



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

**REDUCCIÓN DEL MATERIAL DE DESECHO MEDIANTE LA
OPTIMIZACIÓN DE RECURSOS EN LA LÍNEA DE SOPLADO DE
LA EMPRESA ESCOPLAST**

Marvin David Eguizabal Herrera

Asesorado por el Ing. Byron Gerardo Chocooj Barrientos

Guatemala, febrero 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**REDUCCIÓN DEL MATERIAL DE DESECHO MEDIANTE LA
OPTIMIZACIÓN DE RECURSOS EN LA LÍNEA DE SOPLADO DE
LA EMPRESA ESCOPLAST**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

MARVIN DAVID EGUIZABAL HERRERA

ASESORADO POR EL ING. BYRON GERARDO CHOCOOJ BARRIENTOS

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, FEBRERO 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
SECRETARIO	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADORA	Inga. Nora Leonor García Tobar
EXAMINADORA	Inga. Priscila Yohana Sandoval Barrios
EXAMINADOR	Ing. Sergio Roberto Barrios Sandoval
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

REDUCCIÓN DEL MATERIAL DE DESECHO MEDIANTE LA OPTIMIZACIÓN DE RECURSOS EN LA LÍNEA DE SOPLADO DE LA EMPRESA ESCOPLAST

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 13 de abril de 2015.



Marvin David Eguizabal Herrera



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería

Guatemala, septiembre de 2016

Ingeniero
Juan José Peralta Dardón
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería, Usac.

Ingeniero Peralta Dardón.

Por medio de la presente me dirijo a usted, para hacer de su conocimiento que como Asesor del estudiante universitario, **Marvin David Eguizabal Herrera**, con número de carné: **200924533**, he tenido a la vista el trabajo de graduación titulado: **REDUCCIÓN DEL MATERIAL DE DESECHO MEDIANTE LA OPTIMIZACIÓN DE RECURSOS EN LA LÍNEA DE SOPLADO DE LA EMPRESA ESCOPLAST**. El cual encuentro satisfactorio.

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

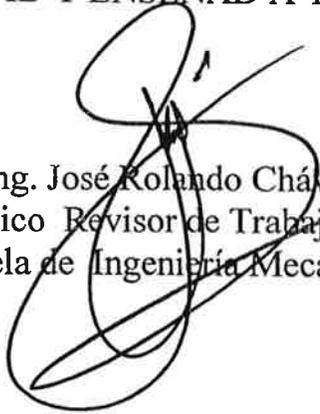
Ing. Byron Gerardo Chocooj Barrientos
Asesor de trabajo de graduación
Colegiado 4509

Byron Gerardo Chocooj
INGENIERO INDUSTRIAL
COLEGIADO 4.509



Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **REDUCCIÓN DEL MATERIAL DE DESECHO MEDIANTE LA OPTIMIZACIÓN DE RECURSOS EN LA LÍNEA DE SOPLADO DE LA EMPRESA ESCOPLAST**, presentado por el estudiante universitario **Marvin David Eguizabal Herrera**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“DID Y ENSEÑAD A TODOS”



Ing. José Rolando Chávez Salazar
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, octubre de 2016.

/mgp

Guatemala
10 de noviembre de 2016

Señores
Oficina de Lingüística
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala

Señores:

Me place informar que he realizado la corrección de la redacción y el estilo a la tesis titulada **REDUCCIÓN DEL MATERIAL DE DESECHO MEDIANTE LA OPTIMIZACIÓN DE RECURSOS EN LA LÍNEA DE SOPLADO DE LA EMPRESA ESCOPLAST**, redactada por el estudiante **Marvín David Eguizabal Herrera**.

De acuerdo con quien suscribe, el documento en mención cumple con los requisitos de redacción y estilo requeridos por esa Oficina, por lo que puede continuar su trámite.

Respetuosamente,



Lic. Elsa Nuila Paredes
Colegiado No. 2324

Elsa Nuila Paredes
Licenciada en Letras
Colegiado No. 2324

DAD DE SAN CARLOS
GUATEMALA



AD DE INGENIERIA

REF.DIR.EMI.006.017

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 **REDUCCIÓN DEL MATERIAL DE DESECHO MEDIANTE LA OPTIMIZACIÓN DE RECURSOS EN LA LÍNEA DE SOPLADO DE LA EMPRESA ESCOPLAST**, presentado por el estudiante universitario **Marvin David Eguizabal Herrera**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAR A TODOS”

Ing. José Francisco Gómez Rivas
DIRECTOR a.i.

Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, enero de 2017.

/mgp

Universidad de San Carlos
de Guatemala

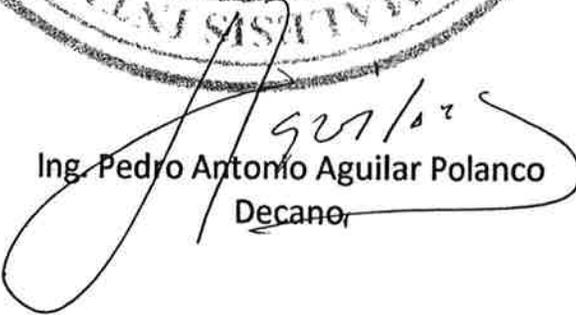


Facultad de Ingeniería
Decanato

DTG. 066.2017

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: **REDUCCIÓN DEL MATERIAL DE DESECHO MEDIANTE LA OPTIMIZACIÓN DE RECURSOS EN LA LÍNEA DE SOPLADO DE LA EMPRESA ESCOPLAST**, presentado por el estudiante universitario: **Marvin David Equizabal Herrera**, 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, febrero de 2017

/gdech



ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por no abandonarme nunca y darme fuerzas para seguir adelante.
Mis padres	Lorena Amarilis Herrera Quiñonez y Marvin Hernán Eguizabal Azurdía, por su amor y apoyo incondicional.
Mis hermanos	Luis Armando Eguizabal y Denisse Fabiola Eguizabal, por su apoyo incondicional.
Mi sobrina	Génesis, por brindarme esperanza y alegría.
Mi hija	Sofía Eguizabal Castillo, por llenar de amor y esperanza mi vida.
Mi Esposa	Kelly Jeanneth Castillo Navas, por su amor y apoyo incondicional.
Mis abuelos	Dora Oliva (Q.E.P.D), Roberto Herrera, Julio Herrera (Q.E.P.D.), Fidelia Quiñonez e Israel Eguizabal, por sus consejos y ejemplo de vida.
Mis tíos	Francisco, Edgar (Q.E.P.D), Endi, Londi, Sandra, Sara, Vero y Lorena, por sus enseñanzas y buenos deseos.

AGRADECIMIENTOS A:

La Universidad de San Carlos de Guatemala	Por brindarme la posibilidad de adquirir los conocimientos que me servirán para desarrollarme profesionalmente.
Facultad de Ingeniería	Por ser una importante influencia en mi carrera, entre otras cosas.
Mis amigos de la Facultad	Mario Muñoz, Ruddy Carrera, Manuel de León, Brenda Flores, Sara Cruz, etc.
Ing. Byron Chocooj	Por el apoyo brindado en la asesoría para la realización de este trabajo de graduación.
Alfredo Ávila	Por todo el apoyo brindado.
Gaby Escobar y Sergio Girón	Por brindarme la posibilidad de realizar este trabajo de graduación en la empresa Escoplast, S.A.

1.3.	Producción	10
1.3.1.	Definición.....	10
1.3.2.	Características	11
1.3.3.	Tipos de producción	11
1.3.4.	Producción en línea.....	11
1.3.5.	Producción por lote	11
1.3.6.	Producción por proyecto.....	12
1.4.	Plásticos.....	12
1.4.1.	Definición.....	12
1.4.2.	Propiedades y características de los plásticos	12
1.4.3.	Proceso productivo.....	13
1.4.4.	Clasificación de los plásticos.....	13
	1.4.4.1. Según su comportamiento ante el calor	14
	1.4.4.2. Según la reacción de síntesis.....	14
	1.4.4.3. Según su estructura molecular	14
1.5.	Material de desecho y residuos.....	15
1.5.1.	Diferencia ente desecho y residuo	15
1.5.2.	Desecho	16
	1.5.2.1. Clasificación de desechos	16
	1.5.2.2. Residuo	16
1.6.	Producción más Limpia	17
1.6.1.	Definición.....	17
1.6.2.	Características	17
1.6.3.	Principios.....	17
1.6.4.	Orientación	19
1.6.5.	Beneficios.....	19
1.6.6.	Etapas	19

2.	SITUACIÓN ACTUAL DEL ÁREA DE SOPLADO	21
2.1.	Proceso de producción	21
2.1.1.	Diagrama del proceso.....	26
2.1.2.	Diagrama de recorrido	29
2.1.3.	Maquinaria y equipo	30
2.2.	Insumos del proceso productivo	31
2.2.1.	Materia prima.....	31
2.2.1.1.	Manejo y control	33
2.2.2.	Agua potable.....	34
2.2.2.1.	Utilización y costo	34
2.2.3.	Energía eléctrica.....	34
2.2.3.1.	Utilización y costo	34
2.3.	Material de desecho y residuos	35
2.3.1.	Manejo de desechos.....	35
2.3.2.	Identificación de desechos.....	35
2.3.3.	Manejo de residuos	35
2.3.4.	Identificación de residuos	35
2.4.	Análisis del proceso productivo	36
2.4.1.	Análisis FODA	36
2.4.2.	Diagrama de Pareto.....	40
2.4.3.	Diagrama Ishikawa	42
3.	PROPUESTA PARA REDUCIR EL MATERIAL DE DESECHO	45
3.1.	Manejo del material de desecho y residuos.....	45
3.1.1.	Reciclaje del material de desecho	45
3.1.2.	Control de residuos.....	46
3.2.	Método Nuevo	49
3.2.1.	Diagrama de operaciones.....	50
3.2.2.	Diagrama de recorrido	55

3.2.3.	Maquinaria y equipo	56
3.3.	Recursos a optimizar.....	58
3.3.1.	Materia prima	58
3.3.1.1.	Porcentaje de reducción esperado	59
3.3.2.	Agua potable	59
3.3.2.1.	Porcentaje de reducción esperado	60
3.3.3.	Energía eléctrica	61
3.3.3.1.	Porcentaje de reducción esperado	62
3.4.	Planeación	62
3.4.1.	Diagrama de Gantt	62
3.5.	Presupuesto	64
3.5.1.	Gastos de administración	64
3.5.2.	Gastos de fabricación.....	64
3.5.3.	Gastos varios	65
4.	IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA	67
4.1.	Capacitación de los involucrados	67
4.1.1.	Preparación y orientación.....	67
4.1.2.	Presentación de los cambios en la operación	71
4.1.3.	Prueba de desempeño	71
4.1.4.	Seguimiento	74
4.2.	Presentación del cronograma	76
4.2.1.	Actividades	76
4.2.2.	Responsables.....	77
4.2.3.	Tiempos.....	78
4.2.4.	Recursos	79
5.	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.....	85
5.1.	Marco referencial	85
5.1.1.	Base legal.....	85

5.1.2.	MARN (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales)	87
5.2.	Efectos de los proceso de la empresa en el ambiente	88
5.2.1.	Identificación.....	89
5.3.	Escenario ambiental	89
5.3.1.	Estado actual.....	91
5.4.	Abastecimiento de agua potable y energía eléctrica	93
5.5.	Descripción de la maquinaria	97
5.6.	Descripción de los procesos.....	97
5.7.	Generación y disposición de residuos	98
5.7.1.	Formato para el registro de residuos	103
5.8.	Impactos positivos y negativos generados	106
6.	MEJORA CONTINUA.....	109
6.1.	Resultados obtenidos	109
6.1.1.	Interpretación.....	109
6.1.2.	Alcance.....	111
6.2.	Estadística.....	111
6.3.	Relación beneficio/costo.....	111
6.4.	Auditorías.....	115
6.4.1.	Auditorías internas.....	116
6.4.2.	Auditorías externas.....	119
6.5.	Acciones correctivas.....	120
6.5.1.	Responsables	121
6.5.1.1.	Departamento de recursos humanos. 121	
6.5.1.2.	Gerente de producción	121
	CONCLUSIONES	123
	RECOMENDACIONES.....	125

BIBLIOGRAFÍA..... 127
ANEXOS 129

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Ubicación de la empresa en estudio	2
2.	Estructura Organizacional Fábrica de Productos Plásticos	5
3.	Materia prima	7
4.	Producto terminado	10
5.	Diagrama de extrusión	27
6.	Diagrama de inyección	28
7.	Diagrama de recorrido	29
8.	FODA	39
9.	Frecuencia y porcentaje acumulado	41
10.	Diagrama de Ishikawa	43
11.	Recipientes utilizados para separación de los residuos sólidos y su código de colores	48
12.	Diagrama de extrusión propuesto	52
13.	Diagrama de inyección propuesto	54
14.	Diagrama de recorrido	55
15.	Sistema de detección de fugas en tuberías	60
16.	Gráfico de consumo mensual versus costo mensual	61
17.	Diagrama de Gantt	63
18.	Hoja de evaluación del desempeño 360 °	72
19.	Plan estratégico	79
20.	Orden de producción para máquina de extrusión	80
21.	Orden de producción para máquina de termoformado	81
22.	Orden de producción para máquina de inyección	82

23.	Usos de lámparas tipo led en la industria	95
24.	Tubo led.....	96
25.	Máquina para reciclaje de residuos industriales	98
26.	Proceso de logística inversa	120

TABLAS

I.	Frecuencia y porcentaje de paro de producción	41
II.	Gastos administrativos.....	64
III.	Plan de capacitación maquinaria de extrusión.....	68
IV.	Plan de capacitación maquinaria de termoformado	69
V.	Plan de capacitación maquinaria de inyección	70
VI.	Formato de evaluación	75
VII.	Informe de materia prima utilizada.....	83
VIII.	Informe de materia desechos reutilizados	84
IX.	Lista de chequeo para el sitio de almacenamiento de residuos no peligrosos	99
X.	Lista de chequeo para el sitio de almacenamiento de residuos peligrosos	101
XI.	Actividades inherentes a la recolección interna de residuos sólidos ..	103
XII.	Registro de residuos pesados por área	105
XIII.	Actividades inherentes a la recolección y transporte externo de residuos sólidos	106
XIV.	Flujo de efectivo.....	112
XV.	Cálculo del Valor Presente Neto	113
XVI.	Hoja de control para auditoría.....	117

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
m	Metro
%	Porcentaje
Q	Quetzales

GLOSARIO

Aditivos	Substancias agregadas en los plásticos antes, después o durante su procesamiento para modificar las propiedades o comportamiento de los plásticos
Densidad	Relación entre la masa y volumen de un cuerpo.
Extrusión	Técnica de procesamientos de plásticos en la que las resinas se funden, calientan y bombean. El material por ser procesado despedazado entre un tornillo y la pared del barril que es fijo. Este proceso produce energía friccional que calienta y fusiona la sustancia para, después, ser transportada abajo del barril. El fundido extruido de la máquina se procesa después de la fase de expulsión.
LDPE	Polietileno de densidad baja. Un plástico usado predominantemente en las aplicaciones de película. LDPE se usa para fabricar las películas flexibles como aquéllas usadas para bolsas de plástico utilizadas en los centros comerciales.
LLDPE	Polietileno de baja-densidad lineal. Un plástico que se usa predominantemente en aplicaciones de película. LLDPE se usa en artículos como bolsas de comestibles, empaquetado de basura y forros para el relleno sanitario.

Polímero

Compuesto orgánico de alto peso molecular, natural o sintético, cuya estructura puede representarse por una unidad pequeña repetida, el monómero (por ejemplo, polietileno, caucho, celulosa).

Reciclaje

El proceso de recuperación de materiales que se transforman en nuevos productos.

RESUMEN

El desecho y el reproceso forman parte importante de los problemas de producción, estos cuestan dinero y tiempo. Y, dado que las materias primas y la mano de obra son los dos centros de costes más importantes para la mayoría de los fabricantes, todos los desechos de producción tendrán un impacto negativo en las dos áreas. El reproceso actual en la empresa Escoplast, S.A. no es la excepción, este tiende a aumentar los costos de producción, los cuales a su vez generan un elevado costo del producto terminado.

La empresa Escoplast, S.A. genera una gran cantidad de material de desecho durante el proceso de producción. Este material debe reprocesarse para convertirse nuevamente en materia prima. De esta forma, se desperdicia energía eléctrica, horas hombre, horas máquina y materias primas, lo cual genera altos costos a la producción.

OBJETIVOS

General

Reducir el material de desecho, mediante la optimización de recursos en la línea de soplado de la empresa Escoplast, S.A.

Específicos

1. Optimizar los recursos en la empresa.
2. Establecer mejoras para el proceso de producción de la empresa.
3. Aumentar la eficiencia en el área de producción.
4. Plantear la solución a las posibles causas de la situación actual.
5. Diseñar un plan para el control y manejo de desechos.
6. Maximizar las utilidades de la empresa.

INTRODUCCIÓN

La empresa Escoplast, S.A. inició sus operaciones en febrero del 2001 en Guatemala. Su mercado principal es la industria del comercio. Fabrica productos de plástico para el hogar, promocionales, industriales y todo aquello requerido por sus clientes. En ella, se diseñan y maquilan moldes de soplado y de inyección.

La empresa, durante su existencia, ha enfrentado problemas de recolección y reproceso de desechos para transformarlos en productos terminados. Sin embargo, esta se ha mantenido y en ocasiones se ha notado un aumento considerable. La utilización de recursos que involucra el reproceso, además de afectar al ambiente por el desperdicio de energía y otros insumos, genera incremento en los costos de producción.

La minimización de residuos implica la reducción de los recursos y de la energía utilizada durante el proceso de fabricación. Con el mismo volumen de producción comercial, generalmente, una menor cantidad de material usado implica una menor cantidad de residuos producidos. La minimización de residuos requiere conocimientos en el proceso de producción, seguir los materiales desde su extracción hacia su vuelta a la tierra y conocer detalladamente la composición del residuo.

Mediante la utilización de las herramientas de ingeniería; se determinarán y analizarán las causas posibles del gran volumen de material de desecho que actualmente existe en la empresa. Se espera reducir el mismo; al contar con el mayor rendimiento de la maquinaria y equipo. Con esto, también se prevé la

reducción de los costos de producción y la disminución del costo del producto terminado.

1. ANTECEDENTES GENERALES

1.1. Empresa Escoplast, S.A.

La empresa Escoplast, S.A. surgió a partir de la iniciativa de su propietario de poner un taller de torno que brindara servicios de reparación, mantenimiento y elaboración de moldes para la industria, especialmente, para la industria del plástico.

Con el paso del tiempo, el propietario observó que, quien obtenía mayor ganancia era el productor de artículos plásticos. Sin conocimiento previo en mercadotecnia, intuyó un nicho de mercado y se propuso instalar una fábrica de plásticos para fabricar los moldes y diferentes artículos plásticos para la industria formal e informal.

Debido a que carecían de análisis de mercado, de costos, de producción y estudios previos, la empresa se ha desarrollado de forma empírica. En ella, el propietario asigna precios a los productos de acuerdo con un estimado. A pesar de esto, el negocio se ha mantenido por 5 años y ha logrado un crecimiento sostenido.

1.1.1. Ubicación

La empresa se encuentra ubicada en 9ª. Calle 8-74 zona 7 Castillo Lara

Figura 1. Ubicación de la empresa en estudio



Fuente: Google Earth. Consulta: junio de 2015.

1.1.2. Historia

Inició sus operaciones en febrero del 2001, en Guatemala, su mercado principal es la industria del comercio. Fabrica productos de plástico para el hogar, artículos promocionales, industriales y lo que requieren sus clientes. En ella se diseñan y maquilan moldes de soplado y de inyección.

La empresa surgió a partir de la iniciativa de su propietario de poner un taller de torno que brindara servicios de reparación, mantenimiento y elaboración de moldes para la industria, especialmente, para la industria del plástico.

Con el paso del tiempo, el propietario observó que, quien obtenía mayor ganancia era el productor de artículos plásticos. Sin conocimiento previo en

mercadotecnia, intuyó un nicho de mercado y se propuso instalar una fábrica de plásticos para fabricar los moldes y diferentes artículos plásticos para la industria formal e informal.

Debido a que carecían de análisis de mercado, de costos, de producción y estudios previos, la empresa se ha desarrollado de forma empírica. En ella, el propietario asigna precios a los productos de acuerdo con un estimado. A pesar de esto, el negocio se ha mantenido por 5 años y ha logrado un crecimiento sostenido.

La empresa ha pasado de ser un pequeño negocio inscrito como pequeño contribuyendo a una empresa mediana, que es fuente de trabajo estable para 20 empleados. Hoy, la empresa cuenta con 9 máquinas, incluyendo una especial para PVC y se dedica, principalmente, a la producción de la industria farmacéutica. Sin embargo, también proporciona otro tipo de productos para desarrollar proyectos promocionales, tanto en el área capitalina como para algunos departamentos.

1.1.3. Misión

La misión de la empresa expresa: “fabricamos productos plásticos de calidad para nuestro clientes”:

1.1.4. Visión

La visión de la empresa es: “Seremos reconocidos a nivel mundial como líderes de calidad, eficiencia, servicio e innovación en la fabricación y comercialización de productos plásticos”.

En la actualidad, la empresa mantiene un crecimiento sostenido y bien planificado. Se involucra en actividades de la comunidad impulsando programas de orientación para el uso de productos seguros y reciclables. Cuenta con recurso humano competente, comprometido y motivado.

1.1.5. Valores

Los valores y principios de la empresa en estudio son:

- Servicio: nos referimos a la atención y solución de problemas, velar por las necesidades y requerimientos de nuestros clientes, brindándoles apoyo y respeto.
- Creatividad: estar atentos a los cambios en el mercado y mantenernos como líderes mediante propuestas innovadoras.
- Profesionalismo: personal calificado y competente, de acuerdo a las funciones del puesto.

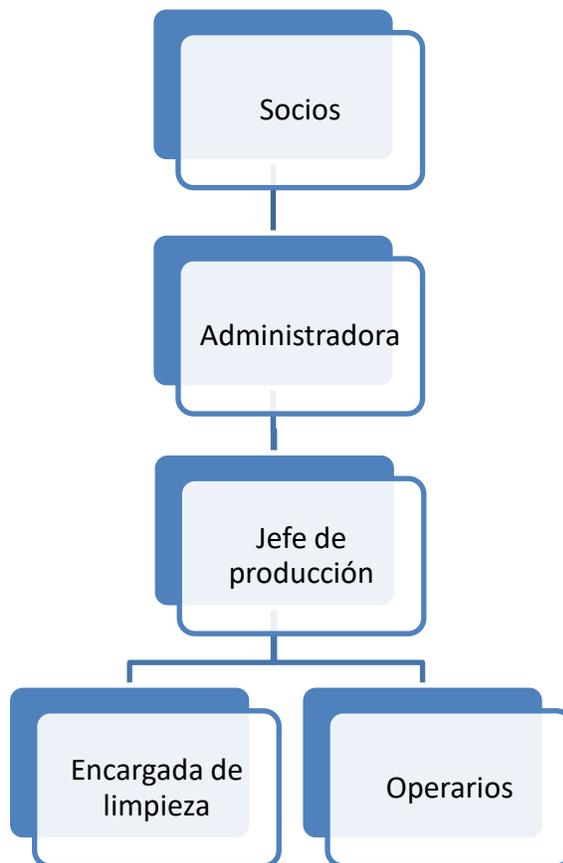
1.1.6. Organización

La fábrica de plásticos cuenta solo con cuatro puestos de trabajo: administradora, jefe de producción, operarios y encargada de limpieza. La empresa carece de un organigrama formalmente establecido, por lo que, con base en la información obtenida se realizó el siguiente:

1.1.6.1. Organigrama

A continuación se presenta el organigrama de la empresa en estudio.

Figura 2. Estructura organizacional fábrica de productos plásticos



- Administradora: este puesto tiene como función principal la administración general de la empresa. Archiva la documentación, emite cheques de planilla, administra la caja chica y maneja toda el área contable de la fábrica. También analiza cotizaciones y se reúne con proveedores.

- Jefe de producción: es el responsable de programar la producción, según las ventas o los pedidos que recibe. Compra la materia prima, los repuestos y accesorios para la maquinaria, cuando es necesario. Así mismo, cobra y distribuye la mercadería, sin descuidar la supervisión de operarios, como una de sus responsabilidades dentro de la planta de producción.
- Operarios: son las personas que realizan el proceso de producción. Tienen a su cargo el manejo y cuidado de la maquinaria, incluyendo su mantenimiento. Colocan el molde en la maquinaria, una vez reciben la orden de fabricar algún producto, supervisan sus especificaciones, revisan el producto terminado, cuentan la cantidad de productos y escriben la información correcta en la boleta de reporte para guardarlo en la bodega. También guardan la materia prima y muelen el material para reciclar.
- Encargada de limpieza: es la persona responsable de mantener limpias todas las áreas de la fábrica de productos plásticos.

1.2. Departamento de producción

En este departamento se solicita y controla el material con el cual se trabajará, se determina la secuencia de las operaciones, las inspecciones y los métodos. Allí, se piden las herramientas, se asignan tiempos, se programa, distribuye y se controla el trabajo. Se encarga de lograr la satisfacción del cliente. La instrucción en este campo revela cómo se realiza la producción, cómo se lleva a cabo, cómo se ejecuta y cuánto tiempo toma hacerla.

1.2.1. Áreas del departamento de producción

Se encarga de todo lo relacionado con la planificación y realización de la producción.

1.2.1.1. Área de materias primas

Esta área es la encargada de la recepción, organización y control de las materias primas. Es responsable de mantener la cantidad de materias primas necesarias para satisfacer al departamento de producción, por lo cual debe existir una comunicación abierta entre ambas áreas.

Figura 3. Materia prima



Fuente: Escoplast.

1.2.1.2. Área de extrusión

La extrusión de polímeros es un proceso mecánico industrial, en el cual se realiza la operación de prensado y moldeado del plástico, que por flujo continuo con presión y empuje, se hace pasar por un molde con el objetivo de darle la forma deseada. El material es alimentado por medio de una tolva, y una vez fundido es forzado a pasar a través de un dado o boquilla, gracias al empuje generado por la acción giratoria de un husillo (tornillo de Arquímedes) que gira concéntricamente en una cámara a temperaturas controladas (cañón), con una separación milimétrica entre ambos elementos.

1.2.1.3. Área de soplado

El moldeo por soplado es un proceso utilizado para fabricar piezas de plástico huecas gracias a la expansión del material. Esto se consigue por medio de la presión que ejerce el aire en las paredes de la preforma, si se trata de inyección-soplado, o del párison, si se trata de extrusión-soplado.

Este proceso se compone de varias fases, la primera es la obtención del material que se soplará, se continúa con la fase de soplado realizada en el molde, que tiene la geometría final. Puede haber una fase intermedia entre las dos anteriores para calentar el material, si fuera necesario. Seguidamente, se enfría la pieza y, por último, se expulsa. Para facilitar el enfriamiento de la pieza, los moldes están provistos de un sistema de refrigeración, así se incrementa el nivel productivo.

El proceso de moldeo por soplado nace de la combinación de técnicas de ingeniería de polímeros como el moldeo por inyección con el de técnicas de procesamiento de vidrio, particularmente, el de la producción de botellas. La

producción de botellas de vidrio requiere técnicas actualmente muy diferentes del moldeo por soplado, aunque en sus orígenes es similar.

1.2.1.4. Área de lavado de material para reproceso

En esta área los residuos se liberan de impurezas para utilizarlos nuevamente en el proceso productivo. La limpieza se lleva a cabo mediante el lavado con agua potable únicamente, luego el material es puesto a secar.

1.2.1.5. Área de trituración

La trituración se lleva a cabo mediante un molino, después de que los residuos son recuperados al final de las líneas de producción. Esta es necesaria para lograr consistencia en el color y en la estructura de los productos fabricados a base de material recuperado.

1.2.1.6. Área de producto terminado

El área de producto terminado presta servicio al departamento de ventas guardando y controlando las existencias hasta el momento de despachar los productos a los clientes.

Figura 4. **Producto terminado**



Fuente: Escoplast

1.3. Producción

La producción es la actividad económica que aporta valor agregado por creación y suministro de bienes y servicios. Es decir, consiste en la creación de productos o servicios y, al mismo tiempo, la creación de valor, más específicamente, es la capacidad de un factor productivo para crear determinados bienes en un periodo de tiempo determinado.

1.3.1. Definición

Se denomina producción a cualquier tipo de actividad destinada a la fabricación, elaboración u obtención de bienes y servicios.

1.3.2. Características

Los procesos se pueden clasificar, según el tipo de flujo del producto, en línea, intermitente o por lote, por proyecto. Según el tipo de servicio al cliente, fabricación para inventarios y fabricación para surtir pedidos. En el caso de Escoplast, S.A. la clasificación se lleva a cabo por el tipo de flujo del producto.

La selección de cada una de estas clasificaciones es estratégica para la empresa, pues unas elevan los costos, otras pueden mejorar la calidad, otras mejoran el servicio rápido al cliente y otras permiten atender cambios rápidos de productos.

1.3.3. Tipos de producción

Existen diferentes tipos de producción, como la producción en línea, por lote o por proyecto a continuación se explica cada una de ellas.

1.3.4. Producción en línea

El flujo en línea se caracteriza por una secuencia lineal de las operaciones. El producto se mueve de una etapa a la siguiente, de manera secuencial y de principio a fin. Se trata de la fabricación de grandes lotes en pocos productos diferentes, pero técnicamente homogéneos, usando para ello las mismas instalaciones.

1.3.5. Producción por lote

Se caracteriza por la producción del producto en lotes. Cada lote del producto pasa de una operación o centro de trabajo a otro. En este caso el

proceso de obtención del producto requiere más operaciones y estas son más especializadas con lo que, difícilmente, un mismo operario podría nominarlas todas. Se denomina también configuración por proceso.

1.3.6. Producción por proyecto

La producción por proyectos se emplea por lo general cuando en el proceso productivo se obtiene uno o pocos productos con un largo periodo de fabricación

1.4. Plásticos

El plástico es uno de los productos más utilizados en el mundo, es utilizado en su mayoría para envasar productos de consumo. El plástico representa un 10 % del flujo de los residuos y se compone, principalmente, del petróleo, un recurso que no es renovable. A mayor cantidad de petróleo utilizado para fabricar nuevos productos plásticos, son mayores las cantidades de gases de efecto invernadero que se liberan en el aire. Solamente el 5 % del plástico fabricado es reciclado en el ámbito mundial.

1.4.1. Definición

Los plásticos son materiales que, compuestos por resinas, proteínas y otras sustancias, son fáciles de moldear y pueden modificar su forma de manera permanente, a partir de una cierta compresión y temperatura.

1.4.2. Propiedades y características de los plásticos

Las siguientes son las principales propiedades de los productos plásticos:

- Fáciles de trabajar y moldear.
- Tienen un bajo costo de producción.
- Poseen baja densidad.
- Suelen ser impermeables.
- Buenos aislantes eléctricos.
- Aceptables aislantes acústicos.
- Buenos aislantes térmicos, aunque la mayoría no resisten temperaturas muy elevadas.
- Resistentes a la corrosión y a muchos factores químicos.
- Algunos no son biodegradables ni fáciles de reciclar, y si se queman, son muy contaminantes.

1.4.3. Proceso productivo

Los procesos mediante los cuales se pueden producir productos plásticos son los siguientes:

- Moldeo
- Presión
- Inyección
- Extrusión

1.4.4. Clasificación de los plásticos

A continuación se describe la clasificación de los plásticos.

1.4.4.1. Según su comportamiento ante el calor

Según el comportamiento ante el calor, estos se pueden dar en:

- Termoplásticos: cuando se calienta a una determinada temperatura se pueden moldear. Cuando se enfrían pueden volver a moldearse para repetir el proceso tantas veces como se quiera.
- Termoestables: solo se pueden calentar y moldear una vez.

1.4.4.2. Según la reacción de síntesis

Implican siempre la ruptura o apertura de una unión del monómero para permitir la formación de una cadena. En la medida que las moléculas son más largas y pesadas, la cera parafínica se vuelve más dura y más tenaz.

1.4.4.3. Según su estructura molecular

- Amorfos: son amorfos los plásticos en los que las moléculas no presentan ningún tipo de orden; están dispuestas aleatoriamente sin corresponder a ningún orden. Al no tener orden entre cadenas se crean unos huecos por los que pasa la luz, por esta razón los polímeros amorfos son transparentes.
- Semicristalinos: estos polímeros tienen zonas con cierto tipo de orden junto con zonas amorfas. En este caso, al tener un orden, existen menos huecos entre cadenas por lo que no pasa la luz a no ser que posean un espesor pequeño.
- Cristalizables: según la velocidad de enfriamiento, puede disminuirse (enfriamiento rápido) o incrementarse (enfriamiento lento) el porcentaje de cristalinidad de un polímero semicristalino. Sin embargo, un polímero

amorfo, no presentará cristalinidad aunque su velocidad de enfriamiento sea extremadamente lenta.

- *Comodities*: son aquellos que tienen una fabricación, disponibilidad, y demanda mundial, tienen un rango de precios internacional y no requieren gran tecnología para su fabricación y procesamiento.
- De ingeniería: son los materiales que se utilizan de manera muy específica, creados prácticamente para cumplir una determinada función, requieren tecnología especializada para su fabricación o su procesamiento y de precio relativamente alto.
- Elastómeros o cauchos: los elastómeros se caracterizan por su gran elasticidad y capacidad de estiramiento y rebote. Recuperan su forma original una vez que se retira la fuerza que los deformaba. Comprenden los cauchos naturales obtenidos a partir de látex natural y sintético; entre estos últimos se encuentran el neopreno y el polibutadieno.

1.5. Material de desecho y residuos

El material de desecho y residuos difieren en la reutilización de la materia prima y el desecho que es enviado a la basura.

1.5.1. Diferencia ente desecho y residuo

Los desechos son la parte de la basura que no será reciclada, debido a que carece de utilidad o valor o son productos contaminantes o tóxicos, como ejemplo la basura hospitalaria, la radiactiva y los vertidos y materiales sólidos

de las diferentes industrias. En cambio, los residuos es la basura que puede tener una segunda vida, ya sea reutilizándola o reciclándola.

1.5.2. Desecho

Son desperdicios o sobrantes de las actividades humanas. Se clasifican en gases, sólidos y líquidos; y por su origen, en orgánicos e inorgánicos

1.5.2.1. Clasificación de desechos

Los desechos orgánicos pueden ser degradados por acción biológica, y están formados por residuos que se descomponen con el tiempo para integrarse al suelo, como los de tipo animal, vegetal y los materiales que contengan carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno. Es decir provienen de la materia viva e incluyen restos de alimentos, papel, cartón y estiércol.

Los desechos biodegradables se descomponen en forma natural, en un tiempo relativamente corto.

Los desechos no biodegradables no se descomponen fácilmente sino que tardan mucho tiempo en hacerlo.

1.5.2.2. Residuo

Es todo material que se produce en las actividades diarias y del que el usuario se debe desprender porque ha perdido su valor o deja de ser útil para quien lo posee.

1.6. Producción más Limpia

La producción más limpia puede ser aplicada a los procesos utilizados en cualquier industria, a los productos mismos y a varios servicios ofrecidos en la sociedad.

1.6.1. Definición

La producción más limpia es la aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva e integrada a procesos, productos y servicios para incrementar la eficiencia en general, y reducir los riesgos para los seres humanos y el ambiente.

1.6.2. Características

Las características que determinan la necesidad de implementar un proceso de producción más limpia son las siguientes:

- Procesos no orientados a reducir la generación de residuos
- No considera subproductos

1.6.3. Principios

Buenas prácticas de manejo: mejoras en las prácticas utilizadas y un mantenimiento apropiado pueden producir beneficios significativos. Estas opciones son de bajo costo.

Mejor control de proceso: modificación y optimización de procedimientos de trabajo, operación de la maquinaria y parámetros de operación para operar los

procesos con mayor eficiencia y minimizar las razones de generación de desechos y emisiones.

Sustitución de materias primas: cambio de materias primas por otras menos tóxicas, materiales renovables o con mayor vida de servicio.

Modificación de equipo: modificación del equipo de producción existente y su utilización, por ejemplo, añadiendo dispositivos de medición y control, de modo que el proceso opere a mayor eficiencia.

Cambios de tecnología: reemplazo de tecnología, cambios en la secuencia de los procesos y/o simplificación de procedimientos de modo que se minimice la generación de desechos y emisiones durante la producción.

Recuperación *in situ* y reutilización: reutilización de materiales de desecho en el mismo proceso u otras aplicaciones dentro de la empresa.

Producción de subproductos útiles: transformación de materiales de desecho en materiales que puedan ser reutilizados o reciclados para otras aplicaciones fuera de la empresa.

Modificación de productos: modificación de las características del producto de forma que se minimicen los impactos ambientales del mismo derivados de su uso o posterior a éste (disposición) o los impactos causados durante la producción del mismo.

1.6.4. Orientación

La producción más limpia puede aplicarse a cualquier proceso, producto o servicios, y contempla desde simples cambios en los procedimientos operacionales de fácil e inmediata ejecución, hasta cambios mayores, que impliquen la sustitución de materias primas, insumos o líneas de producción por otras más eficientes.

1.6.5. Beneficios

Los principales beneficios obtenidos, al implementar un programa de producción más limpia son:

- Prevención de la contaminación
- Recuperación del costo de la inversión
- Disminución de costos de producción
- Disminución de costos de tratamiento de efluentes
- Disminución consumo de agua
- Disminución consumo de energía
- Disminución consumo de materia prima
- Minimización de generación de residuos

1.6.6. Etapas

Las etapas para llevar a cabo un programa de producción más limpia son:

Etapas 1: Organizar el programa de producción limpia

Etapas 2: Análisis de los procesos del sistema

Etapas 3: Identificar opciones de mejora

Etapas 4: Seleccionar las mejoras viables

2. SITUACIÓN ACTUAL DEL ÁREA DE SOPLADO

2.1. Proceso de producción

A medida que el plástico extruido pasa por el troquel, alimenta una correa transportadora, en la cual se enfría, generalmente por ventiladores o por inmersión en agua, con éste procedimiento se produce la película para que pueda ser llevada a termoformación, también se pueden producir piezas como tubos, varillas, láminas y cordones.

Se usa principalmente para termoplásticos. La extrusión es el mismo proceso básico que el moldeado por inyección, la diferencia es que en la extrusión la configuración de la pieza se genera con el troquel de extrusión y no con el molde como en el moldeado por inyección.

- Procedimiento de operación
 - El gerente de planta entrega al supervisor en turno la orden de trabajo de extrusión, según la programación semanal de lo que se producirá en la planta. El supervisor en turno traslada esta información al operador de la extrusora para que prepare la máquina.

El operador de la extrusora verifica la formulación exacta según la orden de extrusión

Una vez llena la tolva le informa al operador para que arranque la máquina. Se dirige al panel principal y presiona el botón de arranque y verifica que el motor generador esté girando. Se posiciona en la parte superior del dado para recibir la burbuja o la película ya extruida. En este momento, inyecta aire comprimido para soplar la película, la recibe con las espátulas correspondientes y la pega al entubado existente en toda la máquina.

Se acerca al panel de control y enciende el motor superior que se encuentra en la torre que domina los rodillos superiores de la extrusora, conocidos como NIP ROLL (rodillos jaladores). Estos determinan el grosor de la película, relacionando velocidad de extrusión de la película con la velocidad de giro. Al mismo tiempo le da arranque a todos los rodillos del sistema de embobinado y al sistema de tratamiento de la película.

- Moldes de extrusión

El operador de la máquina y su auxiliar, como primer paso en este procedimiento, extraen los platos del *ring* de aire, la matriz y el dado, que son las partes importantes de la máquina extrusora de la siguiente manera: quitan las mangueras del ventilador, retiran los cables que sujetan el *ring* de aire a la base de la estructura de la extrusora, quitan los tornillos de la parte inferior del *ring* y lo dejan en el piso, aflojan la parte superior 48 del *ring* de aire desenroscándola y luego la quitan. Al llevar a cabo este paso deben ser muy cuidadosos porque el material, que es de aluminio, es muy delicado.

De aquí en adelante, deben ser precavidos. Deben utilizar guantes de asbesto para aflojar los tornillos de la base de la matriz, que son del centrado del dado, quitar la tuerca y la roldana que sujeta el dado con el muñón roscado del centro del cabezal. Además, deben programar la temperatura a 180 grados Celsius en el termorregulador de la última zona de la extrusora y esperar, como mínimo, 30 minutos para derretir el plástico que atrapa el dado dentro de la matriz.

Limpian el dado con una espátula de bronce y le pasan un wipe con gas querosén para quitar todo el plástico adherido, quitan los tornillos que sujetan la matriz del dado y desconectan los cables conductores de corriente que están conectados a las resistencias de la matriz del dado junto con la termocopla, la cual debe ser retirada.

- Proceso de termoformado

Procedimiento exclusivo para termoplásticos. La resina proporcionada en forma de finas láminas elaboradas por el proceso de extrusión se le calienta para poder conformarlo. Con aire a presión o vacío, se obliga a la hoja a cubrir la cavidad interior del molde y adoptar su configuración. Se utiliza para la fabricación en serie de diversos recipientes, como vasos, platos, copas y pequeñas botellas. Para ello se utilizan planchas o láminas del tamaño adecuado para 100 a 200 piezas.

- Procedimiento de operación

El gerente de planta entrega al supervisor en turno la orden de trabajo de termoformado, según la disponibilidad que se tenga de las bobinas extruidas. El supervisor en turno traslada esta información al operador de la

termoformadora para que prepare su máquina, según procedimiento establecido.

El operador de la termoformadora verifica la colocación correcta de la bobina en el conducto de alimentación de termoformado y enciende la máquina. Espera 20 minutos hasta que caliente y entonces la pone en funcionamiento termoformando la bobina que ha sido puesta en el ducto.

- Preparación de la maquina

Antes de poner en funcionamiento la máquina de termoformación, se deben realizar las revisiones indispensables, como el reapriete de los tornillos que sujetan los moldes de ambos lados, la temperatura del agua fría para que los moldes se enfríen adecuadamente, se revisa que no haya fugas de agua dentro del molde y se verifica el área de lubricación necesaria para el desplazamiento adecuado de los moldes. Luego, de que se enciende la máquina, se debe esperar 20 minutos hasta que caliente y la temperatura ascienda a un rango de 225 a 250 grados centígrados.

Luego de las revisiones anteriores se coloca la bobina en el ducto de alimentación de la máquina y se podrá empezar a sacar los primeros ciclos de producción de la película extraída.

- Moldes de termoformado

El operario debe asegurarse de que la máquina de termoformado esté totalmente apagada. El molde se forma de dos partes, una parte fija que está en posición horizontal y otra móvil que es la que se eleva verticalmente formando el producto. Cada una de las partes del molde esta sujeta por dos tornillos de

cada lado, se sujeta el molde con una cadena o polipasto para levantarlo, al estar sujeta la pieza se quitan los tornillos de los moldes, entonces, la pieza queda libre y puede ser removida con el polipasto, primero debe quitarse una parte y, luego, se repite el proceso con la otra pieza.

Habiendo quitado el molde anterior, se levanta el otro molde con el polipasto y se coloca en la máquina. Primero, se coloca la parte fija horizontal del molde y se aprietan los tornillos que la sujetan a la máquina. Después, se levanta la parte móvil y se coloca, también los tornillos deben sujetarse correctamente para que el molde no se mueva mientras la máquina está trabajando. Una vez se han colocado las dos piezas se puede encender la máquina y realizar las pruebas.

- Proceso de inyección

El proceso de inyección es el principal método de la industria moderna en la producción de piezas plásticas. La producción es en serie, principalmente se moldean termoplásticos y para el moldeo de los duroplásticos se tienen que realizar modificaciones.

El material plástico en forma de polvo o en forma granulada se deposita para varias operaciones, en una tolva que alimenta un cilindro de caldeo. Mediante la rotación de un husillo o tornillo sin fin, se transporta el plástico desde la salida de la tolva, hasta la tobera de inyección. Por efecto de la fricción y del calor la resina se funde paulatinamente, hasta llegar al estado líquido. El husillo, además del movimiento de rotación también desarrolla un movimiento axial para darle la presión necesaria a la masa líquida, de tal manera que llene el molde. De esta manera, actúa como un émbolo. Una vez se ha llenado el molde, el tornillo sin fin sigue presionando la masa líquida dentro del molde el

cual es refrigerado por medio de aire o por agua a presión hasta que la pieza se solidifica.

Las máquinas para este trabajo se denominan inyectora de husillo impulsor o de tornillo sin fin, también se le denomina extrusora en forma genérica.

Los elementos producidos mediante la inyección de plástico reemplazaron a una gran cantidad de elementos producidos con otros materiales, como madera y metal. No siempre este cambio fue favorable al artículo producido o el plástico utilizado no correspondía a las exigencias requeridas en las piezas originales

- Procedimiento de operación

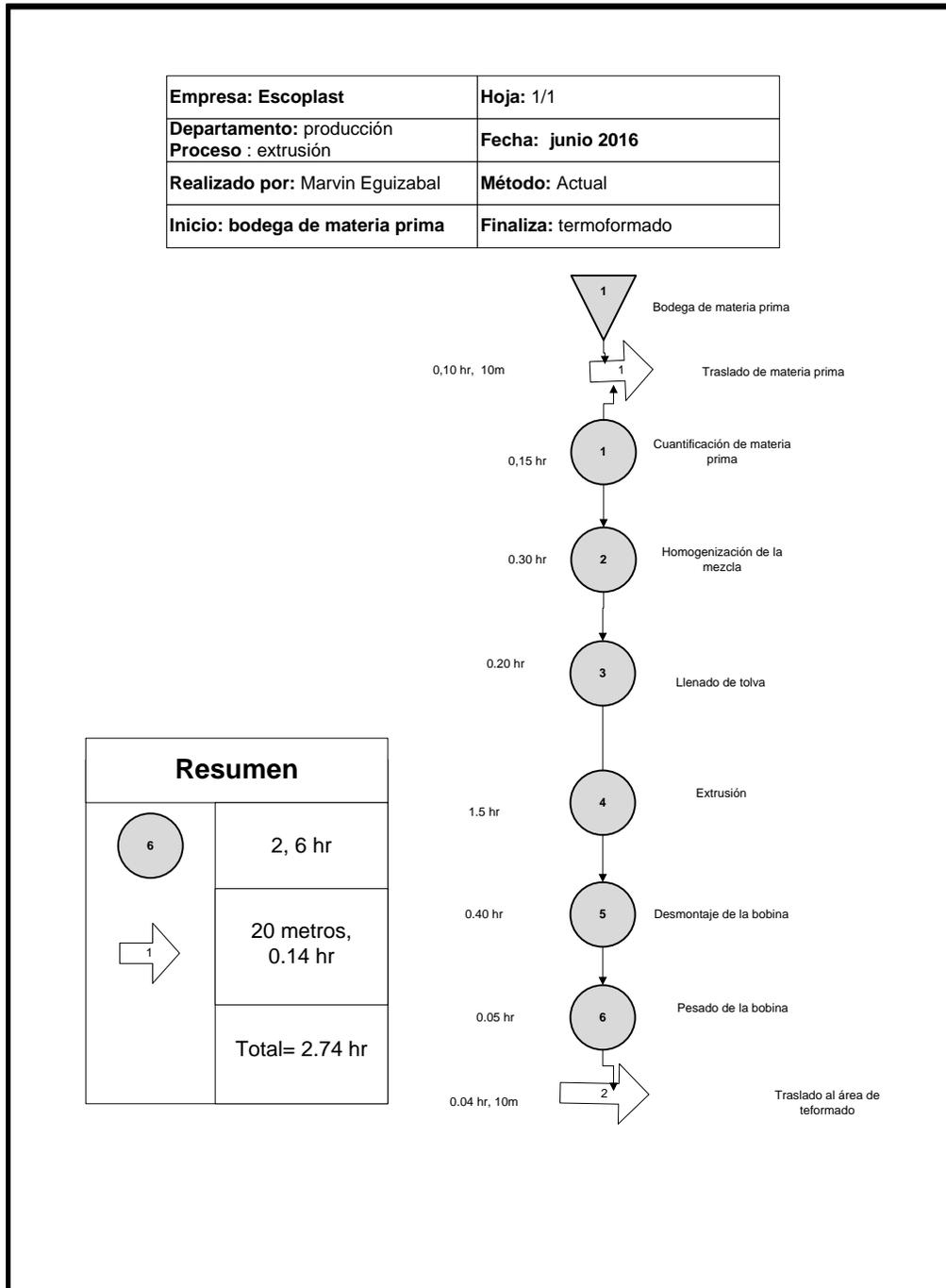
El Gerente de planta entrega al supervisor en turno la orden de trabajo de inyección.

El supervisor en turno traslada esta información al operador para que prepare su máquina. El operador de la inyectora verifica la formulación exacta según la orden de inyección

2.1.1. Diagramas del proceso

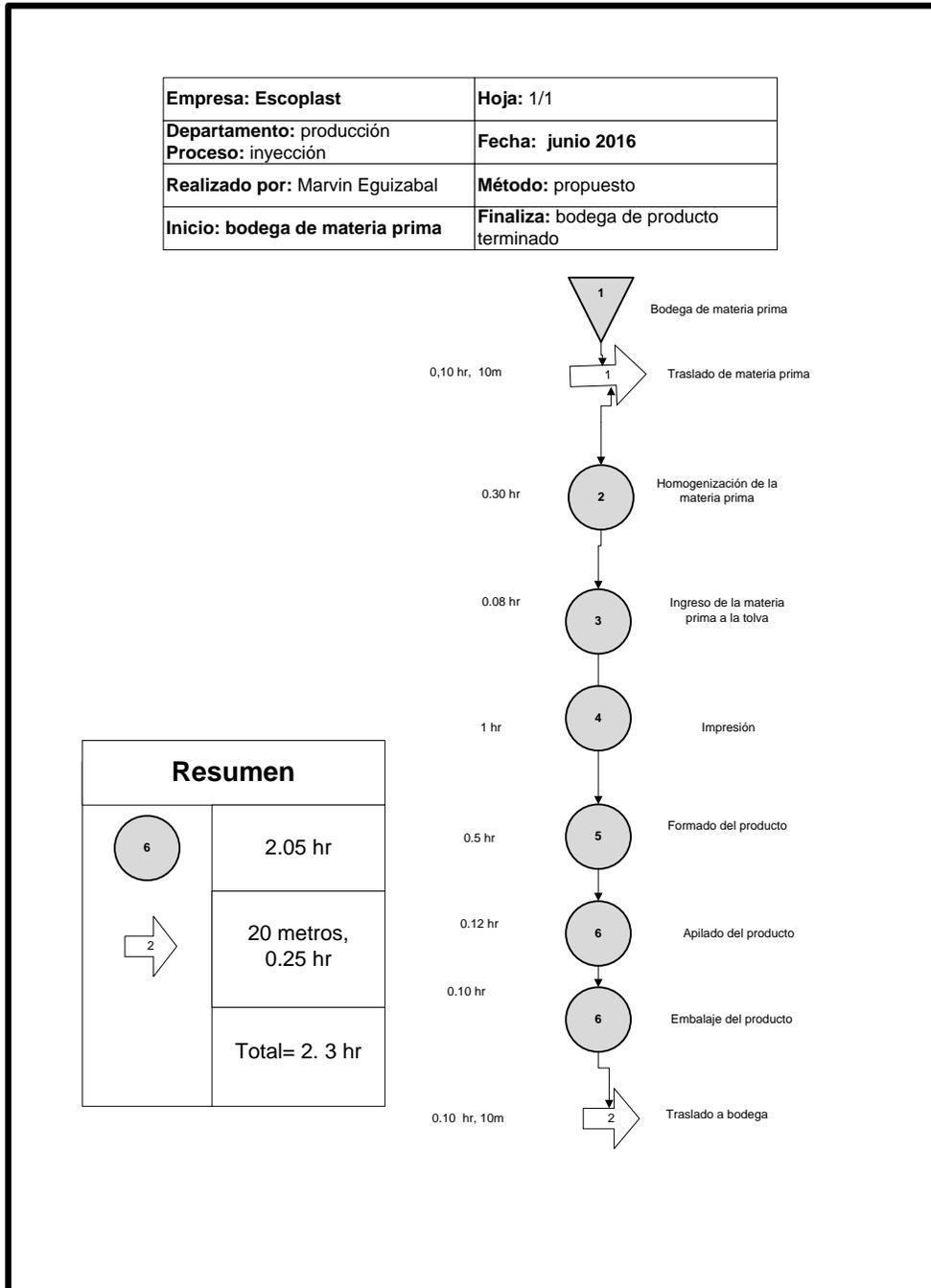
A continuación se presentan los diagramas de proceso de en la planta de producción.

Figura 5. Diagrama de flujo del proceso



Fuente: elaboración propia. Microsoft Visio 2010.

Figura 6. Diagrama de flujo del proceso

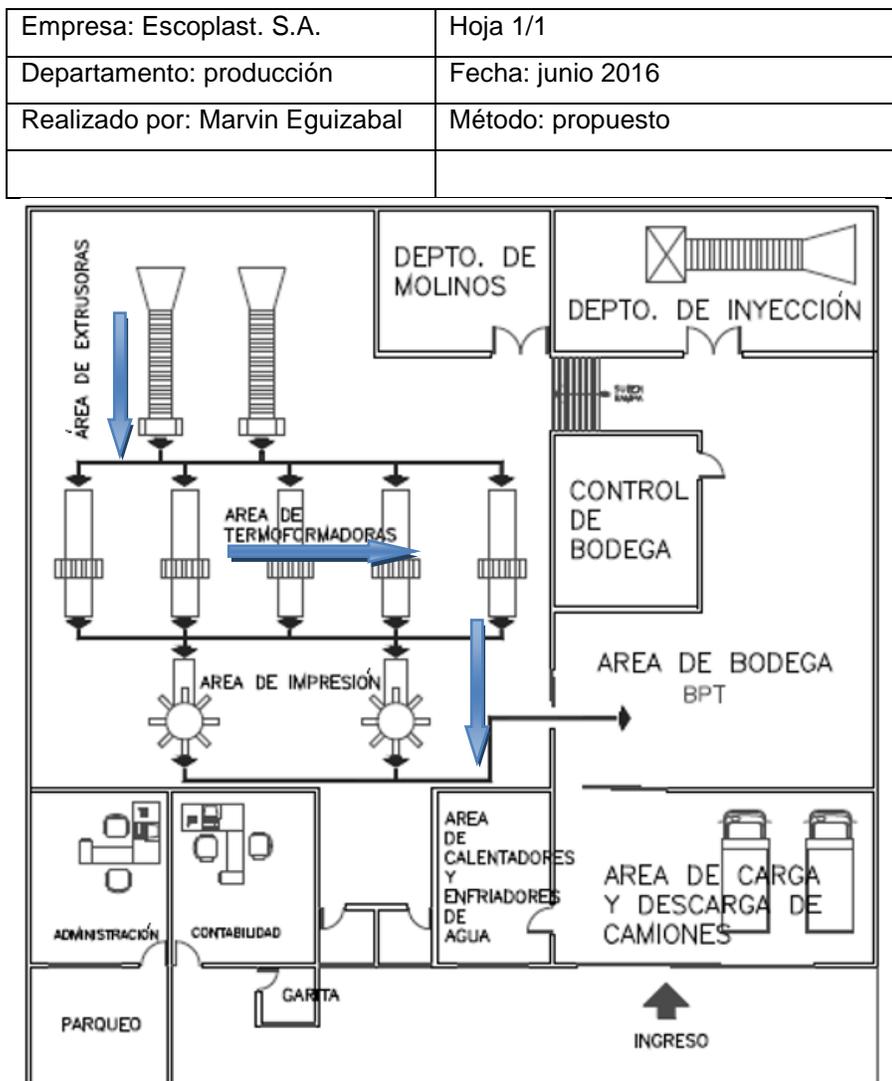


Fuente: elaboración propia. Microsoft Visio 2010.

2.1.2. Diagrama de recorrido

A continuación se presenta el diagrama de recorrido para los procesos de producción.

Figura 7. Diagrama de recorrido



Fuente: elaboración propia. Microsoft Visio 2010.

2.1.3. Maquinaria y equipo

Antes de poner en funcionamiento la máquina de inyección es necesario revisar el nivel del aceite hidráulico, presión y temperatura del agua ambiente que sirve para enfriar el aceite y la temperatura del agua fría que oscila entre tres y cinco grados centígrados la cual sirve para enfriar el proceso de moldeo y reapretar los tornillos que sujetan el molde de inyección. Luego se enciende la máquina y se espera veinte minutos para que llegue al punto de calentamiento adecuado en las áreas de fundición del plástico, que debe ser de 225 a 250 grados centígrados, aproximadamente.

- Moldes e inyección

El operario debe asegurarse de que la máquina de inyección esté totalmente apagada. El molde se forma de dos partes, una parte fija que está en posición vertical y otra móvil que se desplaza horizontalmente para formar el producto. Cada una de las partes del molde está sujeta por dos tornillos de cada lado. El molde se sujeta con una cadena o polipasto para levantarlo, una vez la pieza se ha sujetado, se quitan los tornillos de los moldes; entonces, la pieza queda libre y puede ser removida con el polipasto. Para ello, debe quitarse una parte primero y luego se repite el proceso con la otra pieza.

Habiendo quitado el molde anterior, se levanta el otro molde con el polipasto y se coloca en la máquina. Primero se coloca la parte fija vertical del molde y se aprietan los tornillos que lo sujetan a la máquina; después, se levanta la parte móvil y se le colocan los tornillos.

2.2. Insumos del proceso productivo

Para llevar a cabo el proceso productivo se requiere de materia prima, agua potable y energía eléctrica para el funcionamiento de la maquinaria y equipo.

2.2.1. Materia prima

La materia prima utilizada en la empresa en estudio para el proceso productivo se describe a continuación.

- Polietileno de baja densidad: el polietileno (PE) es un material termoplástico blanquecino, de transparente a translúcido, y es frecuentemente fabricado en finas láminas. Las secciones gruesas son translúcidas y tienen una apariencia de cera. Mediante el uso de colorantes pueden obtenerse una gran variedad de productos coloreados. El polietileno es químicamente el polímero más simple. Se representa con su unidad repetitiva o estructura química $(\text{CH}_2\text{-CH}_2)_n$. Dado que la producción mundial es de, aproximadamente, 80 millones de toneladas, es el más barato y uno de los plásticos más comunes. Es químicamente inerte. Se obtiene de la polimerización del etileno, del que deriva su nombre.

Por la polimerización de etileno pueden obtenerse productos con propiedades físicas muy variadas. Tienen en común la estructura química fundamental y, en general, tienen propiedades químicas de un alcano de peso molecular elevado. Este tipo de polímero se creó para usarlo como aislamiento eléctrico, pero después ha encontrado muchas aplicaciones en otros campos, especialmente, como película y para envases.

- En general hay dos tipos de polietileno, los cuales son:
 - Conocido por las siglas LDPE, que corresponden a su nombre en inglés, se produce a partir del gas natural o el petróleo. Su estructura es de cadena enramada. Es muy versátil y se procesa de diversas formas: inyección, soplado, extrusión y rotomoldeo. Su transparencia, flexibilidad, tenacidad y economía permiten que se utilice solo o combinado con otros materiales y en variedad de aplicaciones, para fabricar diversidad de envases. Entre los productos más conocidos están: bolsas de todo tipo, películas para agro, embasamiento automático de alimentos y productos industriales. Algunas de sus características más comunes son:
 - No tóxico
 - Flexible
 - Liviano
 - Transparente
 - Inerte (al contenido)
 - Impermeable
 - Poca estabilidad dimensional, pero fácil procesamiento
 - Bajo costo
 - Resistente a las bajas temperaturas
- Polietileno de alta densidad: conocido por las siglas HDPE que corresponden a nombre en inglés. El polietileno de alta densidad es un termoplástico fabricado a partir del etileno, elaborado a partir del etano, uno de los componentes del gas natural y el petróleo. Tiene esencialmente una estructura de cadena recta, posee una densidad igual o menor a 0.941 g/cm³. Tiene bajo nivel de ramificaciones, por lo cual

su densidad es alta, las fuerzas intermoleculares son altas también. Es muy versátil y se lo puede transformar de diversas formas: inyección, soplado, extrusión, o rotomoldeo.

Envases para: detergentes, lavandina, aceites automotor, champú, lácteos, bolsas para supermercados, bazar y menaje, cajones para pescados, gaseosas y cervezas, baldes para pintura, helados, aceites, tambores, caños para gas, telefonía, agua potable, minería, drenaje y uso sanitario, macetas, bolsas tejidas. Algunas de sus principales características son:

- Alta resistencia a la tensión; compresión, tracción
 - Baja densidad en comparación con metales u otros materiales
 - Impermeable
 - Inerte (al contenido), baja reactividad
- Aditivos: son productos utilizados para modificar y mejorar las propiedades de las bolsas plásticas frente a las fuerzas de tensión y otros factores que determinan la calidad del producto terminado. Entre los aditivos más comunes están el *masterbatch*, carbonato y antiblock.

2.2.1.1. Manejo y control

Se tiene un área designada para el almacenamiento de la materia prima. Está aislada del contacto de calor y solo el personal de bodega tiene acceso al manejo de la materia prima.

2.2.2. Agua potable

En la empresa en estudio se utilice agua potable municipal. Cuenta con cisterna propia para el área administrativa la cual tiene capacidad para 1 000 litros.

2.2.2.1. Utilización y costo

El consumo promedio es de 100 metros cúbicos al mes, lo que representa un costo promedio de Q 1 000,00 – Q 1 500,00.

2.2.3. Energía eléctrica

Otro costo importante es el de la energía eléctrica. La mayoría de las operaciones que intervienen en el proceso de producción son realizadas por máquinas que derivan su funcionamiento de la electricidad. Actualmente, la empresa paga servicio eléctrico por la nave industrial utilizada como bodega y por la que alberga la maquinaria de extrusión y corte, para lo cual posee un contrato industrial.

2.2.3.1. Utilización y costo

Los costos de energía eléctrica son altos debido a que los extrusores y cortadoras funcionan a través de resistencias eléctricas que proveen la energía necesaria a los hornos, moldes y selladoras para realizar el trabajo en el plástico.

2.3. Material de desecho y residuos

En los proceso de inyección, a la máquina, ingresa la mitad de materia prima virgen y la mitad de material reprocesado que cumpla con el color que se indique en la orden de trabajo.

2.3.1. Manejo de desechos

Todo el material de desecho en el proceso de producción es reutilizado en la línea de producción, combinando material nuevo para optimizar el consumo de materia prima.

2.3.2. Identificación de desechos

El material de desecho se genera en la maquina extrusora representa un 20 % de material reutilizable en el proceso de producción, según datos de la empresa en estudio.

2.3.3. Manejo de residuos

Los residuos que no pueden ser utilizados para un reproceso, son clasificados en el área de desechos para su disposición final.

2.3.4. Identificación de residuos

Los residuos son materiales que durante el proceso productivo, por una u otra razón, no pueden ser considerados productos terminados. Esa es su característica principal.

2.4. Análisis del proceso productivo

A continuación se presenta el análisis para determinar la causa de la generación de desecho en el proceso.

2.4.1. Análisis FODA

La herramienta de identificación de Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas, FODA, permite establecer y analizar la situación actual competitiva de una organización. Esta herramienta es un marco conceptual para un análisis sistemático que facilita el ajuste entre amenazas y oportunidades externas con las debilidades y fortalezas internas de la organización; lo anterior referido en una matriz.¹

- Fortalezas
 - Amplio conocimiento tanto del proceso productivo como de la cadena de abastos, ya que por la cantidad de tiempo en el mercado se ha logrado realizar este tipo de relaciones.
 - Personal altamente calificado, además de fidelidad a la empresa debido al clima laboral que en ella se encuentra.
 - Rentabilidad de la empresa durante mucho tiempo en el mercado demostrando ser una empresa competitiva en el mercado.
 - Reconocimiento de la calidad del producto a través de los clientes.

¹ Fuente: RODRIGUEZ VALENCIA, Joaquín. Administración moderna de personal. p. 12.

- Oportunidades
 - Demanda constante de productos plásticos
 - Posibilidad de desarrollo del mercado.
 - Disponibilidad de capacitar al personal en el INTECAP.
 - Dar valor agregado a los productos mediante la utilización de materiales de primera calidad, además de mejorar los tiempos de entrega de los productos a los clientes.

- Debilidades
 - Falta de innovación de productos, lo cual hace la empresa tradicionalista en el mercado, necesita diversificarse para expandir la empresa y ser más rentable.

 - Carencia de un departamento definido para verificar la calidad y seguridad e higiene industrial. Esto ha generado que el cliente reciba producto defectuoso y un clima organizacional hostil debido a que no existe un control de los accidentes que generen tanto las condiciones como las acciones adecuadas en las áreas de trabajo.

 - Inexistencia de un compromiso integrado de toda la empresa para conseguir objetivos de calidad. Esto genera descontento del cliente, ya que el producto, a veces, ha llegado fuera de sus especificaciones.

 - Alta resistencia al cambio al implementar cualquier proyecto nuevo dentro de la empresa.

- Amenazas
 - Crecimiento descontrolado de la competencia porque no existen barreras de entrada para los nuevos participantes.
 - El encarecimiento de las materias primas propicia que la empresa aplique estrategias de supervivencia y debido a la competencia los precios deben bajar, pero los costos cada vez son mayores.
 - Debido a la crisis económica del país, cada vez es más difícil vender productos lo cual puede propiciar la quiebra de la empresa.

Figura 8. FODA

		OPORTUNIDADES			AMENAZAS		
		Demanda constante de productos plásticos	Solidez institucional de clientes.	Disponibilidad de capacitar al personal técnico y administrativo con ayuda de INTECAP.	Crecimiento y fortalecimiento de la competencia	Encarecimiento, falta de inspección de las materias primas	La crisis económica del país hace cada vez más difícil vender productos
		O1	O2	O3	A1	A2	A3
FORTALEZAS							
Amplio conocimiento tanto del proceso productivo como de la cadena de abastos	F1	<i>Mejorar el sistema de incentivos para la fuerza de ventas por medio de un programa de motivación (O1, F1, F2, F3)</i>			<i>Utilizar la imagen de calidad que posee la empresa ante los competidores (A2, F3)</i>		
Personal calificado	F2	<i>Manejar una buena estrategia de precio diferencial a partir de nuestros productos certificados (O2, F1)</i>			<i>Personalizar el servicio y atención para los clientes fortaleciendo al equipo de ventas mediante el uso de programas de servicio al cliente (A3, F2)</i>		
Reconocimiento de la calidad del producto por los clientes	F3	<i>Utilizar el marketing de servicios en cada una de sus fases como estrategia competitiva de mantenimiento y desarrollo en su mercado objetivo. (O3, F3)</i>					
DEBILIDADES							
Desperdicio de materia prima	D1	<i>Supervisar y evaluar el desempeño mediante sistemas de control definido. (O1, D3)</i>			<i>Crear negociaciones con los proveedores de materias primas de la empresa para mejorar precios. (A1, D3)</i>		
Alta resistencia del personal al realizar un nuevo proceso	D2	<i>Crear un sistema de motivación del personal (O1, D2)</i>			<i>Crear una oferta irresistible para el cliente garantizando el servicio y entrega puntual, utilizando los medios promocionales disponibles (A3, D3)</i>		
Clientes insatisfechos por la entrega de producto defectuoso	D3	<i>Promover una cultura de servicio (O3, D2)</i>					

Fuente: elaboración propia.

2.4.2. Diagrama de Pareto

El índice de producción bajo se debe a que las máquinas no están funcionando. Las causas se clasifican de la siguiente manera:

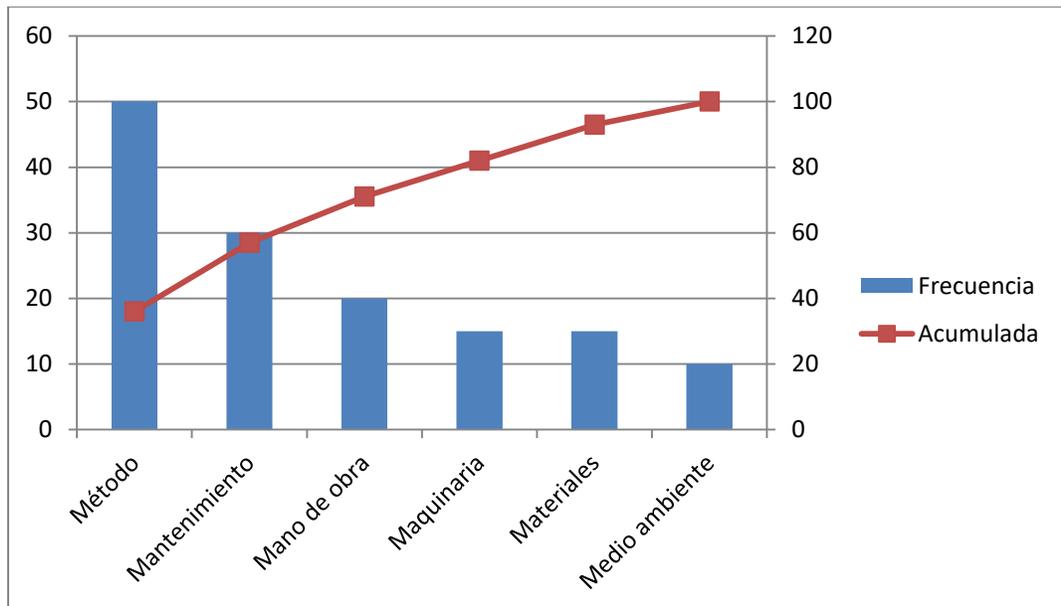
- Maquinaria. Está en mal estado, es obsoleta y recibe mantenimiento inadecuado. Por esas razones falla.
- Mano de obra. No está calificada para hacer el trabajo. Operan la maquinaria de forma incorrecta y carece de capacidad para seguir las instrucciones del supervisor.
- Materiales. El producto no se mezcla adecuadamente, cuando se hace la homogenización por lo que la película sale dañada y se pierda tiempo en el reproceso.
- Método. No hay un estándar de calidad que se pueda seguir para que el producto sea de buena calidad, no hay documentación en la cual el operador se pueda apoyar para hacer su trabajo.
- Mantenimiento. No se cuenta con programación para mantenimiento preventivo, no hay repuestos para sustituir las piezas dañadas por lo que deben mandar a fabricarlas. El personal que repara las máquinas no está capacitado.
- Medio ambiente. La temperatura y la iluminación son inadecuadas.

Tabla I. **Frecuencia y porcentaje de paro de producción**

No.	Razón del paro de la producción	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
1	Método	50	36	0,36
2	Mantenimiento	30	21	0,57
3	Mano de obra	20	14	0,71
4	Maquinaria	15	11	0,82
5	Materiales	15	11	0,93
6	Medio ambiente	10	7	1

Fuente: elaboración propia.

Figura 9. **Frecuencia y porcentaje acumulado**



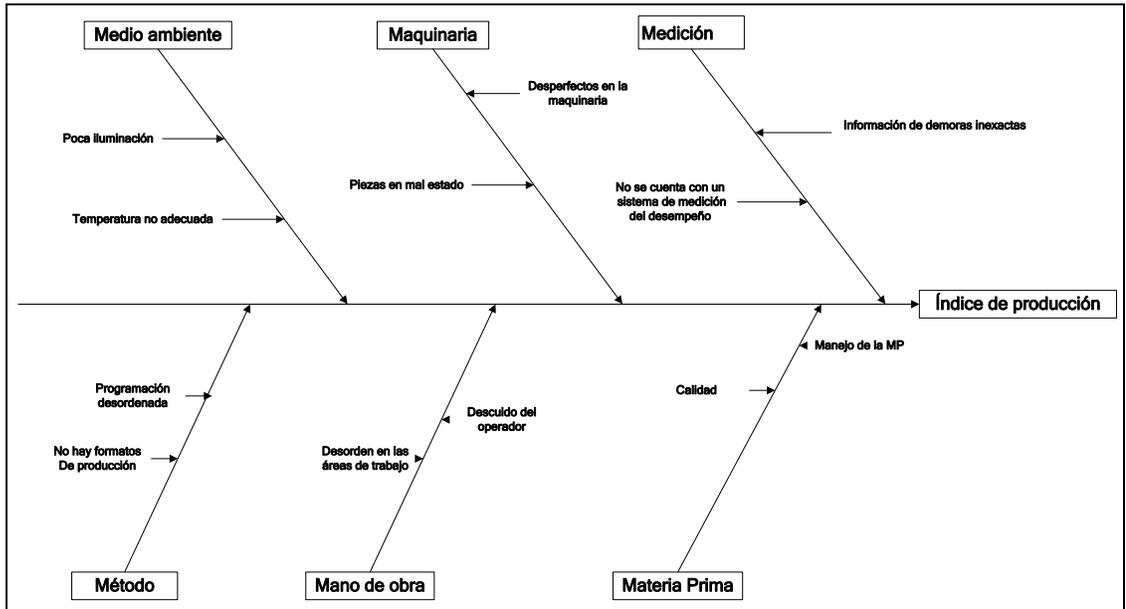
Fuente: elaboración propia.

2.4.3. Diagrama Ishikawa

El índice de producción bajo se debe a que las máquinas no están funcionando. Las causas se clasifican de la siguiente manera:

- Maquinaria. Está en mal estado, es obsoleta y recibe mantenimiento inadecuado. Por esas razones falla.
- Mano de obra. No está calificada para hacer el trabajo. Operan la maquinaria de forma incorrecta y carece de capacidad para seguir las instrucciones del supervisor.
- Materiales. El producto no se mezcla adecuadamente, cuando se hace la homogenización por lo que la película sale dañada y se pierda tiempo en el reproceso.
- Método. No hay un estándar de calidad que se pueda seguir para que el producto sea de buena calidad, no hay documentación en la cual el operador se pueda apoyar para hacer su trabajo.
- Mantenimiento. No se cuenta con programación para mantenimiento preventivo, no hay repuestos para sustituir las piezas dañadas por lo que deben mandar a fabricarlas. El personal que repara las máquinas no está capacitado.
- Medio ambiente. La temperatura y la iluminación son inadecuadas.

Figura 10. Diagrama de Ishikawa



Fuente: elaboración propia.

3. PROPUESTA PARA REDUCIR EL MATERIAL DE DESECHO

3.1. Manejo del material de desecho y residuos

El jefe de producción se encargará del manejo del material de desecho y residuos en el área de producción. Para ello, designará operarios que recolecten todo el material para reproceso el cual se mezcla con la materia prima nueva para optimizar las operaciones.

3.1.1. Reciclaje del material de desecho

Una de las formas para definir un óptimo reciclado consiste en la separación de los materiales por reciclar. La importancia de la separación como control por evaluar radica en que, si existen otros polímeros presentes, podría perjudicar el proceso de reciclado o empeorar la calidad del producto final.

- **Sistemas de flotación.** Estos sistemas difieren entre una industria y otra, pero operan con la finalidad de separar diferentes polímeros o elementos que puedan perjudicar el reciclado. Estos sistemas operan siempre que el elemento por reciclar haya sido reducido de tamaño y algunos son capaces de separar el PET del PP y del PEBD presente en el taponado y etiquetado de los envases respectivamente. De esta forma, los sistemas cumplen con su finalidad. El proceso se lleva a cabo en tinas de flotación vibratorias con bandas transportadoras o con equipos de separación por burbujeo, donde el PET

con una densidad mayor cae al fondo y es recogido por un tornillo sin fin, logrando así su separación.

- Método Hunde/Flota. Este método permite discernir a los polímeros según su densidad. Se emplean varios líquidos de flotación con densidades, controladas mediante sales o alcoholes, intermedias entre diferentes clases de polímeros. Los que tengan la densidad igual o menor que la solución flotarán, mientras que los restantes se hundirán. Si la mezcla no se separa fácilmente, quizás se necesiten una serie de hidrociclones para los flujos pesados y ligeros con el proceso ajustado según la mezcla de envases. Durante el desarrollo de éste método se nota que la botella PET y su tapa (PP); van juntas en el molino y es en el proceso de flotación donde se separan ambos tipos de plásticos.
- Hidrociclones. Son alternativas para el proceso de limpieza durante el reciclado. La limpieza del PET es un parámetro por medir, y por ello existen varias alternativas para lograr una máxima eficiencia en la limpieza del mismo.

3.1.2. Control de residuos

La separación en la fuente es la base fundamental de la adecuada gestión de residuos y consiste en la separación inicial de manera selectiva de los residuos sólidos no peligrosos, de los peligrosos, procedentes de cada una de las áreas generadoras dentro de la empresa. Así da inicio una cadena de actividades y procesos cuya efectividad depende de la adecuada clasificación de los residuos.

Después de los procesos que evitan y minimizan la generación de residuos y que favorecen una correcta separación en la fuente, se debe

disponer de recipientes adecuados, de material resistente, que no se deterioren con facilidad y cuyo diseño y capacidad optimicen el proceso de almacenamiento.

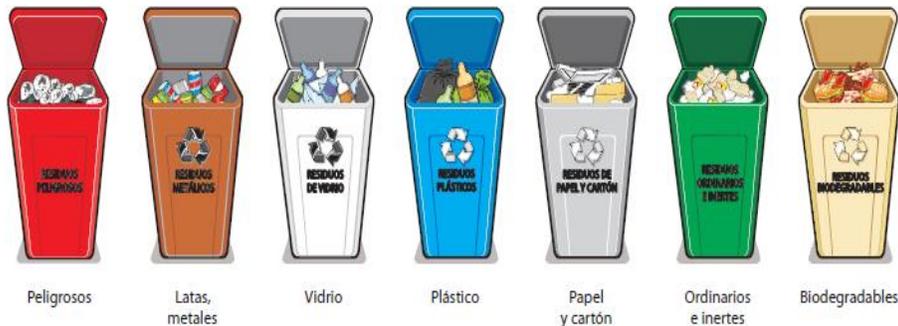
El diagnóstico que debe hacer el jefe de producción en conjunto con los jefes de área, es definir la cantidad de recipientes existentes y cuáles son los que se requieren para la separación adecuada de los residuos en todas las áreas de la organización. Algunos recipientes son desechables y otros reutilizables, pero todos deben cumplir con el color correspondiente a la clase de residuos que se va a depositar en ellos, como se ilustra en la figura 10. A esto se le denomina código de colores. Este aspecto no es obligatorio, pero sí importante. Además, los recipientes deben ser visibles y estar ubicados estratégicamente en las instalaciones de la organización.

Para facilitar el proceso de separación en la fuente, es conveniente que los recipientes estén rotulados, de acuerdo con los siguientes aspectos:

- Tipo de residuo que se dispondrá y su lista correspondiente
- Símbolo asociado, en caso de tener uno establecido

Si los recipientes que posee la empresa no cumplen con el código de colores, pueden pintarse, emplear cintas adhesivas visibles o utilizar el fondo del rótulo para establecer el color correspondiente al tipo de residuo.

Figura 11. **Recipientes utilizados para separación de los residuos sólidos y su código de colores**



Fuente: NTC 5167.

- Se deben colocar recipientes de color verde en los lugares donde se genere residuos no peligrosos, como servilletas, empaques de papel plastificado, plástico no reciclable, papel carbón, envases *tetrapack*, estos se deben ubicar en oficinas y cafetería.
- Los recipientes de color crema, para residuos biodegradables, se colocan donde se producen residuos de alimentación, como la cafetería, antes y después de su preparación, residuos vegetales, material de poda y jardín.
- Los recipientes de color gris, para todo tipo de cartón limpio y seco, deben colocarse en las oficinas, áreas de producción, cafetería, bodega.
- Los recipientes de color azul se utilizan para plástico. Estos deben ubicarse en la cafetería, área de producción, oficinas administrativas.
- Los recipientes de color blanco se utilizan para envases y frascos de vidrio, latas metálicas. Deben ubicarse en áreas de producción, bodega, cafetería.
- Los recipientes biodegradables se ubican el área de producción.

3.2. Método Nuevo

El jefe de producción entrega al supervisor en turno la orden de trabajo de extrusión, según la programación semanal de pedidos.

El operador de la extrusora verifica la formulación y llena la tolva con el material necesario. Una vez llena la tolva se arranca la máquina. En el panel principal selecciona el botón de arranque y verifica que el motor generador esté girando. Se posiciona en la parte superior del dado para recibir la burbuja o la película ya extruida.

Se inyecta aire comprimido para soplar la película, la recibe con las espátulas correspondientes y la pega al entubado existente en toda la máquina.

En el panel de control enciende el motor superior que se encuentra en la torre que domina los rodillos superiores de la extrusora, éstos son los que determinan el grosor de la película, relacionando velocidad de extrusión de la película con la velocidad de giro

El operario revisa que la materia prima este ingresada correctamente en la tolva mezcladora y que las cantidades de materia virgen y material reprocesado sean las correctas.

Posteriormente el operador de extrusión acciona manualmente el interruptor principal de la máquina, luego se dirige hacia el panel de operación del mismo y establece la temperatura de cada una de las secciones del tornillo fundidor que varían entre 230° a 260° grados centígrados distribuidas en 15

zonas de diferentes temperaturas. Luego, ajusta el calibre de la lámina en el cabezal que contiene el dado de extrusión.

El operador enciende cada uno de los ventiladores del tornillo fundidor y verifica que estén operando, también enciende el ventilador del cabezal o dado y verifica el funcionamiento del mismo. Espera durante 45 minutos que los pirómetros le den aviso para operar la máquina.

Mientras está esperando el tiempo de calentamiento, el operador y el auxiliar verifican la limpieza del dado o molde de extrusión, así como el control continuo de todos los parámetros de la máquina.

- Proceso de termoformado. El jefe de producción entrega al operario la orden de trabajo termoformado, según la disponibilidad que se tenga de las bobinas extruidas. El operador de la termoformadora verifica la colocación correcta de la bobina en el conducto de alimentación de termoformado y enciende la máquina. Espera 20 minutos hasta que esté caliente y, entonces, la pone en funcionamiento para termoformar la bobina puesta en el ducto.

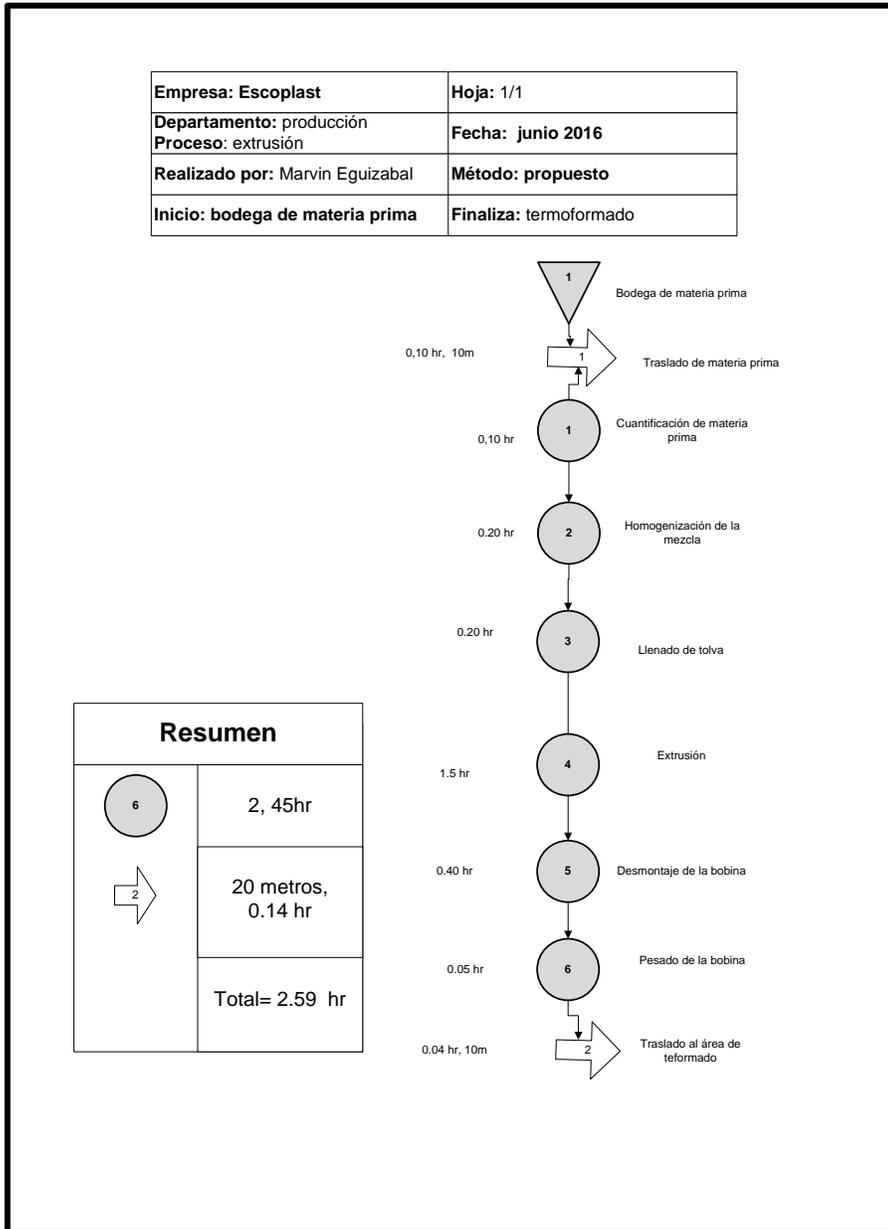
3.2.1. Diagrama de operaciones

A continuación se presentan los diagramas de las operaciones mejoradas en el área de producción.

- Cambios realizados para la mejora en el tiempo del proceso de extrusión:
 - La cuantificación de la materia prima y el reproceso debe calcularse desde que se despacha en bodega.

- Durante la homogenización de la mezcla de la materia prima se debe revisar la corrección de la mezcla, antes de llenar la tolva (tareas simultáneas).
- Al ingresar la mezcla a la tolva de una vez revisa que cubra todo el espacio en ella para evitar desperdicios.
- La nueva ubicación de las máquinas termoformadoras ahorra tiempo en la distancia de transporte.

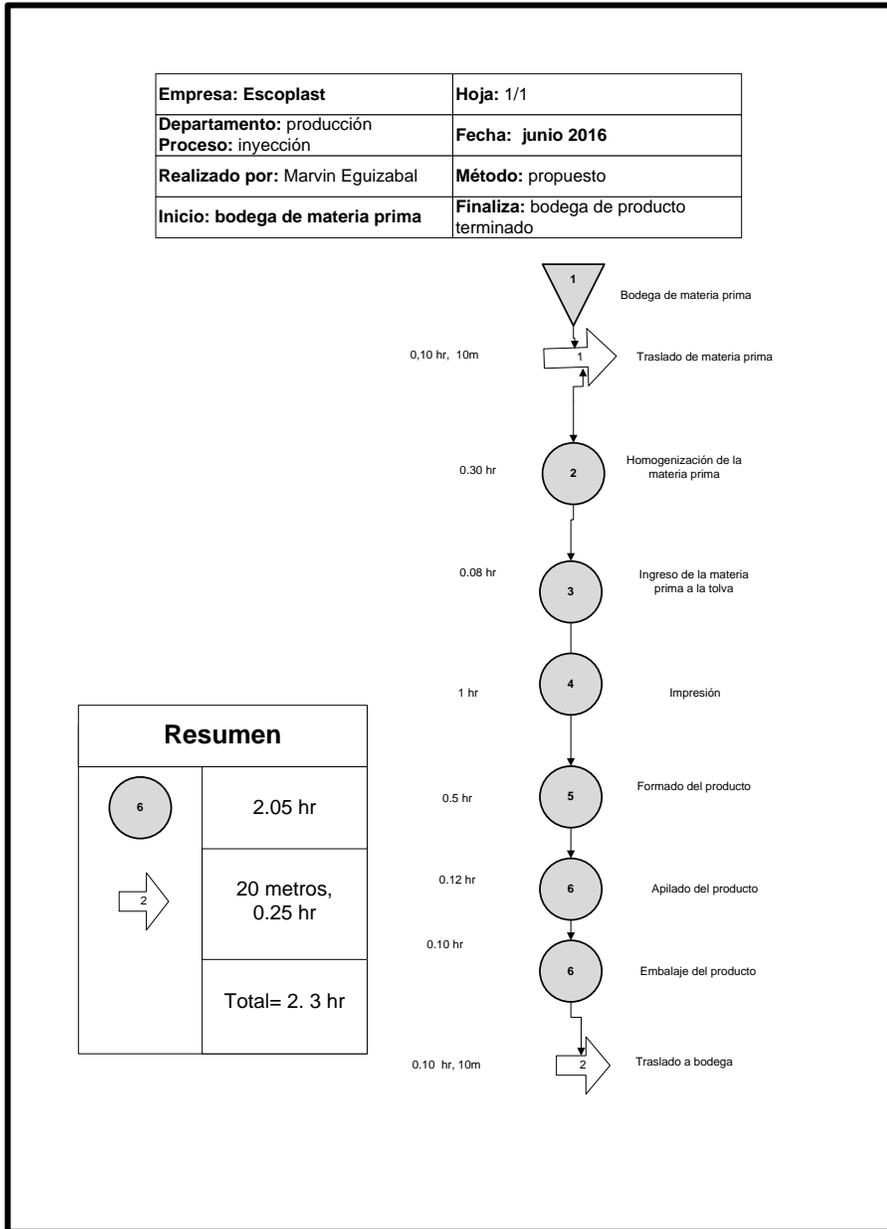
Figura 12. Diagrama de flujo del proceso propuesto



Fuente: elaboración propia. Microsoft Visio 2010.

- Cambios realizados para la mejora en el tiempo de impresión:
 - Los diseños, los sellos y los negativos deben estandarizarse para tener siempre los mismos diseños y no perder tiempo en hacer un diseño exclusivo para cada producto.
 - La distancia del área de termoformado a la de impresión es más corta.
 - Se logra reducir tiempo en hacer tareas simultáneas.

Figura 13. Diagrama de flujo del proceso propuesto



Fuente: elaboración propia. Microsoft Visio 2010.

3.2.3. Maquinaria y equipo

Antes de encender la máquina extrusora el operario se asegurará de que la materia prima esté ingresada correctamente en la tolva mezcladora y que las cantidades de materia virgen y material reprocesado sean correctas.

Después, el operador de extrusión acciona manualmente el interruptor principal de la máquina. Luego, se dirige hacia el panel de operación y establece la temperatura de cada una de las secciones del tornillo fundidor que varían entre 230° a 260° grados centígrados distribuidas en 15 zonas de diferentes temperaturas. Luego, ajusta el calibre de la lámina en el cabezal que contiene el dado de extrusión.

El operador enciende cada uno de los ventiladores del tornillo fundidor y verifica que estén operando. También enciende el ventilador del cabezal o dado y verifica el funcionamiento del mismo. Espera durante 45 minutos que los pirómetros le den aviso para operar la máquina.

Mientras está esperando el tiempo de calentamiento, el operador y el auxiliar verifican la limpieza del dado o molde de extrusión y el control continuo de todos los parámetros de la máquina.

- Ajustes y cambio de los moldes de extrusión. El operador de la máquina junto con su auxiliar, primero, extraen de los platos del *ring* de aire, la matriz y el dado, que son las partes importantes de la máquina extrusora, de la siguiente manera: quitan las mangueras del ventilador, retiran los cables que sujetan el *ring* de aire a la base de la estructura de la extrusora, quitan los tornillos de la parte inferior del *ring* y lo dejan en el piso; aflojan la parte superior del *ring* de aire desenroscándola y luego la

quitan. En este paso deben ser cuidadosos ya que el material es muy delicado porque es de aluminio.

En adelante deberán tomar precauciones, como ponerse guantes de asbesto, porque tienen que aflojar los tornillos de la base de la matriz que son del centrado del dado y quitar la tuerca y la roldana que sujeta el dado con el muñón roscado del centro del cabezal. Deben programar la temperatura a 180 grados Celsius en el termorregulador de la última zona de la extrusora y esperar 30 minutos como mínimo para derretir el plástico que atrapa el dado dentro de la matriz.

Limpian el dado con una espátula de bronce y le pasan un *wype* con gas querosén para quitar todo el plástico adherido. QUITAN los tornillos que sujetan la matriz del dado y desconectan los cables conductores de corriente que están conectados a las resistencias de la matriz del dado junto con la termocopla, la cual debe ser retirada.

Colocan las argollas a la matriz del dado y le introducen un tubo a través de éstas, levantan el tubo para extraer la matriz, con ayuda del auxiliar de extrusión colocan la matriz en el piso y quitan las argollas para limpiar la base de la matriz con una espátula de bronce, luego, con un *wipe* con gas querosén.

Después de la limpieza de estas piezas, como segundo paso en este procedimiento se coloca el dado y platos en el *ring* de aire de la siguiente manera: colocan las dos argollas en la matriz del dado que cambiarán, le introducen un tubo y la levantan para colocarla en la base del cabezal con cuidado de no topar la matriz con el cabezal o el perno para no dañarla. QUITAN las argollas a la matriz y le colocan los tornillos a la matriz bien apretados.

3.3. Recursos a optimizar

Se debe optimizar la materia prima en la reutilización de todo el desecho que se encuentre en buenas condiciones para la máquina y se debe reducir el consumo de agua potable y energía eléctrica.

3.3.1. Materia prima

A la máquina se ingresará la mitad de materia prima virgen y la otra de material reprocesado, siempre que cumpla con el color que se indique en la orden de trabajo.

Para el almacenamiento adecuado se deben evaluar características intrínsecas a los bienes, como forma, tamaño, peso, comportamiento con la temperatura y humedad, etc.

- De acuerdo con la forma y / o tamaño. Esta característica también indica la forma del espacio donde se almacenarán los productos. Se puede apilar cierta cantidad de productos empacados en cajas, según las especificaciones de resistencia, para que mantengan la seguridad.

Cuando la forma es irregular, se debe poseer espacio suficiente para distribuir en un solo plano los productos.

- De acuerdo con el peso. Esta característica indica la capacidad de carga del espacio donde se almacenarán.

Además, los elementos sumamente pesados no deben ser puestos en espacios elevados, la altura máxima será por debajo de la estatura media de un hombre, pero lo recomendable es que estén a nivel del suelo.

3.3.1.1. Porcentaje de reducción esperado

El promedio mensual de consumo de materia prima es de 300 000 libras. La empresa, por medio de su dirección, estima que tiene una merma de 2 % mensual en comparación con el 5% que actualmente tiene. De esta manera se reduce en un 3%.

3.3.2. Agua potable

Para detectar las fugas se deben utilizar sensores pre localizadores, colocados en diferentes puntos de la red de servicio. Posteriormente, mediante equipo de correlación y localizadores acústicos, se determina el punto exacto de la fuga.

En el mercado existen diferentes marcas de equipo de detección de fugas. A continuación se presentan la descripción de los equipos.

- Sistema de detección de fugas Permanent. Es un sistema que detecta e informa remotamente de la aparición de una nueva fuga. Es un dispositivo inteligente y activo, que no necesita que se le patrulle, se le programe o interprete. Dispone de funcionalidades que, por un lado, incrementan la certidumbre de que la alarma generada se corresponde concuna posible fuga, evitando falsos positivos y, por otro, ayudan a precisar la localización del punto exacto de la fuga.

Figura 15. **Sistema de detección de fugas en tuberías**



Fuente: <http://www.mejoras-energeticas.com>. Fecha de consulta: junio 2016.

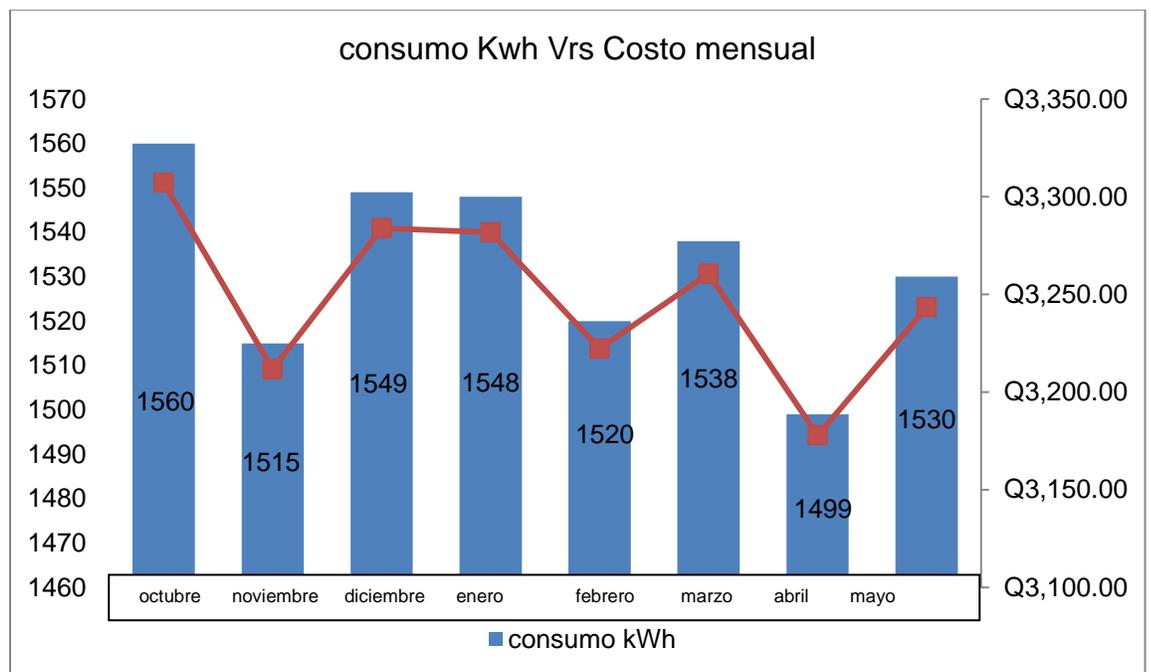
3.3.2.1. Porcentaje de reducción esperado

La dirección de la empresa en estudio determina que el consumo promedio de agua potable es de 100 metros cúbicos. Con la utilización de equipos para la detección de fugas se espera la reducción en 10 % para el ahorro.

3.3.3. Energía eléctrica

A continuación, se presenta el consumo de energía eléctrica en la empresa durante los meses de enero octubre- diciembre 2015- enero-mayo 2016. Los datos fueron proporcionados por la gerencia general. Como se puede observar, la factura de energía eléctrica está en un promedio de Q 3 250, al mes. Este gasto elevado preocupa a la empresa porque debe ajustarse a su presupuesto trimestral. Por esta razón, busca fuentes ahorrativas de energía eléctrica dentro de la planta de producción.

Figura 16. **Gráfico de consumo mensual versus costo mensual**



Costo promedio Q 3 250. Datos promocionados por la empresa.

Fuente: elaboración propia.

3.3.3.1. Porcentaje de reducción esperado

Se espera tener un ahorro del 30% en el consumo de energía eléctrica por medio de cambio de luminarias ahorradoras, así como el uso de la iluminación natural.

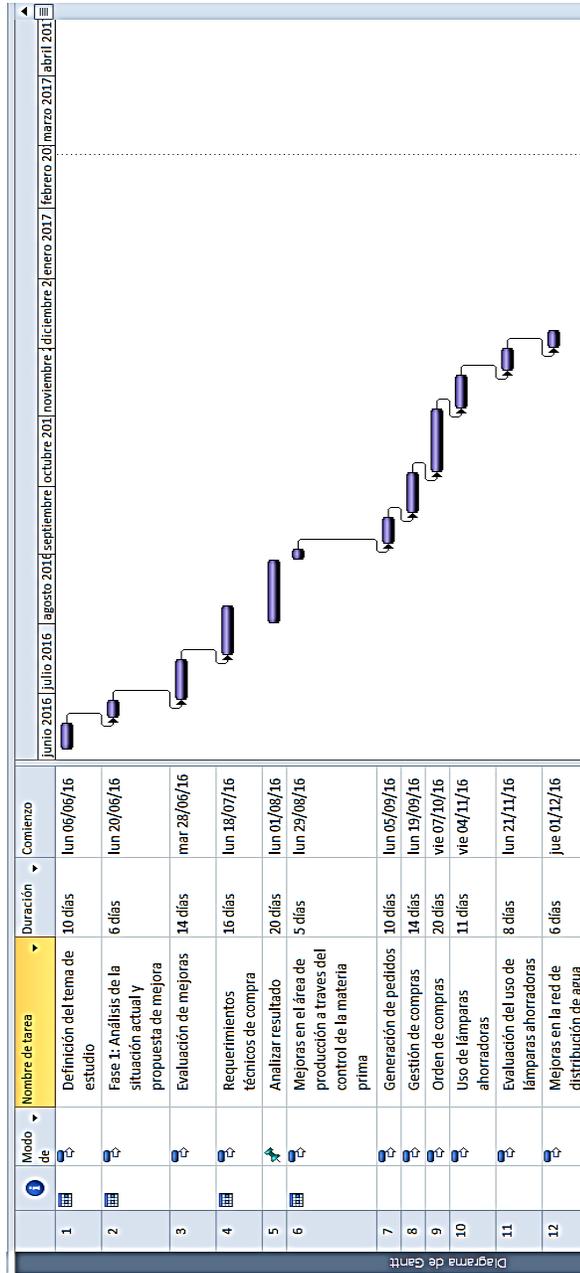
3.4. Planeación

La planeación del proceso para la optimización de los recursos de la empresa inició en junio de 2016 para finalizar en diciembre del mismo año, para mejorar las condiciones operativas y reducir los costos

3.4.1. Diagrama de Gantt

A continuación se presentan el diagrama de Gantt con la finalidad de explicar, de forma gráfica, las actividades por realizar en el tiempo estimado para cada tarea.

Figura 17. Diagrama de Gantt



3.5. Presupuesto

A continuación se presentan los gastos para los diferentes rubros que componen el proceso de producción.

3.5.1. Gastos de administración

El presupuesto de la empresa está conformado por los ingresos que representan las ventas netas, los egresos por la compra de materia prima, salarios, prestaciones para los empleados, publicidad, suministros, teléfono, servicios, entre otros. A continuación se presenta el presupuesto de la empresa con base en los datos proporcionados por la misma.

3.5.2. Gastos de fabricación

A continuación se presentan los gastos administrativos de la empresa en estudio.

Tabla II. Gastos administrativos

Planilla	60 000
Materia Prima	
Elementos de corte	12 000
Elementos de clasificación	15 000
Aditivos	14 000
Empaque	24 000
Mantenimiento	20 000
Total	14 5000

3.5.3. Gastos varios

Los gastos varios representan un valor de Q 2 500,00. Según datos de la empresa, en ocasiones, lo utilizan para pago de servicios a terceros.

4. IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA

4.1. Capacitación de los involucrados

La capacitación provee de la información necesaria para realizar adecuadamente una actividad. Por tal motivo, es indispensable contar con una adecuada capacitación para todos los involucrados en el proceso de producción. Puede llevarse a cabo por medio de capacitaciones, talleres y charlas grupales, de manera que permitan convertir el manual de procesos en una herramienta indispensable para la inducción y el adiestramiento.

4.1.1. Preparación y orientación

Se presentan el siguiente programa para el plan de capacitación a los operadores que utilizan las máquinas de extrusión.

Tabla III. **Plan de capacitación maquinaria de extrusión**

Objetivo	Conocer los fundamentos del proceso de extrusión de termoplásticos, el impacto que tienen los herramientas y las instalaciones y cómo influyen las variables en las características y propiedades de los productos terminados.
Dirigido a:	Gerentes de producción, jefes de área, operarios
Temario	
Módulo 1 Fundamentos	<ul style="list-style-type: none"> ● Densidad. ● Peso Molecular. ● Índice de fluidez. ● Materiales amorfos y cristalinos. ● Temperaturas de fusión y de transición vítrea.
Módulo 2 Máquina extrusora	<ul style="list-style-type: none"> ● Principales partes de la extrusora ● Plato rompedor y conjunto de mallas ● Sistema de calentamiento. ● Sistema de enfriamiento ● Capacidad de una extrusora ● Tipo de extrusora ● Teoría de extrusión ● Cabezal, herramientas y equipos complementarios. <ul style="list-style-type: none"> ○ Cabezal e hilera: características fundamentales. ○ Inestabilidad e hinchamiento a la salida de la hilera ○ Gradiente de presiones.
Módulo 3	<ul style="list-style-type: none"> ● Principales procesos de extrusión: <ul style="list-style-type: none"> ○ Fabricación de compuestos. ○ Fabricación de tubería rígida, flexible y corrugada. ○ Extrusión de perfiles. ○ Extrusión de lámina. ○ Extrusión de película soplada. ○ Recubrimientos. ○ Coextrusión.

Fuente: elaboración propia.

Para los operadores que utilizan las máquinas de termoformado se presentan el siguiente programa de capacitación:

Tabla IV. **Plan de capacitación maquinaria de termoformado**

Objetivo	Conocer las técnicas de transformación del plástico mediante el proceso de termoformado, haciendo énfasis en su enorme potencial y sus principales aplicaciones.
Dirigido a:	Gerentes de producción, jefes de área, operarios
Temario	
Módulo 1 Fundamentos	<ul style="list-style-type: none"> ● Principios y generalidades del termoformado <ul style="list-style-type: none"> ○ Historia del termoformado ○ Productos fabricados por termoformado
Módulo 2 Calentamiento de plásticos	<ul style="list-style-type: none"> ● Transferencia de calor: conducción, convección y radiación ● Propiedades térmicas de los plásticos ● Medios de transmisión de calor ● Temperaturas y ciclos de formado ● Determinación de la temperatura correcta
Módulo 3 Polímeros para el terformado	<ul style="list-style-type: none"> ● Propiedades térmicas ● Temperatura ● La medición del calor ● Calor específico ● Conductividad térmica
Módulo 4 Equipos de terformado	<ul style="list-style-type: none"> ● Hornos de gas con circulación forzada de aire ● Horno de calentamiento infrarrojo ● Resistencias eléctricas de calentamiento lineal ● Nuevos desarrollos
Módulo 5 Moldes de terformado	<ul style="list-style-type: none"> ● Elección del tipo de técnica de termoformado ● Criterios para el diseño de productos termoformados ● Criterios para el diseño del molde de termoformado ● Consideraciones en el diseño de moldes de termoformado ● Materiales empleados en la fabricación de moldes de termoformado
Módulo 6 Técnicas de terformado	<ul style="list-style-type: none"> ● Termoformado bidimensional ● Termoformado tridimensional ● Técnicas de moldeo en horno de calentamiento infrarrojo ● Procesos especiales <ul style="list-style-type: none"> ○ PET Cristalino ○ Polipropileno ○ Termoformado de "Hojas gemelas" ○ Termoformado de plásticos espumados

Fuente: elaboración propia.

Para el plan de capacitación para los operadores que utilizan las máquinas de inyección se presentan el siguiente programa.

Tabla V. **Plan de capacitación maquinaria de inyección**

Objetivo	Formar personal técnico especializado en el moldeo por inyección de materiales termoplásticos, desarrollando las habilidades, competencias, experiencias y conocimientos necesarios para participar, proactivamente en la operación y con la sensibilidad para tomar decisiones que incrementen la competitividad de las empresas transformadoras del plástico.
Dirigido a:	Gerentes de producción, jefes de área, operarios
Temario	
Módulo 1 Materiales polímeros	<ul style="list-style-type: none"> ● Principios y generalidades del termoformado ● Polietileno PE ● Polipropileno PP ● Poliamidas ● Acrilonitrilo Butadieno Estreno ABS ● Plásticos de Ingeniería
Módulo 2 Máquinas de inyección	<ul style="list-style-type: none"> ● Principales de la máquina de inyección ● Unidad de cierre ● Unidad de inyección ● Unidad de control
Módulo 3 Proceso de molde por inyección	<ul style="list-style-type: none"> ● Generalidades del proceso de inyección ● Ciclo de inyección ● Almacenamiento de datos de piezas inyectadas <i>Checklist</i> /hojas de trabajo ● Mantenimiento de la unidad de cierre ● Sistemas mecánicos ● Sistemas electromecánicos e hidráulicos ● Ajuste del cierre ● Columnas ● Placas ● Mantenimiento preventivo de la máquina de inyección
Módulo 4 Parámetros de inyección	<ul style="list-style-type: none"> ● Optimización del ciclo de inyección ● Selección de la inyectora ● Cálculo del tamaño de disparo ● Ajustes de proceso

Continuación tabla

Módulo 5 Moldes de inyección	<ul style="list-style-type: none">• Función del moldeo• Diseño básico• Componentes del molde• Arreglos para multicavidades• Sistema de enfriamiento en el molde• Colada caliente• Montaje y desmontaje de un molde• Almacenamiento y mantenimiento preventivo del molde• Principales problemas en el molde
------------------------------	--

Fuente: elaboración propia.

4.1.2. Presentación de los cambios en la operación

Para que las máquinas operen adecuadamente, se diseñan lineamientos que permitan al trabajador operar de forma correcta y tener una fuente de apoyo que le ayude a tener un mejor desempeño en su trabajo, por ejemplo: arrancar la máquina, realizar el cambio de moldes, mezclar la materia prima, inspeccionar el producto, la forma de apilar y el transporte a bodega.

4.1.3. Prueba de desempeño

El modelo de evaluación del desempeño 360 grados se propone conocer la apreciación que el personal tiene acerca de su desempeño laboral.

La propuesta del modelo de evaluación del desempeño 360 grados, se divide en tres fases principales:

- Identificación de variables y competencias: para iniciar el proceso de evaluación se necesita realizar el análisis de puestos, para identificar las competencias y los factores que la integran.
- Aplicación de modelo.
- Gestión

Se presenta el formato de evaluación para el personal administrativo de la empresa en estudio.

Figura 18. **Hoja de evaluación del desempeño 360 °**

Evaluación del desempeño 360 °
<p>El desarrollo personal y de la empresa es de suma importancia. Por ello, se ha elaborado esta herramienta para conocer el desempeño de cada miembro del personal, y de esta manera brindar el apoyo necesario para un desarrollo eficaz.</p> <p>Recuerde que usted es parte fundamental dentro de la empresa. La evaluación se realizará a través de la opinión del personal administrativo y cliente externo. Toda la información proporcionada será completamente anónima. Recuerde que todas sus apreciaciones son muy significativas</p>
<p>Nombre del evaluado _____ Fecha _____</p> <p>Marque con una equis "X" sobre la línea, su relación con el evaluado.</p> <p>___ Usted es el evaluado. ___ El evaluado es mi jefe. ___ El evaluado es mi compañero de trabajo. ___ El evaluado es un colaborador.</p>
<p>Para la evaluación se utilizará una escala del 1 al 10 de la siguiente manera:</p> <p>9-10 Excelente. Siempre supera las expectativas 7- 8 Muy bueno. Algunas veces supera las expectativas 5-6 Bueno. Cumple con lo esperado 3-4 Regular. Algunas veces cumple con lo esperado 1-2 Deficiente. Nunca cumple con lo esperado</p>

Continuación figura

Por favor marque con una equis "X" el número que usted considera se apega más al desarrollo de la actividad.										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1 Liderazgo Informa a cada uno de lo que se espera de su desempeño, trabaja en equipo.										
2 Toma decisiones razonables.										
3. Toma decisiones razonables.										
4. Hace buen uso de los recursos.										
Habilidad de negocios										
5 Cómo maneja la resolución de problemas.,										
6 Guía y motiva al personal.										
7 Es una persona leal, honesta.										
Trabajo en equipo										
8. Se identifica con el equipo.										
9 Escucha y respeta las opiniones de los demás.										
10 Busca mantener su enfoque en el bien común.										
Conocimientos técnicos y profesionales										
11 Tiene experiencia técnica y profesional.										
12 Tiene planeación para las actividades.										
13 Organiza el trabajo.										
14 Actualiza sus conocimientos (realiza estudios de licenciatura, postgrado según sea el caso).										
15 Se desarrolla eficientemente.										
Servicio al cliente										
16 Tiene una comunicación eficaz.										
17 Presentan ideas de forma clara y concisa.										
18 Sabe escuchar.										

Fuente: elaboración propia.

4.1.4. Seguimiento

El plan de capacitación incluye a todo el personal de la empresa y, como todo plan inicial, la capacitación estará sujeta a permanente actualización para mantener documentos dinámicos y acordes con las condiciones propias de la empresa. Este plan prevé no solo la capacitación destinada a fortalecer la calidad operativa del programa, sino que también plantea fortalecer la capacidad gerencial, técnica y administrativa del personal en general. El plan propuesto está compuesto de la siguiente manera:

- Reunión de gerencia con jefes de departamento. El propósito de esta reunión es dar a conocer a los jefes de los diferentes departamentos de la empresa, los nuevos procedimientos administrativos y que las primeras áreas donde se aplicarán son el departamento de compra y bodega. Estas reuniones se realizarán mensualmente para llevar un control del avance de las capacitaciones y resultado de las mismas.

Posteriormente, se debe llevar a cabo una discusión grupal para tratar asuntos relacionados con la capacitación verificando que todos los temas transmitidos hayan quedado completamente comprendidos y las dudas resueltas. Se debe realizar una evaluación de las capacitaciones para determinar si los temas abordados, la metodología utilizada, dan resultados positivos para la formación del personal de la empresa.

Tabla VI. **Formato de evaluación**

FORMATO DE EVALUACIÓN ACTIVIDAD DE CAPACITACIÓN				
Tema _____	Fecha _____	Capacitador _____		
<p>Por favor, conteste en la manera más honesta posible las siguientes preguntas. No es necesario que escriba su nombre. Toda sugerencia adicional que nos aporte se la agradeceremos e intentaremos realizar los mejoramientos pertinentes en las próximas actividades. Por favor, evalúe en la escala 1-5. Tomando como 5 excelente, 4 bueno, 3 regular, 2 malo, 1 deficiente.</p>				
<p>1. UTILIDAD DE LOS CONTENIDOS ABORDADOS EN EL CURSO Importancia y utilidad que han tenido para usted los temas tratados.</p>				
1	2	3	4	5
<p>2. METODOLOGÍA UTILIZADA EN EL CURSO Respecto a los métodos y estrategias por instructor para impartir el contenido.</p>				
1	2	3	4	5
<p>3. GRADO DE MOTIVACIÓN DEL INSTRUCTOR Nivel de participación y motivación ofrecido por el instructor fue:</p>				
1	2	3	4	5
<p>4. CLARIDAD DE LA EXPOSICIÓN Respecto al lenguaje y ordenado en el curso</p>				
1	2	3	4	5
<p>5. NIVEL DE ASIMILACIÓN Y COMPROMISO PERSONAL CON LOS TEMAS ABORDADOS Evalúese usted mismo en el grado de motivación e interés sobre el curso.</p>				
1	2	3	4	5
<p>6. CALIDAD DEL MATERIAL ENTREGADO</p>				
1	2	3	4	5
<p>7. CALIDAD Y CLARIDAD DE LOS EJEMPLOS ENTREGADOS</p>				
1	2	3	4	5
<p>SUGERENCIAS Y COMENTARIOS</p>				

Fuente: elaboración propia.

4.2. Presentación del cronograma

Para alcanzar los objetivos del programa, es indispensable que los gerentes estén convencidos y comprometidos con su implementación. Los gerentes deben estar dispuestos a cambiar la idea de que los empleados se motivan mediante regañones. Esta técnica correctiva considera que es necesario sancionar o castigar al empleado para obtener de él lo que se quiere.

Una vez se logre este paso, es de esperarse que los siguientes se consigan en forma positiva. Para lograr la sensibilización y concientización de los gerentes se propone implementar los programas que a continuación se detallan

4.2.1. Actividades

La planeación estratégica propuesta a la empresa cubre un período de tres años (2016-2018). Para ello se definen la misión y visión, las políticas, programa y presupuesto al servicio de la consecución de las metas establecidas. Además, se deben considerar las estrategias necesarias para alcanzar los objetivos propuestos.

- Misión “Somos una empresa dedicada a la fabricación y distribución de productos PET en el ámbito nacional, ofreciendo calidad en el producto a un precio accesible”.
- Visión “Ser una empresa líder en la fabricación y distribución de productos PET en la república de Guatemala, brindando a los consumidores un producto excelente en calidad y precio”.

- Valores Morales
 - Honradez. La empresa se compromete con los clientes y les garantiza la calidad del producto y el sostenimiento del crédito.
 - Puntualidad. El producto se entregará a los clientes dentro de las fechas ofrecida.
 - Profesionalismo. La relación entre la empresa y los clientes es estrictamente comercial.
 - Ética. La empresa se compromete a no divulgar, sin motivo, la condición económica financiera de sus clientes.
 - Honestidad. Se proporcionará el producto ofrecido y contratado bajo las más estrictas normas de honestidad.

4.2.2. Responsables

La gerencia general y la gerencia de producción, que dirige la empresa, es responsable de llevar a cabo las mejoras dentro de la empresa en estudio. Asimismo, La gerencia de producción, que tiene a su cargo la planificación de las órdenes de producción, supervisión y control de calidad de los productos, también está involucrada en la implementación de mejoras.

- Gerencia

La Gerencia general, como encargada del control y dirección de la empresa, debe fortalecer las relaciones entre sus departamentos y colaboradores, para facilitar la aceptación de la propuesta.

- Producción

El Gerente de producción se encarga de organizar y dirigir al personal de la planta, a su vez debe realizar reuniones periódicas con sus jefes de área así como la facilidad de tener comunicación con sus colaboradores.

4.2.3. Tiempos

La gerencia general implementará las mejoras en 2016.

Cada seis meses se realizarán reuniones entre los gerentes y jefes de área para determinar el avance de la propuesta.

Figura 19. Plan estratégico

Objetivo	Metas	Estrategias	2016	2017	2018
Organizacional: redefinir los objetivos y funciones de cada área de trabajo y describirlas en manuales administrativos.	Se reorganiza la empresa en sus áreas: administrativa, producción y ventas, durante el primer trimestre de 2016	Definición de puestos y atribuciones en las áreas de organización (gerencia administrativa, producción y ventas)	■		
De expansión: desarrollar carteras de ventas en otras regiones y departamentos del país, centrando la atención en complejos comerciales de mayor afluencia de público.	En el año 20015, la empresa cubre los departamentos de: Huehuetenango, San Marcos, Quetzaltenango, Totonicapán, Quiché y Sololá. 2) Al año 2016 cubrirá los departamentos de: Chimaltenango, Sacatepéquez, Escuintla, Suchitepéquez y Retalhuleu. 3) Al año 2017 cubrirá los departamentos de: Izabal, Zacapa, Chiquimula, Petén, Alta Verapaz, Baja Verapaz y El Progreso. 4) Al año 2018 cubrirá los departamentos de: Jutiapa, Jalapa, Santa Rosa y Guatemala.	Iniciar la cobertura del mercado en las nuevas regiones, ejecutando un proceso simultáneo de visitas y publicidad en radio y a través de afiches.		■	■
De producción: incrementar el nivel de producción especialmente en los nuevos diseños que se desea introducir al mercado para generar una verdadera competencia.	Incremento de producción 15 % anual			■	■
De participación: participar en eventos de promoción con otras empresas o por iniciativa propia	Se participa anualmente al menos en cada feria nacional de industrial y en un evento de promoción en cada uno de los departamentos cubiertos	Incorporación de nuevos diseños para diversificar la producción y poder ofrecer variedad		■	■
De posición: consolidar la imagen de marca gradualmente a nivel nacional.	Se consolida totalmente la imagen de marca para 2017	Planes de distribución			■
De ventas: incrementar el volumen de ventas a clientes antiguos y captar nuevos clientes de manera que a la vez que se distribuye el producto vendido al crédito	Se incrementan las ventas en un 35 % durante los años del proyecto	Facilitar muestras de productos			■

Fuente: elaboración propia.

4.2.4. Recursos

A continuación se presentan los formatos para las órdenes de producción de los procesos productivos en la empresa en estudio.

Se presenta la orden de elaboración para la máquina de extrusión del área de producción de la empresa en estudio.

Figura 20. **Orden de producción para máquina de extrusión**

Orden de producción y especificación del producto para máquina extrusora		
Orden No.	Fecha	Código de cliente
Cliente	No de pedido	Número de bobinas
Máquina No.	Turno	Espesor de la película
<p>Materia prima</p> <p>Poliétileno_____ Poliestireno_____ Polipropileno_____</p> <p>Color de la bobina_____</p> <p>Supervisa_____</p> <p>Autoriza_____</p>		

Fuente: elaboración propia.

Se presenta la orden de elaboración para la máquina de termoformado para el área de producción de la empresa en estudio.

Figura 21. **Orden de producción para máquina de termoformado**

Orden de producción y especificación del producto para máquina termoformado		
Orden No.	Fecha	Código de cliente
Cliente	No de pedido	Producto
Máquina No.	Turno	Color del material
Tipo de molde _____ No. _____ Supervisa _____ Autoriza _____		

Fuente: elaboración propia.

Se presenta la orden de elaboración para la máquina de inyección para el área de producción de la empresa en estudio.

Figura 22. **Orden de producción para máquina de inyección**

Orden de producción y especificación del producto para máquina inyección		
Orden No.	Fecha	Código de cliente
Cliente	Kilogramos	Operadores
Máquina No.	Turno	Otras especificaciones
Tipo de molde _____ No. _____ Supervisa _____ Autoriza _____		

Fuente: elaboración propia.

Se expone a continuación la hoja de control para determinar el informe de materia utilizada en el área de producción.

Tabla VII. Informe de materia prima utilizada

Informe No.		Fecha		Máquina
Cantidad de producto	Tamaño	Color	Kilogramos	
Materia prima	Polietileno (kg)	Poliestireno (kg)	Reproceso (kg)	Total por turno
Turno 1				
Turno 2				
Total utilizado				
Supervisa _____ Autoriza _____				

Fuente: elaboración propia.

Se expone a continuación la hoja de control para determinar el informe de desechos reutilizados en el área de producción.

Tabla VIII. Informe de materia desechos reutilizados

Informe No.		Fecha		Máquina
Cantidad de producto	Tamaño	Color	Kilogramos	
Materia prima	Polietileno (kg)	Poliestireno (kg)	Reproceso (kg)	Total por turno
Turno 1				
Turno 2				
Total utilizado				
Supervisa _____ Autoriza _____				

Fuente: elaboración propia.

5. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

5.1. Marco referencial

El Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales ofrece los siguientes productos y servicios.

- Licencias ambientales
- Evaluación de los instrumentos ambientales
- Control del cumplimiento de la normativa ambiental
- Educación ambiental
- Control y seguimiento de las medidas de mitigación dentro de las diferentes actividades económicas
- Asesoría en producción más limpia

5.1.1. Base legal

La base legal del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales-MARN se sustenta en los siguientes artículos, decretos entre otros.

- Artículo 64 y 97 de la Constitución Política de la República de Guatemala.
- Decreto 68-86 del Congreso de la República “Ley de Protección y Mejoramiento del Medio ambiente”, del 5 de diciembre de 1986.
- Decreto 90-2000 del Congreso de la República de Guatemala, “Ley de Creación del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales”, del 11 de diciembre de 2000.

- Decreto 91-2000 del Congreso de la República de Guatemala, “Reformas a la Ley de Creación del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales”, publicado el 20 de diciembre de 2000.
- Decreto No. 114-97 del Congreso de la República: "Ley del Organismo Ejecutivo", publicado el 12 de diciembre de 1997; modificado por Decreto No. 63-98, publicado el 4 de noviembre de 1998; reformado por Decretos Nos. 22-99, publicado el 28 de mayo de 1999, y 90-2000, publicado el 11 de diciembre de 2000.
- Acuerdo Gubernativo No. 186-2001: “Reglamento Orgánico Interno del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales”, publicado el 31 de mayo de 2001; modificado por Acuerdo Gubernativo No. 284-2001, publicado el 13 de julio de 2001.
- Decreto No. 42-2001 del Congreso de la República: “Ley de Desarrollo Social”, publicado el 19 de octubre de 2001.
- Acuerdo Ministerial No. 113-2002: “Crease la Unidad de Género, Mujer y Juventud”, publicado el 7 de octubre de 2002.
- Acuerdo Ministerial No. 124-2002: “Crease la Unidad de Políticas Mayas de Ambiente y Recursos Naturales”, publicado el 7 de octubre de 2002.
- Acuerdo Ministerial No. 147: “Crease el Consejo Consultivo de Ambiente y Recursos Naturales”, publicado el 22 de noviembre de 2002.
- Acuerdo Gubernativo No. 23-2003: “Reglamento de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental”, fechado el 27 de enero de 2003; reformado por Acuerdos Gubernativos Nos. 240-2003, publicado el 25 de abril de 2003; 424-2003, publicado el 1 de agosto de 2003; y 704-2003, publicado el 11 de noviembre de 2003.
- Acuerdo Ministerial No. 52-2003: “Reglamento del Consejo Consultivo de Ambiente y Recursos Naturales”, publicado el 4 de abril de 2003.

- Acuerdo Ministerial No. 106-2003: “Crease la Unidad Nacional de Coordinación y Sinergias para la Estrategia de Corredor Biológico Mesoamericano en Guatemala”, publicado el 4 de septiembre de 2003.
- Acuerdo Ministerial No. 134-2003: “Crease el Programa Nacional de Cambio Climático”, publicado el 12 de diciembre de 2003.
- Acuerdo Gubernativo No. 791-2003: “Normativa sobre la Política Marco de Gestión Ambiental”, publicado el 10 de diciembre de 2003.
- Acuerdo Ministerial No. 05-2004: “Crease la Unidad de Capacitación del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, que funcionará bajo la Dirección General de Formación, Organización y Participación Social”, publicado el 19 de enero de 2004.
- Acuerdo Ministerial No. 239-2005 “Se crean las unidades de Recursos Hídricos y Cuencas, Calidad Ambiental y Protocolo”, de fecha 19 de mayo de 2005.
- Acuerdo Ministerial No. 477-2005, “Se crea la Oficina Nacional del Desarrollo Limpio”, publicado el 19 de septiembre de 2005.
- Acuerdo Ministerial No. 218-2006, “Se crea la Unidad Técnica Especializada en Ozono”, de fecha 27 de abril de 2006.
- Acuerdo Ministerial No. 236-2006, "Reglamento de las Descargas y Reuso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos", Publicado 11 mayo 2006.

5.1.2. MARN (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales)

El MARN es la dependencia del sector público especializada en el ambiente y bienes y servicios naturales del sector público. Le corresponde proteger los sistemas naturales que desarrollen y den sustento a la vida en todas sus manifestaciones y expresiones, fomentando una cultura de respeto y armonía con la naturaleza y protegiendo, preservando y utilizando

racionalmente los recursos naturales, para lograr un desarrollo transgeneracional, articulando el quehacer institucional, económico, social y ambiental,

5.2. Efectos de los proceso de la empresa en el ambiente

La producción de diferentes artículos plásticos se incrementa, al mismo tiempo que lo hace la generación de residuos. Su materia prima principal, el petróleo, es no renovable y algunos químicos utilizados para producir los plásticos son tóxicos

Además de los impactos globales, los residuos plásticos, en el ámbito local, ocasionan otros impactos ambientales perceptibles en la ciudad. En Guatemala, no todos los residuos llegan al relleno sanitario, por lo que hay diferentes impactos de acuerdo con su disposición final o a procesos de recuperación. Una cantidad inconmensurable de residuos plásticos navega por fuentes hídricas sin control, o quedan en las vías públicas de la ciudad. Estéticamente, los residuos impactan la ciudad. Mal dispuestos los residuos contaminan las vías públicas, esto sucede tanto con la envoltura botada al suelo como con la mala disposición generada por la separación de residuos en la vía pública. En la acera, se ven registros de agua destapados llenos de vasos plásticos y paquetes de diferentes comidas. En las calles se observan alcantarillas llenas de residuos, entre los más notorios los plásticos.

Por sus propiedades de impermeabilidad y durabilidad, los residuos plásticos permanecen en ellas, taponándolas y perjudicando las vías en épocas de lluvias cuando se producen inundaciones y generan problemas de movilidad. En lugares específicos de la ciudad, ya se han tomado medidas para mitigar el

asunto, instalando mallas, para impedir que se filtren los residuos a las alcantarillas.

5.2.1. Identificación

El diagnóstico ambiental es el instrumento de evaluación ambiental que se efectúa sobre una obra, industria o actividad existente y por ende, los impactos son determinados mediante sistemas de evaluación basados en muestreos y mediciones directas, o bien por el uso de sistemas analógicos de comparación con eventos similares. Su objetivo es determinar las acciones correctivas necesarias para mitigar impactos adversos. (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. Reglamento de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental. 2003. Artículo 18 Bis Adicionado por el Artículo 14 del Acuerdo Gubernativo No. 704-200)

Los objetivos principales que busca la realización de un diagnóstico ambiental son:

- Identificar mejoras en los procesos y operaciones de la empresa.
- Identificar qué legislación ambiental es aplicable al rol de la empresa y evaluar el grado de su cumplimiento.
- Inicio de la Implementación de un Sistema de Gestión Ambiental.

5.3. Escenario ambiental

El consumo de plásticos continua incrementándose notablemente en todos los sectores industriales. Este éxito comercial tiene un efecto negativo ya que genera un volumen de residuos importante que necesita ser gestionado de forma eficaz. A pesar de los esfuerzos de las instituciones nacionales y comunitarias, los residuos plásticos continúan depositándose en vertederos.

Otro aspecto interesante en el manejo de residuos plásticos es su combustión dada la perspectiva de recuperación de energía en los materiales plásticos por su elevado poder calorífico (polietileno 43 MJ/Kg; polipropileno 44 MJ/Kg; poliestireno 40 MJ/Kg; PVC 20 MJ/Kg, etc.). Sin embargo, la combustión debe estar sujeta a controles medioambientales estrictos para neutralizar los residuos sólidos y los efluentes gaseosos (como cloruro de hidrógeno de la combustión de PVC). (Arandes, Bilbao & López Valerio, 2004).

Los desechos de polietileno son los que con más frecuencia se someten al proceso de reciclaje debido a que este material presenta una amplia diversidad de aplicaciones en los ámbitos doméstico e industrial. Las fases para reciclar película de polietileno son las siguientes:

- Recolección de desechos.
- Separación de desechos.
- Conversión de desecho plástico a *pellet* reciclado.
- Extrusión de película plástica con *pellet* reciclado.
- Uso de película de polietileno de baja densidad y alta densidad, con propiedades de resistencia y maquinabilidad, a partir de *pellet* reciclado.

Cabe mencionar, que en la tecnología de reciclado existen diversos métodos que contribuyen al tratamiento del reciclado de plásticos. La utilización de uno u otro, dependerán del costo, regulaciones ambientales y tipo de plástico.

Estos métodos se clasifican bajo de la denominación siguiente:

Tratamiento primario. Consiste en operaciones mecánicas para obtener un producto de similares características que el producto original. Este reciclado se

aplica para el aprovechamiento de recortes de las plantas de producción y transformación, y corresponde a un porcentaje muy reducido de los denominados residuos plásticos. (Arandes, Bilbao & López Valerio, 2004)

Tratamiento secundario. Se basa en la fusión. Los desechos son convertidos en productos de diferentes formas y con mayor espectro de aplicaciones, las cuales son diferentes a las del plástico original, en un proceso evolutivo “en cascada” hacia prestaciones inferiores. Esta es la tecnología más usada hasta ahora, particularmente en la industria del automóvil, y se estima en solo el 20% los plásticos que pueden ser reciclados de esta forma.

Tratamiento terciario o reciclado químico. Persigue el aprovechamiento integral de los elementos constitutivos del plástico, por transformación del mismo en hidrocarburos, los cuales pueden ser materias primas integrables nuevamente en la ruta de obtención de plásticos o en otras rutas de la industria petroquímica. Los métodos pueden ser químicos o térmicos, dependiendo del tipo de polímero.

El reciclado cuaternario consiste en la incineración para recuperar energía. Actualmente, es muy cotizado socialmente por los problemas medioambientales.

5.3.1. Estado actual

En la actualidad, en Guatemala la situación ambiental y, explícitamente, el deterioro del medio ambiente es uno de los problemas que urge solucionar. El deterioro medioambiental permanece y se incrementa por la falta de políticas claras y leyes que impongan sanciones a quienes atentan contra la naturaleza y el medio ambiente y, como consecuencia, contra la salud y la vida de los

guatemaltecos. La falta de una legislación adecuada, y de la implementación de políticas integrales que solucionen el problema son las causas más relevantes de que la contaminación ambiental sea generalizada en el país.

Actualmente, no se ha definido qué instancia tiene la potestad de tomar decisiones y aplicar las sanciones correspondientes en materia de contaminación por desechos sólidos, ya que su control se le ha otorgado a varias instancias que carecen de coordinación entre sí (Ministerio de Salud, municipalidades, Ministerio de Ambiente). Sin embargo, sus atribuciones relacionadas con el manejo de desechos sólidos, están distribuidas, institucionalmente, de la siguiente manera: municipalidades, Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales y Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. Las sanciones penales están contempladas en el Código Penal Guatemalteco, Decreto 17-73 del Congreso de la República de Guatemala. La responsabilidad del manejo de los desechos sólidos está a cargo, hasta la fecha, de las municipalidades del país. Sin embargo, son pocas las que, aplicando sus escasos conocimientos en la materia, han reglamentado la recolección y disposición final de desechos sólidos. A pesar de ello, no han reglamentado la forma correcta la disposición y separación de dichos desechos.

La reglamentación se ha circunscrito, en la mayoría de los casos, al mantenimiento del ornato dentro del área urbana de los municipios, y la disposición final de los desechos termina en barrancos o depresiones, sin ningún tratamiento y control. Estos son factores de contaminación para bosques, lagunas, lagos, etc.

5.4. Abastecimiento de agua potable y energía eléctrica

Para el control del abastecimiento del agua y prevenir fugas en las tuberías se propone de utilizar un sistema de detección de fugas que identifica e informa de forma remota, de una nueva fuga, por medio de un dispositivo inteligente como se describe en el inciso 3.3.2.

Para el ahorro en energía eléctrica se utilizan luces LED. Estos son dispositivos muy populares. Tienen la aplicación en el diseño de diversos tipos de monitores, incluidos los de instrumentos de laboratorio, como los voltímetros digitales. Pueden producir luz de diversos colores, más aún, pueden diseñarse para que produzcan luz coherente con un ancho de banda muy estrecho. El dispositivo resultante es un diodo láser. Este tipo de diodo tiene aplicación en sistemas ópticos de comunicaciones y en reproductores de CD, entre otros.

- Ventajas
 - No requiere componentes adicionales.
 - La iluminación es unidireccional y no representa ninguna contaminación luminosa.
 - No es atractivo a los insectos porque no emite rayos infrarrojos ni ultravioleta.
 - Puede integrarse fácilmente a un sistema de energía solar.
 - No representa en lo absoluto ningún daño a la atmósfera ni al medio ambiente.
 - Proporciona un promedio del 80 % de ahorro de energía en comparación a aplicaciones basadas en sodio y aplicaciones metálicas.

- Tiene una vida estimada de 50 000 horas, sin degradación luminosa seria.
- Lámparas led
 - Especificaciones: producto perfecto para reemplazar lámparas en pisos de producción, almacenes, bodegas. Este modelo fácilmente reemplaza los luminarios tipo campana” de descarga (haluro metálico) que consumen 400 watts, reducción de costo inmediata del 50 %, más los ahorros en mantenimiento. Tiene un encendido inmediato, reduce a cero el tiempo de espera para tener una iluminación óptima.
 - Especificaciones técnicas
 - Consumo energético: versiones desde 60 watts hasta 200 watts.
 - Voltaje: AC 85~265V.
 - Flujo luminoso: 6 600 a 35 000 lúmenes.
 - Ángulo de foco: 45/90/120 grados, opcional.
 - Material: aluminio.

Figura 23. **Usos de lámparas tipo led en la industria**



Fuente: <http://www.blacktronics.com/portfolio/led-high-bay-light-200w/>. Consulta: junio 2016.

- Tubo LED T8 para remplazar fluorescente
 - Consumo energético: 18 Watts
 - Voltaje: 85-265V AC
 - Flujo luminoso: 1700 Lumens
 - Color: 3000 K (Cálido), 4500 K (Natural) 6000 K(Frio)
 - Dimensiones: 1,2 m-2,44 m

○

Figura 24. **Tubo led**



Fuente: <http://www.blacktronics.com/portfolio/led-high-bay-light-200w/>. Consulta: junio de 2016.

5.5. Descripción de los procesos

El polietileno constituye uno de los termoplásticos más utilizados en la vida diaria. Se clasifican como de alta densidad, baja densidad y lineal baja densidad. En la figura 2, se muestra el proceso de reciclaje del polietileno, en el cual se identifican los siguientes puntos principales:

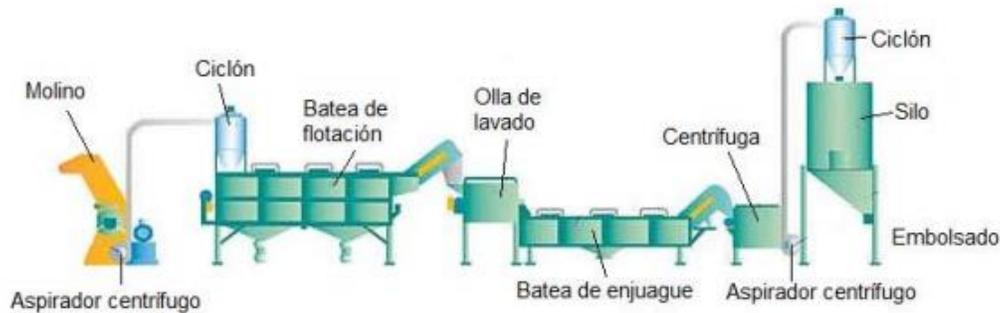
- Molino (sección donde se aspira la película de polietileno a fundir).
- Área de resistencias para calentamiento y fundición del material.
- Batea de flotación, en la cual se transporte el pellet obtenido.
- Batea de enjuague, sección en donde se realiza la limpieza del material y enfriamiento del *pellet*.
- Aspirador centrífugo que transporta el *pellet* obtenido al silo de almacenamiento.
- Embolsado, donde se mide el batch de producción, en sacos de 25 Kg.

5.6. Descripción de la maquinaria

El proceso de reciclaje de polietileno se hace por medio de una máquina de residuos industriales.

Este material presenta las siguientes características físicas y sensoriales: plástico semicristalino, flexible, blanquecino, inodoro e insípido, de tacto parafínico, con excelentes propiedades eléctricas y poca resistencia a elevadas temperaturas. Las principales propiedades que se analizan, se muestran en la tabla. Es propenso agrietarse bajo carga ambiental, ya que su resistencia a la radiación UV es mala (esta propiedad se corrige agregando aditivos UV, para brindar mayor resistencia. Posee un elevado poder calorífico (46 000 kJ/kg).

Figura 25. **Máquina para reciclaje de residuos industriales**



Fuente: reciclaje de residuos industriales, 2012.

5.7. **Generación y disposición de residuos**

Para diseñar y poner en funcionamiento el Manejo Integral de Residuos, deben tenerse en cuenta las actividades que se desarrollan en el sitio de trabajo, de forma real y clara, con propuestas de mejoramiento continuo de los procesos y orientado a la prevención y a la minimización de riesgos para la salud y el ambiente. El compromiso debe responder claramente a las preguntas qué, cómo, cuándo, dónde, por qué, para qué y con quién.

Desde el momento en que se implemente el manejo integral de residuos, la orientación de la empresa será la de evitar y minimizar la generación de residuos sólidos, tanto peligrosos como no peligrosos, mediante la utilización de insumos y el desarrollo de procedimientos que aporten menos materiales a la corriente de residuos. Así, se adelantará una adecuada segregación de los residuos, logrando mayores aprovechamientos cuando esto sea técnica y ambientalmente viable; y por último, se garantizará una adecuada disposición final de los residuos.

- Almacenamiento

Dentro de la empresa se debe verificar la disposición y ubicación de los sitios de almacenamiento, temporal y definitivo. Para almacenar definitivamente cada uno de los residuos no peligrosos, se debe contar con un área donde no los contaminen otros residuos. El jefe de producción debe evaluar la ubicación del sitio de almacenamiento verificando si tiene acceso para los usuarios, es fácil de limpiar, cuenta con ventilación adecuada, permite la recolección a través de los camiones municipales de basura. etc. Para facilitar la tarea, se diseñó una lista de chequeo que permite verificar si el sitio de almacenamiento cumple con las características mencionadas en la tabla.

Tabla IX. **Lista de chequeo para el sitio de almacenamiento de residuos no peligrosos**

N°.	DESCRIPCIÓN	CUMPLE	
		SI	NO
1	¿Cuenta el lugar con fácil acceso para los usuarios?		
2	¿Los acabados del lugar permiten fácil limpieza evitando el desarrollo de microorganismos en general: paredes lisas, pisos duros y lavables con ligera pendiente al interior?		
3	¿El lugar cuenta con sistemas que permiten la ventilación tales como rejillas o ventanas; también con sistemas de prevención y control de incendios, como extintores y suministro cercano de agua y drenaje?		
4	¿La construcción se hizo de forma que se evite el acceso y proliferación de insectos, roedores y otras clases de vectores además de impedir el ingreso de animales domésticos?		

Continuación tabla

5	¿El lugar está cubierto para protección de lluvias y cuenta con iluminación?		
6	¿La ubicación del sitio causa molestias o algún tipo de impactos a la comunidad?		
7	¿Cuenta con cajas de almacenamiento de residuos sólidos para realizar su adecuada presentación?		
8	¿Realiza aseo, fumigación y desinfección en las unidades de almacenamiento, con la regularidad que exige la naturaleza de la actividad que en ellas se desarrolla, de conformidad con los requisitos y normas establecidas?		
9	¿Permite al lugar el acceso de los vehículos recolectores?		
10	¿Dispone de báscula en el lugar y lleva un registro para el control de la generación de residuos?		
11	¿Es de uso exclusivo para almacenar residuos sólidos y está debidamente señalizado?		
12	¿Dispone de espacios por clase de residuo, de acuerdo con su clasificación (reciclable, peligroso, ordinario, etc.)?		

Fuente: elaboración propia.

Cuando se almacenan sustancias y residuos peligrosos, se deben identificar los impactos ambientales, los requisitos legales, ambientales, de seguridad y sanitarios que le aplican. El jefe de producción debe evaluar las características del sitio dispuesto para este almacenamiento, ya que si se ubican en un área que no cumple con las condiciones de seguridad puede surgir un accidente o un incendio. Mediante la lista de chequeo es posible determinar si el sitio de almacenamiento de residuos peligrosos es el indicado.

Tabla X. **Lista de chequeo para el sitio de almacenamiento de residuos peligrosos**

N°.	DESCRIPCIÓN	CUMPLE	
		SI	NO
1	¿El lugar de almacenamiento está alejado de zonas densamente pobladas, de fuentes de captación de agua potable, de áreas inundables y de posibles fuentes externas de peligro?		
2	¿El lugar está ubicado en un sitio de fácil acceso para el transporte de los residuos y para situaciones de emergencia?		
3	¿Las paredes externas y las divisiones internas son de material sólido que resista el fuego durante 3 horas?		
4	¿Las puertas en las paredes interiores están diseñadas para confinar el fuego con una resistencia de 3 horas?		
5	¿Existen en las instalaciones salidas de emergencia distintas a las puertas principales de ingreso de las mercancías?		
6	¿Las salidas de emergencia están señalizadas?		
7	¿El piso es antideslizante, impermeable, libre de grietas y resistente a las sustancias y/o residuos que se almacenen?		
8	¿Los drenajes al interior del lugar están conectados a pozos colectores para una posterior disposición del agua residual?		
9	¿Todas las sustancias peligrosas almacenadas están ubicadas en un sitio confinado mediante paredes, diques o bordillos perimetrales?		
10	¿El techo está diseñado de tal forma que no admita el ingreso de agua lluvia a las instalaciones, pero que permita la salida del humo y el calor en caso de un incendio?		

Continuación tabla

11	¿El lugar cuenta con ventilación adecuada (ya sea natural o forzada)?		
12	¿El lugar opera con iluminación adecuada?		
13	¿Si se almacenan materiales inflamables, se cuenta con equipos de protección contra relámpagos?		
14	¿Si se almacenan sustancias en el exterior se tienen condiciones satisfactorias respecto a: seguridad, protección de la lluvia, acceso para emergencias, sistema de contención de derrames?		

Fuente: elaboración propia.

- Transporte

Es la manera como se evacuan los residuos sólidos peligrosos y no peligrosos generados al interior de la empresa (puntos de generación y almacenamiento). Se deben verificar aspectos relacionados con la recolección al interior, dado que deben existir rutas de recolección de los residuos, establecer un horario en el cual recolección no interfiera con los planes de producción, ya que la acumulación de basura puede contaminar las zonas de trabajo, ensuciar las órdenes de producción finalizadas o pendientes de algún proceso. Esto genera perdida para la empresa, debido a que se debe de realizar un reproceso, si es posible y en casos extremos, repetir el pedido.

Debe haber un control de la recolección y transporte externo de residuos sólidos, ya que los recolectores deben estar autorizados por la Municipalidad de Guatemala y deben transportar los desechos a los basureros autorizados. Estos desechos no se deben depositar en lugares donde puedan contaminar el medio

ambiente. A continuación se presenta la lista de chequeo para las actividades inherentes a la recolección y transporte externo.

Tabla XI. **Actividades inherentes a la recolección interna de residuos sólidos**

DESCRIPCIÓN	SÍ	NO
¿Tiene definidas rutas de recolección?		
¿Se tienen establecidos horarios y frecuencias de recolección?		
¿Realiza la recolección selectiva de los residuos en los puntos de generación?		
¿Los elementos empleados para la recolección de residuos peligrosos son de uso exclusivo para este fin?		

Fuente: elaboración propia.

5.7.1. Formato para el registro de residuos

Para determinar el volumen de los residuos, existen herramientas prácticas como la preparación de una caneca plástica de base circular, recta y con una altura uniforme.

Se mide el diámetro de la base y se calcula el área. Los residuos se disponen en el recipiente sin hacer presión, moviendo levemente para asegurar la ocupación de los espacios vacíos. Se mide la altura a la que quedan los residuos y este dato se multiplica por el área de la base.

Para calcular el volumen, se utiliza la fórmula del cilindro.

$$V = \pi \cdot r^2 \cdot h$$

V= volumen

r= radio

h= altura

π = 3,1416

Para facilitar la recolección de información, se presenta un modelo de planilla para registrar la cantidad de residuos pesados por centro área de generación.

Tabla XII. Registro de residuos pesados por área

Aforo de Residuos Sólidos - Datos por												
Área de generación 1:				Área de generación 3:				Fecha:				
Área de generación 2:				Área de generación 4:								
Tipos de	Área de generación											
	1			2			3			4		
	Peso (Kg)	Vol (m3)	%	Peso (Kg)	(m3)	%	Peso (Kg)	(m3)	%	Peso (Kg)	Vol (m3)	%
1	Materia orgánica.											
	Restos de Alimentos, fruta y verduras											
	Residuo de zona verdes											
2	Papel											
	Periódic											
	Parafinad											
	Otros											
3	Cartó											
	Corrugado											
	Plegadizo											
	Sucio											
4	Plástico											
	PET											
	PV											
	Otros											

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIII. **Actividades inherentes a la recolección y transporte externo de residuos sólidos**

DESCRIPCIÓN	SÍ	NO
¿Verifica que los vehículos que transportan sustancias o residuos peligrosos tengan toda la documentación establecida por el Ministerio de Salud Pública?		
¿Se tiene establecidos horarios y frecuencias de recolección?		
¿Verifica que los vehículos que transportan residuos sólidos cumplan con los requisitos por parte de la Municipalidad de Guatemala?		
¿Verifican los documentos y la integridad de los envases y embalajes para la entrega de residuos sólidos?		

Fuente: elaboración propia.

5.8. Impactos positivos y negativos generados

La industria del plástico produce diferentes productos que los consumidores compran, usan y desechan. El reciclador separa, recoge, transporta y algunas veces hace acopio o beneficio del material, para finalmente comercializar con las bodegas. Los bodegueros hacen acopio, almacenamiento y venta de material clasificado, y las industrias pretransformadoras compran el material recuperado y obtienen materia prima para la producción de otros productos. Posteriormente, los productos se comercializan y pasan de nuevo al consumidor. En caso de no entrar en la cadena del reciclaje los residuos son recogidos por las empresas recicladoras que le dan reuso a los productos.

El impacto negativo se da en el momento que la cadena de logística inversa no se cumple y los desechos terminan contaminando las fuentes hídricas que dañan el ecosistema.

6. MEJORA CONTINUA

6.1. Resultados obtenidos

La empresa deberá analizar los indicadores de gestión, estos deben arrojar resultados sobre las etapas del manejo integral de los residuos sólidos para identificar las conformidades e inconformidades que presenta. Con base en esta información, se tomarán medidas que permitan el mejoramiento continuo al interior de la empresa.

Los indicadores de gestión son un conjunto de expresiones numéricas que representan los aspectos susceptibles de variar en el tiempo, permiten analizar la evolución, el cumplimiento de las metas propuestas en el manejo integral de residuos y medir su desempeño en términos cuantitativos.

6.1.1. Interpretación

Para ello, es necesario definir con antelación aspectos tales como: qué es lo que se va a medir, quién va a realizar la medición, cuáles son los mecanismos de medición que se van a utilizar y para qué sirven los resultados.

Algunos de los indicadores de gestión propuestos para el manejo en la empresa son los siguientes:

- Reducción en la cantidad de residuos generados

Este indicador ayudará a la empresa a tener una muestra de la disminución en la cantidad total de residuos generados, incluyendo el material aprovechable, no aprovechable, peligroso y no peligroso. Es la sumatoria de los residuos generados durante un período de tiempo determinado; el nivel de referencia, es decir, el valor contra el cual se comparará la empresa para determinar la evolución. Este se establece con el dato de generación de residuos aportado en el diagnóstico o con los datos del primer año de registros, comparado mes a mes.

$$\text{Porcentaje de reducción} = \frac{\text{Cantidad residuos solidos (año1)} - \text{Cantidad residuos solidos(año 0)}}{\text{Cantidad residuos solidos (año1)}} \times 100$$

Este indicador permite realizar una medición de la meta que se espera lograr con la implementación del manejo integral de residuos.

- Indicadores de tratamiento y aprovechamiento

En este indicador se medirá la cantidad de residuos sometidos a procesos de tratamiento como desactivación de alta eficiencia, incineración o aprovechamiento como compostaje, reuso o reciclaje, u otros sistemas utilizados en la región. Los diferentes indicadores propuestos son:

$$\% \text{ Destinado para reciclaje} = \frac{\text{Residuos reciclables} \left(\frac{kg}{mes} \right)}{\text{Total de residuos generados} \left(\frac{kg}{mes} \right)} \times 100$$

6.1.2. Alcance

En cuanto al alcance de los indicadores de gestión, son aplicables a toda la empresa en estudio, dado que en todas las áreas se genera residuos.

6.2. Estadística

Con base en los indicadores de gestión, se debe llevar un registro estadístico de la generación de desperdicio y su reutilización. Cada mes el jefe de producción debe presentar el resultado de la implementación, para ir comparando si se mejora en la disminución del reproceso, así como el aprovechamiento de los desechos sólidos.

6.3. Relación beneficio/costo

Se entrevistó al gerente general de la empresa, quien determinó que el monto de la inversión inicial es de Q. 75 000,00 para 5 años, para lo cual se llevaron a cabo los siguientes cálculos.

Se realizó el análisis para determinar la factibilidad de la propuesta.

Ingresos. Los ingresos esperados se toman del pronóstico de ingresos anuales el cual es de Q. 300 000, según dato proporcionado por la empresa. Dado que esperan como mínimo ese valor de venta anual

Costos

Inversión inicial = Q 75 000

Costos = Q 145 000

Tasa al 8 %

Flujo de Efectivo. Se calcula restando las entradas y salidas de efectivo que representan las actividades de operativas de la empresa. En términos contables el flujo de caja es la diferencia en la cantidad de efectivo disponible al comienzo de un período (saldo inicial) y el importe al final de ese período (saldo final).

Tabla XIV. **Flujo de Efectivo**

	1	2	3	4	5
VENTAS	300 000	310 000	315 000	320 000	330 000
Total de Ingresos	300 000	310 000	315 000	320 000	330 000
Planilla	60 000	60 000	55 000	55 000	55 000
Materia Prima					
Elementos de corte	12 000	15 000	17 000	19 000	21 000
Elementos de clasificación	15 000	16 000	16 000	19 000	21 000
Aditivos	14 000	16 000	16 000	16 000	19 000
Empaque	24 000	26 000	34 000	34 000	34 000
Mantenimiento	20 000	22 000	22 000	22 000	25 000
Total de Egresos	145 000	155 000	160 000	165 000	175 000
Flujo de Efectivo	155 000	155 000	155 000	155 000	155 000

Fuente: elaboración propia.

Para la generación del VPN (Valor presente neto) se debe de considerar lo siguiente:

- Tasa de descuento. Es un valor que indica la proyección de la tasa de inflación del año 1 al 5, tomando como base el TREMA, el

comportamiento de las principales variables de la política del Banco de Guatemala.

Factor de descuento: donde n es el flujo de efectivo.

La tasa de actualización o $\frac{1}{(1+n)^t}$ mejor conocida como TREMA es uno de los elementos esenciales para la evaluación financiera de un proyecto de inversión, es decir, para calcular la VAN, TIR y B/C se requieren de todos los ingresos, egresos y la TREMA.

Para determinar la TREMA se consideran dos opciones: Un índice inflacionario más una prima, por incurrir en el riesgo de invertir el dinero en el proyecto:

TREMA = índice inflacionario (inflación) 5% + prima de riesgo 5%

Tasa al 10 %

Tabla XV. **Cálculo del Valor Presente Neto**

	Inversión inicial	1 2015	2 2016	3 2017	4 2018	5 2019	Tasa de descuento
Flujo de efectivo		155 000	155 000	155 000	155 000	155 000	8 %
Factor de descuento		93 %	86 %	79 %	74 %	68 %	
VAN	-75 000	134 519	132 888	123 044	113 930	105 490	
VAN	543 870 056						

Fuente: elaboración propia.

La tasa interna de retorno se calculó de la siguiente manera:

$$TIR = \left[\frac{(\text{tasa 1} - \text{tasa 2}) - (0 - VPN(-))}{(VPN(+)) - (VPN(-))} \right] + \text{tasa 2}$$

$$TIR = \left[\frac{(10 - 20) - (0 - 388541,24)}{(512558,5) - (388541,24)} \right] + 20$$

$$= 23,7 \%$$

Para determinar la relación beneficio costo de la propuesta con base en los datos de la inversión inicial, se calcula el valor presente neto, tanto para los ingresos, como para los costos.

$$\sum \text{Valor presente } 618\,870,06$$

$$\text{Costos: } 145\,000 + 75\,000$$

La fórmula para determinar la relación beneficio costo es la siguiente:

$$B/C = \frac{\frac{\sum \text{ingresos}}{(1+i)^n}}{\frac{\sum \text{egresos}}{(1+i)^n}}$$

Al sustituir y reducir los datos en la formula nos da el resultado:

$$B/C = \frac{618870,06}{475577}$$

B/C= 1,30

Relación beneficio costo 1,30 por lo cual el beneficio es alto, dado que sus ingresos es más alto que sus costos. Po lo cual es proyecto es factible.

6.4. Auditorias

Mantener un buen manejo y control de inventario permitirá obtener una mejor rotación de producto, y se logrará mejor control del espacio de almacenaje, en cuanto al ingreso y egreso del producto, minimizando posibilidades de existencia de producto obsoleto, que le pueda provocar pérdidas a la empresa.

Para llevar a cabo un buen seguimiento del manejo de inventario se deben efectuar auditorías periódicas, que permitan saber si se le está dando una adecuada rotación al producto, mediante un comparativo entre los registros y la existencia real, ayudará para saber si el método PEPS se está utilizando de forma adecuada.

- Auditorías internas. Las realizará el personal del departamento de inventarios, el cual se encargará de verificar que la información que se reportó en los registros sea correcta y concuerde con la parte física, la cual será verificada periódicamente por el personal que revisará la ubicación, cantidad y fechas de producción y vencimiento. Esta información asegurará que la rotación de producto se está realizando con normalidad.
- Auditorías externas. Las realizan profesionales y consultores externos, contratados periódicamente para este efecto por la empresa para obtener

un punto de vista objetivo y ajeno a la empresa, que permita saber con exactitud la posición en la que está situado el centro de distribución y determinar si es necesario realizar acciones correctivas.

6.4.1. Auditorías internas

El cumplimiento de los procedimientos de almacenaje será verificado mediante el personal de bodega. Deben conocer los pasos dentro del procedimiento establecido para el ingreso, ubicación y egreso de producto.

La verificación se puede realizar de dos formas: una visual siguiendo las actividades que realiza el personal encargado de bodega cuando ingresa, ubica y saca producto de la nevera. La otra modalidad es mediante una prueba teórica que permita saber si el personal conoce los procedimientos establecidos para desempeñar su trabajo.

Tabla XVI. Hoja de control para auditoria

Área : bodega Fecha:	Auditor Hora
Formato de auditoría interna 1. Excelente 100 2. Muy bien 80 3. Bien 60 4. Regular 40 5. Mal 20 Instrucciones Colocar el número que corresponde a la puntuación deseada en el cuadro, y luego escriba sus observaciones	
1. Cómo se encuentra el orden de la bodega. Observaciones	<input type="text"/> <input type="text"/>
2. La bodega se encuentra limpia. Observaciones	<input type="text"/> <input type="text"/>
3. Los productos se encuentran identificados con nombre y código según los estándares establecidos. Observaciones	<input type="text"/> <input type="text"/>
4. Se están utilizando los formatos de entrada y salida de productos para mantener todo movimiento del inventario registrado. Observaciones	<input type="text"/> <input type="text"/>

Continuación tabla

5. Los formatos de entrada y salida se encuentran archivados en orden. Observaciones	<input type="checkbox"/>
6. El inventario semestral se realizó con éxito. Observaciones	<input type="checkbox"/>
7. El inventario físico cuadra con el inventario del sistema. Observaciones	<input type="checkbox"/>
Puntuación promedio Recomendaciones	<input type="checkbox"/>
Hora finalización	Firma de auditor

Fuente: elaboración propia.

6.4.2. Auditorías externas

Las realizan profesionales y consultores externos. La empresa las planifica periódicamente para obtener un punto de vista objetivo y ajeno a la corporación que permita saber con exactitud la posición en la que está situado el centro de distribución y determinar si es necesario realizar acciones correctivas.

- Verificación de optimización de espacio

Es posible verificarla mediante una inspección ocular, durante la cual se debe comprobar que las tarimas y los *racks* estén a su máxima capacidad, para aprovechar efectivamente el espacio disponible.

- Verificación de rotación de producto

Se puede verificar mediante registros de entrada, salida e inventario para saber qué producto está almacenado, cuándo entró y con qué fecha de producción. Esta información permitirá establecer qué producto debe salir primero y mantener una óptima rotación del mismo.

- Verificación del cumplimiento de procedimientos de almacenaje

El personal de bodega verificará el cumplimiento de los procedimientos de almacenaje, deben conocer los pasos, dentro del procedimiento establecido para el ingreso, ubicación y egreso de producto.

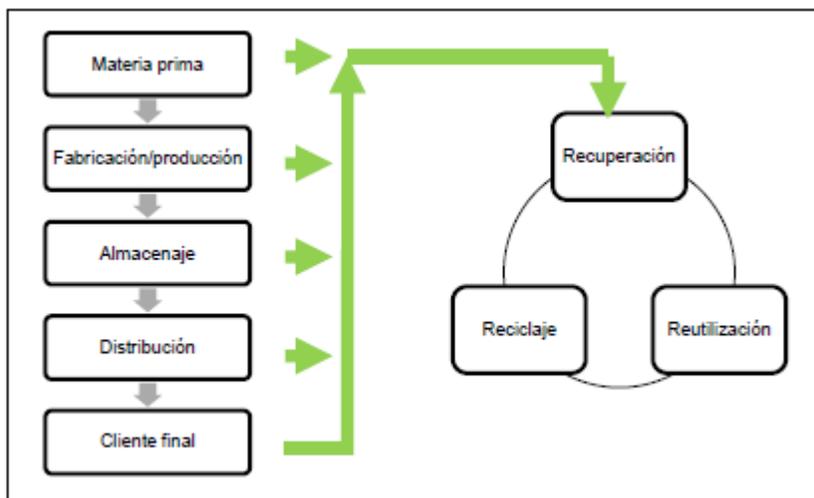
La verificación se puede realizar de dos formas: una visual siguiendo las actividades que realiza el personal encargado de bodega cuando ingresa, ubica y saca producto de la nevera. La otra modalidad es mediante una prueba

teórica que permita saber si el personal conoce los procedimientos establecidos para desempeñar su trabajo.

6.5. Acciones correctivas

Como toda industria, esta necesita de un canal de distribución para llevar el producto hacia el cliente, pero para la necesidad de un programa de reciclaje también es necesario un canal de recuperación, el cual se encargaría de recuperar todos los desechos que puedan ser reciclados. El canal seleccionado debe ser capaz de cubrir la recuperación de desechos ya sea desde el primer paso en materia prima o en el último paso con el cliente final.

Figura 26. **Proceso de logística inversa**



Fuente: elaboración propia.

6.5.1. Responsables

El departamento de recursos humanos y producción son los responsables de la implementación de la logística inversa en la empresa porque su relación con el persona de trabajo es mayor.

6.5.1.1. Departamento de recursos humanos

El Departamento de recursos humanos será el encargado de la concientización y plan de promoción de que todo el personal de la empresa deposite los residuos en los recipientes identificados para evitar contaminación cruzada.

6.5.1.2. Gerente de producción

El gerente de producción se encargará de conformar el equipo de recolección de desechos. Esta tarea la realiza el personal operativo, que después de recolectar los materiales los coloca en toneles de 55 galones que serán usados como recipientes de desechos, donde se pueden clasificar los materiales. Hay cuatro tipos de basureros, PET, aluminio, papel y otros.

- Compactado: esta tarea puede ser realizada por personal de bodega asignada o personal del *Outsourcing* de reciclaje que se encuentre en la empresa. Consiste en compactar los materiales de un mismo tipo en “bloques” o “pacas” de determinadas dimensiones y pesos.
- Reciclado: esta tarea consiste en la entrega de los materiales clasificados al proveedor de reciclaje para que aplique los procesos internos y recicle los materiales, reacondicionándolos para otros procesos posteriores.

CONCLUSIONES

1. La empresa, actualmente, tiene una merca del 5 % en el área de producción, no cuenta con procesos estandarizados para el control de la materia prima, así como la recolección, clasificación de residuos para reutilizarlos en los procesos productivos.
2. Para establecer mejoras en el proceso de producción de la empresa se realizó un análisis por medio del diagrama de Pareto en el cual se identificó que el método no cuenta con un estándar de calidad que se pueda seguir para que el producto sea de buena calidad. No hay documentación en la que el operador se pueda basar para hacer su trabajo.
3. Para aumentar la eficiencia se realiza la propuesta de reducción de merma a por medio de la utilización de indicadores de gestión, así como el diseño de hojas de control para los procesos producción.
4. La mayor cantidad de desecho se genera en el área de producción ya que no se tiene un control de la materia prima, así como el alto reproceso que se da, la reducción de la merma a través de la optimización de los recursos como energía eléctrica utilizando energía renovable, beneficia a la empresa en la reducción de costos.

5. El plan para el control y manejo de desechos inicia con la clasificación de los mismos, así como la instalación de recipientes identificados para clasificarlos. Además, se deben utilizar indicadores que permitan cuantificar el porcentaje y kilogramos generados y cuántos de estos pueden ser reutilizables.

6. Para maximizar las utilidades de la empresa, se debe tener control de calidad en producto terminado dado que un alto porcentaje de devoluciones podría impedir que la empresa se expanda a otros mercados.

RECOMENDACIONES

1. Es indispensable que los procedimientos sean comunicados y explicados a los trabajadores que operan las máquinas, esto se puede realizar con una capacitación que debe de ser impartida por el supervisor de turno a su grupo de trabajo.
2. Es recomendable que la primera parte del plan de capacitaciones la realice una persona externa, luego se debe contar con la intervención de uno de los representantes de la empresa, para que el empleado perciba el involucramiento de los gerentes.
3. Crear programas de mantenimiento preventivo y correctivo para garantizar la vida útil de la maquinaria y equipo, y de esta forma minimizar los costos de operación evitando paros imprevistos en la producción.
4. Designar a una persona responsable encargada de la documentación y registro del sistema de gestión, además debe de ser el responsable de la actualización y mejora continua del sistema de reducción de merma a través de la búsqueda constante de nuevos conceptos y aplicaciones.
5. La limpieza y separación entre los diferentes tipos de materiales es muy importante para asegurar un correcto proceso de reciclaje, enviando materiales libres de contaminantes ajenos aseguramos no agregar toxinas extras al proceso de reciclaje.

6. Cumplir a cabalidad el plan anual de capacitación para asegurar que todo el personal operativo de la planta sepa llenar de manera correcta cada uno de los registros de los puntos críticos de control del proceso de elaboración de productos plásticos

BIBLIOGRAFÍA

1. ARANDES, J., BILBAO, J. y LÓPEZ, D. *Reciclado de Residuos Plásticos*. Madrid: Revista Iberoamericana de Polímeros, 2004.
2. ASKELAN, D.R. *Ciencia e Ingeniería de los Materiales (4ta ed.)*. D.F., México: Thomson, 2005.
3. ELÍAS, X. *Reciclaje de residuos industriales*. Madrid, España : Ediciones Díaz de Santos, 2012.
4. GUAJARDO, A.B., NAJAR, L.E. y PRÓSPERI, S.B. *Propiedades de los plásticos reciclados*. Buenos Aires, Argentina: Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria, 1997.
5. Guatemala. Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente. *Perfil Ambiental de la republica de Guatemala*. Ciudad de Guatemala, Guatemala: IARNA, 2002.
6. Guatemala. Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. *Guía técnica para el mecanismo de residuos sólidos domésticos después de un desastre natural*. Ciudad de Guatemala, Guatemala: MARN, 2008.
7. Guatemala. Ministerio de Salud Pública. *Normativa reguladora de leyes y normas relacionadas con el manejo de los desechos sólidos*. Ciudad de Guatemala, Guatemala: Ministerio de Salud Pública, 1997.

8. JONES, Morton. *Procesamiento de plásticos*. Distrito Federal, México: Limusa, 1999.
9. PENIDO MONTEIRO, José Henrique y LEITE MANSUR, Gilson. *Manuel de gestión integrada de residuos sólidos municipales en ciudades de América Latina y el Caribe*. Rio de Janeiro: IBAM, 2006.
10. URIBE, M. 1996. *Los polímeros-Síntesis, Caracterización, Degradación y Reología (1ra. ed)*. Distrito Federal, México: Instituto Politécnico Nacional, 1996.

ANEXOS

Tabla XVII. **Tipos de Producto elaborados por Escoplast**

Productos de la línea farmacéutica		Tableteros
		Goteros
		Pomaderas
		Envases para suero
		Tarros
		Sueros
Productos promocionales		Pachones
		Alcancillas
		Vasos
Productos agropecuarios		Trampas para chivos
		Mamones para pachas de chivos
Otros		Portaespejos
		Tapaderas
		Tazas de comida para perro
		Palitos para globos
		Copitas portaglobos
		Revovedores de licor
		Frasco de crema. Cosméticos

Fuente: Escoplast.

