en la calidad, se obtiene la frecuencia o probabilidad de que esto ocurra y como afecta a dicho factor; así mismo, se mide el riesgo que pueda causar en la producción y en que este producto se utilizará, colocándolo como de criticidad baja, media o alta.

En la empresa convertidora de plásticos, actualmente, no se cuenta con un análisis de criticidad formal, es decir, todo análisis se realiza de forma empírica e informal con base en la experiencia sin tomar en cuenta la

frecuencia y severidad de dichos factores, por lo tanto, se toman decisiones en el momento sin una base o análisis técnico de los mismos también, sin dejar una constancia escrita de la criticidad de los factores.

### **3.4.2. Clasificación de los factores según criticidad**

Los factores deben estar clasificados según su criticidad; actualmente, la organización no cuenta con la clasificación, más adelante se propone una clasificación según la empresa.

### **3.4.3. Registro de resultados**

Los registros de los factores críticos no se cuentan debido a que no se realiza análisis de criticidad en la organización.

En conclusión, existe un análisis de criticidad deficiente para el tipo de industria al cual pertenece dicha empresa, por esto mismo, en el capítulo 4 Inciso 4.1 detección interna de producto no conforme, se propone un análisis de criticidad con base científica.

## **3.5. Tiempo de respuesta de los auditores de calidad**

Para determinar un tiempo promedio de respuesta de los auditores de calidad se realizó una toma de tiempos para varios pedidos que se presentará a continuación:

- Condiciones de trabajo: máquina de baja velocidad, laboratorio de calidad con 2 auditores de calidad.

- Análisis realizados a pedidos: Prueba de calibre por medio del octagón, tensión y elongación y rasgado.
  
- Pedido 1
  - Pedido de 189 kg
  - Velocidad de la máquina: 510 kg/h
  - Hora de inicio de producción: 2:40 pm
  - Hora de finalización de producción: 3:20 pm
  - Hora de entrada de la muestra a calidad: 2:50 pm
  - Hora de liberación por calidad: 4:12 pm
  - Tiempo de respuesta de los auditores de calidad: 1 hora 22 min
  
- Se terminó de producir el pedido 22 minutos antes de que el departamento de calidad liberara el producto; es decir, se terminó de producir sin saber si el material cumplía con las especificaciones del cliente.
  
- Pedido 2
  - Pedido de 1 221 kg
  - Velocidad de la máquina: 500 kg/h
  - Hora de inicio de producción: 3:20 pm
  - Hora de finalización de producción: 5:45 pm
  - Hora de entrada de la muestra a calidad: 3:35 pm
  - Hora de liberación por calidad: 4:30 pm
  - Tiempo de respuesta de los auditores de calidad: 55 min

Cuando el departamento de calidad liberó, se llevaba aproximadamente un 50 % del pedido, es decir, 500 kg pudieron haberse rechazado por el tiempo de respuesta.

- Condiciones de trabajo: máquina de baja velocidad, laboratorio de calidad con 2 auditores de calidad.
- Análisis realizados a pedidos: prueba de retracción, calibre por medio del octágono, tensión y elongación, resistencia al impacto y rasgado.
- Pedido 1
  - Pedido de 3 000 kg
  - Velocidad de la máquina: 310 kg/h
  - Hora de inicio de producción: 9:10 am
  - Hora de finalización de producción: 8:00 pm
  - Hora de entrada de la muestra a calidad: 9:20 am
  - Hora de liberación por calidad: 10:20 pm
  - Tiempo de respuesta de los auditores de calidad: 1 hora

Al momento de la liberación por parte del departamento de calidad se llevaban 310 kg producidos de material el cual pudo rechazarse de haberse encontrado fuera de las especificaciones.

El tiempo promedio de respuesta en máquinas de baja velocidad es de: 1 hora 6 min.

- Condiciones de trabajo: máquina de alta velocidad, laboratorio de calidad con 2 auditores de calidad.
- Análisis realizados a pedidos: prueba de calibre por medio del octágono.

- Pedido 1
  - Pedido de 2 300 kg
  - Velocidad de la máquina: 95 kg/h
  - Hora de inicio de producción: 2:00 pm
  - Hora de finalización de producción: 5:00 pm del siguiente día
  - Hora de entrada de la muestra a calidad: 2:00 pm
  - Hora de liberación por calidad: 2:35 pm
  - Tiempo de respuesta de los auditores de calidad: 35 min.

Al momento de la liberación por parte de calidad se llevaban 55 kg de producción.

- Pedido 2
  - Pedido de 4056 kg
  - Velocidad de la máquina: 45 kg/h
  - Hora de inicio de producción: 8:25 am de 24/05/2016
  - Hora de finalización de producción: 3:00 am de 27/05/2016
  - Hora de entrada de la muestra a calidad: 8:40 am
  - Hora de liberación por calidad: 9:25 pm
  - Tiempo de respuesta de los auditores de calidad: 45 min.

Al momento de la liberación por parte del departamento de calidad se llevaban 34 kg de producción.

Tiempo promedio de respuesta en máquinas de alta velocidad: 40 min.

Según el muestreo realizado, se determinó que las máquinas industriales o de mayor velocidad son las que requieren una prioridad al momento de la liberación, ya que la pérdida económica y el material si no cumple con las

especificaciones es significativa; por lo tanto, en el siguiente capítulo se realizará la propuesta para la mejora en el tiempo de respuesta por parte de los auditores de calidad.

## **4. DEFINICIÓN DE LA METODOLOGÍA**

### **4.1. Detección interna de producto no conforme**

La detección interna de producto no conforme es indispensable para el buen funcionamiento de una organización, con esto se evita enviar producto no conforme a los clientes, además, hace referencia a una empresa con control de sus productos y calidad.

En la tabla IX se plantean los defectos de una película plástica, el factor al que pertenece y su causa, debido a que en la tabla se obtuvo con una criticidad alta, el factor de los materiales y con una criticidad media las condiciones de operación y el equipo; se debe tener un control exhaustivo de cada defecto y sus causas, en la operación y en el laboratorio de calidad. Es decir, debe existir una comunicación eficiente, para trasladar la información de problemas, inconvenientes en las máquinas o en los materiales para hallar una solución para evitar la producción de material no conforme o corregir el problema a tiempo.

Para mejorar la detección interna de producto no conforme se plantean los siguientes aspectos:

- Se plantea una comunicación efectiva entre el personal de los departamentos de extrusión y de calidad; es decir la transmisión de los mensajes de forma clara. Para esto debe existir una motivación entre ambos jefes para que los departamentos se coordinen para realizar sus actividades de forma eficaz, con una excelente relación entre ambas

áreas; cuyo objetivo principal la obtención de producto conforme a las especificaciones y requerimientos de los clientes.

- Dar seguimiento a las causas de las no conformidades encontradas anteriormente en productos no conforme, ya sea que el producto se libere bajo concesión, se reprocese, reclasifique o se deseche; debido a que puede existir recurrencia del defecto y si se encuentra su causa se puede evitar o erradicar el problema.
  
- Analizar las variables y atributos que se miden con base en estas; junto a las necesidades de los clientes definir un sistema que se adapte a los recursos disponibles de la organización y reducir el tiempo de respuesta del analista en un 30 %. Un plan de calidad es un documento con una matriz que describe las variables a controlar y la forma de control. La matriz descrita en los planes tiene la siguiente estructura:
  - Etapa del proceso: define en qué etapa del proceso se va realizar un análisis a la muestra de dicha familia de productos y a que clientes aplica.
  
  - Característica a controlar: define que variable se controlará: ancho, largo, COF, entre otros.
  
  - Frecuencia: define cuántas veces o cada cuánto se analizará la característica.
  
  - Especificación: define cuál es la especificación establecida para cada característica o en su defecto dónde encontrar dicha especificación.

- Nivel de muestreo: define el muestreo a aplicar para realizar la inspección.
- Tamaño de población: establece sobre cuál población se hace el muestreo.
- Equipo de medición: establece el código del equipo utilizado para realizar la medición.
- Método de medición: define la forma como se hace la medición o el código del documento que describe como se hace la misma.
- Dónde se registran los datos: establece el código del documento donde se registran los datos que reposan como evidencia de la medición realizada.

Por lo tanto, en los dos siguientes subincisos se presenta la propuesta del plan de calidad para el laboratorio de calidad extrusión.

Además a continuación se presenta la propuesta de análisis de criticidad; inicia con una breve descripción.

El análisis de criticidad es utilizado como una metodología para establecer jerarquías o prioridades, en este caso, entre los factores que afectan la calidad de la película, materiales, condiciones de operación y equipo, mencionados en el capítulo anterior en el inciso 3.4.

Se establecerán a través del impacto que cada uno tenga en la calidad de la película, obtenido de la frecuencia o probabilidad de su ocurrencia y cada uno

de los aspectos que afecte ha dicho factor; también, del riesgo que cause a contar con problemas en el material y que lo coloque en la situación de crítico.

Para definir la criticidad de cada factor, se cuenta con una base de datos de rechazos internos con la que se cuenta con la causa raíz de cada uno de los rechazos, además de la cantidad de estos. Por lo tanto, se clasificarán entre la frecuencia y severidad y con esto se obtendrá el valor de la criticidad a través de la siguiente fórmula:

$$\text{Criticidad} = \text{frecuencia} \times \text{severidad}$$

A continuación, se presentan dos tablas propuestas para la definición de la frecuencia y severidad de la organización convertidora de plásticos: la primera cuenta con los criterios para estimar la frecuencia de los factores y la otra con los criterios de la severidad; después de estas tablas, se encuentra la matriz de criticidad con la cual se obtendrá el nivel de criticidad, con la criticidad antes encontrada.

Tabla X. **Criterios de la frecuencia**

<b>CATEGORÍA</b>	<b>FRECUENCIA</b>
3	Es probable que ocurra más de 27 veces al cuatrimestre.
2	Es probable que ocurra de 14 a 26 veces al cuatrimestre.
1	Es probable que ocurra de 0 a 13 veces al cuatrimestre.

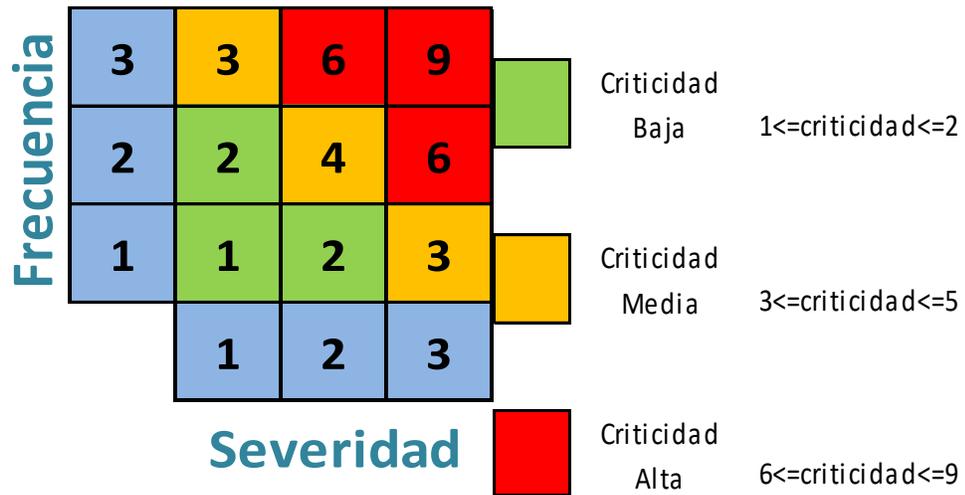
Fuente: elaboración propia.

Tabla XI. **Criterios de la severidad**

CATEGORÍA	SEVERIDAD (Kgs de desecho)
3	Mayor que 2750 kgs.
2	Entre 1500 kgs y 2749 kgs.
1	Entre 0 kgs y 1499 kgs.

Fuente: elaboración propia.

Figura 18. **Matriz de criticidad**



Fuente: elaboración propia.

Tabla XII. **Rechazos internos**

FACTORES	MATERIALES	CONDICIONES DE OPERACIÓN	EQUIPO
RECHAZOS INTERNOS	28	26	25

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIII. **KGS de desperdicio**

FACTORES	MATERIALES	CONDICIONES DE OPERACIÓN	EQUIPO
RECHAZOS INTERNOS	2953	2738	2351

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIV. **Análisis de criticidad**

FACTOR	FRECUENCIA	SEVERIDAD	CRITICIDAD
MATERIALES	3	3	9
CONDICIONES DE OPERACIÓN	2	2	4
EQUIPO	2	2	4

Fuente: elaboración propia.

#### 4.1.1. Clasificación de los factores según su criticidad

- Criticidad alta

El factor de criticidad alta la representan los materiales, ya que estos aparte de los defectos que pueden causar en la película plástica, no se puede controlar sus propiedades.

Los defectos que pueden causar los materiales son bloqueo, geles, opacidad, baja fuerza de sello, rayas, variación de calibre, problemas de tratado, elongación, arrugas, mal embobinado y problemas en resistencia al rasgado.

Realmente, afecta a casi todas las variables necesarias para que un material cumpla con las especificaciones y requerimientos del cliente; este es un factor con criticidad alta debido a que actualmente la frecuencia y severidad con la que se están presentando los mismos es muy alta.

- Criticidad media

El factor de criticidad media lo integran los otros dos factores existentes: condiciones de operación y equipo, debido a que la frecuencia y severidad con la que suceden es menor; sin embargo, se encuentran en un rango medio y junto a los materiales, el equipo es un factor que no se puede controlar, debido a que se pueden mitigar los problemas a través de un mantenimiento preventivo, pero no asegura que el problema se erradique.

Las condiciones de operación se encuentran actualmente en esta clasificación debido a que no existen los controles necesarios para validar que las condiciones son las requeridas; aparte, es una causa que se sigue observando con mucha frecuencia. Este factor es el que debería bajar de categoría, ya que es el único que como organización se puede controlar, a través de supervisión, automatización de maquinaria y registros de condiciones de operación.

- Criticidad baja

Actualmente, la organización no cuenta con ningún factor con criticidad baja.

En la presente tabla se encuentra el registro de los hallazgos de rechazos internos por mes; se utilizó el resultado del cuatrimestre para la realización del análisis de criticidad para cada factor.

Tabla XV. **Hallazgos de rechazos internos por factor mensualmente**

<b>HALLAZGOS DE RECHAZOS INTERNOS POR FACTOR DEL PRIMER CUATRIMESTRE DEL AÑO 2016</b>						
Nombre: <u>Heidy Paola López Pérez</u>			Fecha: <u>10 de mayo de 2016</u>			
MES FACTOR	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	RESULTADOS CUATRIMESTRE	CRITICIDAD
MATERIALES	5	17	4	2	28	ALTA
CONDICIONES DE OPERACIÓN	8	10	5	4	27	MEDIA
EQUIPO	10	7	4	4	25	MEDIA

Fuente: elaboración propia.

#### 4.1.2. Frecuencia de análisis a muestras

Se plantea un plan de calidad por familia de producto donde se definen las variables a analizar en el material. La frecuencia de análisis de cada variable o atributo depende de la criticidad y de los requerimientos del cliente. Para productos críticos que se trabajen específicamente en máquinas de alta velocidad que sobrepasen el tiempo de producción de 12 horas o para aquellos con requerimientos especiales de inspección por parte del cliente, se les realizará un análisis posterior al del arranque; es decir, un análisis después de las primeras 12 horas.

Tabla XVI. Plan de calidad de producto para laminación

Frecuencia



Producto para laminación									
Etapa del proceso	Característica a controlar	Frecuencia	Especificación	Nivel de muestreo	Tamaño de población	Equipo de medición	Método de medición	Donde se registran los datos	Que hacer en caso de no conforme
Aprobación y arranque de pedido	Calibre < 30 $\mu$	1 vez por pedido	Calibre $\pm$ 3 mm	Muestreo estratificado	1 muestra por lienzo	Octagón	Calibre por medio del octagón	Software Octagón GPA-Win	Procedimiento de producto no conforme
	Calibre > 30 $\mu$	1 vez por pedido	Calibre $\pm$ 5 %	Muestreo estratificado	1 muestra por lienzo	Octagón	Calibre por medio del octagón	Software Octagón GPA-Win	Procedimiento de producto no conforme
	Ancho	1 vez por pedido	Ancho $\pm$ 10 mm	Muestreo estratificado	1 muestra por lienzo	Metro	Ayuda de trabajo para verificación de ancho y fuelles	Formato de control de extrusión	Procedimiento de producto no conforme
	Nivel de tratado (tolerancias interna porque varía por migración de aditivos)	1 vez por pedido	40 dinas $\pm$ 2 dinas	Muestreo estratificado	1 muestra por lienzo	Solución de Dinas	Medición de tratamiento corona por medio de solución de dinas	Formato de control de extrusión	Procedimiento de producto no conforme
	Cof	2 veces por pedido	0.10-0.15	Muestreo estratificado	1 muestra por lienzo	Medidor de coeficiente de fricción	Instructivo para realizar análisis de coeficiente de fricción	Software de Cof	Procedimiento de producto no conforme
	PPM (cliente que lo solicita)	1 vez por pedido	Orden de trabajo	Muestreo estratificado	1 muestra por lienzo	Calculadora	Instrucción de trabajo para cálculo de PPM	Formato de control de extrusión	Procedimiento de producto no conforme

Fuente: elaboración propia.

Para los productos que se obtienen en el proceso de extrusión pero que van a ser utilizados por el departamento de laminación se propone un plan de calidad donde se analice: calibre, ancho, nivel de tratado, coeficiente de fricción y las partes por millón para los clientes que lo soliciten; esta variable es solicitada por el cliente debido a que debe contar con dicha característica en cierta proporción para que el material funcione con las condiciones de operación de sus máquinas de empaque.

Se determinó para todas las características, excluyendo el coeficiente de fricción, una frecuencia de 1 vez por pedido y por cambio en materiales o condiciones de las máquinas, ya que es suficiente para tener valores representativos; además, porque se produce en cantidades relativamente pequeñas.

Tabla XVII. **Plan de calidad para bolsa impresa de uso general**

Frecuencia



Bolsas impresa uso general								
Etapa del proceso	Característica a controlar	Frecuencia	Especificación	Nivel de muestreo	Tamaño de población	Equipo de medición	Método de medición	Donde se registran los datos
Aprobación y arranque de pedido	Calibre	1 vez	Calibre $\pm$ 5 %	Muestreo estratificado	1 muestra por lienzo	Octagón	Calibre por medio del octagón	Software Octagón GPA-Win
	Ancho	1 vez	Ancho $\pm$ 7 mm	Muestreo estratificado	1 muestra por lienzo	Metro	Ayuda de trabajo para verificación de ancho y fuelles	Formato de control de extrusión
	Nivel de tratado	1 vez	38 dinas $\pm$ 1 dinas	Muestreo estratificado	1 muestra por lienzo	Solución de Dinas	Medición de tratamiento corona por medio de solución de dinas	Formato de control de extrusión
	Apariencia	1 vez	Pasa / no pasa	Muestreo estratificado	1 muestra por lienzo	Sentido de la vista	Comparación contra muestra	Formato de control de extrusión
Durante el proceso de producción (inicio de cada turno de 12 horas)	Calibre	1 vez por turno	Calibre $\pm$ 5 %	Muestreo estratificado	1 muestra por lienzo	Octagón	Calibre por medio del octagón	Software Octagón GPA-Win
	Ancho	1 vez por turno	Ancho $\pm$ 7 mm	Muestreo estratificado	1 muestra por lienzo	Metro	Ayuda de trabajo para verificación de ancho y fuelles	Formato de control de extrusión
	Nivel de tratado	1 vez por turno	38 dinas $\pm$ 1 dinas	Muestreo estratificado	1 muestra por lienzo	Solución de Dinas	Medición de tratamiento corona por medio de solución de dinas	Formato de control de extrusión
	Apariencia	1 vez por turno	Pasa / no pasa	Muestreo estratificado	1 muestra por lienzo	Sentido de la vista	Comparación contra muestra	Formato de control de extrusión

Fuente: elaboración propia.

Se definió para las bolsas impresas para uso general como por ejemplo las bolsas tipo boutique, un plan de calidad que analice: calibre, ancho, nivel de tratado y la apariencia.

Estas variables se analizarán con la misma frecuencia que los productos termoencogibles y los demás productos a continuación; una vez al arranque del pedido, si este sigue produciéndose después de que termine el turno en el cual se está fabricando; debe analizarse una vez por cada turno posterior.

Tabla XVIII. **Plan de calidad para tela lluvia y bolsas sin impresión**

Frecuencia

Tela lluvia y bolsas sin impresión								
Etapa del proceso	Característica a controlar	Frecuencia	Especificación	Nivel de muestreo	Tamaño de población	Equipo de medición	Método de medición	Donde se registran los datos
Aprobación y arranque de pedido	Calibre	1 vez	Calibre $\pm$ 5 %	Muestreo estratificado	1 muestra por lienzo	Balanza analítica	Calibre por peso	Formato de control de extrusión
	Ancho	1 vez	Ancho $\pm$ 7 mm	Muestreo estratificado	1 muestra por lienzo	Metro	Ayuda de trabajo para verificación de ancho y fuelles	Formato de control de extrusión
	Apariencia	1 vez	Pasa / no pasa	Muestreo estratificado	1 muestra por lienzo	Sentido de la vista	Comparación contra muestra	Formato de control de extrusión
	Color	1 vez	Pasa / no pasa	Muestreo estratificado	1 muestra por lienzo	Sentido de la vista	Comparación contra muestra	Formato de control de extrusión

Fuente: elaboración propia.

Se definió para el producto tela lluvia y bolsas sin impresión, incluyendo las bolsas de basura, un plan de calidad en el cual se analice: calibre, ancho, apariencia y color, únicamente una vez al arranque del pedido; debido a que el producto no es crítico.

Tabla XIX. Plan de calidad para producto termoencogible

Frecuencia



Producto termoencogible									
Etapas del proceso	Característica a controlar	Frecuencia	Especificación	Nivel de muestreo	Tamaño de población	Equipo de medición	Método de medición	Donde se registran los datos	Que hacer en caso de no conforme
Aprobación y arranque de pedido	Calibre < 30 $\mu$	1 vez por etapa de proceso	Calibre $\pm$ 3 mm	Muestreo estratificado	1 muestra por lienzo	Balanza Analítica	Calibre por peso	Formato de control de extrusión	Procedimiento de producto no conforme
	Calibre > 30 $\mu$	1 vez por etapa de proceso	Calibre $\pm$ 5 %	Muestreo estratificado	1 muestra por lienzo	Balanza Analítica	Calibre por peso	Formato de control de extrusión	Procedimiento de producto no conforme
	Ancho	1 vez por etapa de proceso	Ancho $\pm$ 10 mm	Muestreo estratificado	1 muestra por lienzo	Metro	Ayuda de trabajo para verificación de ancho y fuelles	Formato de control de extrusión	Procedimiento de producto no conforme
	Retracción	1 vez por etapa de proceso	Retracción $\pm$ 5 mm	Muestreo estratificado	1 muestra por lienzo	Máquina de aceite siliconado	Instructivo para realizar análisis de retracción	Bitácora de análisis	Procedimiento de producto no conforme
	Elongación	1 vez por etapa de proceso	Elongación $\pm$ 15 %	Muestreo estratificado	1 muestra por lienzo	Máquina universal de ensayo	Instructivo para realizar análisis de tensión y elongación	Software tensión y elongación	Procedimiento de producto no conforme
	Tensión	1 vez por etapa de proceso	Tensión $\pm$ 15 %	Muestreo estratificado	1 muestra por lienzo	Máquina universal de ensayo	Instructivo para realizar análisis de tensión y elongación	Software tensión y elongación	Procedimiento de producto no conforme
	Impacto	1 vez por etapa de proceso	Impacto $\pm$ 15 %	Muestreo estratificado	1 muestra por lienzo	Equipo para medir impacto	Instructivo para medir la resistencia al impacto en películas de polietileno	Bitácora de análisis	Procedimiento de producto no conforme
Durante el proceso de producción (inicio de cada turno de 12 horas)	Calibre < 30 $\mu$	1 vez por etapa de proceso	Calibre $\pm$ 3 mm	Muestreo estratificado	1 muestra por lienzo	Balanza Analítica	Calibre por peso	Formato de control de extrusión	Procedimiento de producto no conforme
	Calibre > 30 $\mu$	1 vez por etapa de proceso	Calibre $\pm$ 5 %	Muestreo estratificado	1 muestra por lienzo	Balanza Analítica	Calibre por peso	Formato de control de extrusión	Procedimiento de producto no conforme
	Ancho	1 vez por etapa de proceso	Ancho $\pm$ 10 mm	Muestreo estratificado	1 muestra por lienzo	Metro	Ayuda de trabajo para verificación de ancho y fuelles	Formato de control de extrusión	Procedimiento de producto no conforme
	Retracción	1 vez por etapa de proceso	Retracción $\pm$ 5 mm	Muestreo estratificado	1 muestra por lienzo	Máquina de aceite siliconado	Instructivo para realizar análisis de retracción	Bitácora de análisis	Procedimiento de producto no conforme
	Elongación	1 vez por etapa de proceso	Elongación $\pm$ 15 %	Muestreo estratificado	1 muestra por lienzo	Máquina universal de ensayo	Instructivo para realizar análisis de tensión y elongación	Software tensión y elongación	Procedimiento de producto no conforme
	Tensión	1 vez por etapa de proceso	Tensión $\pm$ 15 %	Muestreo estratificado	1 muestra por lienzo	Máquina universal de ensayo	Instructivo para realizar análisis de tensión y elongación	Software tensión y elongación	Procedimiento de producto no conforme
	Impacto	1 vez por etapa de proceso	Impacto $\pm$ 15 %	Muestreo estratificado	1 muestra por lienzo	Equipo para medir impacto	Instructivo para medir la resistencia al impacto en películas de polietileno	Bitácora de análisis	Procedimiento de producto no conforme

Fuente: elaboración propia.

Para el termoencogible se definió un plan de calidad en el cual se analice: calibre, ancho, retracciones, tensión, elongación, rasgado y resistencia al impacto; estas variables se analizarán una vez al arranque del pedido, si este sigue produciéndose después de que termine el turno en el cual se está fabricando, debe analizarse una vez por cada turno posterior.

Tabla XX. Plan de calidad película para bolsa gabachera

Frecuencia



Bolsas gabachera								
Etapa del proceso	Característica a controlar	Frecuencia	Especificación	Nivel de muestreo	Tamaño de población	Equipo de medición	Método de medición	Donde se registran los datos
Aprobación y arranque de pedido	Calibre	1 vez	Calibre $\pm$ 5 %	Muestreo estratificado	1 muestra por lienzo	Octagón	Calibre por medio del octagón	Software Octagon GPA-Win
	Ancho	1 vez	Ancho $\pm$ 7 mm	Muestreo estratificado	1 muestra por lienzo	Metro	Ayuda de trabajo para verificación de ancho y fuelles	Formato de control de extrusión
	Nivel de tratado	1 vez	38 dinas $\pm$ 1 dinas	Muestreo estratificado	1 muestra por lienzo	Solución de Dinás	Medición de tratamiento corona por medio de solución de dinás	Formato de control de extrusión
	Elongación	1 vez	Elongación $\pm$ 15%	Muestreo estratificado	1 muestra por lienzo	Máquina universal de ensayo	Instructivo para realizar análisis de tensión y elongación	Software tensión y elongación
	Tensión	1 vez	Tensión $\pm$ 15 %	Muestreo estratificado	1 muestra por lienzo	Máquina universal de ensayo	Instructivo para realizar análisis de tensión y elongación	Software tensión y elongación
	Rasgado	1 vez	Rasgado $\pm$ 15 %	Muestreo estratificado	1 muestra por lienzo	Máquina Elmendorf	Instructivo para realizar análisis de rasgado	Bitácora de análisis
	Desarrollo de impresión	1 vez	Largo de plano mecánico $\pm$ 5 mm	Muestreo estratificado	1 muestra por lienzo	Metro	Instrucción de trabajo para verificación de desarrollo de impresión	Bitácora de análisis
Durante el proceso de producción	Calibre	1 vez por turno	Calibre $\pm$ 5 %	Muestreo estratificado	1 muestra por lienzo	Octagón	Calibre por medio del octagón	Software Octagón GPA-Win
	Ancho	1 vez por turno	Ancho $\pm$ 7 mm	Muestreo estratificado	1 muestra por lienzo	Metro	Ayuda de trabajo para verificación de ancho y fuelles	Formato de control de extrusión
	Nivel de tratado	1 vez por turno	38 dinas $\pm$ 1 dinas	Muestreo estratificado	1 muestra por lienzo	Solución de Dinás	Medición de tratamiento corona por medio de solución de dinás	Formato de control de extrusión
	Elongación	1 vez por turno	Elongación $\pm$ 15 %	Muestreo estratificado	1 muestra por lienzo	Máquina universal de ensayo	Instructivo para realizar análisis de tensión y elongación	Software tensión y elongación
	Tensión	1 vez por turno	Tensión $\pm$ 15 %	Muestreo estratificado	1 muestra por lienzo	Máquina universal de ensayo	Instructivo para realizar análisis de tensión y elongación	Software tensión y elongación
	Rasgado	1 vez por turno	Rasgado $\pm$ 15 %	Muestreo estratificado	1 muestra por lienzo	Máquina Elmendorf	Instructivo para realizar análisis de rasgado	Bitácora de análisis
	Desarrollo de impresión	1 vez por turno	Largo de plano mecánico $\pm$ 5 mm	Muestreo estratificado	1 muestra por lienzo	Metro	Instrucción de trabajo para verificación de desarrollo de impresión	Bitácora de análisis

Fuente: elaboración propia.

Se definió para las películas, para posteriormente realizar bolsas tipo gabacha, que se analice: calibre, ancho, nivel de tratado, elongación, tensión, rasgado y el desarrollo de la impresión; se analizan estas variables debido a que comúnmente este tipo de bolsas se utilizan para tiendas de consumo donde la bolsa debe contar con una buena resistencia y que al momento de colocarle los productos no se rasgue fácilmente.

Tabla XXI. Plan de calidad para bolsas de empaque secundario

Frecuencia

Bolsas de empaque secundario para agua y hielo sin impresión								
Etapa del proceso	Característica a controlar	Frecuencia	Especificación	Nivel de muestreo	Tamaño de población	Equipo de medición	Método de medición	Donde se registran los datos
Aprobación y arranque de pedido	Calibre	1 vez	Calibre $\pm$ 5 %	Muestreo estratificado	1 muestra por lienzo	Octagón	Calibre por medio del octagón	Software Octagon GPA-Win
	Ancho	1 vez	Ancho $\pm$ 7 mm	Muestreo estratificado	1 muestra por lienzo	Metro	Ayuda de trabajo para verificación de ancho y fuelles	Formato de control de extrusión
	Elongación	1 vez	Elongación $\pm$ 15 %	Muestreo estratificado	1 muestra por lienzo	Máquina universal de ensayo	Instructivo para realizar análisis de tensión y elongación	Software tensión y elongación
	Tensión	1 vez	Tensión $\pm$ 15 %	Muestreo estratificado	1 muestra por lienzo	Máquina universal de ensayo	Instructivo para realizar análisis de tensión y elongación	Software tensión y elongación
	Impacto	1 vez	Impacto $\pm$ 15 %	Muestreo estratificado	1 muestra por lienzo	Equipo para medir impacto	Instructivo para medir la resistencia al impacto en películas de polietileno.	Bitácora de análisis
	Rasgado	1 vez	Rasgado $\pm$ 15 %	Muestreo estratificado	1 muestra por lienzo	Máquina Elmendorf	Instructivo para realizar análisis de rasgado	Bitácora de análisis
Durante el proceso de producción (inicio de cada turno de 12 horas)	Calibre	1 vez por turno	Calibre $\pm$ 5 %	Muestreo estratificado	1 muestra por lienzo	Octagón	Calibre por medio del octagón	Software Octagon GPA-Win
	Ancho	1 vez por turno	Ancho $\pm$ 7 mm	Muestreo estratificado	1 muestra por lienzo	Metro	Ayuda de trabajo para verificación de ancho y fuelles	Formato de control de extrusión
	Elongación	1 vez por turno	Elongación $\pm$ 15 %	Muestreo estratificado	1 muestra por lienzo	Máquina universal de ensayo	Instructivo para realizar análisis de tensión y elongación	Software tensión y elongación
	Tensión	1 vez por turno	Tensión $\pm$ 15 %	Muestreo estratificado	1 muestra por lienzo	Máquina universal de ensayo	Instructivo para realizar análisis de tensión y elongación	Software tensión y elongación
	Impacto	1 vez por turno	Impacto $\pm$ 15 %	Muestreo estratificado	1 muestra por lienzo	Equipo para medir impacto	Instructivo para medir la resistencia al impacto en películas de polietileno.	Bitácora de análisis
	Rasgado	1 vez por turno	Rasgado $\pm$ 15 %	Muestreo estratificado	1 muestra por lienzo	Máquina Elmendorf	Instructivo para realizar análisis de rasgado	Bitácora de análisis

Fuente: elaboración propia.

Se determinó, para películas, para posteriormente realizar bolsas de empaque secundario para agua y hielo sin impresión se analice: calibre, ancho, impacto, elongación, tensión y rasgado.

Tabla XXII. Plan de calidad para Mulch

Frecuencia

Mulch								
Etapa del proceso	Característica a controlar	Frecuencia	Especificación	Nivel de muestreo	Tamaño de población	Equipo de medición	Método de medición	Donde se registran los datos
Aprobación y arranque de pedido	Calibre	1 vez	Calibre $\pm$ 5 %	Muestreo estratificado	1 muestra por lienzo	Octagón	Calibre por medio del octagón	Software Octagon GPA-Win
	Ancho	1 vez	Ancho $\pm$ 7 mm	Muestreo estratificado	1 muestra por lienzo	Metro	Ayuda de trabajo para verificación de ancho y fuelles	Formato de control de extrusión
	Impacto	1 vez	Impacto $\pm$ 15 %	Muestreo estratificado	1 muestra por lienzo	Equipo para medir impacto	Instructivo para medir la resistencia al impacto en películas de polietileno.	Bitácora de análisis
	Elongación	1 vez	Elongación $\pm$ 15 %	Muestreo estratificado	1 muestra por lienzo	Máquina universal de ensayo	Instructivo para realizar análisis de tensión y elongación	Software tensión y elongación
	Tensión	1 vez	Tensión $\pm$ 15 %	Muestreo estratificado	1 muestra por lienzo	Máquina universal de ensayo	Instructivo para realizar análisis de tensión y elongación	Software tensión y elongación
	Rasgado	1 vez	Rasgado $\pm$ 15 %	Muestreo estratificado	1 muestra por lienzo	Máquina Elmendorf	Instructivo para realizar análisis de rasgado	Bitácora de análisis
	Transmitancia	1 vez	< 0,50	Muestreo estratificado	1 muestra por lienzo	Cámara de luz	Instructivo para análisis de transmitancia	Toriflex
	Intemperismo	1 vez	< 35 % de degradación	Muestreo estratificado	2 muestras por bloque	Q-UV	N/A	Bitácora de análisis
Durante el proceso de producción	Calibre	1 vez por turno	Calibre $\pm$ 5 %	Muestreo estratificado	1 muestra por lienzo	Octagón	Calibre por medio del octagón	Software Octagon GPA-Win
	Ancho	1 vez por turno	Ancho $\pm$ 7 mm	Muestreo estratificado	1 muestra por lienzo	Metro	Ayuda de trabajo para verificación de ancho y fuelles	Formato de control de extrusión
	Impacto	1 vez por turno	Impacto $\pm$ 15 %	Muestreo estratificado	1 muestra por lienzo	Equipo para medir impacto	Instructivo para medir la resistencia al impacto en películas de polietileno.	Bitácora de análisis
	Elongación	1 vez por turno	Elongación $\pm$ 15 %	Muestreo estratificado	1 muestra por lienzo	Máquina universal de ensayo	Instructivo para realizar análisis de tensión y elongación	Software tensión y elongación
	Tensión	1 vez por turno	Tensión $\pm$ 15 %	Muestreo estratificado	1 muestra por lienzo	Máquina universal de ensayo	Instructivo para realizar análisis de tensión y elongación	Software tensión y elongación
	Rasgado	1 vez por turno	Rasgado $\pm$ 15 %	Muestreo estratificado	1 muestra por lienzo	Máquina Elmendorf	Instructivo para realizar análisis de rasgado	Bitácora de análisis
	Transmitancia	1 vez por turno	< 0,50	Muestreo estratificado	1 muestra por lienzo	Cámara de luz	Instructivo para análisis de transmitancia	Toriflex
	Intemperismo	1 vez por turno	< 35 % de degradación	Muestreo estratificado	2 muestras por bloque	Q-UV	N/A	Bitácora de análisis

Fuente: elaboración propia.

Se determinó para el producto Mulch, un producto agrícola, se analice: calibre, ancho, impacto, elongación, tensión, rasgado, transmitancia e interperismo; ya que es un producto con UV que deberá soportar los rayos del sol.

Se definió, para las películas que posteriormente se utilizarán para empaques primarios para agua y azúcar, que se analice: calibre, ancho, nivel de tratado, elongación, tensión, rasgado, resistencia al impacto y coeficiente de fricción.

Para las películas, que posteriormente se utilizarán para el empaque primario para cloro y detergente, se les debe analizar las mismas características que para los de agua, además, realizar el análisis de retracción en sentido máquina y transversal.

Estas variables se analizarán con la misma frecuencia que los demás productos anteriormente mencionados; una vez al arranque del pedido, si este sigue produciéndose después de que termine el turno en el cual se está fabricando, debe analizarse una vez por cada turno posterior.

Tabla XXIII. **Plan de calidad películas para productos de agua y azúcar**

		Producto agua y azúcar						
Etapa del proceso	Característica a controlar	Frecuencia						
		Frecuencia	Especificación	Nivel de muestreo	Tamaño de población	Equipo de medición	Método de medición	Donde se registran los datos
Aprobación y arranque de pedido	Calibre	1 vez	Calibre $\pm$ 5 %	Muestreo estratificado	1 muestra por lienzo	Octagón	Calibre por medio del octagón	Software Octagon GPA-Win
	Ancho	1 vez	Ancho $\pm$ 7 mm	Muestreo estratificado	1 muestra por lienzo	Metro	Ayuda de trabajo para verificación de ancho y fuelles	Formato de control de extrusión
	Nivel de tratado	1 vez	38 dinas $\pm$ 1 dinas	Muestreo estratificado	1 muestra por lienzo	Solución de Dinas	Medición de tratamiento corona por medio de solución de dinas	Formato de control de extrusión
	Elongación	1 vez	Elongación $\pm$ 15 %	Muestreo estratificado	1 muestra por lienzo	Máquina universal de ensayo	Instructivo para realizar análisis de tensión y elongación	Software tensión y elongación
	Tensión	1 vez	Tensión $\pm$ 15 %	Muestreo estratificado	1 muestra por lienzo	Máquina universal de ensayo	Instructivo para realizar análisis de tensión y elongación	Software tensión y elongación
	Impacto	1 vez	Impacto $\pm$ 15 %	Muestreo estratificado	1 muestra por lienzo	Equipo para medir impacto	Instructivo para medir la resistencia al impacto en películas de polietileno.	Bitácora de análisis
	Rasgado	1 vez	Rasgado $\pm$ 15 %	Muestreo estratificado	1 muestra por lienzo	Máquina Elmendorf	Instructivo para realizar análisis de rasgado	Bitácora de análisis
	Cof	2 veces por pedido ( 1 vez al arranque y 1 vez 2 horas después del primer análisis).	0,10-0,18	Muestreo estratificado	1 muestra por lienzo	Medidor de coeficiente de fricción	Instructivo para realizar análisis de coeficiente de fricción	Software de Cof

Continuación de la tabla XXIII.

Frecuencia

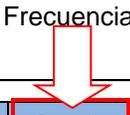


Durante el proceso de producción (inicio de cada turno de 12 horas)	Calibre	1 vez por turno	Calibre $\pm$ 5 %	Muestreo estratificado	1 muestra por lienzo	Octagón	Calibre por medio del octagón	Software Octagon GPA-Win
	Ancho	1 vez por turno	Ancho $\pm$ 7 mm	Muestreo estratificado	1 muestra por lienzo	Metro	Ayuda de trabajo para verificación de ancho y fuelles	Formato de control de extrusión
	Nivel de tratado	1 vez por turno	38 dinas $\pm$ 1 dinas	Muestreo estratificado	1 muestra por lienzo	Solución de Dinas	Medición de tratamiento corona por medio de solución de dinas	Formato de control de extrusión
	Elongación	1 vez por turno	Elongación $\pm$ 15 %	Muestreo estratificado	1 muestra por lienzo	Máquina universal de ensayo	Instructivo para realizar análisis de tensión y elongación	Software tensión y elongación
	Tensión	1 vez por turno	Tensión $\pm$ 15 %	Muestreo estratificado	1 muestra por lienzo	Máquina universal de ensayo	Instructivo para realizar análisis de tensión y elongación	Software tensión y elongación
	Impacto	1 vez por turno	Impacto $\pm$ 15 %	Muestreo estratificado	1 muestra por lienzo	Equipo para medir impacto	Instructivo para medir la resistencia al impacto en películas de polietileno.	Bitácora de análisis
	Rasgado	1 vez por turno	Rasgado $\pm$ 15 %	Muestreo estratificado	1 muestra por lienzo	Máquina Elmendorf	Instructivo para realizar análisis de rasgado	Bitácora de análisis
	Cof	2 veces por pedido ( 1 vez al arranque y 1 vez 2 horas después del primer análisis).	0,10-0,18	Muestreo estratificado	1 muestra por lienzo	Medidor de coeficiente de fricción	Instructivo para realizar análisis de coeficiente de fricción	Software de Cof

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIV. Plan de calidad de películas para productos: cloro y detergente

Frecuencia



Producto cloro y detergente									
Etapa del proceso	Característica a controlar	Frecuencia	Especificación	Nivel de muestreo	Tamaño de población	Equipo de medición	Método de medición	Donde se registran los datos	Que hacer en caso de no conforme
Aprobación y arranque de pedido	Calibre < 30 $\mu$	1 vez por etapa de proceso	Calibre $\pm$ 3 mm	Muestreo estratificado	1 muestra por lienzo	Octagón	Calibre por medio del octagón	Software Octagon GPA-Win	Procedimiento de producto no conforme
	Calibre > 30 $\mu$	1 vez por etapa de proceso	Calibre $\pm$ 5 %	Muestreo estratificado	1 muestra por lienzo	Octagón	Calibre por medio del octagón	Software Octagon GPA-Win	Procedimiento de producto no conforme
	Ancho	1 vez por etapa de proceso	Ancho $\pm$ 10 mm	Muestreo estratificado	1 muestra por lienzo	Metro	Ayuda de trabajo para verificación de ancho y fuelles	Formato de control de extrusión	Procedimiento de producto no conforme
	Nivel de tratado	1 vez por etapa de proceso	40 dinas $\pm$ 2 dinas	Muestreo estratificado	1 muestra por lienzo	Solución de Dinás	Medición de tratamiento corona por medio de solución de dinas	Formato de control de extrusión	Procedimiento de producto no conforme
	Retracción	1 vez por etapa de proceso	Retracción $\pm$ 5 mm	Muestreo estratificado	1 muestra por lienzo	Máquina de aceite siliconado	Instructivo para realizar análisis de retracción	Bitácora de análisis	Procedimiento de producto no conforme
	Elongación	1 vez por etapa de proceso	Elongación $\pm$ 15 %	Muestreo estratificado	1 muestra por lienzo	Máquina universal de ensayo	Instructivo para realizar análisis de tensión y elongación	Software tensión y elongación	Procedimiento de producto no conforme
	Tensión	1 vez por etapa de proceso	Tensión $\pm$ 15 %	Muestreo estratificado	1 muestra por lienzo	Máquina universal de ensayo	Instructivo para realizar análisis de tensión y elongación	Software tensión y elongación	Procedimiento de producto no conforme
	Impacto	1 vez por etapa de proceso	Impacto $\pm$ 15 %	Muestreo estratificado	1 muestra por lienzo	Equipo para medir impacto	Instructivo para medir la resistencia al impacto en películas de polietileno	Bitácora de análisis	Procedimiento de producto no conforme
	Rasgado	1 vez por etapa de proceso	Rasgado $\pm$ 15 %	Muestreo estratificado	1 muestra por lienzo	Máquina Elmendorf	Instructivo para realizar análisis de rasgado	Bitácora de análisis	Procedimiento de producto no conforme
	Cof	2 veces por pedido	0.10-0.18	Muestreo estratificado	1 muestra por lienzo	Medidor de coeficiente de fricción	Instructivo para realizar análisis de coeficiente de fricción	Software de Cof	Procedimiento de producto no conforme
	Sellabilidad	1 vez por etapa de proceso	Pasa / No Pasa	Muestreo estratificado	1 muestra por lienzo	Selladora automática	Instrucción de trabajo para fuerza de sello	Bitácora de análisis	Procedimiento de producto no conforme
Durante el proceso de producción (Inicio de cada turno de 12 horas)	Calibre < 30 $\mu$	1 vez por etapa de proceso	Calibre $\pm$ 3 mm	Muestreo estratificado	1 muestra por lienzo	Octagón	Calibre por medio del octagón	Software Octagon GPA-Win	Procedimiento de producto no conforme
	Calibre > 30 $\mu$	1 vez por etapa de proceso	Calibre $\pm$ 5 %	Muestreo estratificado	1 muestra por lienzo	Octagón	Calibre por medio del octagón	Software Octagon GPA-Win	Procedimiento de producto no conforme
	Ancho	1 vez por etapa de proceso	Ancho $\pm$ 10 mm	Muestreo estratificado	1 muestra por lienzo	Metro	Ayuda de trabajo para verificación de ancho y fuelles	Formato de control de extrusión	Procedimiento de producto no conforme
	Nivel de tratado	1 vez por etapa de proceso	40 dinas $\pm$ 2 dinas	Muestreo estratificado	1 muestra por lienzo	Solución de Dinás	Medición de tratamiento corona por medio de solución de dinas	Formato de control de extrusión	Procedimiento de producto no conforme
	Retracción	1 vez por etapa de proceso	Retracción $\pm$ 5 mm	Muestreo estratificado	1 muestra por lienzo	Máquina de aceite siliconado	Instructivo para realizar análisis de retracción	Bitácora de análisis	Procedimiento de producto no conforme
	Elongación	1 vez por etapa de proceso	Elongación $\pm$ 15 %	Muestreo estratificado	1 muestra por lienzo	Máquina universal de ensayo	Instructivo para realizar análisis de tensión y elongación	Software Tensión y Elongación	Procedimiento de producto no conforme
	Tensión	1 vez por etapa de proceso	Tensión $\pm$ 15 %	Muestreo estratificado	1 muestra por lienzo	Máquina universal de ensayo	Instructivo para realizar análisis de tensión y elongación	Software tensión y elongación	Procedimiento de producto no conforme
	Impacto	1 vez por etapa de proceso	Impacto $\pm$ 15 %	Muestreo estratificado	1 muestra por lienzo	Equipo para medir impacto	Instructivo para medir la resistencia al impacto en películas de polietileno	Bitácora de análisis	Procedimiento de producto no conforme
	Rasgado	1 vez por etapa de proceso	Rasgado $\pm$ 15 %	Muestreo estratificado	1 muestra por lienzo	Máquina Elmendorf	Instructivo para realizar análisis de rasgado	Bitácora de análisis	Procedimiento de producto no conforme
	Cof	2 veces por pedido	0.10-0.18	Muestreo estratificado	1 muestra por lienzo	Medidor de coeficiente de fricción	Instructivo para realizar análisis de coeficiente de fricción	Software de Cof	Procedimiento de producto no conforme
	Sellabilidad	1 vez por etapa de proceso	Pasa / No pasa	Muestreo estratificado	1 muestra por lienzo	Selladora automática	Instrucción de trabajo para fuerza de sello	Bitácora de análisis	Procedimiento de producto no conforme

Fuente: elaboración propia.

### 4.1.3. Cantidad de análisis por muestra

Para todas las familias de productos se definió un plan de calidad como se presenta en el subinciso anterior; se estableció que se realizará un análisis por muestra obtenida, así mismo, la cantidad de muestras está dada por la cantidad de lienzos que se estén produciendo en el pedido, es decir, se analizará el número de lienzos del pedido.

Con las cantidades mencionadas a analizar se realizó un análisis del tiempo de respuesta de los auditores al igual que en inciso 3,5, pero con la propuesta realizada.

- Condiciones de trabajo: máquina de baja velocidad, laboratorio de calidad con 2 auditores de calidad.
- Análisis realizados a pedidos: prueba de calibre por medio del octágono, tensión y elongación y rasgado.
- Pedido 1
  - Pedido de 192 kg
  - Velocidad de la máquina: 510 kg/h
  - Hora de inicio de producción: 5:50 pm
  - Hora de finalización de producción: 6:20 pm
  - Hora de entrada de la muestra a calidad: 5:55 pm
  - Hora de liberación por calidad: 6:35 pm
  - Tiempo de respuesta de los auditores de calidad: 40 min
- Condiciones de trabajo: máquina de baja velocidad, laboratorio de calidad con 2 auditores de calidad.

- Análisis realizados a pedidos: prueba de retracción, calibre por medio del octagón, tensión y elongación, resistencia al impacto y rasgado.
- Pedido 2
  - Pedido de 3250 kg
  - Velocidad de la máquina: 310 kg/h
  - Hora de inicio de producción: 08:30 am
  - Hora de finalización de producción: 7:00 pm
  - Hora de entrada de la muestra a calidad: 8:40 am
  - Hora de liberación por calidad: 9:20 pm
  - Tiempo de respuesta de los auditores de calidad: 45 min

El tiempo promedio de respuesta en máquinas de baja velocidad es de 43 min; en comparación con los análisis realizados en la parte de diagnóstico con un tiempo promedio de 1 hora 6 minutos obtenidos, se tiene una reducción del 35 % del tiempo de respuesta para máquinas de baja densidad.

- Condiciones de trabajo: máquina de alta velocidad, laboratorio de calidad con 2 auditores de calidad.
- Análisis realizados a pedidos: prueba de calibre por medio del octagón.
- Pedido 1
  - Pedido de 3 500 kg
  - Velocidad de la máquina: 95 kg/h
  - Hora de inicio de producción: 10:00 am
  - Hora de finalización de producción: 11:00 pm del siguiente día
  - Hora de entrada de la muestra a calidad: 10:05 am
  - Hora de liberación por calidad: 10:35 am

- Tiempo de respuesta de los auditores de calidad: 30 min.
- Pedido 2
  - Pedido de 2 000 kg
  - Velocidad de la máquina: 45 kg/h
  - Hora de inicio de producción: 12:00 pm
  - Hora de finalización de producción: 8:00 am dos días después
  - Hora de entrada de la muestra a calidad: 12:05 pm
  - Hora de liberación por calidad: 12:30 pm
  - Tiempo de respuesta de los auditores de calidad: 25 min.

El tiempo promedio de respuesta en máquinas de baja velocidad es de: 28 min; en comparación con los análisis realizados en la parte de diagnóstico con un tiempo promedio de 40 minutos obtenidos se tiene una reducción del 30 % del tiempo de respuesta para máquinas de baja densidad.

#### **4.1.4. Porcentaje de detección interna**

Para la disminución del porcentaje de detección interna se propone que mensualmente se realice una sumatoria de los rechazos internos; además, con la utilización de un diagrama de Pareto obtener el 20 % de los defectos de las propiedades de los materiales que ocasionan el 80 % de los rechazos.

Con dicha información el jefe de control de calidad de extrusión deberá proceder a realizar una reunión con el jefe de extrusión para la realización de un análisis de causa raíz a través de la utilización del diagrama de Ishikawa y así hallar la causa raíz de los problemas relacionados con ese segmento de rechazos internos.

Por último, se plantean en conjunto planes de acción para su con evidencia en una base de datos, los planes de acción con fechas límite para su cumplimiento y al llegar esta fecha; fotografías o cualquier otra evidencia de su realización y eficacia.

La base de datos debe contener la presente información:

Tabla XXV. **Base de datos de planes de acción rechazos internos**

	Mes de Origen	Hallazgo	Tipo de acción	Plan de acción	Responsable del plan	Fecha planeada	Fecha real	Control Verificación	Status	Verificación de la ejecución	Evidencias	Comentarios
Posibles opciones			De corrección					Ejecutado	Abierta en tiempo			
								No ejecutado	Abierta vencida			
			Correctiva					Verificada conforme	Cerrada en tiempo			
								Verificada no conforme	Cerrada vencida			

Fuente: elaboración propia.

La tabla XXV muestra la información necesaria: mes de origen del rechazo interno, hallazgo explicado, tipo de acción si fuese de corrección o una acción correctiva; una acción de corrección es la acción inmediata que debió ocurrir en el momento de ser detectado el hallazgo y busca eliminar la no conformidad, es decir, el hallazgo específico; una acción correctiva es la acción que como consecuencia del hallazgo genera la retroalimentación a un sistema y busca eliminar la causa de la conformidad, es decir, la solución debería ser permanente en todo el sistema de la elaboración de películas plásticas. En algunas ocasiones es necesario definir ambas acciones para un mismo plan.

Posteriormente, se coloca el plan de acción obtenido del análisis de causa raíz, el responsable de ejecutar el plan, la fecha planeada o compromiso para

tener cerrado el plan, la fecha real de cierre del plan, esta casilla existe debido a que pueden existir inconvenientes para el cumplimiento con el tiempo definido.

Además, el control de la verificación que el jefe de control de calidad de extrusión debe verificar si las acciones de corrección se han ejecutado o no ejecutado y si las acciones correctivas se han realizado y han sido eficaces, es decir, han obtenido resultados positivos y eliminaron permanentemente la causa de la no conformidad, con lo cual estarán verificadas conforme; de lo contrario serán verificadas no conforme y se debe plantear una nueva acción correctiva para intentar eliminar la causa de la no conformidad; esto se realiza de esta forma ya que como es un proceso de mejora continua, se busca el hacer las cosas diferentes para lograr el objetivo.

También se debe colocar el status de la acción: abierta en tiempo, abierta vencida, cerrada en tiempo y cerrada vencida; para evidenciar el cumplimiento con la fecha compromiso.

Por último, se coloca la verificación de la ejecución, es decir cómo ejecutaron la acción; las evidencias de la realización del plan: fotografías, documentos, y comentarios, de ser necesario.

#### **4.2. Herramientas para cada una de las propuestas a implementar**

Las herramientas que se utilizarán para la implementación de los planes de calidad son:

- Capacitación del personal en cada uno de los planes de calidad y la realización de cada análisis para su estandarización, debe realizar su análisis de la misma manera para obtener resultados y compararlos en

cualquier momento; debido a que se trabajan por turnos nunca se podrá que una sola persona realice los análisis.

Las herramientas a utilizar en el sistema de porcentaje de detección interna son:

- Diagrama de Pareto para la realización del análisis de los defectos de las propiedades de películas que causan la mayor cantidad de rechazos internos en un mes específico. A continuación, se presenta un ejemplo para una mejor visualización de la utilización del diagrama; en este se presentan datos de un mes X sobre algunas propiedades con defecto y sus respectivos kilogramos rechazados para posteriormente realizar el diagrama de Pareto y obtener las propiedades con defecto que causan el 80 % de rechazos internos.

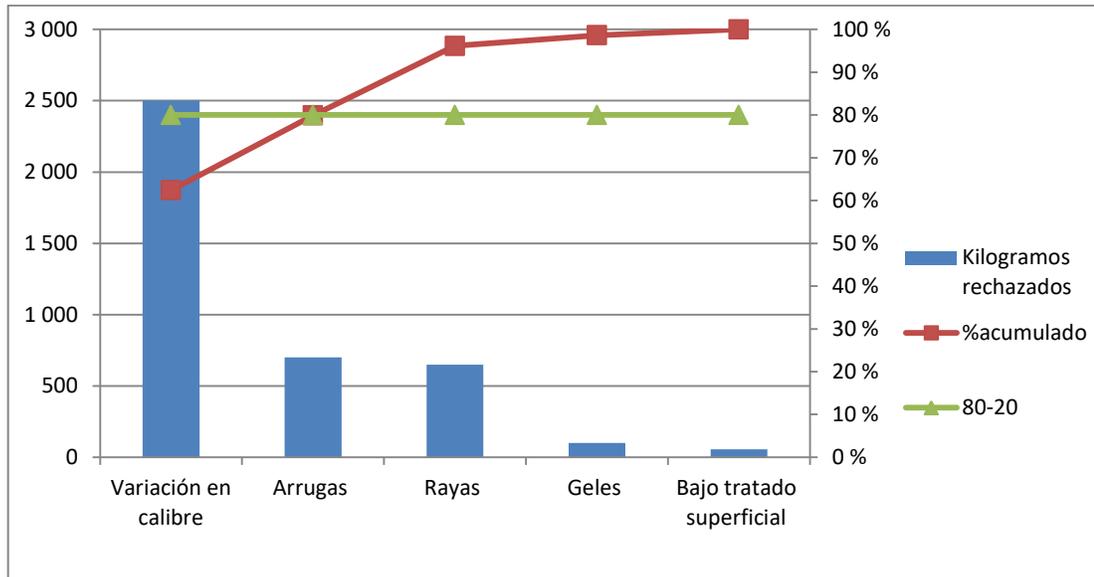
Tabla XXVI. **Ejemplo para diagrama de Pareto**

<b>Propiedades</b>	<b>Kilogramos rechazados</b>
Variación en calibre	2 500
Arrugas	700
Rayas	650
Geles	100
Bajo tratado superficial	55

Fuente: elaboración propia.

Se cuenta con cinco propiedades: variación en calibre, arrugas, rayas, geles y bajo tratado superficial con 2 500, 700, 650, 100 y 55 kilogramos rechazados respectivamente. Su respectivo diagrama de Pareto.

Figura 19. Diagrama de Pareto de rechazos internos

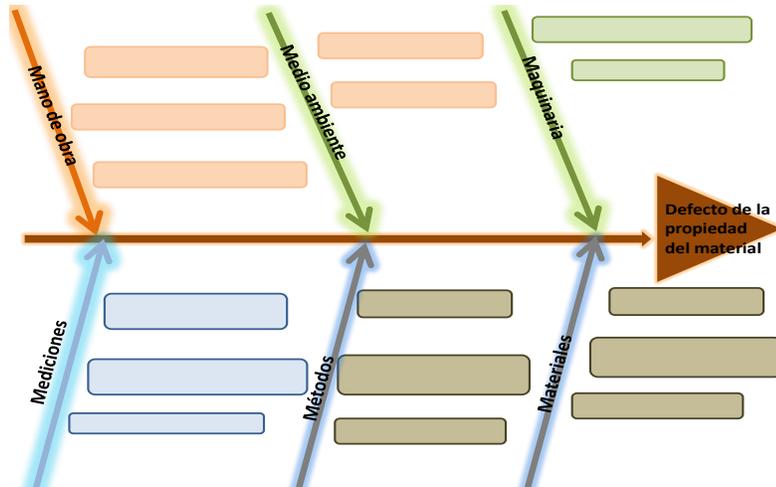


Fuente: elaboración propia.

Con dicha gráfica se puede determinar que el 80 % de los rechazos internos están ocasionados por variación en calibre y arrugas.

- Diagrama de Ishikawa para el análisis de la causa raíz de los defectos en las propiedades en los materiales obtenidos en el diagrama de Pareto.

Figura 20. Diagrama de Ishikawa



Fuente: elaboración propia.

### 4.3. Cronograma de implementación

Se propone implementar las propuestas en 3 meses calendario; se presentan a continuación las actividades.

Tabla XXVII. Cronograma de implementación

CRONOGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN DE PROPUESTAS													
ACTIVIDADES	RESPONSABLE	MESES 2017											
		JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE			
		S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
Capacitación del plan de calidad	Heidy López / jefe de control de calidad extrusión												
Estandarización de análisis	Jefe de control de calidad extrusión												
Prueba de frecuencias de análisis por muestra y cantidad de planes de calidad	Analistas de calidad / jefe de control de calidad extrusión												



Continuación de la tabla XXVIII.

(1) Entre el material didáctico encontramos impresión de planes.

(2) Tomando como referencia el costo promedio de un kg de material:

Núm. De kgs estimado	Costo por kg	Costo en Q
10	\$.1,25	Q 1 000,00

(3) Por un tiempo estimado de 8 horas diarias por tres meses.

(4)

Núm. De personas	Costo por mes (referencia salario mínimo)
8	Q.23 145,68

Fuente: elaboración propia.

## **5. SISTEMA DE CONTROL**

### **5.1. Formatos con fundamento estadístico**

En la implementación de las propuestas se debe mantener un sistema de control con la utilización de un formato con una base estadística para un mejor análisis y control del proceso.

El formato se debe trabajar digitalmente en Excel con un archivo por cada cliente; las hojas de dicho archivo será una por cada producto fabricado; tiene que llenarse con cada pedido y la tabulación de datos se realizará en forma horizontal por cada pedido.

Cada pedido debe contar con la fecha y el número de pedido para ser rastrear los materiales utilizados en dicho pedido y la tabulación de las propiedades medidas que dependen de la familia de productos como se definió en el capítulo 4.

A continuación, se presenta la información del formato de control de calidad:



La obtención del promedio y la desviación estándar es con el propósito de contar con la medición de que tanto se separan los datos del promedio, también, comparar con los parámetros establecidos para cada variable.

## **5.2. Registro de documentos en el listado maestro de documentos**

La organización cuenta con un listado maestro de documentos debido a que se tiene definido un control de documentos de acuerdo a normas ISO, por lo tanto, el formato y los planes de calidad deben ser registrados como documentos controlados, debiendo darles un código con base en la nomenclatura definida y desplegarlos al personal con relación directa con el proceso.

## **5.3. Informes de resultados**

Al momento de realizar los análisis a las muestras de los pedidos se espera que el personal del laboratorio de calidad extrusión informe a los interesados directos e indirectos los resultados por lo tanto, este informe se estandariza a través de un formato que incluye el formato de control de calidad e información adicional de la muestra así como de la producción del material, es decir, las condiciones de operación para la divulgación de resultados.

Con esto se asegura que el 100 % de los registros utilizados por el laboratorio de calidad cuente con fundamento estadístico.

El formato de informe de resultados se presenta a continuación:



#### **5.4. Decisiones preventivas y correctivas**

Como parte principal de las decisiones a tomar para obtener un control ideal del sistema se tiene: decisiones preventivas que buscan anticiparse a las acciones o problemas del sistema de inspección y ensayo; y las correctivas que son las que dado el problema del material, se le debe hallar solución para cambiar las propiedades, reprocesarlo o realizar trabajos con el propósito de rescatar la mayor cantidad de material posible.

Las decisiones eficaces se basan directamente en la determinación, recopilación y análisis de los datos o información del sistema.

Las decisiones preventivas que se propone se tomen para el sistema de inspección y ensayo son las siguientes:

- Cumplir paso a paso los planes de calidad definidos.
- Analizar los tipos de materiales a utilizar en cada uno de los productos; principalmente, aquellos que se aprobaron recientemente debido a ser nuevos; esto con el propósito de ser replanteada de ser necesario, la cantidad a analizar de acuerdo a lo ya definido en los planes de calidad.
- Analizar los datos registrados en el formato de control de calidad mencionado anteriormente como parte del sistema de control, esto con el propósito de determinar si existe estabilidad en el proceso o si se encuentran valores fuera del estándar y hallar un denominador común de posibles posteriores problemas para erradicarlo o evitarlo.

Cuando se menciona el análisis de los datos, se espera que para llevarlo a cabo se realicen ciertas preguntas fundamentales para la determinación de los posibles riesgos que pueden causar las variables.

Entre las preguntas que se realizan, se pueden enlistar las siguientes:

- ¿Cuál es el defecto potencial que me puede causar?
- ¿Cuáles son las consecuencias de no hacer nada para evitarlo?
- ¿Cuál es la solución ideal?
- ¿Cuánto costará implementar la solución?
- ¿Cuánto ahorrará la solución a corto, mediano y largo plazo?
- ¿Existen algunas alternativas de la solución y cuál es su costo?

Las decisiones correctivas normalmente se dan cuando existe incumplimiento de las características del producto; por lo tanto, para el sistema de inspección y ensayo se propone se tomen las siguientes:

- Cambiar la frecuencia o cantidad a analizar del plan de calidad por no ser representativas o debido a que el cliente lo exigió.
- Analizar a través del diagrama de Ishikawa y de Pareto los defectos de los materiales de rechazos internos para corregir los problemas que provocan el 80 % de los rechazos.
- Analizar los datos de rechazos y reclamos de clientes y tomar decisiones para corregir y erradicar las causas de los problemas y evitar su recurrencia, esperando así no perder el cliente ni su confianza hacia el producto.

### **5.4.1. Documentos**

Para la toma de decisiones preventivas y correctivas se requieren de ciertos documentos:

- Listado maestro de documentos

En este documento se lleva el control de toda la documentación de la organización, el responsable, su revisión y la fecha de actualización; por lo tanto, es de suma importancia su uso y la responsabilidad que conlleva de las personas del departamento de calidad deben informar si se realizó algún cambio en el plan de calidad; por lo tanto, cambiará su revisión y fecha los cuales deben quedar registrados.

- Formato de control de calidad

En este registro se llevará todo el historial de los análisis realizados a cada uno de los productos digitalmente, con este historial se puede analizar cada uno de los valores para tomar decisiones para evitar posibles problemas o su recurrencias.

- Base de datos de rechazos internos

En esta base de datos se llevan digitalmente todos los rechazos internos por mes, el propósito principal de esta, es retroalimentar al área de producción de los problemas que están ocurriendo con mayor frecuencia y así juntos tomar decisiones para disminuir y de ser posible eliminar dichos problemas, atacando las máquinas, materiales, entre otras cosas que ocasionan mayor problema.

Por último, para la prevención en aparición de otros defectos por el mismo problema.

- Base de datos de reclamos y rechazos de clientes

En esta base de datos se llevan digitalmente todos los reclamos y rechazos de clientes, el uso que se le debe dar a esta como un canal para tomar una decisión es que a través del análisis de los rechazos, de la misma manera que para los rechazos internos se retroalimente a la producción con el propósito de buscar soluciones a dichos problemas.

- *Scorecard* de producción

Este es un documento al cual se traslada todos los resultados de las estaciones de piso de producción, con el propósito de desplegar los resultados de desempeño con respecto a producción y desperdicio por persona y por máquina, es decir busca evidenciar la eficiencia de las máquinas y del hombre.

Se usa, entonces, para entender los resultados debido a que los kilogramos y porcentaje obtenidos de producción y desperdicio tienen relación directa con el tiempo de respuesta de los auditores de calidad para la producción en el momento de estar en máquina y este a su vez con el plan de calidad el cual define que análisis realizar a cada material.

También, de ser necesario plantear nuevas opciones con respecto al sistema de inspección y ensayo para la mejora de los indicadores.

## 5.5. Indicadores de éxito

Un indicador es, específicamente, una característica la cual es comúnmente medible; utilizada como señal o muestra de las condiciones de un proceso el cual pone en evidencia el grado o magnitud de avance, cambios o retroceso del mismo.

Demuestra el éxito o fracaso del proceso y por lo tanto el cumplimiento de los objetivos planteados por la organización.

Es necesario que exista por lo menos un indicador por cada resultado y este debe estar definido de forma clara por lo que para demostrar el avance o mejora del sistema de inspección y ensayo se propone el uso de los siguientes indicadores de éxito:

- Kilogramos producidos: indica la cantidad producida con respecto al objetivo planteado por la alta dirección en un determinado tiempo.
- Kilogramos de *scrap*: indica la cantidad de kilogramos de desperdicio obtenido por producción y por el departamento de calidad con respecto de igual forma que el anterior a un objetivo o meta planteada en un determinado tiempo.
- Porcentaje de eficiencia: indica la relación de los recursos utilizados para realizar alguna actividad o proceso buscando el uso óptimo de los recursos.
- Porcentaje de *scrap*: indica la relación entre el desperdicio con respecto a la producción obtenida en determinado tiempo.

- Porcentaje de detección interna de material no conforme: indica el porcentaje de material no conforme detectado dentro de la organización, es decir los rechazos internos con respecto a la producción completa del departamento.
- Kilogramos rechazados: indica la cantidad de kilogramos de producto rechazado por el cliente con respecto a la producción completa del departamento.
- Tiempo de respuesta de auditores de calidad: indica la cantidad de tiempo que se tardan los auditores de calidad en liberar un material a producción, este se toma como indicadora ya que mientras más pequeño sea, menos desperdicio se obtendrá si el material no cumpliera.

## **5.6. Cuantificación de beneficios**

Se refiere específicamente a los beneficios obtenidos de la implementación del sistema de inspección y ensayo.

Para la estimación de los beneficios a obtener por la implementación del sistema de inspección y ensayo se utilizará como herramienta el costo de producción el cual es en el que se invierte para la obtención de un producto final.

En el costo de producción intervienen tres elementos principales: materia prima, mano de obra directa y gastos de fabricación con los cuales se estimará la disminución de los costos de cada rubro a continuación:

- Disminución de consumo de materia prima

Para obtener un beneficio en el consumo de la materia prima intervienen todos los indicadores mencionados en el inciso anterior, es decir, al disminuirlos o mejorarlos contribuye a la obtención de resultados positivos.

Por ejemplo, al momento de tener menor cantidad de desperdicio se utilizará menor cantidad de materia prima, por lo tanto, se obtendrá mayor cantidad de kilogramos de material producidos dentro de los parámetros.

A continuación, se presenta la estimación de la disminución de consumo debido a la reducción del tiempo de respuesta de los auditores de calidad con el ejercicio realizado en el capítulo anterior en el inciso 4.1.2.

En el ejercicio se compararon los tiempos de diagnóstico con respecto al de la propuesta determinándose entonces un tiempo de 23 minutos de diferencia y asumiendo que el producto se encuentra no conforme podemos determinar una disminución de kilogramos de desperdicio, el cálculo del mismo se presenta a continuación tomando en cuenta la velocidad de la máquina.

$$510 \frac{kg}{h} \times \frac{1 h}{60 min} = 8.5 \frac{kg}{min}$$

$$8,5 \frac{kg}{min} \times 23 minutos = 195,5 kg \text{ de materia prima}$$

Por lo que al momento de haber disminuido el tiempo de respuesta del auditor de calidad quien dé los resultados de los análisis en dicho ejemplo la empresa está ahorrándose 195,5 kg de materia prima que se tendrían que desechar o reprocesar.

Se tiene un costo medio estimado de kilogramo de materia prima de Q 12,40 se está ahorrando, entonces, por cada pedido que se obtenga la respuesta con anticipación:

$$195,5 \text{ kg} \times 12,40 \frac{Q}{\text{kg}} = Q 2 424,2 \text{ por pedido}$$

Se toma en cuenta que en dichas máquinas se producen aproximadamente 140 pedidos al mes por máquina, por lo tanto, si se asume que el 15 % de estos se determinan como no conforme en el primer análisis realizado por los auditores de calidad, entonces, se puede estimar que se tendrá un ahorro de:

$$140 \frac{\text{pedidos}}{\text{mes}} \times 15 \% \times 2 424,2 \frac{Q}{\text{pedido}} = Q 50 908,2 \text{ por mes}$$

- Disminución de costo de mano de obra

Al igual que en el análisis de materia prima, sucede en la mano de obra del departamento de calidad o auditores de calidad ya que existe un aumento en la productividad debido a que analizarán mayor cantidad de muestras en la misma cantidad de tiempo.

- Pedidos analizados=1 320 pedidos por mes
- Pedidos analizados=1 980 pedidos por mes
- 720 horas/hombre

Se toma en cuenta que los auditores de calidad analizan, aproximadamente, 1 980 pedidos por mes mientras analizaban 1 320 anteriormente se calcula el índice de productividad como sigue:

$$\text{índice de productividad} = \frac{1\,320}{720} = 1,83 \frac{\text{pedidos}}{\text{hora-hombre}}$$

$$\text{índice de productividad} = \frac{1\,980}{720} = 2,75 \frac{\text{pedidos}}{\text{hora-hombre}}$$

Existe un aumento en la productividad del 0,92.

- Disminución de gastos de fabricación

Se estimará la reducción en el consumo de la energía eléctrica, el costo por kwh es de Q.0,90 y que el consumo mensual promedio de kw se encuentra en 163 208 por máquina de baja densidad.

Se asume que de igual forma que en mano de obra se tiene 140 pedidos por mes se puede obtener el número de horas ahorradas por mes de energía eléctrica:

$$140 \frac{\text{pedidos}}{\text{mes}} \times 23 \frac{\text{minutos ahorrados}}{\text{pedido no conforme}} \times 15\% (\text{pedidos no conforme})$$

$$= 483 \frac{\text{minutos ahorrados}}{\text{mes}}$$

$$483 \frac{\text{minutos ahorrados}}{\text{mes}} \times \frac{1 \text{ hora}}{60 \text{ minutos}} = 8,05 \frac{\text{horas ahorradas}}{\text{mes}}$$

Si el consumo de la máquina se expresa en hora, quedaría de la siguiente forma:

$$163\,208 \frac{\text{kw}}{\text{mes}} \times \frac{1 \text{ mes}}{30 \text{ días}} \times \frac{1 \text{ día}}{24 \text{ horas}} = 227 \frac{\text{kw}}{\text{hora}}$$

El costo de ese consumo de Kw son los siguientes:

$$227 \frac{\text{kw}}{\text{hora}} \times 0,090 \text{ kwh} = 204,3 \frac{Q}{\text{hora}}$$

$$204,3 \frac{Q}{\text{hora}} \times 8,05 \frac{\text{horas ahorradas}}{\text{mes}} = 1\,644,62 \frac{Q}{\text{mes}} \text{ por máquina de baja densidad}$$

La empresa cuenta con 6 máquinas del mismo tipo, es decir, se tendrá un ahorro aproximado al mes de:

$$1\,644,62 \frac{Q}{\text{mes}} \text{ por máquina} \times 6 \text{ máquinas} = 9\,867,69 \frac{Q}{\text{mes}}$$

Este ahorro debería de verse reflejado en el recibo de energía eléctrica mensualmente; así sucesivamente con todas las máquinas en el departamento.

## CONCLUSIONES

1. Se establece un sistema de inspección y ensayo por variables y atributos planteando un plan de calidad por familia de producto en el cual se definen las variables a analizar en el material. La frecuencia de análisis de cada variable o atributo dependerá de la criticidad y de los requerimientos del cliente al cual se le produce. Para productos críticos que se trabajen específicamente en máquinas de alta velocidad que sobrepasen el tiempo de producción de 12 horas o para aquellos con requerimientos especiales de inspección por parte del cliente, se les realizará un análisis posterior del arranque, es decir, un análisis después la de las primeras 12 horas.
2. Se categorizó cada uno de los factores que afectan la calidad de las películas, según su criticidad. Para los productos que se obtienen en el proceso se propone un plan de calidad en el cual se analice: calibre, ancho, nivel de tratado, coeficiente de fricción y las partes por millón para los clientes que lo soliciten.
3. Se determinó el tiempo de respuesta de los auditores de calidad en las pruebas realizadas a las películas por medio de cada uno de los diagramas de procesos dichos diagramas de procesos se muestran en el capítulo 3. Se establecieron puntos de mejora en cada procedimiento para lograr disminuir el tiempo en al menos un 30 % por medio de empoderar al personal para que sepan exactamente qué pasos debe de realizar y cómo se debe hacer.

4. Para el aumento de detección interna se propone que mensualmente se realice una sumatoria de los rechazos internos para, con la utilización de un diagrama de Pareto, obtener 20 % de los defectos de las propiedades de los materiales que ocasionan el 80 % de los rechazos. Con dicha información el jefe de control de calidad de extrusión deberá proceder a realizar una reunión con el jefe de extrusión para la realización de un análisis de causa raíz a través de la utilización del diagrama de Ishikawa para hallar la causa raíz de los problemas relacionados con ese segmento de rechazos internos.
  
5. Se diseñó un sistema de control de registros en el cual se pueda disponer del 80 % de los registros del laboratorio de calidad de extrusión con fundamento estadístico. Para la toma de decisiones preventivas y correctivas se requieren de ciertos documentos los cuales se mencionan a continuación:
  - Listado maestro de documentos: en este documento se lleva el control de toda la documentación de la organización.
  
  - Formato de control de calidad: en este registro se llevará todo el historial de los análisis realizados a cada uno de los productos digitalmente.
  
  - Base de datos de rechazos internos: en esta base de datos se llevan digitalmente todos los rechazos internos por mes, el propósito principal de esta, es retroalimentar al área de producción de los problemas que están ocurriendo con mayor frecuencia.
  
  - Base de datos de reclamos y rechazos de clientes: en esta base de datos se llevan digitalmente todos los reclamos y rechazos de clientes.

- *Scorecard* de producción: este es un documento al cual se traslada todos los resultados de las estaciones de piso de producción.
6. Se determinó que, con la propuesta de un sistema de control para la producción de empaques flexibles, la empresa debe contar con equipos para mejorar la productividad; es necesario realizar una inversión inicial de Q 46 000.00. Según el análisis costobeneficio a una tasa de interés 20,64 % en un periodo de 5 años se podrá recuperar la inversión y la propuesta es financieramente aceptable.



## RECOMENDACIONES

1. Reacondicionar el laboratorio de calidad con la adquisición de nuevos equipos, que permitan evaluar de la resina, y verdaderamente iniciar el control de calidad desde el inicio de la producción. También, equipos de laboratorio que permitan evaluar los ensayos expuestos con anterioridad, aparte de otra serie de instrumentos que mejoren la veracidad de los datos indicados por los controles existentes.
2. Dentro del proceso operativo es muy importante dejar claro que, uno de los filtros que mayor trabajo tiene, es el del departamento de calidad, puesto que este es el encargado de velar porque se produzca de la mejor manera, atendiendo los principios de calidad para el cliente, así como el necesario de producción para la empresa; por lo tanto, guardar el equilibrio entre lo que se necesita producir y cómo debe hacerse.
3. Implantar cursos de inducción y capacitación al personal a los distintos niveles, que les permita comprender el origen de los defectos presentados en las piezas plásticas, también, otros orientados a los formatos y procedimientos que se desean realizar en la empresa.
4. Para el control de los procesos de empaque flexible se hace la propuesta de tener un programa de mantenimiento a las máquinas, pruebas de control de calidad en la recepción de materia prima y un adecuado control del desperdicio producido.

5. Ejecutar los planes de mantenimiento eléctrico y mecánico, así se disminuirán las paradas por mantenimiento correctivo para no afectar la producción.
  
6. Mantener la motivación desde los niveles gerenciales hasta los subalternos, con el reconocimiento del valor individual de las personas y la promoción del trabajo en equipo. Además, es importante mantener informado e involucrado a todo el personal de los resultados, relacionados con el desperdicio; es indispensable su continuo entrenamiento y participación en el proceso de mejoramiento, escucha sus ideas y necesidades y mantiene el concepto de cliente interno y externo.
  
7. Mantener una comunicación con los proveedores de materia prima y los transportistas, para hacer los reclamos pertinentes, si no se está conforme con las características de la materia prima.

## BIBLIOGRAFÍA

1. ABOITIZ LÓPEZ, Juan C. *La unidad impresora. A.c.* México: Unión de Industriales Litógrafos de México, 1993. 145 p.
2. ACLE Tomasini. *Planeación estratégica de la calidad.* 6a ed. Argentina: Grijalva, 1990. 178 p.
3. BRANDENBURG, Richard; LEE, Julian. *Fundamentals of packing dynamics.* EE.UU.: McGraw-Hill, 1993. 46 p.
4. CLARKE, S. J. *Prueba de resistencia de los empaques corrugados.* México: L.A.B., 1994. 26 p.
5. JAIMES, Jorge. *Factores de productividad en troqueladoras rotativas.* Panamá: The Ward Company, 1994. 107 p.
6. HITOSHI, Kume. *Herramientas estadísticas para el mejoramiento de la calidad.* Colombia: Norma, 1993. 167 p.
7. MARKSTROM, Haka. *Testing methods and instruments for corrugated board.* USA: LAB, 1988. 38 p.
8. MICHALEC, George W. *Fabrication Manual for Corrugated Box Plants.* New York, USA: Technical Association of The Pulp and Paper Industry, 1989. 47 p.

9. RUIZ, Carlos. *Cómo evitar pérdida de compresión en un empaque de cartón corrugado*. Perú: Aranal, 1996. 22 p.
10. ZEEN, Carl H. *Manual de aseguramiento de calidad-fábricas de cajas*. México: Chiquita, 1997. 142 p.