



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

**MEJORA Y ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO DE
PRODUCCIÓN, EN UNA EMPRESA PRODUCTORA DE
ENVASES PLÁSTICOS**

Adriana Amanda Colomo Gutiérrez

Asesorado por el Ing. José Rolando Chávez Salazar

Guatemala, junio de 2009

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**MEJORA Y ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN, EN
UNA EMPRESA PRODUCTORA DE ENVASES PLÁSTICOS**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR:

ADRIANA AMANDA COLOMO GUTIÉRREZ

ASESORADO POR EL ING. JOSÉ ROLANDO CHÁVEZ SALAZAR

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERA INDUSTRIAL

GUATEMALA, JUNIO DE 2009

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paíz Recinos
VOCAL I	Ing. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Ing. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Milton De León Bran
VOCAL V	Br. Isaac Sultan Mejía
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXÁMEN GENERAL PRIVADO

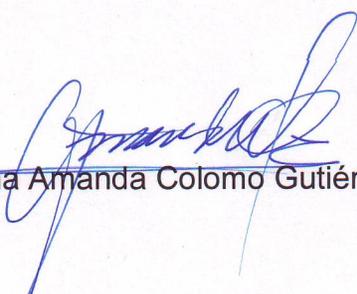
DECANO	Ing. Murphy Olympo Paíz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Roberto Valle González
EXAMINADOR	Ing. César Augusto Akú Castillo
EXAMINADOR	Ing. Gladys Carles Zamauripa
SECRETARIO	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

**MEJORA Y ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO DE
PRODUCCIÓN, EN UNA EMPRESA PRODUCTORA DE ENVASES
PLÁSTICOS,**

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 18 de octubre 2008.


Adriana Amanda Colomo Gutiérrez

Guatemala, 22 de octubre de 2008.

Ingeniero:
José Francisco Gómez Rivera
Director
Escuela Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala

Atentamente me dirijo a usted para someter a su consideración el trabajo de graduación de la estudiante Adriana Amanda Colomo Gutiérrez previo a obtener el título de ingeniero industrial.

El trabajo en mención se titula **“MEJORA Y ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN EN UNA EMPRESA PRODUCTORA DE ENVASES PLÁSTICOS”**.

He asesorado y revisado el trabajo, considerando que llena satisfactoriamente los requisitos recomendando su aprobación.

Ing. José Rolando Chávez Salazar
Asesor

José Rolando Chávez Salazar
INGENIERO INDUSTRIAL
Colegiado No. 4,317

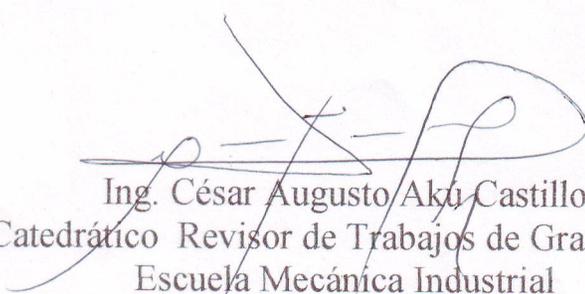
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **MEJORA Y ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN EN UNA EMPRESA PRODUCTORA DE ENVASES PLÁSTICOS**, presentado por la estudiante universitaria **Adriana Amanda Colomo Gutiérrez**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS



Ing. César Augusto Aku Castillo
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela Mecánica Industrial

César Aku Castillo
INGENIERO INDUSTRIAL
COLEGIADO 4,073

Guatemala, marzo de 2009.

/mgp



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 **MEJORA Y ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN, EN UNA EMPRESA PRODUCTORA DE ENVASES PLÁSTICOS**, presentado por la estudiante universitaria **Adriana Amanda Colomo Gutiérrez**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. José Francisco Gómez Rivera
DIRECTOR
Escuela Mecánica Industrial



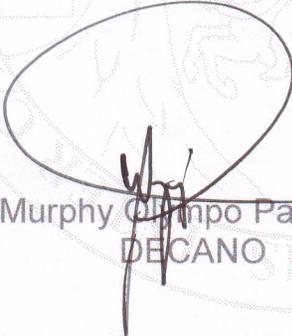
Guatemala, junio de 2009.

/mgp



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: **MEJORA Y ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN, EN UNA EMPRESA PRODUCTORA DE ENVASES PLÁSTICOS**, presentado por la estudiante universitaria **Adriana Amanda Colomo Gutiérrez**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.


Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos
DECANO

Guatemala, junio de 2009.



/gdech

AGRADECIMIENTOS A:

- Jehová Dios:** Por ser el Soberano Universal digno de honra y alabanza, por enseñarme sus justos caminos y encaminar mi vida en ellos.
- Mis padres:** Amanda Gutiérrez de Colomo y Héctor Isidro Colomo Gutiérrez, por estar siempre conmigo brindándome su apoyo y comprensión.
- A mis hermanos:** Héctor, José, Adonái, Dany, por su cariño y apoyo espiritual que he recibo.
- Mis tíos:** Por darme siempre ánimo y transmitirme sus ideales.
- Universidad de San Carlos de Guatemala:** Por ser el centro de estudios superiores accesible en donde se puede adquirir conocimiento.
- Mi asesor:** Ing. José Rolando Chávez Salazar por compartir sus conocimientos para la realización de este trabajo de graduación.
- Mis compañeros:** Byron Mejía Chiguichón, Mauricio Echeverría, Mario Hernández, Jackeline Pierri, Sobeyda Urrea, Juan Pablo Paredes, Leonardo González, Luis López, con quienes compartí muchas experiencias en los años de estudio.

DEDICATORIA A:

Mis padres **Héctor Colomo Gutiérrez y Amanda Gutiérrez de Colomo**, a mi hermano **Héctor Isidro Colomo Gutiérrez**, quienes me dieron su apoyo incondicional.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN	XI
OBJETIVOS	XIII
INTRODUCCIÓN	XV

1. ANTECEDENTES HISTÓRICOS DE LA PLANTA Y LOS ENVASES PLÁSTICOS

1.1 Historia de la empresa	1
1.1.1 Organigrama de la empresa	2
1.1.2 Misión de la empresa	3
1.1.3 Visión de la empresa	3
1.2 Condiciones generales de la planta	3
1.2.1 Tipo de producción	3
1.2.2 Materia prima utilizada	4
1.2.3 Organigrama de la planta	7
1.2.4 Descripción de puestos y funciones en la planta	8
1.3 Naturaleza y origen de los envases plásticos	12
1.3.1 Clasificación de los envases plásticos	15

2. DIAGNÓSTICO DE LOS PROCESOS ACTUALES DE LA PLANTA

2.1 Descripción de los procesos	
2.1.1 Proceso de extrusión	19

2.1.2	Proceso de termoformado	20
2.1.3	Proceso de impresión	21
2.1.4	Proceso de inyección	24
2.2	Análisis del proceso	
2.2.1	Diagramas de operaciones	26
2.2.2	Diagramas de flujo	30
2.2.3	Diagrama de Ishikawa	38
2.3	Estadísticas de la situación actual de la planta	42

3. PROPUESTA DE MEJORA DE LOS PROCESO DE PRODUCCIÓN EN LA PLANTA

3.1	Proceso por departamento	
3.1.1	Proceso de extrusión	
3.1.1.1	Procedimiento de operación	43
3.1.1.1.1	Diagrama de flujo del proceso de extrusión propuesto	45
3.1.1.1.2	Preparación y arranque de la máquina de extrusión	47
3.1.1.1.3	Ajustes y cambio de los moldes de extrusión	47
3.1.1.1.4	Cuantificación de la mezcla de materia prima	49
3.1.2	Proceso de termoformado	
3.1.2.1	Procedimiento de operación	50
3.1.2.1.1	Diagrama de flujo del proceso de termoformado propuesto	51
3.1.2.1.2	Preparación y arranque de la máquina de termoformado	52
3.1.2.1.3	Ajustes y cambio de los moldes de termoformación	53
3.1.2.1.4	Características de la materia prima	53
3.1.3	Proceso de impresión	
3.1.3.1	Procedimiento de operación	54
3.1.3.1.1	Diagrama de flujo del proceso de impresión propuesto	56

3.1.3.1.2	Procedimiento de arranque	57
3.1.3.1.3	Procedimiento de colocación del diseño de impresión	60
3.1.3.1.4	Manejo de tintas de colores	61
3.1.4	Proceso de inyección	
3.1.4.1	Procedimiento de operación	62
3.1.4.1.1	Diagrama de flujo del proceso de inyección propuesto	63
3.1.4.1.2	Preparación y arranque de la máquina de inyección	64
3.1.4.1.3	Ajustes y cambios de moldes de inyección	65
3.1.4.1.4	Forma de mezclar la materia prima	65
3.2	Departamento de bodega	
3.2.1	Forma de colocación de la materia prima y el producto terminado	66
3.2.2	Registros para control del producto terminado	67
3.2.3	Procedimiento para requerimiento de materia prima	69
3.2.4	Diagrama de flujo propuesto para bodega	70
3.2.5	Ubicación de colorantes	71
3.3	Formularios para estandarización del proceso	71
3.3.1	Formularios para el proceso de extrusión	
3.3.1.1	Orden de elaboración y especificación del producto	72
3.3.1.2	Informe de producción y materia prima utilizada	73
3.3.2	Formularios para el proceso de termoformado	
3.3.2.1	Orden de elaboración y especificación del producto	74
3.3.2.2	Informe de producción y materia prima utilizada	75
3.3.3	Formularios para el proceso de impresión	
3.3.3.1	Orden de elaboración y especificación del diseño	76
3.3.3.2	Informe de producción y materia prima utilizada	77
3.3.3.3	Registro de ingresos y egresos de negativos	78
3.3.4	Formularios para el proceso de inyección	
3.3.4.1	Orden de elaboración y especificación del producto	79

3.3.4.2 Informe de producción y materia prima utilizada	80
3.4 Estudio de tiempos y movimientos	
3.4.1 Recopilación de la información	81
3.4.2 Aplicación de la técnica de cronometración	82
3.4.3 Balance de líneas	86
3.4.4 Cálculo de la eficiencia	88
3.4.5 Cálculo de la capacidad de la planta	88
3.4.6 Cálculo del rendimiento de la planta	90

4. IMPLANTACIÓN DE LA PROPUESTA

4.1 Diseño de la infraestructura para aplicar el programa	
4.1.1 Estructura organizacional	91
4.1.2 Descripción de puestos	92
4.1.3 Descripción de responsabilidades de cada área	97
4.1.4 Distribución de maquinaria	106
4.2 Capacitación del personal	108
4.2.1 Inducción de personal de nuevo ingreso	110
4.2.2 Actualización periódica del personal contratado	112

5. SEGUIMIENTO DE LA MEJORA CONTÍNUA

5.1 Auditorías de calidad	117
5.2 Planeación de la auditoría	
5.2.1 Programa anual de auditorías	117
5.2.2 Selección del equipo auditor	118
5.2.3 Definir alcance de la auditoría	118
5.2.4 Preparación de la auditoría	119
5.2.5 Actividades para la auditoría en sitio	120

5.3 Desarrollo de la auditoría	
5.3.1 Reunión de apertura	122
5.3.2 Recolección de evidencias	123
5.4 Indicadores de producción	
5.4.1 Productividad	124
5.4.2 Porcentaje de desperdicio	125
5.4.3 Disponibilidad de equipos	126
5.5 Finalización de la auditoría	
5.5.1 Reunión de cierre de la auditoría	127
5.5.2 Revisión de la auditoría	128
5.5.3 Acciones correctivas y preventivas	129
5.5.4 Informe final	130
CONCLUSIONES	133
RECOMENDACIONES	135
BIBLIOGRAFÍA	137

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1. Diagrama organizacional actual	2
2. Diagrama organizacional actual de producción	7
3. Máquina de extrusión	20
4. Máquina de termoformado	21
5. Máquina de inyección	25
6. Diagrama de pareto para paros de máquinas	41
7. Diagrama de flujo para el departamento de bodega	70
8. Diagrama organizacional propuesto	91
9. Plano de distribución actual para maquinaria	106
10. Plano de distribución propuesto para maquinaria	107

TABLAS

I. Paros del proceso de producción	40
II. Frecuencia y porcentaje del paro de producción	40
III. Porcentaje de eficiencia actual	42
IV. Comparación proceso actual y propuesto de extrusión	46

V.	Mezcla de materia prima de extrusión	49
VI.	Formulación de mezclas	50
VII.	Comparación proceso actual y propuesto de termoformación	52
VIII.	Comparación proceso actual y propuesto de impresión	57
IX.	comparación proceso actual y propuesto de inyección	64
X.	Tiempo estándar	88
XI.	Distribución de operarios	89
XII.	Operación más lenta	89
XIII.	Rendimiento de planta	90
XIV.	Índice de desperdicio	126
XV.	Disponibilidad de equipos	127

GLOSARIO

PEAD	Polietileno de alta densidad
PP	Polipropileno
PS	Poliestireno
TG	Transición vítrea
TM	Temperatura de fusión
PUR	Poliuretanos reticulados
R	Ritmo de producción
E	Eficiencia
TE	Tiempo estándar
TEP	Tiempo estándar permitido
N	Número de operarios
CP	Capacidad de planta
IR	Rendimiento de planta
ID	Índice de desperdicio
DE	Disponibilidad de equipos
TMEF	Tiempo medio entre fallas
TPR	Tiempo sin producción por fallas
P	Productividad
NIP ROLL	Rodillos jaladores

RESUMEN

El presente trabajo trata acerca del mejoramiento del proceso productivo de una empresa productora de envases plásticos, esto se desarrolló por medio de la realización de procedimientos de operación para cada uno de los procesos implicados como son: extrusión, termoformación, impresión, inyección.

Se hizo un estudio de todos los factores actuales que están involucrados en la fabricación de los envases plásticos, que permitió identificar las anomalías que tiene el proceso, se realizó la descripción de los procesos y los puestos de trabajo. Con esta información se planteo la propuesta de mejora de los procesos de producción en la planta que incluye todos los recursos implicados en el proceso.

En lo relacionado a operación de las máquinas se crearon 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, como 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, también se hizo un diagrama para que se tenga una guía específica de la operación.

Con la estructura organizacional planteada se tiene un mejor desempeño y se aprovecha mejor el recurso humano, se crean estándares de calidad y auditorías para monitorear que se cumplan los estándares, con todas estas mejoras la empresa tendrá más posibilidad de competir en el mercado pues cumplirá con requerimientos internacionales.

En lo referente a la distribución de la maquinaria, se estableció una nueva ubicación que es más eficiente, los tiempos de transporte son más cortos y el espacio es mejor utilizado. Se establecieron las rutas que debe seguir cada proceso desde bodega de materia prima pasando por todos los procesos hasta llegar a bodega de producto terminado.

Con los formularios de estandarización del proceso se tiene un mejor control de la fabricación de los productos, pues cada uno contará con una especificación individual que permite que no existan confusiones en la elaboración y se reduce los errores o equivocaciones que pudieran generarse por una orden mal interpretada, es más fácil controlar el uso de la materia prima de cada día lo que también beneficia para hacer pedidos a tiempo.

OBJETIVOS

GENERAL:

Proponer mejoras de acuerdo al desarrollo de un análisis sobre el proceso de producción de envases plásticos actual.

ESPECÍFICOS:

1. Establecer un procedimiento correcto para el uso de cada una de las máquinas que se utilizan en la elaboración de los envases plásticos.
2. Evaluar a través del organigrama de la planta de producción cómo se están realizando las funciones y atribuciones de los diferentes cargos, para proponer una estructura organizacional eficiente.
3. Determinar una mejor distribución de la planta de producción, para evitar tiempos de ocio entre operaciones.
4. Realizar un estudio de tiempos y movimientos en el área de producción, para determinar la capacidad real de la planta.

5. Crear un plan de capacitación continuo para el enriquecimiento de los conocimientos de todos los empleados de la planta.

6. Desarrollar un procedimiento interno para el despacho y recepción de los productos de las bodegas.

7. Crear auditorías para la evaluación continua de la ejecución de las mejoras implementadas.

INTRODUCCIÓN

La planta de producción tiene 15 años de estar funcionando, su actividad está dirigida a la fabricación de envases plásticos desechables, por su magnitud puede catalogarse como mediana empresa, porque cuenta con ochenta empleados distribuidos en los departamentos de extrusión, termoformación, impresión, inyección, bodega, ventas y administración, no tiene mucha tecnología implementada la producción es improvisada, los productos que se fabrican en su mayoría son para satisfacer la demanda exterior, el país que tiene mayor exportación es Estados Unidos, un porcentaje bastante bajo se distribuye a nivel local, la creciente demanda que se tiene a nivel mundial de los envases plásticos es bastante rentable por ser un producto perecedero. Esta creciente demanda exterior con frecuencia supera la capacidad que tiene la planta de ofertar lo que ha provocado que la empresa busque mejorar sus procesos para ser más eficiente.

El proceso de fabricación de los envases plásticos es bastante automatizado y no requiere de mucha intervención humana para llevarse a cabo. Para crear la película base en el proceso de extrusión que da origen al envase se utilizan polímeros como materias primas entre ellos: el poliestireno, polipropileno, polietileno, luego los productos son realizados por un proceso de termoformado, que teniendo la película extruida le da la forma que tendrá el producto final que pueden ser: platos, vasos, recipientes para almacenar productos de limpieza, vasos de yogurt, cremas, entre otros; después de este proceso el siguiente es la impresión de logotipos y especificaciones generales del producto, los que generalmente utilizan el proceso de impresión son los productos de limpieza y los envases de yogurt, en estos casos el cliente propone su diseño, la empresa también puede sugerirle un diseño o mejorar el que propone el cliente.

La empresa tiene poca capacidad instalada y posee pocos recursos para poder proyectarse a una ampliación, sin embargo se ha mejorado mucho en el diseño de los envases dado que los envases han cambiado a lo largo del tiempo la empresa ha ido ajustándose a ese cambio, como por ejemplo: hacer nuevos moldes para los requerimientos del cliente, tener un mejor control en el sistema de entregas, etc.

Como parte de este trabajo de graduación, se logró que la empresa use mejor los recursos existentes realizando algunas modificaciones en el sistema de producción, este podrá ser fácilmente desarrollado con una buena disposición de la Gerencia General.

1. ANTECEDENTES HISTÓRICOS DE LA PLANTA Y DE LOS ENVASES PLÁSTICOS

1.1 Historia de la empresa

La empresa inicio hace más de quince años, cuando un grupo de socios se dieron cuenta que el mercado de los envases plásticos en Guatemala y Centroamérica era bastante grande y en nuestro país solo existía en esa época una planta que elaboraba esta clase de producto. Empezó con una extrusora y una termoformadora, no se realizaban trabajos de impresión ni de inyección, contaba con pocos empleados distribuidos en pequeñas áreas de trabajo.

Los primeros tres años las ventas solamente se realizaron en el mercado local, con el tiempo se fueron haciendo contactos con clientes de Centroamérica y República Dominicana, quienes se han hecho hasta la fecha el mercado más grande que satisface la producción que tiene la empresa.

Luego de algún tiempo con ganancias que generaron las ventas se logró contar con un capital más grande para poder ampliar la empresa, esto permitió que se pudiera hacer la compra de una máquina impresora y otra de inyección, lo que beneficio mucho a la empresa porque pudo ofrecer un servicio total desde la elaboración del envase y la tapa hasta la impresión del logotipo del cliente y especificaciones del producto.

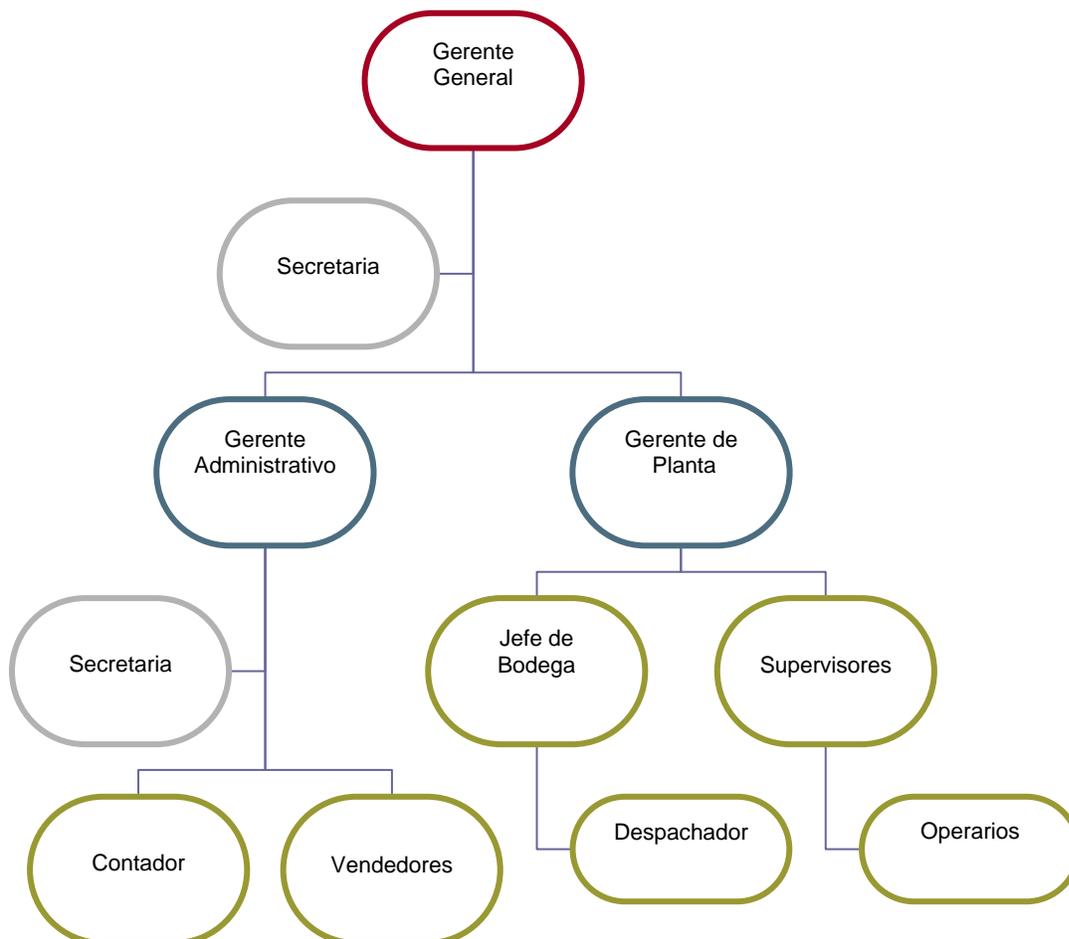
Actualmente, la empresa cuenta con una capacidad bastante alta para satisfacer su demanda de fuertes clientes, lo que ha generado una buena imagen para que la empresa pueda competir en el mercado creciente y exigente de envases plásticos desechables.

La planta puede catalogarse como mediana empresa ya que cuenta con 80 empleados que están distribuidos en los departamentos de extrusión, termoformado, impresión, inyección, bodega, ventas y administración. La planta mantiene su funcionamiento en dos turnos de doce horas cada uno y los turnos se van rotando en los equipos de trabajo cada semana.

1.1.1 Organigrama de la Empresa

Responsabilidades jerárquicas de las funciones generales administrativas de la empresa (Ver figura 1).

Figura 1. Diagrama organizacional actual



1.1.2 Misión de la empresa

La elaboración de envases y productos plásticos desechables con altos niveles de calidad, a fin de lograr una diferenciación respecto a los productos existentes en el mercado y considerando las necesidades del cliente, logrando con todos estos factores la satisfacción total de los clientes.

1.1.3 Visión de la empresa

Su visión, consiste en tener una participación dominante en el mercado local y una alta participación en el mercado mundial, comprometiéndose con nuestros clientes, proveedores y con todo el personal que está involucrado en el proceso.

1.2 Condiciones generales de la planta

Se tomaron en cuenta todas las condiciones que se observaron durante las visitas que se realizaron, además de los factores que pudieron determinarse a continuación detallo algunos de los más importantes.

1.2.1 Tipo de producción

La empresa se dedica a la elaboración de envases plásticos desechables como por ejemplo: vasos, platos, recipientes para productos de limpieza, para envasar cremas, yogurt entre otros. El tipo de producción que la empresa tiene en funcionamiento es por productos, pues se mantiene cierto stock que sirve para satisfacer la demanda de acuerdo a lo que se tiene en existencia, a partir de esto se realiza la orden de trabajo para que se empiece a producir el producto que ya este en menor cantidad en la bodega de producto terminado. Hay algunos casos muy particulares en los que la empresa también elabora

otros productos que no son de sus líneas estándares, pero son muy escasos, como por ejemplo los recipientes de comida para llevar que son elaborados exclusivamente para Pollo Campero, estos tienen especificaciones muy diferentes a todos los demás productos que la empresa elabora. Se podría decir entonces que la empresa enfoca su producción al producto en un 90% y el otro 10% lo enfoca a pedidos exclusivos de empresas que así lo requieren.

1.2.2 Materia prima utilizada

Los principales insumos que se utilizan para la elaboración de los envases plásticos desechables entre la gran variedad que existe de materia prima tenemos a continuación los siguientes:

1. **Polietileno:** Éste es el termoplástico más usado en nuestra sociedad. Los productos hechos de polietileno van desde materiales de construcción y aislantes eléctricos hasta material de empaque. Es barato y puede moldearse a casi cualquier forma, extruirse para hacer fibras o soplarse para formar películas delgadas. Según la tecnología que se emplee se pueden obtener dos tipos de polietileno:
 - a. **Polietileno de alta densidad:** 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). Es muy versátil y se lo puede transformar de diversas formas: Inyección, Soplado, Extrusión, o Rotomoldeo. Este es usado en la extrusora para crear la película plástica que luego es moldeada con el molde que tenga la termoformadora.

Se emplea para hacer recipientes moldeados por soplado, como las botellas y los caños plásticos (flexibles, fuertes y resistentes a la corrosión).

- b. **Polietileno de baja densidad.** Dependiendo del catalizador, este polímero se fabrica de dos maneras: a alta presión o a baja presión.

Cuando se polimeriza el etileno a baja presión se emplean catalizadores tipo Ziegler Natta y se usa el buteno-1 como comonómero. De esta forma es como se obtiene el propileno de baja densidad lineal, que posee características muy particulares, como poder hacer películas más delgadas y resistentes. Se produce a partir del gas natural. Al igual que el PEAD es de gran versatilidad y se procesa de diversas formas: Inyección, Soplado, Extrusión y Rotomoldeo.

Su transparencia, flexibilidad, tenacidad y economía hacen que esté presente en una diversidad de envases, sólo o en conjunto con otros materiales y en variadas aplicaciones.

- 2. **Polipropileno:** El polipropileno se produce desde hace más de veinte años, pero su aplicación data de los últimos diez, debido a la falta de producción directa pues siempre fue un subproducto de las refinerías o de la desintegración del etano o etileno.

Posee una alta cristalinidad, por lo que sus cadenas quedan bien empacadas y producen resinas de alta calidad.

El polipropileno se utiliza para elaborar bolsas de freezer y microondas ya que tienen una buena resistencia térmica y eléctrica además de baja absorción de humedad. Otras propiedades importantes son su dureza, resistencia a la abrasión e impacto, transparencia, y que no es tóxico. Asimismo se usa para fabricar carcazas, juguetes, valijas, jeringas, baterías, tapicería, ropa interior y ropa deportiva, alfombras, cables, selladores, partes automotrices y suelas de zapatos.

El PP es un termoplástico que se obtiene por polimerización del propileno. Los copolímeros se forman agregando etileno durante el proceso. El PP es un plástico rígido de alta cristalinidad y elevado punto de fusión, excelente resistencia química y de más baja densidad. Al adicionarle distintas cargas (talco, caucho, fibra de vidrio, etc.), se potencian sus propiedades hasta transformarlo en un polímero de ingeniería. (El PP es transformado en la industria por los procesos de inyección, soplado y extrusión/ termoformado)

3. **Poliestireno:** El poliestireno (PS) es el tercer termoplástico de mayor uso debido a sus propiedades y a la facilidad de su fabricación. Posee baja densidad, estabilidad térmica y bajo costo. El hecho de ser rígido y quebradizo lo desfavorecen. Estas desventajas pueden remediarse copolimerizándolo con el acrilonitrilo (más resistencia a la tensión).

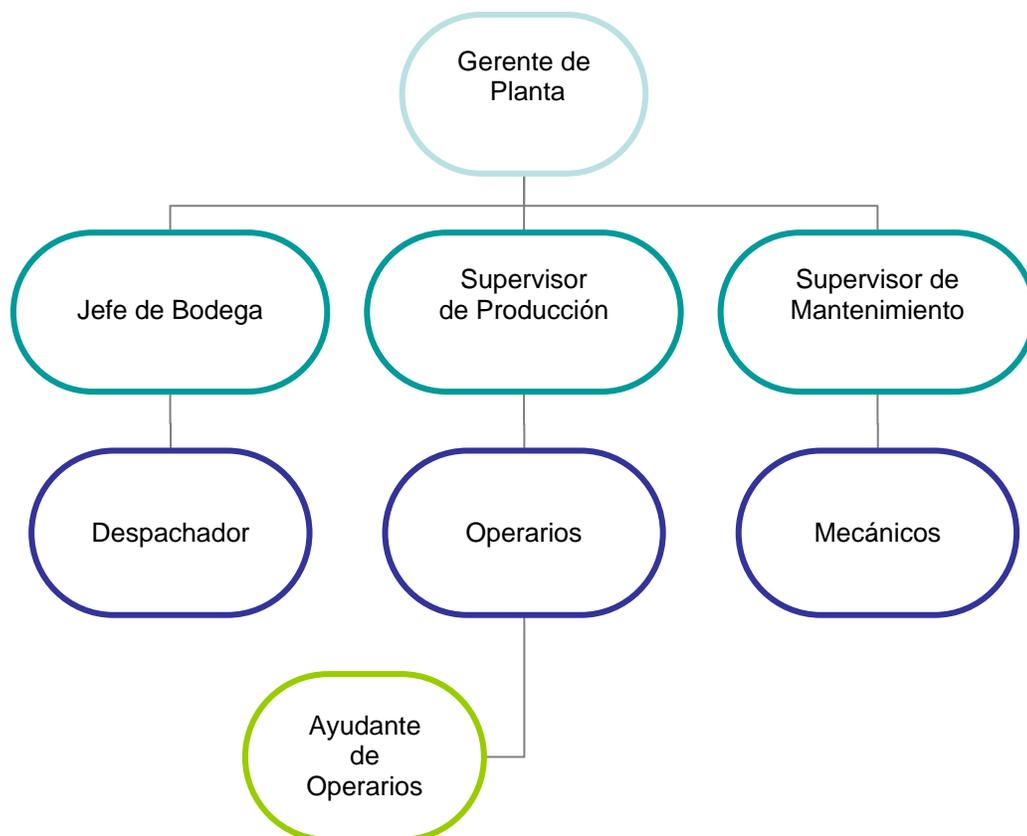
Es una resina clara y transparente con un amplio rango de puntos de fusión. Fluye fácilmente, lo que favorece su uso en el moldeo por inyección; Posee buenas propiedades eléctricas, absorbe poco agua (buen aislante eléctrico), resiste moderadamente a los químicos, pero es atacado por los hidrocarburos aromáticos y los clorados. Se comercializa en tres diferentes formas y calidades:

De uso común, encuentra sus principales aplicaciones en los mercados de inyección y moldeo. Poliestireno de impacto (alto, medio y bajo) que sustituye al de uso general cuando se desea mayor resistencia. Utilizada para fabricar electrodomésticos, juguetes y muebles. Expandible se emplea en la fabricación de espuma de poliestireno que se utiliza en la producción de accesorios para la industria de empaques y aislamientos.

1.2.3 Organigrama de la planta

Representación gráfica de los puestos del esquema organizacional de la planta (ver figura 2).

Figura 2. Diagrama organizacional actual de producción



1.2.4 Descripción de puestos y funciones en la planta

Funciones del gerente de planta:

Administrar al personal, la maquinaria y materiales que se disponen en la planta para la fabricación de los productos de acuerdo a las especificaciones del cliente y en el tiempo requerido.

Atribuciones:

- Realizar reportes para la gerencia sobre la producción diaria.
- Indicar a los supervisores sobre las órdenes de trabajo que se realizarán en cada turno.
- Planificación de la producción en cada uno de los turnos.

Funciones del jefe de bodega:

Responsable de dar entrada a la materia prima aprobada por control de calidad y abastecer el área de producción, así como de la recepción y salida de producto terminado.

Atribuciones:

- Autorizar la salida del producto terminado para cargar contenedores.
- Evaluar la mejor manera de aprovechar el espacio disponible en el área de bodega.
- Realizar reportes sobre la existencia de materia prima y el producto terminado.

Funciones del supervisor de producción:

Tiene a su cargo vigilar y controlar que la línea de producción opere con la mayor eficiencia posible y que las operaciones se estén realizando de acuerdo a los lineamientos establecidos para la elaboración de cada etapa del proceso del envase. Así también es el primero en identificar los problemas que surjan durante el proceso productivo.

Atribuciones:

- Realizar correcciones de los problemas que se den en la línea de producción.
- Supervisar los niveles de aceite y aire comprimido de los equipos que están a su cargo.
- Encargado de darle seguimiento al programa de producción aprobado por el Gerente de planta.
- Coordina y planifica el ingreso de la materia prima a las diferentes máquinas.

Funciones del supervisor de mantenimiento:

Realizar la planificación del mantenimiento mecánico predictivo, preventivo y correctivo, a maquinaria y equipo de la planta de plásticos, también realizará las órdenes de compra de repuestos.

Atribuciones:

- Realizar las órdenes de compra de repuestos que se necesiten para mantener disponibilidad en el taller.

- Planear el mantenimiento de toda la maquinaria de la planta de acuerdo al ciclo de producción planificado.
- Coordinar las actividades de reparación con el mecánico a su cargo.

Funciones del despachador:

Encargado de controlar la materia prima que entra y sale de la bodega, además tiene que llevar el control de la existencia del producto terminado.

Atribuciones:

- Recibe la materia prima para darle ingreso a la bodega.
- Da seguimiento a las órdenes de entrega emitidas por el departamento de ventas.
- Distribuye el producto terminado en la bodega.

Funciones del operario:

Es responsable de la operación directa de la máquina ya sea de extrusión, termoformación, inyección, impresión, encargado de velar que el producto se esté realizando correctamente.

Atribuciones:

- Coloca la materia prima en la máquina bien sea extrusora, termoformadora, inyectora o impresora.
- Realiza la mezcla del producto virgen con el reproceso.
- Controla que el ciclo de producción de la máquina se esté desarrollando correctamente.

Funciones del mecánico:

Es el encargado de llevar a cabo las reparaciones de las máquinas de la planta, además de revisar que los procesos de enfriamiento de las máquinas estén funcionando correctamente.

Atribuciones:

- Cambiar las piezas viejas que ya no funcionen por los repuestos nuevos.
- Realizar el mantenimiento de cada una de las máquinas de acuerdo al programa.
- Realiza el inventario de todos los repuestos que hay en el taller de mantenimiento.
- Entrega los reportes al jefe de mantenimiento de las piezas utilizadas para que sean rebajadas del inventario de repuestos.

Ayudante de operario:

Es el responsable de ayudar al operario a operar la máquina y revisar que el producto terminado se haya realizado con los estándares de calidad requeridos.

Atribuciones:

- Verifica que el producto terminado cumpla con las características de calidad.
- Realiza el empaque del producto terminado en las bolsas y luego en las cajas.
- Lleva el producto terminado a la bodega.
- Auxilia al operador en las actividades que así lo requieran.

1.3 Naturaleza y origen de los envases plásticos

Los plásticos son sustancias orgánicas de alto peso molecular, obtenidas ya sea sintéticamente o por transformación de sustancias naturales.

Orgánico indica que las moléculas de esta sustancia son semejantes en su estructura a las de los organismos vivos. Sintético significa que la estructura de estas combinaciones químicas, al contrario que en las sustancias naturales, es el resultado de procesos dirigidos por el hombre.

Los plásticos se encuentran entre los materiales industriales de mayor crecimiento en la industria moderna. La amplia variedad y sus propiedades los hacen los más adaptables de todos los materiales en términos de aplicación. La molécula básica (polímero) del plástico se basa en el carbono. Las materias primas para la producción de plásticos son los gases de petróleo y del carbón. La resina básica se produce por la reacción química de monómeros para formar moléculas de cadena larga llamada polímeros.

A éste proceso se le denomina Polimerización, el cual se efectúa por dos métodos: Polimerización por adición, en la cual dos o más monómeros similares tienen reacción directa para formar moléculas de cadena larga y Polimerización por condensación, en la cual reaccionan dos o más monómeros diferentes para formar moléculas largas y agua como subproducto.

El monómero de un plástico es una molécula única de un hidrocarburo, por ejemplo, una molécula del etileno, ($C_2 H_4$). Y los polímeros son moléculas de cadenas largas, formada por muchos monómeros unidos entre sí. El polímero comercial más conocido es el Polietileno ($C_2 H_4$)_n siendo n de 100 a 1000 aproximadamente. Muchos plásticos importantes entre ellos el polietileno, son

sólo compuestos de carbono e hidrogeno, otros contienen oxigeno como los acrílicos, nitrógeno como las Amidas (nylon), silicio como las siliconas, etc.

Existen polímeros naturales de gran significación comercial como el algodón, formado por fibras de celulosas. La celulosa se encuentra en la madera y en los tallos de muchas plantas, y se emplean para hacer telas y papel. La seda es otro polímero natural muy apreciado y es una poliamida semejante al nylon. La lana, proteína del pelo de las ovejas, es otro ejemplo. El hule de los árboles de hevea y de los arbustos de Guayule, son también polímeros naturales importantes. Sin embargo, la mayor parte de los polímeros que usamos en nuestra vida diaria son materiales sintéticos con propiedades y aplicaciones variadas.

Propiedades de los plásticos

Es importante entender las propiedades características de los plásticos, entre los cuales se encuentran el alto peso molecular, la baja densidad, alta resistencia a la corrosión y baja conductividad térmica y eléctrica, todo al contrario de los materiales metálicos, es por ello que su aplicación en la industria moderna es cada día más creciente.

Las características antes mencionadas hacen posible su amplia aplicación y uso de tipo industrial, tal es así que en la actualidad existen plásticos con elevada resistencia al calor y a la tracción, con valores próximos a los aceros.

Los plásticos, bajo carga, tienen un comportamiento diferente al de cualquier otro material industrial, la razón es que en forma especial los termoplásticos tienen un comportamiento viscoelástico, es decir tienen una reacción viscosa y elástica, al contrario de los metales que tiene una reacción ante las cargas de una falla por deformación. Esta deformación viscoelástica se debe, en forma

principal, a la estructura molecular de cadena larga. Cuando las cadenas largas están bajo cargas, se mueven una a lo largo de la otra y la cantidad de movimiento se debe al tipo de enlace. Los plásticos con enlaces débiles se deforman con más facilidad que los que tienen enlaces fuertes

Características comunes importantes son:

1. Se fabrican partiendo de materias primas baratas y técnicamente fáciles de obtener. En su mayor parte se trata de combinaciones de carbono, con excepción de la silicona, que se deriva de una combinación de silicio y oxígeno.
2. Tiene una densidad pequeña, inferior a la del aluminio.
3. Generalmente poseen una superficie lisa y se pueden colorear, por lo que no hace falta pintarlos.
4. Tienen una superficie impermeable, son estancos al agua y al gas.
5. Son variablemente estables frente a los ácidos, debiendo adaptarse esta estabilidad a la aplicación deseada.
6. Casi todos pueden emplearse como aislantes eléctricos, ya que prácticamente no son conductores. En la combustión se convierten parcialmente en ceniza, ardiendo sin llama, pero sin embargo desprenden gases corrosivos, por lo que pueden producir grandes daños en máquinas y herramientas.
7. Son malos conductores del calor, pero se dilatan fuertemente por efecto de este. La estabilidad al calor y de forma son limitadas.

8. Pueden mecanizarse fácil y rápidamente. Por colada, estampación, laminación, soldadura, inyección o soplado pueden dárseles las más variadas formas.

1.3.1 Clasificación de los envases plásticos

Existe una gran cantidad de materiales para fabricar envases plásticos, sin embargo se pueden agrupar en tres grandes grupos, esencialmente en dependencia de las cadenas de polímeros.

Para seleccionar el material, en el caso particular de los envases plásticos, hay que basarse en factores tales como: Absorción de humedad, resistencia al impacto, resistencia a la tracción y costos. La clasificación que tienen los envases plásticos de acuerdo al material que fueron creados son:

- Termoplásticos
- Termoestables
- Elastoplásticos

Termoplásticos

Los materiales termoplásticos son polímeros lineales, que pueden ser ramificados o no y puesto que no se encuentran entrecruzados son polímeros solubles en algunos disolventes orgánicos, son capaces de fundir y son reciclables. Los termoplásticos más frecuentes como PE, PP, PS y PVC se fabrican y emplean en cantidades muy grandes, si los comparamos con los plásticos restantes. Más de la mitad de la cifra total procesada corresponde a los cuatro plásticos citados.

Para que un polímero tenga aplicación como termoplástico debe tener una temperatura de transición vítrea T_g (si se trata de un material amorfo), o una temperatura de fusión T_m (si se trata de un material cristalino), superior a la temperatura ambiente. Por lo general los materiales termoplásticos presentan un buen conjunto de propiedades mecánicas, son fáciles de procesar, reciclables y bastante económicos. La principal desventaja deriva del hecho de que son materiales que funden, de modo que no tienen aplicaciones a elevadas temperaturas puesto que comienzan a reblandecer por encima de la T_g , con la consiguiente pérdida de propiedades mecánicas.

Dentro de los materiales termoplásticos comúnmente usados tenemos: abe, acetal, acrílico, celulósicos, policarbonato, poliéster, polietileno, polipropileno, poliestireno.

Termoestables

Los plásticos termoestables son materiales que adquieren un estado final reticulado (entrecruzado), que hace que el material sea insoluble e incapaz de fundir otra vez. A partir de materias primas de bajo peso molecular se forma, en una primera fase, un producto intermedio (prepolímero), de peso molecular intermedio, no reticulado o muy poco y por tanto todavía capaz de fundir (y por tanto de rellenar un molde).

La reticulación especial que da lugar a la formación de la macromolécula termoestable tiene lugar por reacción química (curado) durante el moldeo de la pieza, es decir, durante el proceso de transformación. Puesto que no funden y no reblandecen son materiales que presentan muy buenas propiedades a elevadas temperaturas. Junto con su alta resistencia térmica presentan alta

resistencia química, rigidez, dureza superficial, buena estabilidad dimensional, etc.

Sin embargo, el empleo de estos materiales ha ido disminuyendo en los últimos años. Existen numerosas razones por las que ha ocurrido esto. Los termoestables requieren métodos de transformación lentos, puesto que la reacción de polimerización tiene lugar durante la transformación. Los acabados son pobres comparados con los de la mayoría de los termoplásticos; por lo general las resinas termoplásticas son bastantes opacas y en muchos casos presentan cierta coloración amarillenta.

Elastoplásticos

Se componen de pocas cadenas de moléculas enlazadas en forma de hilos, que si no están sometidos a carga se presentan en forma de ovillo. Se caracterizan por su elevada elasticidad y su gran alargamiento. Los elastoplásticos pueden soportar grandes cambios de forma y volver a su estado primitivo después de cesar la acción de la carga, es decir, que la forma del ovillo de las cadenas de las moléculas se estira. Los elastoplásticos soportan alargamientos de varias veces su longitud original. Al contrario que los termoplásticos, los elastoplásticos no pueden fundirse de nuevo.

2. DIAGNÓSTICO DE LOS PROCESOS ACTUALES DE LA PLANTA

2.1 Descripción de los procesos

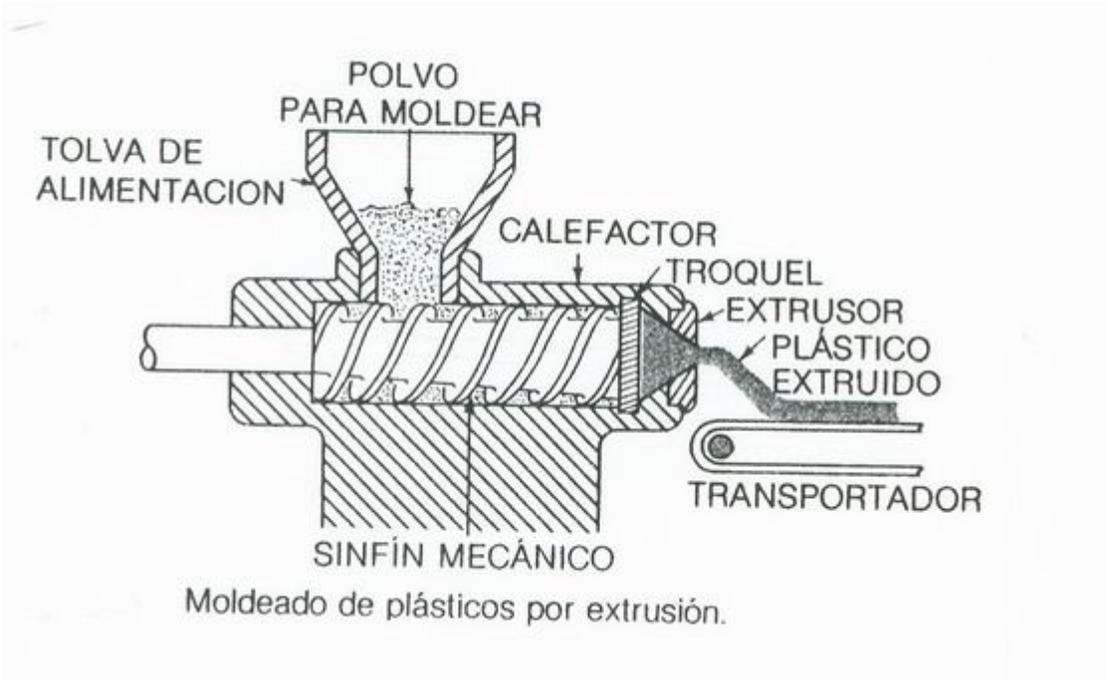
2.1.1 Proceso de extrusión

En la extrusión el material plástico, por lo general en forma de polvo o granulado, se almacena en una tolva y luego se alimenta una larga cámara de calefacción, a través de la cual se mueve el material por acción de un tornillo sin fin, al final de la cámara el plástico fundido es forzado a salir en forma continua y a presión, a través de un troquel de extrusión preformado, la configuración transversal del troquel determina la forma de la pieza.

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 (ver figura 3).

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.

Figura 3. Máquina extrusora



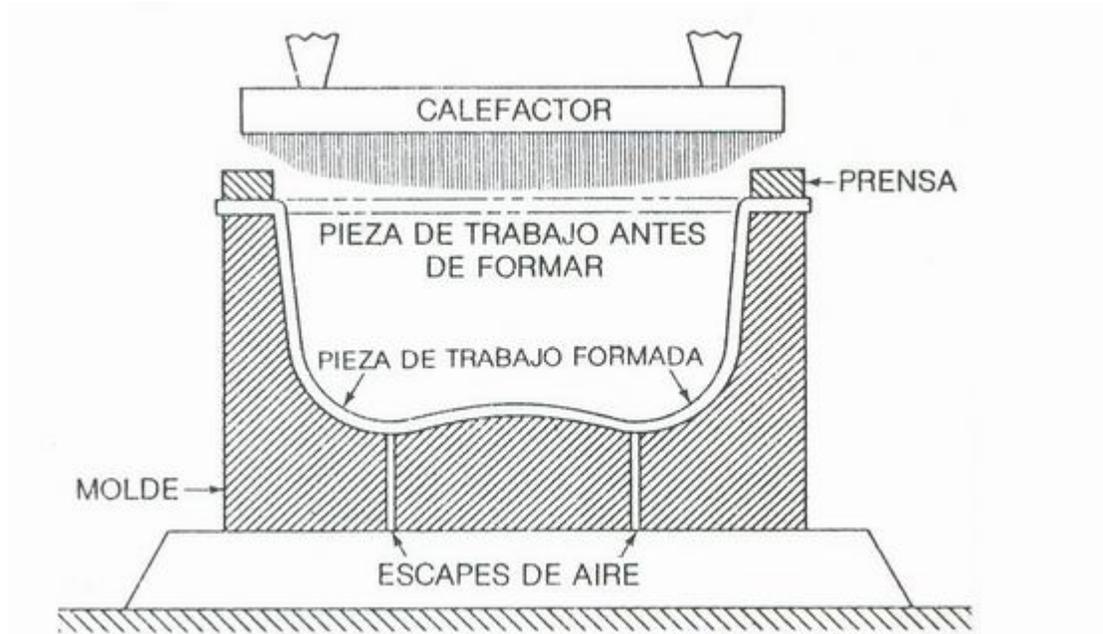
Fuente: www.monografias.com/trabajos12/elorigest/elorigest.shtml

2.1.2 Proceso de termoformado

Procedimiento exclusivo para termoplásticos, la resina se proporciona en forma de finas láminas elaboradas por el proceso de extrusión a ésta 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 de diversos recipientes como vasos, platos, copas, pequeñas botellas, la producción es en serie, utilizándose planchas o láminas del tamaño adecuado para 100 a 200 piezas (ver figura 4).

Figura 4. Máquina de termoformado



Fuente: www.monografias.com/trabajos12/elorigest/elorigest.shtml

2.1.3 Proceso de impresión

La parte más importante de la prensa es que a partir de ella se imprime la imagen en el plástico. El cuerpo de la máquina tiene soporte de hierro y los mecanismos de la unidad impresora llámese mecánicos, eléctricos y neumáticos son los órganos que le dan vida y le permiten imprimir. Las partes son:

- Cilindro portaplancha
- Cilindro portamantilla
- Cilindro impresor
- Sistema de humectación
- Sistema de entintado

1. Cilindro portaplancha

Es de metal fundido y tiene una hendidura a todo lo largo, que permite colocar un sistema de mordazas que sostienen la parte delantera y trasera de la plancha.

Su forma es de tubo sólido, tiene un eje que permite que este gire. El cilindro portaplancha es el portador de la imagen y sobre él actúan los sistemas de humectación y de entintado para humedecer y entintar la plancha. La imagen de la plancha se imprime en la mantilla.

2. Cilindro portamantilla

Es de metal fundido, su forma es de tubo sólido, tiene un eje, también tiene una hendidura a todo lo largo donde se colocan dos mordazas mecánicas que sujetan y tensan la mantilla de caucho o de hule.

Este cilindro en sus movimientos puede acercarse y alejarse al cilindro portaplancha y al cilindro impresor, a fin de aumentar y disminuir la presión para imprimir. El control de esta presión permite reproducir la imagen impresa con la mayor fidelidad posible. El cilindro portamantilla recibe la imagen del cilindro portaplancha y lo imprime en el plástico.

3. Cilindro impresor

El cilindro impresor tiene una estructura metálica de alta precisión. En el cilindro impresor no se monta ningún revestimiento metálico o de caucho.

Existen cilindros impresores que tienen el doble del diámetro que los cilindros portaplanchas y portamantilla.

4. Sistemas de humectación

Es el sistema mediante el cual se humedece la plancha. Es a través de unos rodillos ubicados cerca al cilindro portaplancha que transmiten una delgada y homogénea capa de solución humectadora a la plancha y así protegen las zonas de la plancha que no tienen imagen a fin de que estas zonas no sean entintadas.

Debe permitir una distribución continua de la solución a todo lo largo de la placa y la cantidad de agua que transmita debe ser la mínima posible.

El agua de la fuente de humectación, dependiendo del suministro de agua y del requerimiento de impresión, un rango del valor pH de 4 hasta 6 se considera adecuado para una solución ácida y un rango del valor pH de 9 a 10,5 para soluciones alcalinas. Se debe evitar pH muy bajo.

5. Sistema de entintado

Es el sistema mediante el cual se abastece de tinta a la unidad impresora. Una fuente o depósito de tinta ocupa un espacio en todo lo ancho de la unidad impresora.

Es a través de una serie de rodillos y cuchillas que llevan una delgada capa de tinta a la plancha litográfica para entintar su superficie, la que, al estar humedecida, sólo acepta tinta en las zonas de imagen.

6. Sistema de humectación y entintado

Las zonas de imagen de la placa se humedecen primero con la solución de humectación y después son entintadas, la tinta se deposita en las zonas de imagen.

En la impresión es necesario trabajar con un balance constante entre agua y tinta, cualquier desequilibrio entre ambas ocasiona un cambio de tono en el impreso.

Se recomienda mantener la mínima cantidad de agua y tinta y así controlar mejor su balance.

2.1.4 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 tiene 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 va fundiendo hasta llegar al estado líquido, el husillo también tiene aparte del movimiento de rotación un movimiento axial para darle a la masa líquida la presión necesaria para llenar el molde, actuando de ésta manera como un émbolo. Una vez que el molde se ha llenado, el tornillo sin fin sigue

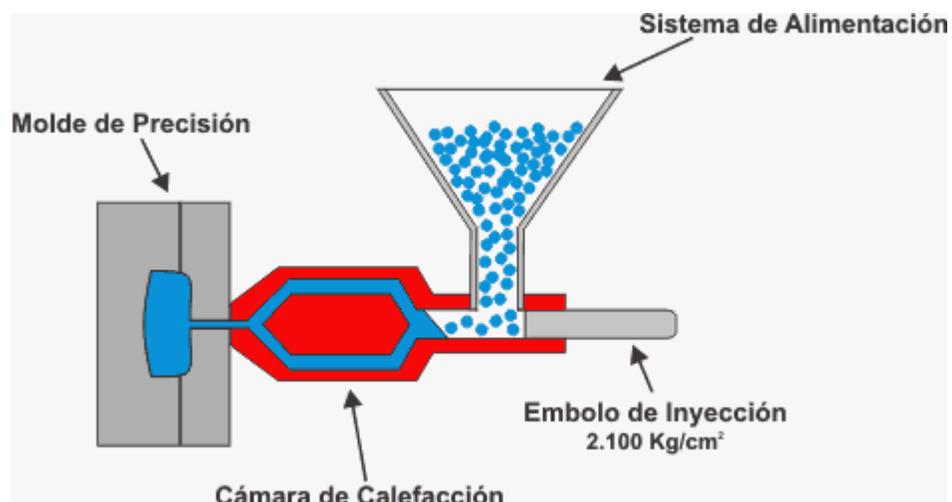
presionando la masa líquida dentro del molde y éste es refrigerado por medio de aire o por agua a presión hasta que la pieza se solidifica.

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.

Una inyectora puede hoy funcionar en forma totalmente automática y una persona puede atender hasta 6 máquinas a la vez.

Figura 5. Máquina inyectora



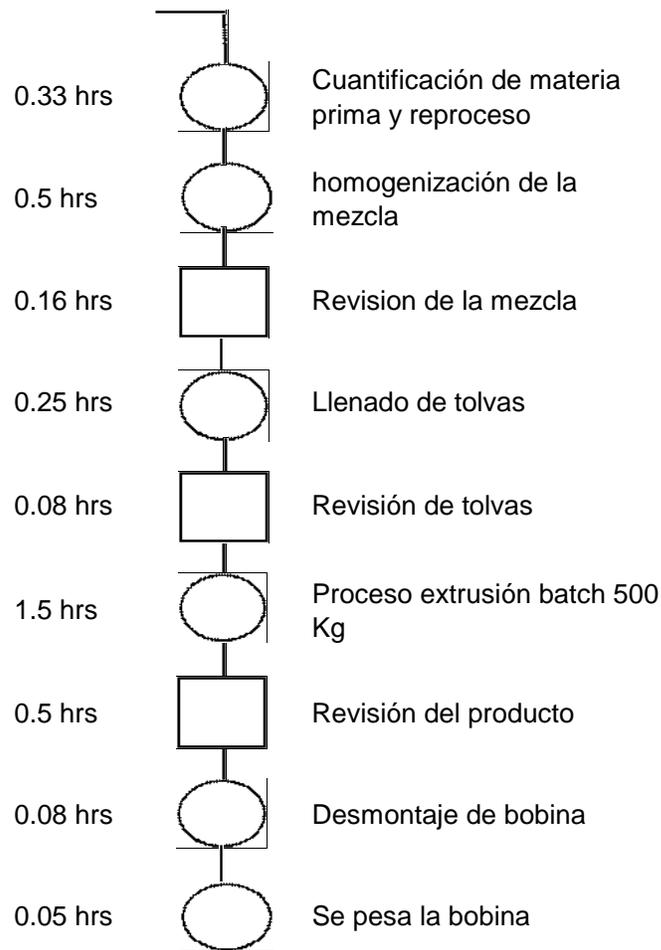
Fuente: www.textoscientificos.com/polimeros

2.2 Análisis del proceso

2.2.1 Diagramas de operaciones

DIAGRAMA DE PROCESO DE OPERACIÓN

Proceso: Extrusión	Inicio: Bodega de Materia Prima
Método: Actual	Fin: Depto de Termoformación

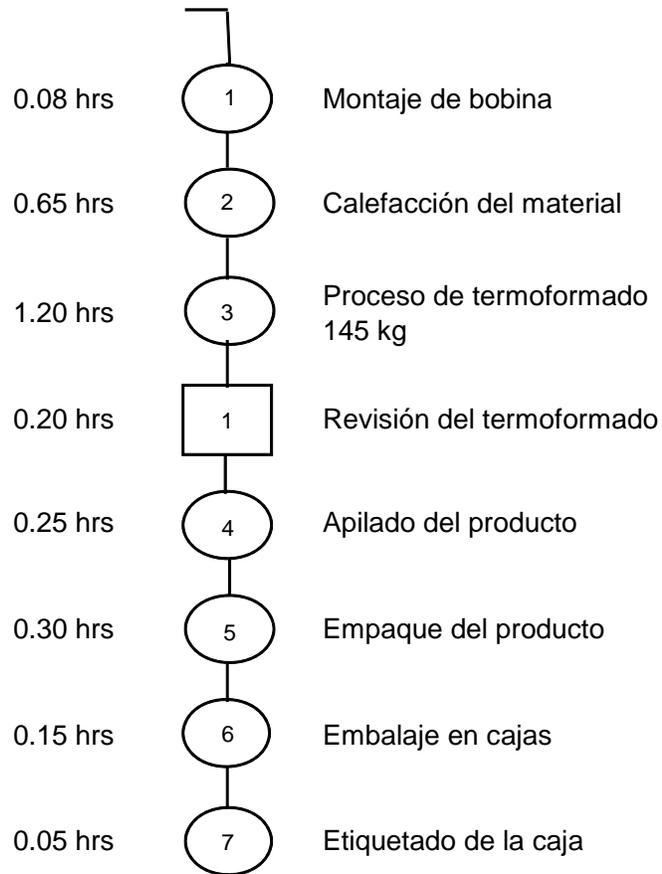


RESUMEN

Símbolo	Descripción	Cantidad	Tiempo (hr)
○	Operación	6	2.71
□	Inspección	3	0.74
		9	3.45 horas

DIAGRAMA DE PROCESO DE OPERACIÓN

Proceso: Termoformación **Inicio:** Depto de Extrusión
Método: Actual **Fin:** Almacén

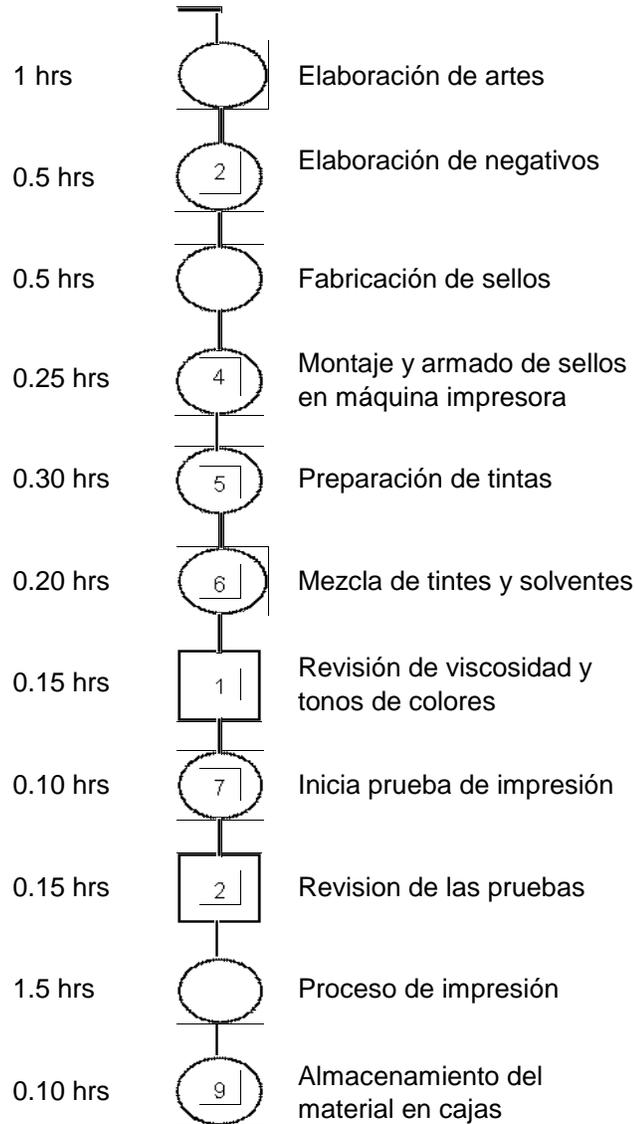


RESUMEN

Símbolo	Descripción	Cantidad	Tiempo (Hr)
○	Operación	7	2.68
□	Inspección	1	0.2
		8	2.88 Horas

DIAGRAMA DE PROCESO DE OPERACIÓN

Proceso:	Impresión	Inicio : Almacén
Método:	Actual	Fín: Bodega PT

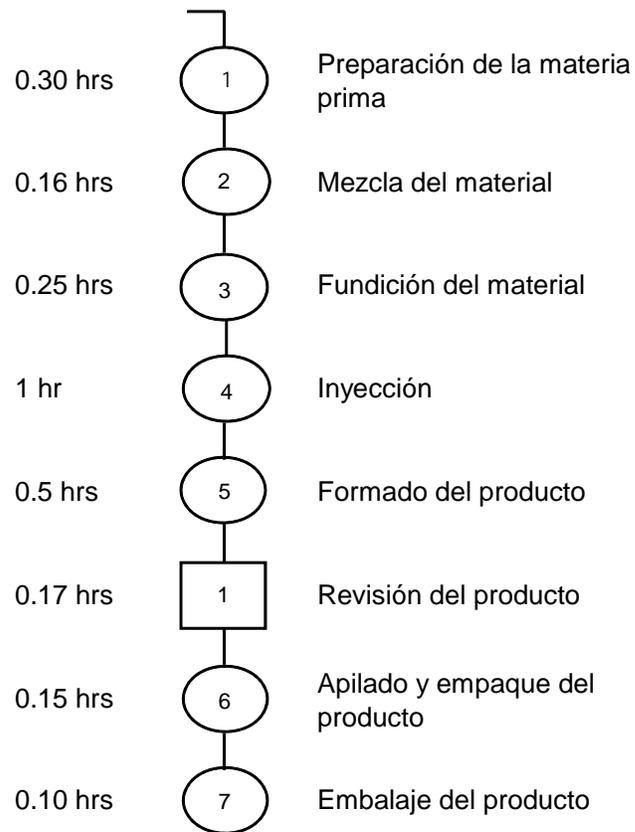


RESUMEN

Símbolo	Descripción	Cantidad	Tiempo (Hr)
	Operación	9	4.45
	Inspección	2	0.3
		11	3.75 Horas

DIAGRAMA DE PROCESO DE OPERACIONES

Proceso: Inyección	Inicio: Bodega Materia Prima
Método: Actual	Fin: Bodega PT



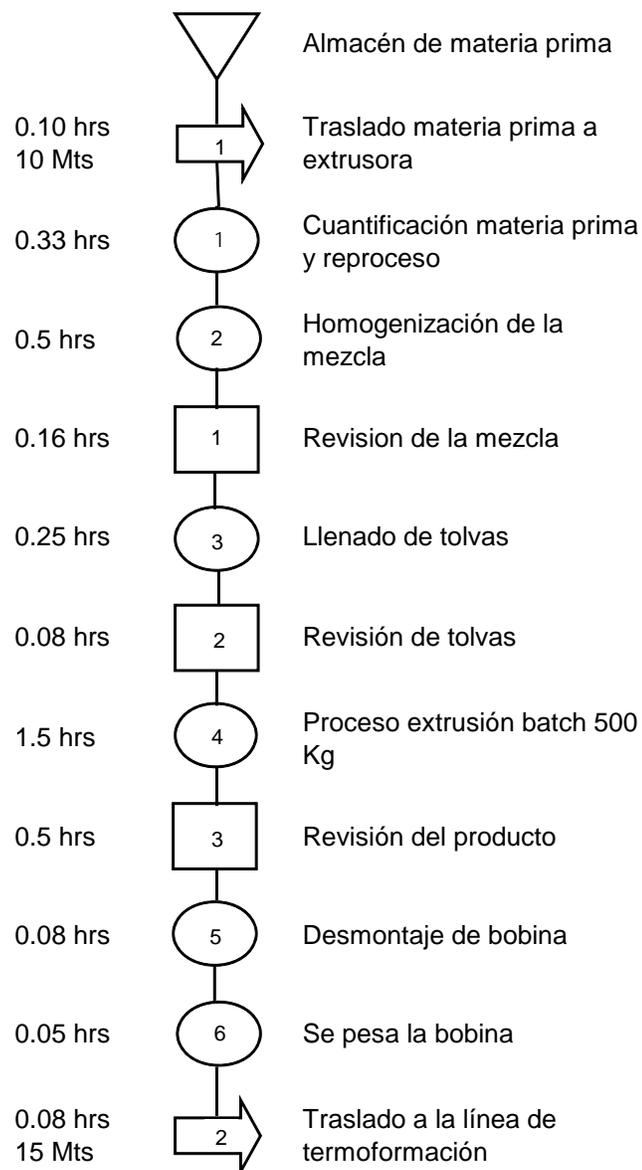
RESUMEN

Símbolo	Descripción	Cantidad	Tiempo (hrs)
	Operación	7	2.46
	Inspección	1	0.17
		8	3.63 horas

2.2.2 Diagramas de flujo

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO

Proceso: Extrusión	Inicio: Bodega de Materia Prima
Método: Actual	Fin: Depto de Termoformación



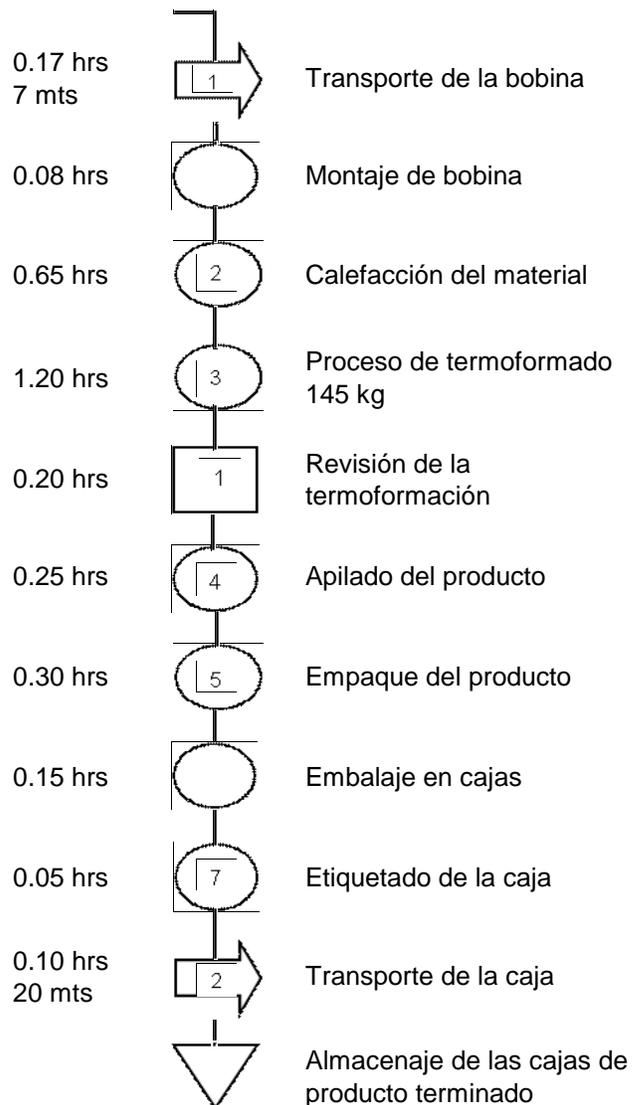
RESUMEN

Símbolo	Descripción	Cantidad	Tiempo (Hr)	Dist. (mts)
	Operación	6	2.71	
	Inspección	3	0.74	
	Transporte	2	0.18	25
	Almacenaje	1		
		12	3.63 Horas	25 Mts

El tiempo total que se emplea para realizar una corrida de 500 kilogramos de materia prima extrusando tres y media bobinas es de 3.63 horas, la salida de la película es enrollada en dos ejes paralelos, formando simultáneamente dos rollos a la vez, con esto entonces ya se tiene material de entrada para la máquina termoformadora que será la encargada de darle la forma deseada al producto mediante un proceso termodinámico.

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO

Proceso: Termoformación **Inicio:** Depto de Extrusión
Método: Actual **Fin:** Almacén



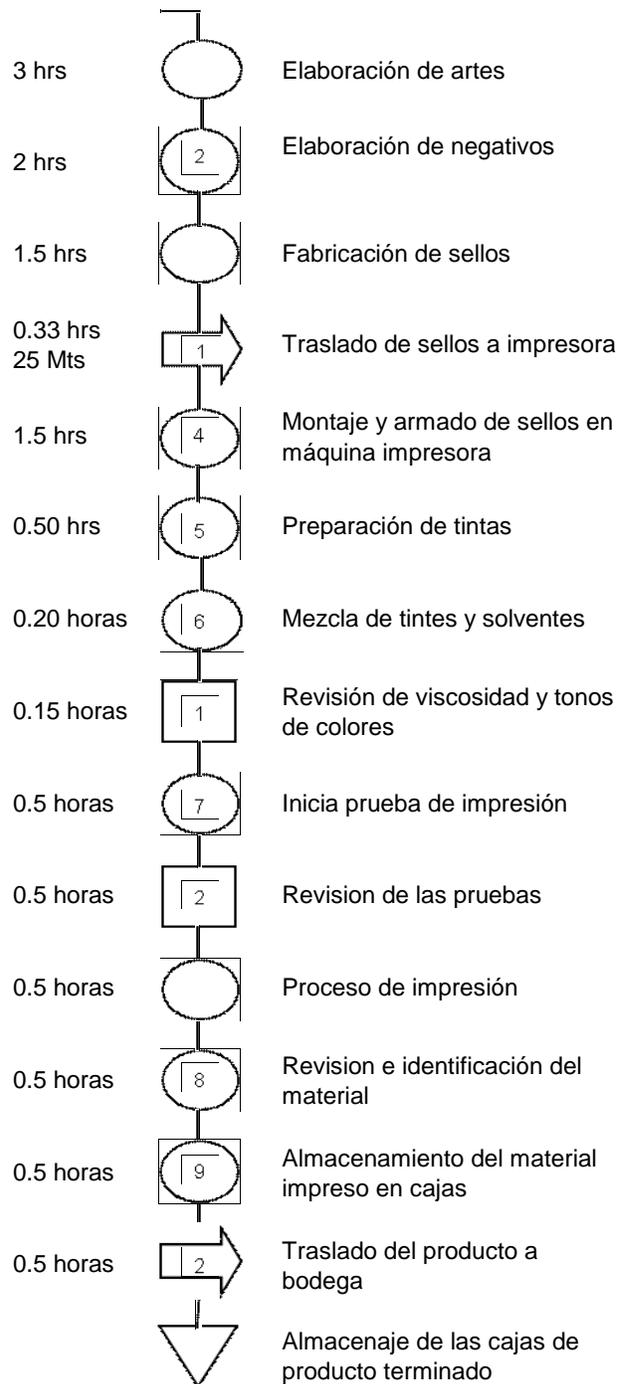
RESUMEN

Símbolo	Descripción	Cantidad	Tiempo (hrs)	Dist. (Mts)
	Operación	7	2.68	
	Inspección	1	0.2	
	Transporte	2	0.27	27
	Almacenaje	1		
		11	3.15 horas	27 Mts

El tiempo que transcurre para completar una corrida de producción en la máquina termoformadora es de 3.15 horas entendiéndose que en ese tiempo termina de moldear el producto de una bobina extruida, con esto se logran hacer aproximadamente 16,000 piezas, lastimosamente aunque se cuenta con dos extrusoras, las bobinas nunca son suficientes para mantener todas las máquinas de termoformación operando, entonces lo que se hace es rotar la producción entre las cinco existentes.

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO

Proceso: Impresión	Inicio : Almacén
Método: Actual	Fín: Bodega PT



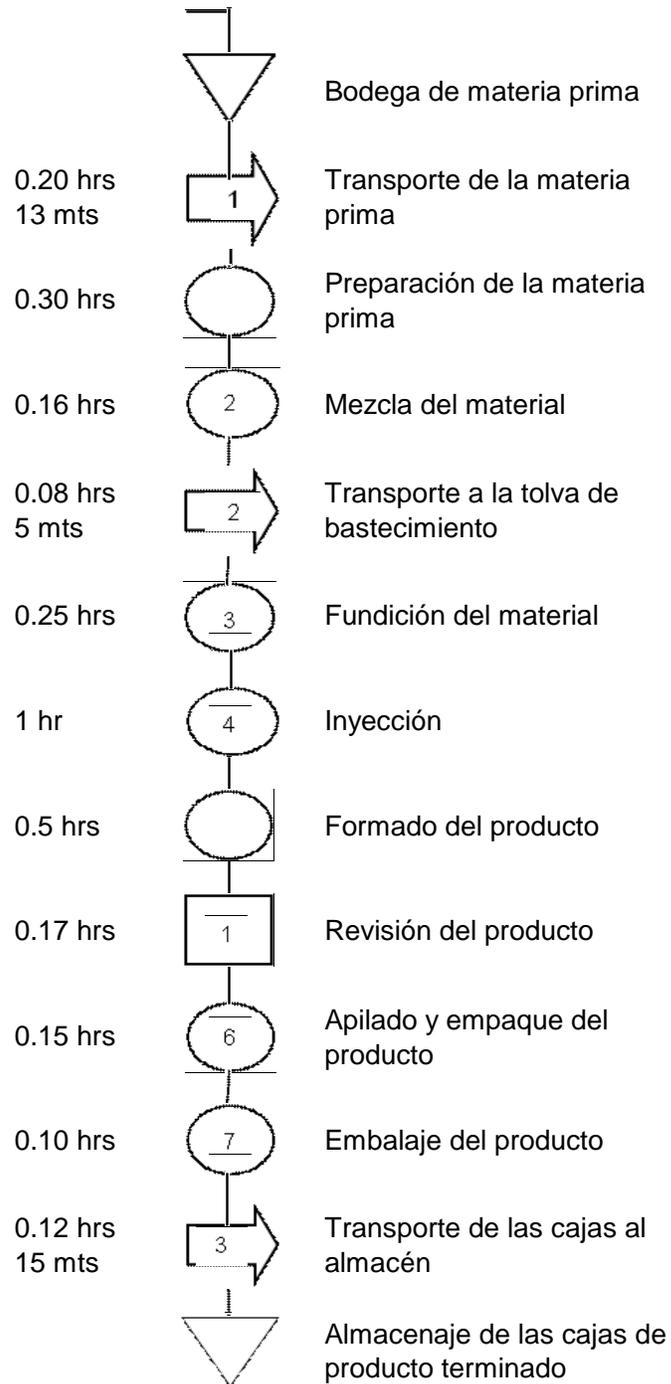
RESUMEN

Símbolo	Descripción	Cantidad	Tiempo (Hrs)	Dist. (Mts)
	Operación	9	4.45	
	Inspección	2	0.45	
	Operación e Inspección	1	0.4	
	Transporte	2	0.49	25
	Almacenaje	1		
		15	5.3 Horas	25 Mts

En la empresa se tienen dos máquinas impresoras que son las utilizadas para colocar el logotipo o diseños especiales que tienen que ir impresos en la parte exterior de los envases, son muy pocos los productos que necesitan para su venta en el mercado la impresión de algún diseño, el tiempo que se necesita para realizar la impresión de 18,000 piezas es de 5.3 horas, en determinadas ocasiones solamente es necesario operar con una máquina impresora ya que su capacidad logra surtir la demanda.

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO

Proceso: Inyección	Inicio: Bodega Materia Prima
Método: Actual	Fin: Bodega PT

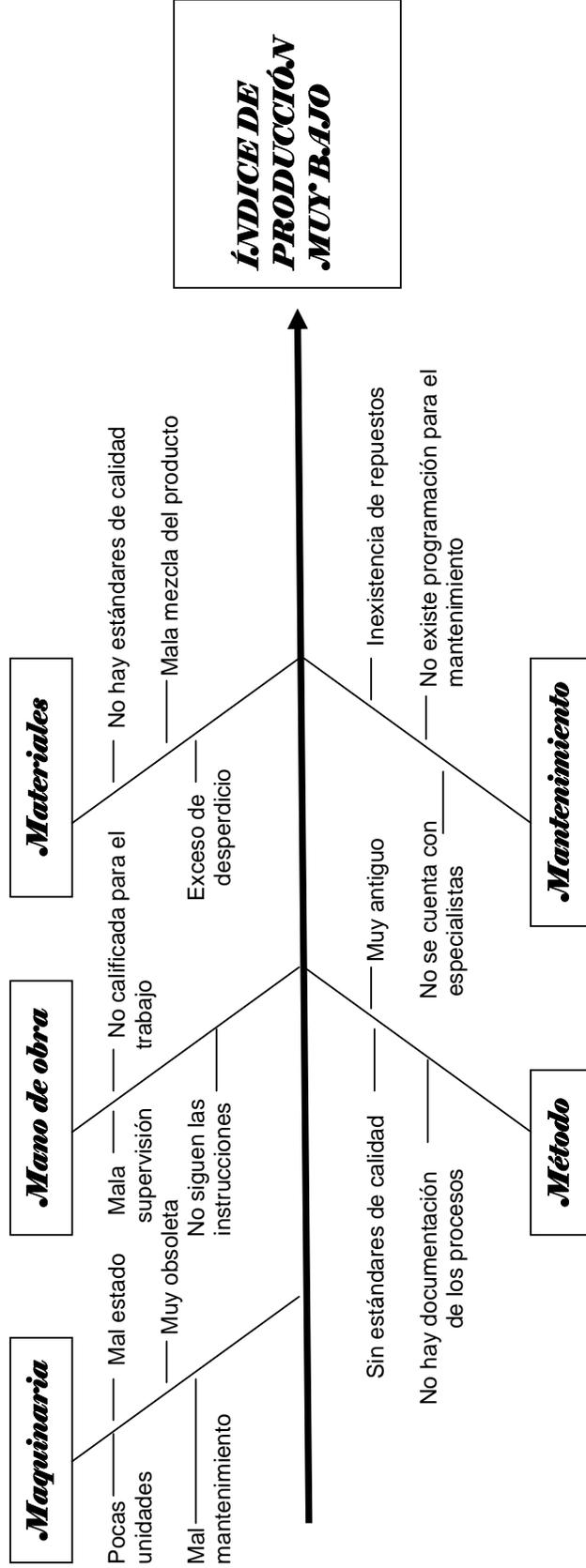


RESUMEN

Símbolo	Descripción	Cantidad	Tiempo (Hrs)	Dist.(Mts)
	Operación	7	2.46	
	Inspección	1	0.17	
	Transporte	3	0.4	33
	Almacenaje	2		
		13	3.03 Horas	33 Mts

El tiempo necesario para realizar el trabajo de inyección de tapas para una producción de 15,000 unidades es de 3.03 horas, en existencia se tiene solamente una máquina inyectora que logra cumplir con lo que se necesita producir, regularmente trabaja muy por debajo de su nivel de productividad porque no es necesario mantenerla operando todo el tiempo, son pocos los productos que necesitan tapaderas, los más comunes son los envases de yogurt, envases de ensaladas, vasos y lavatrastos.

2.2.3 Diagrama de Ishikawa(causa - efecto)



Con el análisis de causas que se hizo para conocer los problemas que generan la existencia de un índice de producción muy bajo, se determinó que hay un desorden en la elaboración del producto, el método utilizado es muy antiguo y hay muchos paros en las máquinas por corrección de fallas, principalmente las de extrusión, por ser este nuestro cuello de botella interesa saber más a fondo las razones y las incidencias por las que no se mantiene una eficiencia razonable.

Las razones por las que se tiene un índice de producción bajo es porque las máquinas no están funcionando, las causas raíces las clasificaremos así:

Maquinaria: La maquinaria esta en mal estado, obsoleta, existe mal mantenimiento y por eso tiene fallas.

Mano de obra: No está calificada para hacer el trabajo, no sabe operar bien la máquina, no tiene capacidad de seguir las instrucciones del supervisor.

Materiales: No hay una buena mezcla del producto cuando se hace la homogenización y esto produce que la película salga 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 que el operador se pueda apoyar para hacer su trabajo.

Mantenimiento: No hay una programación para mantenimiento preventivo, cuando se dañan las piezas no hay repuestos y tienen que mandar a fabricarse, el personal que hace las reparaciones no está capacitado.

Tabla I. Paros del proceso de producción

No.	Razones del Paro de la Producción	Frecuencia
1	Maquinaria	24
2	Mano de Obra	30
3	Materiales	18
4	Método	54
5	Mantenimiento	36

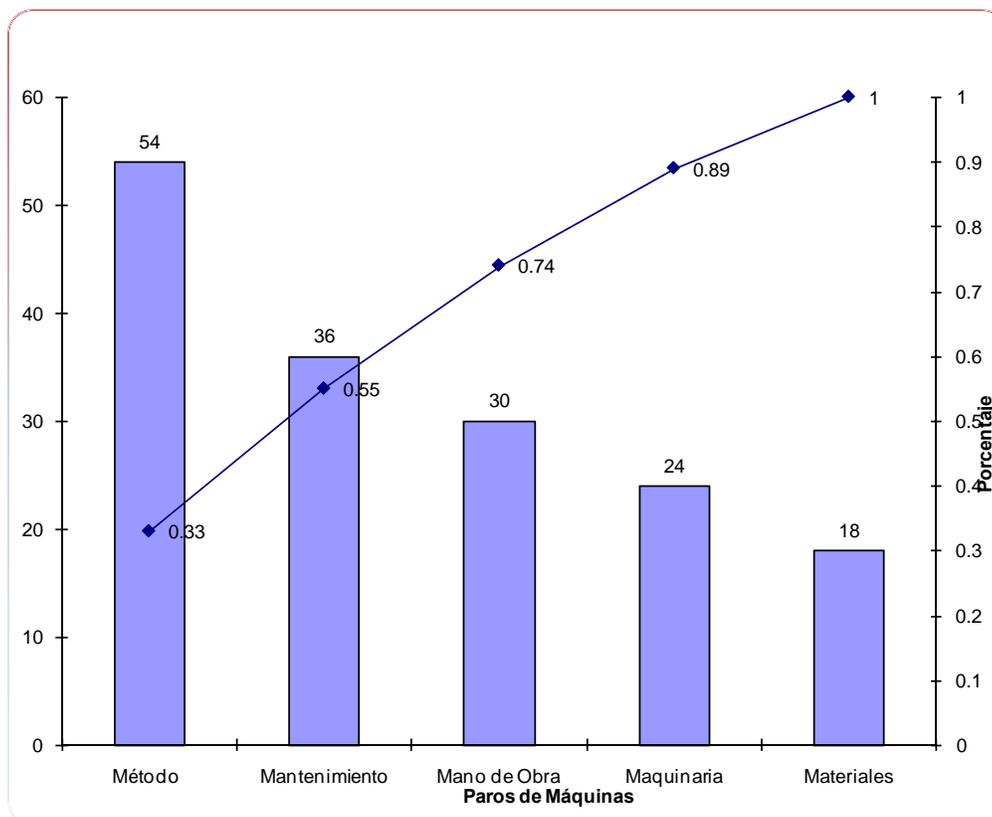
Nota: Muestra realizada por 6 meses de trabajo normal de 24 horas.

Ordenamos de forma descendente las causas para poder realizar la gráfica de Pareto.

Tabla II. Frecuencia y porcentaje de paro de producción

No.	Razones del Paro de la Producción	Frecuencia	Porcentaje (%)	Porcentaje Acumulado
1	Método	54	33	0.33
2	Mantenimiento	36	22	0.55
3	Mano de Obra	30	19	0.74
4	Maquinaria	24	15	0.89
5	Materiales	18	11	1

Figura 6. Diagrama de Pareto para los paros de la producción



Con este análisis se determina que el método que tiene la empresa para producir es muy obsoleto y necesita una estandarización del proceso para producir de forma eficiente, esto se va a lograr con la realización de los procedimientos de trabajo, los formularios de especificación de los productos y con una estructura organizacional adecuada para la empresa, el segundo problema que surge es el mantenimiento, porque se realiza en forma correctiva, lo cual en ningún caso debe ser así, el mantenimiento adecuado debe programarse y enfocarse a ser preventivo, no correctivo como es aplicado en la empresa.

2.4 Estadísticas de la situación actual de la planta

Tabla III. Porcentaje de eficiencia actual

PROCESO POR AREA	Meta	Año 2007			
		SEP	OCT	NOV	DIC
Eficiencia real área de EXTRUSIÓN	95%				
	VOLCAN 1	70%	87%	90%	78%
	VOLCAN 2	86%	75%	69%	83%
Eficiencia real área de TERMOFORMACIÓN	70 %				
	ILLIG 1	45%	38%	35%	46%
	ILLIG 2	30%	43%	41%	38%
	ILLIG 3	25%	55%	52%	43%
	ILLIG 4	40%	38%	45%	51%
Eficiencia real área de IMPRESIÓN	80 %				
	MOSS 1	70%	50%	80%	68%
	MOSS 2	65%	75%	55%	73%
Eficiencia real área de INYECCIÓN	70 %				
	BIELLOBAG	63%	71%	58%	73%

El actual funcionamiento de la planta es muy bajo, se puede observar en la tabla anterior donde se hace comparación la eficiencia real con la esperada, esto indica que es necesario que se haga una modificación en la técnica de producción improvisada que hasta ahora existe en la empresa, por una producción bien estructurada en la que se pueda optimizar el tiempo de operación de las máquinas.

Tal disminución en la eficiencia se debe a que el operario tiene poca información para hacer su trabajo, por eso es necesario que se estandarice el proceso mediante los diagramas de procesos y los formularios de control de la producción de tal manera que se pueda aumentar el índice de eficiencia, pues tener un índice muy bajo representa gran pérdida de capital.

3. PROPUESTA DE MEJORA DE LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN EN LA PLANTA

3.1 Proceso por departamento

Se estandariza la utilización de todas las máquinas y se optimiza el tiempo de operación, en el proceso de elaboración de los envases plásticos, mediante el seguimiento de los lineamientos planteados en esta parte.

3.1.1 Proceso de extrusión

En el moldeo por extrusión se utiliza un transportador de tornillo helicoidal. El polímero es transportado desde la tolva, a través de la cámara de calentamiento, hasta la boca de descarga, en una corriente continua. A partir de gránulos sólidos, el polímero emerge de la matriz de extrusión en un estado blando. Como la abertura de la boca de la matriz tiene la forma del producto que se desea obtener, el proceso es continuo. Posteriormente se corta en la medida adecuada.

3.1.1.1 Procedimiento de operación

El Gerente de planta entrega al supervisor de turno la orden de trabajo de extrusión, como se muestra en el formato 3.3.1.1 esto lo hace según la programación semanal de lo se producirá en la planta.

El Supervisor de turno traslada esta información al operador de la extrusora para que prepare su máquina, según procedimiento establecido en el punto 3.1.1.1.2 verifica los datos de la orden de trabajo de extrusión y si tiene alguna

consulta se la hace al supervisor de turno respecto a la misma, hasta dejar clara la orden.

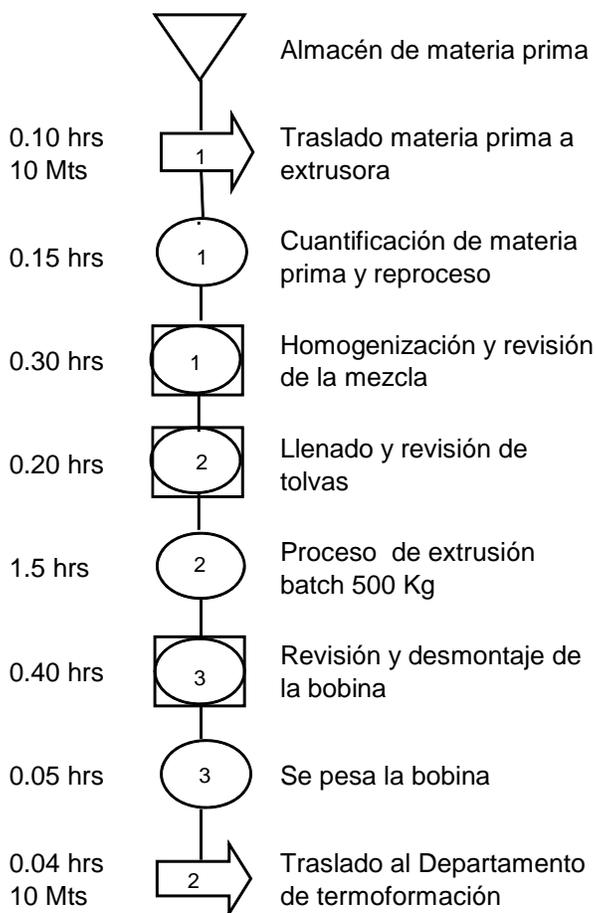
El operador de la extrusora verifica la formulación exacta según la orden de extrusión contra las fórmulas del punto 3.1.1.1.4 y procede a indicarle al auxiliar para que empiece a llenar la tolva con el material necesario. Una vez llena la tolva le informa al operador para que arranque la máquina. Se 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 procede a inyectar 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) éstos son los que 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.

3.1.1.1 Diagrama de flujo del proceso de extrusión propuesto

Proceso:	Extrusión	Inicio:	Bodega Materia Prima
Método:	Propuesto	Fin:	Depto. Termoformación



RESUMEN

Símbolo	Descripción	Cantidad	Tiempo (Hr)	Dist. (mts)
○	Operación	3	1.7	
□	Combinada	3	0.9	
→	Transporte	2	0.14	20
▽	Almacenaje	1		
		9	2.74 Horas	20 Mts

Tabla IV. Comparación proceso actual y propuesto de extrusión

No.	Actividades	Tiempo Actual	Tiempo Propuesto	Diferencia
1	Cuantificación de materia prima y reproceso	0.33	0.15	0.18
2	Homogenización y revisión de la mezcla	0.66	0.30	0.36
3	Llenado y revisión de tolvas	0.33	0.20	0.13
4	Desmontaje y revisión de la bobina	0.58	0.40	0.18
5	Transporte de la bobina	0.08	0.04	0.04
Ahorro de tiempo total				0.89 hrs o 53 minutos

Cambios realizados para la mejora en el tiempo:

1. La cuantificación de la materia prima y el reproceso ya debe venir calculada desde que se hace el despacho en bodega.
2. Al realizar la homogenización de la mezcla de la materia prima va revisando de una vez que haya quedado bien mezclado antes de llenar la tolva (tareas simultáneas).
3. Al ingresar la mezcla a la tolva de una vez va revisando que cubra todo el espacio en ella para evitar desperdicios.
4. La nueva ubicación de las máquinas termoformadoras ahorra tiempo en la distancia de transporte.

3.1.1.1.2 Preparación y arranque de la máquina de extrusión

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

Seguidamente, el operador de extrusión acciona el interruptor principal de la máquina manualmente, 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 procede a encender cada uno de los ventiladores del tornillo fundidor y verifica que estén operando, así 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 proceder a 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.

3.1.1.1.3 Ajustes y cambio de los moldes de extrusión

El operador de la máquina junto con su auxiliar como primer paso en este procedimiento procede a la extracción 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, proceden a aflojar la parte superior

del ring de aire desenroscándola y luego la quitan, con este paso tienen que tener cuidado, ya que el material es muy delicado porque es de aluminio.

De aquí en adelante tienen que tener cuidado y 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, tienen que poner 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 wype con gas kerosén 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, proceden a levantar el tubo para extraer la matriz, junto con su 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 y luego con un wype con gas kerosén.

Como segundo paso en este procedimiento después de la limpieza de estas piezas se procede a la colocación del dado y platos en el *ring* de aire de la siguiente manera: colocan las dos argollas en la matriz del dado que va a cambiar y le introducen un tubo y la levantan para colocarla en la base del cabezal con mucho 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.

Luego colocan las argollas al dado e introducen a través de ellas un tubo para levantar éste con el dado y lo colocan de forma que entre en el perno roscado del centro del cabezal, bajándolo poco a poco para que no se lastime el dado, ponen los tornillos que sujetan el dado a la base del cabezal y los aprietan. Colocan la roldana y la tuerca nuevamente en el perno roscado del centro del cabezal para luego conectar los cables de corriente en las resistencias de la matriz y la termocopla.

Centrando la abertura del dado con los tornillos de la base de la matriz colocan y atornillan los platos de la base del ring de aire y en la parte superior de ésta enrosca los platos, colocan el ring de aire en la base del cabezal sobre la superficie de la matriz para luego nivelar el ring de aire respecto al dado con los pernos de centrado que se encuentran abajo del mismo, una vez centrado aprietan los tornillos de la parte inferior del ring de aire para finalizar colocando las mangueras del ventilador y los cables que sujetan el ring de aire.

3.1.1.1.4 Cuantificación de la mezcla de materia prima

Tabla V. Mezclas de materias primas de extrusión

HOJA DE CLASIFICACIÓN DE RESINAS	
TIPO DE RESINA	CÓDIGOS
BAJA DENSIDAD, LINER	<i>MOBIL LBA133</i>
BAJA DENSIDAD, TERMOENCOGIBLE	<i>MOBIL LBA 253</i>
LINEAL	UNION CARBIDE DFDC7052
ALTA DENSIDAD	MOBIL HTA001B, NA 951
COLORANTE BAJA DENSIDAD	MASTER BACH 50% CONCENTRACIÓN.

Tabla VI. Formulación de mezclas

FORMULACIONES DE MEZCLAS		
DESCRIPCIÓN	RESINAS	%
Película baja densidad transparente, baja resistencia	LBA 133, DFDC7052	70 y 30
Película baja densidad transparente, alta resistencia	NA 951, DFDC7052	60 y 40
Película baja densidad de color, baja resistencia	LBA 133, DFDC7052 y MASTER BACH BLANCO	70, 27 y 3
Película baja densidad de color, alta resistencia	NA951, DFDC7052 y MASTER BACH BLANCO	60, 37 y 3
Película baja densidad termoencogible	LBA 253, DFDC7052	90 y 10
Película alta densidad transparente	HTA001B, DFDC7052	70 y 30

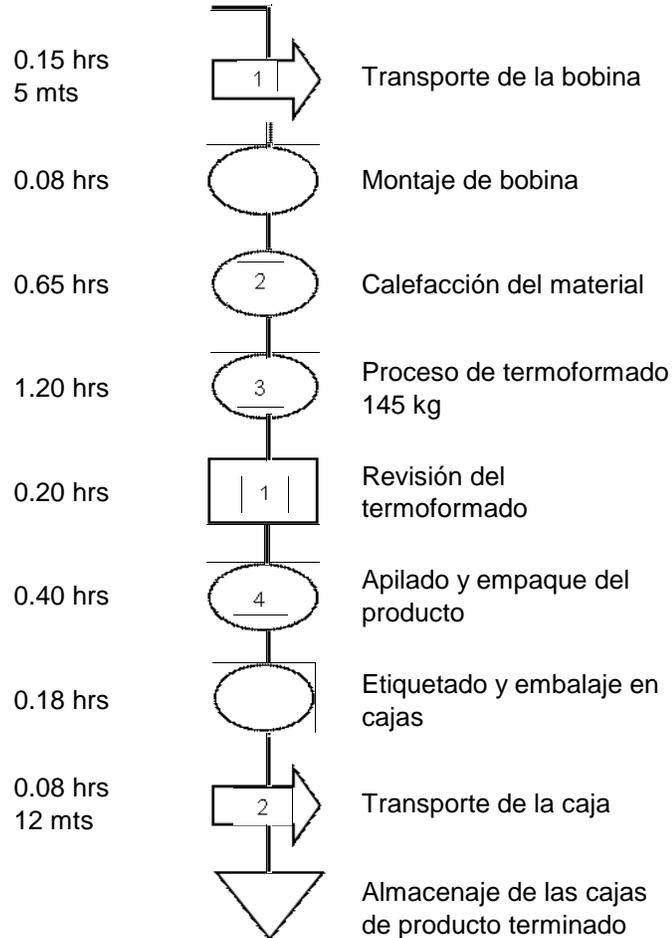
3.1.2 Proceso de termoformado

3.1.2.1 Procedimiento de operación

El Gerente de planta entrega al supervisor de turno la orden de trabajo de termoformado, esto lo hace según la disponibilidad que se tenga de las bobinas extruidas. El Supervisor de turno traslada esta información al operador de la termoformadora para que prepare su máquina según procedimiento establecido en el punto 3.1.2.1.2 verifica los datos de la orden de trabajo de termoformación y si tiene alguna consulta se la hace al supervisor de turno respecto a la misma, hasta dejar clara la orden. El operador de la termoformadora verifica que la bobina este bien colocada en el conducto de alimentación de termoformado y enciende la máquina, espera 20 minutos hasta que esté caliente y entonces la pone en funcionamiento termoformando la bobina que ha sido puesta en el ducto.

3.1.2.1.1 Diagrama de flujo del proceso de termoformación propuesto

Proceso:	Termoformación	Inicio:	Depto de Extrusión
Método:	Propuesto	Fín:	Almacén



RESUMEN

Símbolo	Descripción	Cantidad	Tiempo (Hr)	Dist. (mts)
	Operación	5	2.51	
	Inspección	1	0.2	
	Transporte	2	0.23	17
	Almacenaje	1		
		9	2.94 Horas	17 Mts

Tabla VII. Comparación proceso actual y propuesto termoformación

No.	Actividades	Tiempo Actual	Tiempo Propuesto	Diferencia
1	Transporte de la bobina	0.17	0.15	0.02
2	Apilado y empaquetado	0.55	0.40	0.15
3	Etiquetado y embalaje	0.20	0.18	0.02
4	Almacenaje de las cajas	0.10	0.08	0.02
Ahorro de tiempo total				0.21hrs o 13 minutos

Cambios realizados para la mejora en el tiempo:

1. El tramo de transporte de la bobina al área de termoformado es más corta por la nueva ubicación de las máquinas.
2. Al ir empaquetando el producto se va ordenando de una vez en las cajas y apilando.
3. Colocar todas las bolsas en la caja de embalaje y al final colocar la etiqueta de especificación.
4. La ruta de transporte del producto terminado al departamento de almacenaje es más corta.

3.1.2.1.2 Preparación y arranque de la máquina de termoformado

Para poner en funcionamiento la máquina de termoformación primero se tienen que realizar las revisiones indispensables como el reapriete de los tornillos que sujetan los moldes de ambos lados, la temperatura del agua fría para que logre el enfriamiento adecuado a los moldes, revisando también que no hayan fugas de agua dentro del molde, chequear el área de lubricación necesaria para el

desplazamiento adecuado de los moldes, luego se procederá a encender la máquina y tendrá que esperarse 20 minutos hasta que logre calentarse y la temperatura ascienda a un rango de 225 a 250 grados centígrados.

Luego que se han hecho todas las revisiones anteriores ya puede ser colocada la bobina en el ducto de alimentación de la máquina y podrá empezar a sacar los primeros ciclos de producción de la película extraída.

3.1.2.1.3 Ajustes y cambio de los moldes de termoformación

El operario debe asegurarse que la máquina de termoformado este 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 poder 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, debe quitarse una parte primero y luego se repite el proceso con la otra pieza. Habiendo quitado el molde anterior, se procede a levantar el otro molde con el polipasto y colocarlo en la máquina, primero tiene que ser colocada la parte fija horizontal del molde y apretar los tornillos que la sujetan a la máquina, después se levanta la parte móvil y se procede a colocarla, también los tornillos deben sujetarse correctamente para que el molde no se mueva al momento de operar la máquina, después de estar colocados correctamente las dos piezas se puede encender la máquina y realizar las pruebas.

3.1.2.1.4 Características de la materia prima

La materia prima que se utiliza para realizar el termoformado son las películas

de plástico extruidas y almacenadas en bobinas de ciento cuarenta y cinco kilogramos, éstas deben tener el espesor que indique la orden de trabajo de elaboración del producto y el color que ahí se indique.

Se tomará en cuenta la clase de producto que se vaya a realizar, pues dependiendo que producto se haga así será la variación de espesor y color que deba tener la bobina, debe considerarse también el ancho de la bobina para que coincida con el ancho del molde y pueda ser bien enganchado al sistema.

3.1.3 Proceso de impresión

3.1.3.1 Procedimiento de operación

El Gerente de planta entrega al supervisor de turno la orden de trabajo de impresión, como se muestra en el formato 3.3.3.1, esto lo hace según la programación semanal que le entrega el gerente de planta por producto que se tenga demanda.

El supervisor de turno traslada esta información al operador de imprenta para que prepare su máquina según procedimiento establecido en el punto 3.1.3.1.2 verifica los datos de la orden de trabajo de impresión y si tiene alguna consulta se la hace al supervisor de turno respecto a la misma, hasta dejar clara la orden.

Pone a funcionar las bombas de los tinteros en los switches de cada una en su respectivo panel de control, se abren las salidas de los tinteros que se encuentran en la parte superior de los mismos, se espera de 3 a 4 minutos para permitir que la tinta llegue a las bandejas de impresión y se arranca la máquina. Cuando termina de realizar las primeras impresiones y las mismas se

encuentran secas, se muestran al supervisor de turno y si la impresión tiene el aval del mismo, se incrementa la velocidad de la máquina en el variador. El rango de la velocidad es de 150 m/min y no depende del tipo de producto a imprimir. Constantemente el operador de impresión verifica que la impresión esté centrada y los sellos alineados, si esto no se da, se realizan las modificaciones necesarias en la impresora y se coloca un papel para señalar el lugar sin defectos sin parar la impresión.

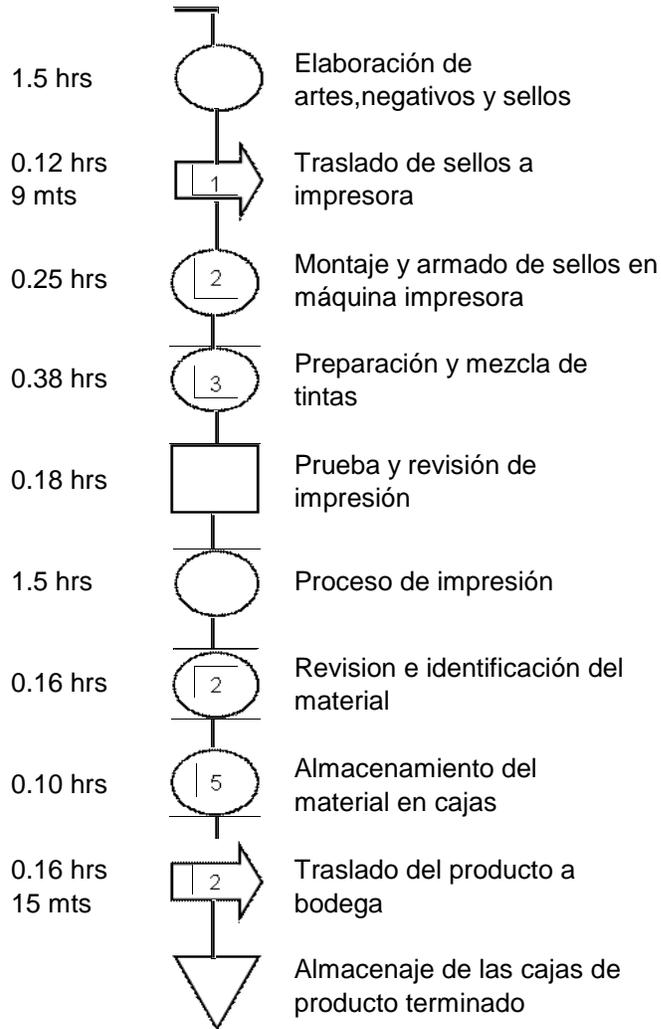
El operador al final del turno hace un recuento de la cantidad de producto impreso y el peso de los mismos; y completa la orden de trabajo de impresión y se entrega al supervisor de turno, éste lo revisa para luego llenar el informe de producción y reproceso por máquina impresora según se muestra en el formato 3.3.3.2 al final del primer turno se entrega éste junto con la orden de trabajo de impresión al supervisor de turno entrante y se aprovecha para indicarle el estatus de la producción hasta ese momento y cualquier observación pertinente sobre la producción del turno que termina y al final del segundo turno el supervisor de turno entrega el informe de producción y reproceso por máquina impresora para que se complete esta información junto con lo que reciba de las otras líneas.

Cuando se acaba la impresión del producto indicado en la orden de trabajo de impresión, se pesa la cantidad de tinta sobrante en los tinteros y se le resta al peso de tinta consumida durante el proceso de impresión. Se entrega al supervisor de turno la orden de trabajo de impresión para verificación de la misma y posterior entrega al gerente de planta.

El operador de imprenta lleva un status de la cantidad gastada de tintas y la tinta según la impresión a realizar, mezcla la tinta según el instructivo de mezclado de tinta que se indica en el punto 3.1.3.1.4.

3.1.3.1.1 Diagrama de flujo del proceso de impresión propuesto

Proceso:	Impresión	Inicio : Almacén
Método:	Propuesto	Fín: Bodega PT



RESUMEN

Símbolo	Descripción	Cantidad	Tiempo (hrs)	Dist. (mts)
	Operación	5	3.73	
	Combinada	2	0.34	
	Transporte	2	0.28	24
	Almacenaje	1		
		10	4.35 horas	24 mts

Tabla VIII. Comparación proceso actual y propuesto de impresión

No.	Actividades	Tiempo Actual	Tiempo Propuesto	Diferencia
1	Elaboración de artes, negativos y sellos	2	1.5	0.5
2	Traslado de sellos a impresora	0.15	0.12	0.03
3	Preparación y mezcla de tintes	0.58	0.38	0.20
4	Prueba y revisión de impresión	0.40	0.18	0.22
Ahorro de tiempo total				0.95 hrs o 57 minutos

Cambios realizados para la mejora en el tiempo:

1. 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.
2. La distancia del área de termoformado a la de impresión es más corta.
3. Se logra reducir tiempo en hacer tareas simultáneas.

3.1.3.1.2 Procedimiento de arranque

El operador de imprenta y su auxiliar proceden a transportar uno en cada extremo, dos rodillos portaclishés desde los portarodillos hasta la montadora. Éstos los colocan sobre los cojinetes de soporte, la punta más corta del rodillo en el extremo donde se localiza la rueda graduada, deben limpiar el rodillo con

wype seco y wype empapado de thinner para eliminar todo el polvo y la goma del tape.

Centran la rueda graduada en cero, colocan el freno, colocan el engranaje y una mordaza a cada rodillo en la punta más corta. Colocan el carro con guías en posición cero en la regla graduada y lo aseguran con rodillos de sujeción. Se bajan las guías verticales hasta que queden a 1/16 de pulgada del rodillo. Deben rodar cada rodillo hasta que la punta de la guía vertical coincida en un punto donde se intercepten una línea horizontal y una circunferencial. Aseguran las mordazas con tornillos hexagonales y las identifican con marcador permanente sobre el rodillo, el producto que están montando y color del sello.

Deben obtener el centro longitudinal de rodillo (54.95 cm) y a partir de allí miden hacia los lados donde inicia la impresión. Si es bolsa debe medir desde el inicio del dobléz del fondo a la impresión. Si es polirrollo debe tomar la mitad de la distancia que queda entre la diferencia de la bobina terminada y el ancho de impresión.

El operador de imprenta toma el sello del color que tenga más relación con los otros colores para que le sirvan de guía, lo instala teniendo en cuenta que la punta corta del rodillo va colocada en el extremo contrario de la máquina impresora y verifica la rotación de los mismos de tal manera que se obtenga la impresión al derecho.

Coloca el sello guía quitando el respaldo protector del sticky back y lo coloca sobre el rodillo, levanta y ajusta con las manos hasta que queda en la posición deseada. Luego coloca los sellos de los otros colores en la misma dirección del sello guía. Pone tinta a las puntas de las guías de centrado y marca las puntas y extremos tanto del sello guía como del que instaló en la misma dirección.

Verifica el registro y ajusta hasta que se registren completamente. Al terminar de registrar, coloca tape alrededor de toda la orilla con el fin de que no se despegue. En las partes inaccesibles pone pegamento instantáneo.

Procede el operador y el auxiliar de impresión a desarmar un rodillo con sellos colocados y lo llevan al portarodillo, así dejando el que sirve de guía para registrar el otro color. Este procedimiento lo tienen que repetir hasta que se completen los sellos de todos los colores.

Si el montaje en la máquina impresora no se hará inmediatamente, coloque una cinta de plástico de un ancho aproximado de 5 pulgadas alrededor del rodillo para protección contra el polvo y grasa, otra cinta negra para protección contra la luz luego de haber instalado los portarodillos hay que tener cuidado de no golpear el rodillo durante la instalación del mismo.

Colocan las seis chumaceras de los rodillos portaclishés, y colocan cada rodillo en su lugar según el sello de impresión en el mismo. Debe centrar cada rodillo de acuerdo al color que se tiene del cliché, verifican que el rodillo esté colocado a modo de que quede hacia arriba el agujero lubricador de cada bushing a ambos extremos del rodillo. Colocan la chumacera en la cuña portaclishés. Los dos tornillos los deben colocar y apretar para asegurar la chumacera a la cuña portacliché. Deben centrar los rodillos con las guías de identificación del producto y color que se pone según la distancia entre rodillos, en el primer rodillo colocan la cruz viendo hacia arriba y el segundo con un cuadro de distancia hacia adentro y así sucesivamente.

Verifican que los tres engranajes de cada rodillo casen en los dientes de los engranajes de la máquina. Gradúan la tercera y segunda perillas (de arriba hacia abajo) a una luz de 5 mm aproximadamente entre rodillos (entre rodillo de

afinamiento de tinta y el rodillo de hule y entre el rodillo de afinamiento de tinta anilox y el de sello).

Saque las bandejas de tinta del lugar donde se guardan y colóquelas en las portabandejas que están a ambos lados, verifique que quede cargada la bandeja en la ranura de ambas portabandejas, apriete la perilla a modo que no exista fricción entre el rodillo de hule anilox y la bandeja (máximo de 5 mm.) Coloque las mangueras de tinta de entrada al lado izquierdo de la bandeja y la de salida (gruesa) al lado derecho, asegure las mangueras con abrazaderas. Coloque el nivel en las salidas de la tinta dentro de las bandejas en cada uno de los rodillos que está utilizando para permitir un cierto nivel dentro de la bandeja. Coloque las mangueras a sus respectivas bombas y el extremo libre de éstas en cada racla de cada estación. Coloque el color adecuado de tinta según el formato hoja de especificaciones por producto en imprenta según se muestra en el formato.

Ponga en marcha las bombas neumáticas de circulación de tinta para el afinamiento en los rodillos anilox de las estaciones con rodillos de hule y para las cámaras cerradas o raclas que se identifican como estaciones. Cuando el anilox ya no lleva tinta podrá estar seguro que se ha realizado la afinación en forma adecuada. Deben subir los rodillos portaclishés con el polipasto y ubicarlos en sus respectivas estaciones dentro de la máquina según el color que éstos vayan a imprimir, esto se muestra en el formato hoja de especificaciones por producto en imprenta.

3.1.3.1.3 Procedimiento de colocación del diseño de impresión

La impresora funciona con un brazo que tiene ocho portamandriles que son los que sostienen por medio de vacío el envase, mientras se realiza la impresión,

cada vez que se cambia el diseño de impresión todas las piezas del portamandriles deben ser sustituidas por el nuevo mandril que tiene la concavidad del producto a imprimir, se monta el nuevo diseño en el área de impresión, se seleccionan las tintas de los colores que lleva el dibujo utilizando un color para cada negativo y se gradúa la temperatura para el secado por medio de ultra violeta, por último se revisan las presiones del aire y el aire de vacío.

Con todo esto ya se puede empezar a poner en marcha la máquina y se sacaran las primeras corridas de prueba que nos permitirán saber si el nuevo diseño fue bien colocado o hay que hacer algunos ajustes.

3.1.3.1.4 Manejo de tintas de colores

Las tintas deben guardarse y manejarse con mucha precaución por el calor que se produce en el área de producción, los colores que se utilizan generalmente son cinco: negro, blanco, amarillo, azul y rojo.

Se utiliza un color por cada negativo que sale del dibujo, las combinaciones pueden variar pero los diseños siempre deben respetar no excederse a más de cinco colores porque esto ya complicaría la impresión, debido a que la máquina no tiene capacidad para manejar más de cinco colores.

3.1.4 Proceso de inyección

Un émbolo o pistón de inyección se mueve rápidamente hacia adelante y hacia atrás para empujar el plástico ablandado por el calor a través del espacio existente entre las paredes del cilindro y una pieza recalentada y situada en el centro de aquél. Esta pieza central se emplea, dada la pequeña conductividad

térmica de los plásticos, de forma que la superficie de calefacción del cilindro es grande y el espesor de la capa plástica calentada es pequeño. Bajo la acción combinada del calor y la presión ejercida por el pistón de inyección, el polímero es lo bastante fluido como para llegar al molde frío donde toma forma la pieza en cuestión. El polímero estará lo suficiente fluido como para llenar el molde frío. Pasado un tiempo breve dentro del molde cerrado, el plástico solidifica, el molde se abre y la pieza es removida. El ritmo de producción es muy rápido, de escasos segundos.

3.1.4.1. Procedimiento de operación

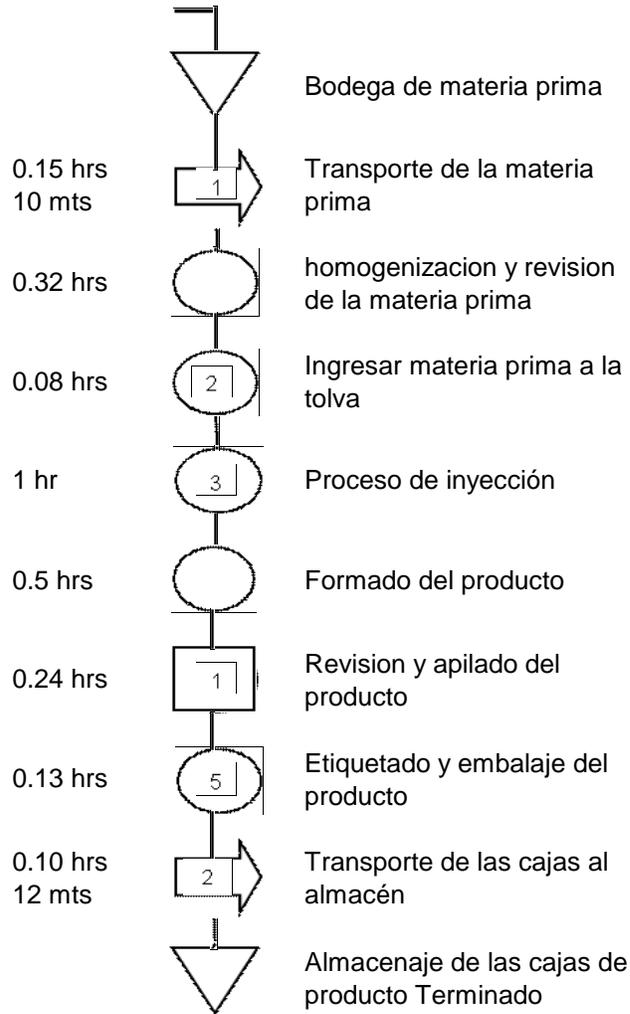
El Gerente de planta entrega al supervisor de turno la orden de trabajo de inyección, como se muestra en el formato 3.3.4.1 esto lo hace según la programación semanal de lo que se producirá en la planta.

El supervisor de turno traslada esta información al operador para que prepare su máquina según procedimiento establecido en el punto 3.1.4.1.2 verifica los datos de la orden de trabajo de inyección y si tiene alguna consulta se la hace al supervisor de turno respecto a la misma, hasta dejar clara la orden.

El operador de la inyectora verifica la formulación exacta según la orden de inyección contra las fórmulas del punto 3.1.4.1.4 y procede a indicarle al auxiliar para que empiece a llenar la tolva con el material necesario. 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.

3.1.4.1.1 Diagrama de flujo del proceso de inyección propuesto

Proceso: Inyección	Inicio: Bodega Materia Prima
Método: Propuesto	Fin: Bodega PT



RESUMEN

Símbolo	Descripción	Cantidad	Tiempo (hrs)	Dist.(Mts)
	Operación	5	2.03	
	Combinada	1	0.24	
	Transporte	2	0.25	22
	Almacenaje	2		
		10	2.52 horas	22 metros

Tabla IX. Comparación proceso actual y propuesto de inyección

No.	Actividades	Tiempo Actual	Tiempo Propuesto	Diferencia
1	Transporte de MP	0.20	0.15	0.05
2	Homogenización y revisión de MP	0.46	0.32	0.14
3	Revisión y apilado del producto terminado	0.37	0.24	0.13
4	Etiquetado y embalaje PT	0.30	0.13	0.17
5	Transporte al almacén	0.12	0.10	0.02
Ahorro de tiempo total				0.51 hrs o 30 minutos

Cambios realizados para la mejora en el tiempo:

1. Reubicación del área de proceso, permite ahorro en tiempo para transportar el producto.
2. Tareas simultáneas de homogenización y revisión de la materia prima.
3. Que el operador va revisando el producto mientras lo apila en la bolsa y lo coloca en la caja.

3.1.4.1.2 Preparación y arranque de la máquina de inyección

Antes de poner en funcionamiento la máquina de inyección es necesario realizar las revisiones necesarias como el chequeo del nivel del aceite hidráulico, presión y temperatura del agua ambiente que sirve para enfriamiento del aceite y la temperatura del agua fría que oscila entre tres y cinco grados centígrados la cual sirve para enfriamiento del proceso de moldeo, reapretar los

tornillos que sujetan el molde de inyección. Luego se enciende la máquina y se espera que llegue al punto de calentamiento adecuado en las áreas de fundición del plástico que debe ser de 225 a 250 grados centígrados, aproximadamente son veinte minutos para que la máquina adquiera el calentamiento necesario para operar.

3.1.4.1.3 Ajustes y cambios de moldes de inyección

El operario debe asegurarse que la máquina de inyección este totalmente apagada, el molde se forma de dos partes una parte fija que está en posición vertical y otra móvil que es la que se desplaza horizontalmente 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 poder 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, debe quitarse una parte primero y luego se repite el proceso con la otra pieza.

Habiendo quitado el molde anterior, se procede a levantar el otro molde con el polipasto y colocarlo en la máquina, primero tiene que ser colocada la parte fija vertical del molde y apretar los tornillos que lo sujetan a la máquina, después se levanta la parte móvil y se procede a colocarla, también los tornillos deben sujetarse correctamente para que el molde no se mueva al momento de operar la máquina.

3.1.4.1.4 Forma de mezclar la materia prima

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

El operario vaciará esta mezcla en la tolva de alimentación de la máquina inyectora y tiene que moverse por 10 minutos hasta que llegue a una mezcla homogénea de los dos componentes. El operario debe revisar si ha llegado a la consistencia necesaria para poder ser puesta en marcha la máquina, si en ese tiempo no se ha logrado una mezcla adecuada se dejara que se mueva otros 5 minutos más.

3.2 Departamento de bodega

Las funciones que deberá cumplir este departamento serán las siguientes:

1. Recibir y resguardar los materiales adquiridos a través de la unidad de compras, para ser distribuidas a las respectivas unidades.
2. Mantener permanentemente al día los registros de materiales en bodega, controlando las entradas y saldos.
3. Determinar y aplicar normas de seguridad para la conservación y control de los materiales que allí se almacenan.
4. Otras funciones que el Gerente de Planta o que la autoridad superior le asigne.

3.2.1 Forma de colocación de materia prima y producto terminado

Dentro del espacio definido para el almacenamiento de los productos, ya sea materia prima o producto terminado, se podrá disponer de una bodega separada para cada categoría; si no es posible, en el área asignada se almacenará todo haciendo la diferenciación respectiva.

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

Selección del lugar para almacenamiento

a. De acuerdo a la forma y / o tamaño:

Esta característica indica también la forma del espacio donde se almacenarán los productos. Productos empacados en cajas se pueden apilar hasta cierto punto, según las especificaciones de resistencia, y seguir siendo seguros.

Cuando la forma no es regular se debe poseer espacio suficiente para distribuir en un solo plano los productos.

b. De acuerdo al 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, máximo por debajo de la altura media de un hombre, pero lo recomendable es que estén a nivel del suelo.

3.2.2 Registros para control producto terminado

Para poder ingresar el producto terminado a bodega deberá seguirse un procedimiento, éste consiste en primer plano en llenar este formulario para que quede registrado el producto que va a ingresar, el formulario es el siguiente:

INGRESO PRODUCTO TERMINADO A BODEGA

Guatemala, _____ de _____ de _____ P-02 No.001

No.	Descripción	Unidad Medida	Cantidad

Observaciones: _____

Departamento que traslada: _____

Nombre quien traslada: _____

Firma: _____

Original: Depto. que traslada

Copia: Bodega

Cuando se tiene que surtir un pedido, hay que llenar el respectivo formulario que servirá de constancia de salida del producto de la bodega, para posteriormente ser rebajada del sistema de inventario, la información que contendrá será la detallada en éste formulario como sigue:

SALIDA DE PRODUCTO DE BODEGA

Guatemala, _____ de _____ de _____ **BE-02 No.001**

No.	Descripción	Unidad Medida	Cantidad

Observaciones: _____

Responsable: _____

Firma: _____

Original: Bodega Copia: Contabilidad

3.2.3 Procedimiento para requerimiento de materia prima

Luego de recibir la orden de elaboración del producto el operario tendrá que realizar la solicitud de materia prima de la siguiente forma:

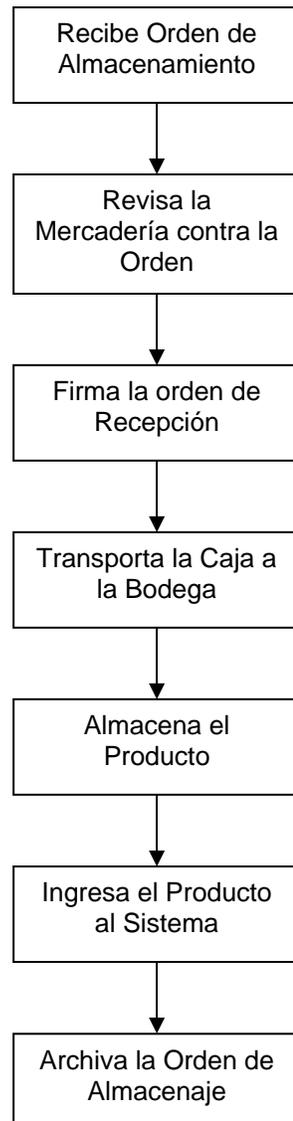
1. Llena el formulario con todas las especificaciones que se le requiere.
2. Se dirige a bodega y entrega el formulario al despachador, quien revisa la orden de trabajo y el material requerido para elaboración.

3. Recibe la mercadería y el formulario firmado y sellado de salida de la materia prima.

3.2.4 Diagrama de flujo propuesto para bodega

El procedimiento que debe realizarse para el almacenamiento del producto terminado que sale de las líneas de producción es el siguiente:

Figura 7. Diagrama de flujo para el departamento de bodega



3.2.5 Ubicación de colorantes

Los colorantes deben colocarse en un lugar adecuado donde no exista humedad ya que las condiciones del ambiente pueden alterar el desempeño de los mismos. Se debe asignar un lugar específico en el departamento de bodega en donde puedan ser colocados, se llevarán los registros de ingreso y egreso de las cantidades de colorantes que se utilicen en cada orden de trabajo.

La forma de colocarlos será en estanterías para aprovechar el espacio disponible en la bodega, y serán manipulados únicamente por el encargado de bodega, a excepción cuando se entregan para la orden de trabajo.

El lugar donde deben estar colocados estará libre de humedad y calor, pues estos ambientes deterioran fácilmente la vida útil de los colorantes o alteran el desempeño normal de los mismos.

3.3 Formularios de control de la producción

El propósito fundamental del diseño de formularios, es suministrar medios estandarizados para el eficaz procesamiento de elaboración del producto, así como también, crear un instrumento de actividad humana para registrar y pasar la información a los mandos superiores para que tengan un mejor panorama del proceso que se realizó en cada turno.

3.3.1 Formularios para el proceso de extrusión

3.3.1.1 Orden de elaboración y especificación del producto

ORDEN DE ELABORACIÓN Y ESPECIFICACIÓN DEL PRODUCTO MÁQUINA DE EXTRUSIÓN			
Orden No. _____ Fecha: _____			
Cliente:	No. Pedido:	Código Producto:	
Producto:	Kilogramos:	No. De Bobinas:	
Máquina No:	No. Orden de Compra:	Turno:	
Espesor de la Película: _____		Materia Prima	Poliétileno Poliestireno
Color de la bobina: _____			Polipropileno
(f) _____		(f) _____	Supervisor de Turno
	Gerente de Planta		

3.3.1.2 Informe de producción y materia prima utilizada

INFORME DE PRODUCCIÓN Y MATERIA PRIMA UTILIZADA MÁQUINA DE EXTRUSIÓN						
Informe No. _____		Fecha: _____		Máquina _____		
Cantidad de Bobinas: _____		Espesor: _____		No: _____		
				Kilogramos: _____		
Materia Prima	Poliétileno (Kg)	Poliestireno (Kg)	Polipropileno(Kg)	Reproceso (Kg)	Total por Turno	
Turno 1						
Turno 2						
TOTAL PRODUCIDO						

(f) _____ Supervisor de Turno	(f) _____ Operator
----------------------------------	-----------------------

3.3.2 Formularios para el proceso de termoformado

3.3.2.1 Orden de elaboración y especificación del producto

ORDEN DE ELABORACIÓN Y ESPECIFICACIÓN DEL PRODUCTO MÁQUINA DE TERMOFORMADO		
Orden No. _____ Fecha: _____		
Cliente:	No. Pedido:	Código Producto:
Producto:	Color del material:	No. De Bobinas:
Máquina No:	Operadores:	Turno:
Tipo de Molde _____ No _____		
(f) _____ Gerente de Planta	(f) _____	Supervisor de Turno

3.3.2.2 Informe de producción y materia prima utilizada

INFORME DE PRODUCCIÓN Y MATERIA PRIMA UTILIZADA MÁQUINA DE TERMOFORMADO			
Informe No. _____	Fecha: _____		
No. De Bobinas utilizadas:	Máquina No.:	Ordenes surtidas:	
Kilogramos:			
	Turno 1	Turno 2	Total por turno
Vasos			
Platos			
Otro, especificar:			
Total Producido			
(f) _____ Supervisor de Turno (f) _____ Operador			

3.3.3.2 Informe de producción y materia prima utilizada

INFORME DE PRODUCCIÓN Y MATERIA PRIMA UTILIZADA
MÁQUINA IMPRESORA

Informe No. _____ Fecha: _____

Máquina:	Producto:	Medida:	
Órdenes surtidas:			
Tipo de Producto	Unidades	Color de Tintas	Cantidad de Cartuchos

(f) _____ Supervisor de Turno
 (f) _____ Operador

3.3.4 Formularios para el proceso de inyección

3.3.4.1 Orden de elaboración y especificación del producto

ORDEN DE ELABORACIÓN Y ESPECIFICACIÓN DEL PRODUCTO MÁQUINA DE INYECCIÓN		
Orden No. _____		Fecha: _____
Cliente:	No. Pedido:	Código Producto:
Producto:	Color del material:	Máquina No.:
Kilogramos:	Operadores:	Turno:
Tipo de Molde _____		No: _____
(f) _____	Gerente de Planta	(f) _____ Supervisor de Turno

3.3.4.2 Informe de producción y materia prima utilizada

INFORME DE PRODUCCIÓN Y MATERIA PRIMA UTILIZADA MÁQUINA DE INYECCIÓN						
Informe No. _____		Fecha: _____		Máquina No: _____		
Cantidad de Producto:		Tamaño:	Color:	Kilogramos:		
Materia Prima	Polietileno (Kg)	Poliestireno (Kg)	Polipropileno (Kg)	Reproceso (Kg)	Total por Turno	
Turno 1						
Turno 2						
TOTAL UTILIZADO						

(f) _____ Supervisor de Turno

(f) _____ Operador

3.4 Estudio de tiempos y movimientos

3.4.1 Recopilación de la información

El primer paso para iniciar el estudio de tiempos y movimientos se puede hacer a través del Gerente de Planta o del Supervisor de línea. Después de revisar el trabajo en operación, tanto el Gerente como el analista de tiempos deben estar de acuerdo en que el trabajo está listo para estudiarlo. Si más de un operario está efectuando el trabajo para el cual se van a establecer estándares, varias consideraciones deben ser tomadas en cuenta en la selección del operario que se usará para estudiarlo.

En general, el operario de tipo medio o el que este algo más arriba del promedio, permitirá obtener un estudio más satisfactorio que el efectuado con un operario poco experto o con uno altamente calificado. El operario medio normalmente realizará el trabajo consistente y sistemáticamente, su ritmo tenderá a estar en el intervalo aproximado de lo normal, facilitando así al analista de tiempos el aplicar un factor de actuación correcto.

Para facilitar la medición, la operación se divide en grupos de therbligs conocidos como "elementos". A fin de descomponer la operación en sus elementos, se observó al trabajador durante varios ciclos. Se determinaron los elementos en los que se iba a dividir la operación antes de comenzar el estudio. Los elementos se dividieron en partes lo más pequeñas posibles, pero no tan finas que se sacrifique la exactitud de las lecturas.

3.4.2 Aplicación de la técnica de cronometración

Hoja para Estudio de Tiempos y Movimientos

Lugar y Fecha: Guatemala, 16 de febrero 2007
 Departamento: Extrusión
 Estudio No.: ETMT01
 Hoja: 1

NOTAS	ELEMENTOS	COLGAR BOBINA EN EL EJE	AJUSTAR BOBINA A SOPORTES	GRABAR ANCHO DE LA PELICULA	TOMAR LOS MATERIALES	CUNTIIFICAR LOS MATERIALES	MEZCLAR LOS MATERIALES	COLGAR MEZCLA EN BOBINA	ENCENDER LA MAQUINA	PROCESO DE EXTRUSION	VERIFICAR LA PELICULA	AFLOJAR AJUSTE DE BOBINA	QUITAR BOBINA EXTRUIDA	TRANSPORTE DE BOBINA	Observaciones
	1	5.00	5.10	3.20	5.00	6.10	4.80	4.50	3.10	90.00	5.40	5.10	9.60	8.60	
	2	6.00	4.20	4.10	4.80	5.60	4.70	5.20	4.10	90.00	4.90	4.50	9.40	9.40	
	3	7.10	5.30	2.80	5.30	5.40	5.20	5.10	3.40	90.00	4.30	6.30	8.90	8.60	
	4	4.80	5.20	3.10	5.50	5.90	5.40	4.40	4.20	90.00	5.40	4.90	10.50	9.30	
	5	4.20	5.00	4.20	5.40	6.20	5.50	5.30	3.90	90.00	4.80	5.80	8.50	8.80	
	6	5.40	5.10	3.20	5.70	4.90	4.80	5.90	3.70	90.00	5.60	4.60	8.80	10.20	
	7	6.20	6.90	3.10	5.20	5.40	5.90	4.80	3.10	90.00	5.90	5.10	10.40	11.00	no tomo bien la bobina
	8	4.90	4.90	3.30	4.80	5.90	5.50	4.50	3.60	90.00	4.90	4.70	9.70	9.50	
	9	5.60	5.00	2.90	4.70	5.50	6.40	5.10	3.60	90.00	4.70	6.50	9.90	9.80	
	10	4.80	5.20	2.80	5.20	6.40	6.30	5.60	4.10	90.00	5.30	5.70	10.60	10.30	
	11	6.30	5.80	3.80	5.40	6.30	5.40	7.10	4.20	90.00	5.80	6.10	10.10	8.90	se le cayo el material
	12	5.60	5.60	4.30	5.50	5.40	5.20	4.30	3.80	90.00	5.60	4.90	10.50	8.70	
	13	4.40	5.40	4.60	4.80	5.20	4.40	5.20	4.00	90.00	4.80	6.40	10.90	9.40	
	14	5.20	5.50	3.80	5.30	5.50	5.20	5.30	3.80	90.00	5.80	6.80	11.00	9.70	
	15	4.30	5.10	4.80	5.90	5.30	5.30	5.50	3.70	90.00	6.00	6.50	10.70	10.10	
T Total		5.32	5.29	3.60	5.23	5.67	5.33	5.19	3.75	90.00	5.28	5.59	9.97	9.49	157 Minutos
No. Obs		15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	
T Cronometrado		2.60 Horas													

Tolerancias: 10% fatiga
10% refacciones

Testandar= Tc (1+ % tolerancias)
 Testandar= Tc (1+0.2) = 2.6 Hr x 1.20 = **3.12 Hrs**

Este tiempo se lleva para hacer el proceso de 500 Kg de material y 3 1/2 de Bobinas

Hoja para Estudio de Tiempos y Movimientos

Lugar y Fecha: Guatemala, 16 de febrero 2007

Departamento: Termoformación

Estudio No.: ETMT01

Hoja: 1

NOTAS	ELEMENTOS	COLOCAR BOBINA EN EL EJE	AJUSTAR BOBINA EN EL EJE	COLOCAR EN ALIMENTADOR	AJUSTAR LA LAMINA	VERIFICAR LOS MOLDES	ENCENDER LA MAQUINA	PROCESO DE TERMOFORMADO	VERIFICAR EL PRODUCTO	APILAR EL PRODUCTO	COLOCAR EN LA CAJA	TRANSPORTE A BODEGA	Observaciones
	1	10.00	4.50	6.00	4.80	5.30	5.90	80.00	5.10	10.00	4.80	11.10	
	2	8.40	5.10	5.40	5.10	4.80	5.30	80.00	4.50	10.80	5.20	10.80	
	3	11.20	6.30	6.30	7.00	5.20	5.90	80.00	6.30	10.60	5.30	10.70	Se le cayo la lamina y empezo el ajus
	4	9.60	5.20	5.30	5.20	5.30	5.80	80.00	4.90	9.80	4.70	11.50	
	5	8.80	4.30	5.40	6.10	4.70	5.30	80.00	5.80	11.00	4.60	11.80	
	6	10.20	6.20	4.90	5.80	4.60	4.90	80.00	4.60	10.50	5.90	10.50	
	7	9.90	5.30	5.40	6.30	5.90	6.10	80.00	5.10	15.00	4.70	8.80	Se resbalo el producto apliado
	8	10.40	4.80	5.90	5.40	5.00	6.00	80.00	4.70	11.20	4.60	10.20	
	9	10.60	5.10	5.30	5.90	4.80	5.40	80.00	6.50	10.90	5.90	9.90	
	10	10.90	4.60	4.80	5.30	6.10	6.30	80.00	5.70	11.10	5.00	10.40	
	11	11.00	4.50	5.20	5.90	4.30	5.30	80.00	6.10	10.80	4.80	10.60	
	12	11.20	4.80	5.30	5.80	5.30	5.40	80.00	4.90	10.70	6.10	10.90	
	13	11.10	5.20	4.70	5.30	6.10	4.90	80.00	6.40	11.50	5.60	11.20	
	14	10.80	5.10	4.60	4.90	5.90	6.40	80.00	7.00	11.80	4.80	10.40	
	15	9.50	5.90	5.90	6.10	4.70	5.90	80.00	6.50	10.50	5.90	9.80	
T Total		10.24	5.13	5.36	5.66	5.20	5.65	80.00	5.61	11.08	5.19	10.57	150 Minutos
No. Obs		15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	
T Cronometrado	2.5 Horas												

Tolerancias:	10% fatiga
	10% refacciones

Testandar= $T_c (1 + \% \text{ tolerancias})$

Testandar= $T_c (1+0.2) = 2.5 \text{ Hr} \times 1.20 = 3 \text{ Hrs}$

Este tiempo se tarda en termoformar una bobina de 145 Kg.

Hoja para Estudio de Tiempos y Movimientos

Lugar y Fecha: Guatemala, 16 de febrero 2007
 Departamento: Impresión
 Estudio No.: ETMI01
 Hoja: 1

NOTAS	ELEMENTOS	COLOCAR LOS NEGATIVOS	REVISAR Y CAMBIAR LAS TINTAS	MEZCLAR TINTAS Y SOLVENTES	REVISAR VISCOSIDAD Y COLORES	PONER LOS MOLDES	AJUSTAR LOS MOLDES	ENCENDER LA MÁQUINA	INGRESAR EL PRODUCTO	PROCESO DE IMPRESIÓN	REVISAR EL PRODUCTO IMPRESO	RETRAR PRODUCTO DEFECTUOSO	ORDENAR EL PRODUCTO	COLOCAR PRODUCTO EN CAJA	TRANSPORTAR A BPT	Observaciones
	1	14.50	13.30	18.00	8.00	9.00	9.10	7.20	16.70	90.00	15.40	13.30	10.20	5.40	9.50	
	2	15.10	13.20	17.60	9.10	8.80	8.90	8.10	15.90	90.00	16.10	12.40	9.80	4.20	9.00	
	3	14.80	12.10	16.50	8.50	9.70	7.90	7.20	17.80	90.00	15.80	15.20	10.20	6.30	8.50	
	4	15.60	13.40	18.40	9.20	9.10	9.50	7.60	18.00	90.00	16.30	14.20	11.00	12.00	8.10	Habia ordenado mal, empezo de nuevo
	5	14.60	14.20	19.00	9.40	8.50	9.90	8.20	17.90	90.00	15.60	15.50	9.50	5.60	7.80	
	6	14.70	13.10	16.70	8.80	15.00	10.30	7.70	16.70	90.00	14.80	14.80	10.50	4.90	8.30	Tuvo que buscar los moldes
	7	15.20	14.20	17.50	9.20	8.60	11.00	8.70	15.90	90.00	16.50	14.50	9.80	6.70	7.60	
	8	14.30	13.40	16.90	9.00	9.70	10.90	9.10	18.30	90.00	14.60	13.80	8.90	8.60	7.50	
	9	15.20	13.90	18.40	8.70	9.10	10.50	8.80	17.40	90.00	14.70	14.00	11.00	7.80	8.10	
	10	14.80	15.20	18.10	8.90	8.90	9.60	9.40	16.50	90.00	15.10	14.20	10.70	9.50	7.40	
	11	15.70	14.30	18.00	9.00	7.90	10.70	7.50	16.80	90.00	14.70	15.10	9.80	8.50	8.00	
	12	14.90	15.30	17.70	8.60	9.50	9.90	8.10	15.40	90.00	14.80	14.90	13.00	8.50	6.90	El operario converso con el ayudante
	13	15.60	14.80	18.10	10.00	9.90	10.50	8.50	17.80	90.00	15.80	15.60	9.50	6.70	7.40	
	14	15.50	15.50	15.00	9.70	10.30	11.10	8.40	16.60	90.00	14.90	16.90	10.40	8.60	6.90	
	15	15.80	15.60	16.10	9.90	10.20	11.70	9.50	18.90	90.00	16.40	17.00	9.80	7.10	7.60	
T Total		15.09	14.10	17.47	9.07	9.61	10.10	8.27	17.11	90.00	15.43	14.76	10.27	7.36	7.91	246 Minutos
No. Obs		15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	
T Estandar		4.1 Horas														

Tolerancias:	10% fatiga
	10% refacciones

Testandar= Tc (1+ % tolerancias)
 Testandar= Tc (1+0.2) = 4.1 Hr x 1.20 = **4.92 Hrs**

Hoja para Estudio de Tiempos y Movimientos

Lugar y Fecha: Guatemala, 16 de febrero 2007
 Departamento: Inyección
 Estudio No.: ETMIN01
 Hoja: 1

NOTAS	ELEMENTOS	COLOCAR LOS MOLDES	AJUSTAR Y REVISAR MOLDE	TOMAR LA MATERIA PRIMA	QUANTIFICAR MATERIA PRIMA	MEZCLAR MATERIA PRIMA	COLOCAR MP EN TOLVA	ENCENDER LA MAQUINA	PROCESO DE INYECCION	REVISAR EL PRODUCTO	RETRAR PRODUCTO DEFECTUOSO	ORDENAR EL PRODUCTO	COLOCAR PRODUCTO EN CAJAS	Observaciones
	1	7.10	5.70	4.00	6.50	8.00	5.00	3.20	60.00	9.00	5.00	7.00	6.00	
	2	7.60	6.40	4.40	7.60	8.70	4.80	3.00	60.00	8.50	4.50	7.80	5.80	
	3	8.20	6.20	5.10	6.80	7.40	5.60	2.80	60.00	8.70	5.30	8.10	6.20	
	4	6.90	6.50	4.70	5.90	7.90	6.00	2.70	60.00	9.10	5.50	7.50	6.30	
	5	7.90	5.50	4.80	6.40	7.50	5.10	3.40	60.00	8.60	4.90	7.90	5.80	
	6	7.50	5.70	5.20	7.30	8.10	5.50	3.00	60.00	7.90	4.70	7.50	5.50	
	7	8.00	6.50	5.10	5.70	8.50	4.90	3.10	60.00	8.00	5.20	8.10	6.10	
	8	7.60	6.10	5.00	6.10	7.80	5.20	2.90	60.00	8.60	5.40	9.00	6.60	
	9	8.20	5.80	7.20	7.40	9.00	6.00	3.30	60.00	8.80	4.90	8.70	5.80	Tomo mal el saco
	10	8.30	6.00	4.40	6.70	7.40	5.10	3.80	60.00	8.20	4.50	7.70	6.20	
	11	7.40	5.50	5.10	5.70	8.10	5.80	3.10	60.00	8.00	5.60	7.90	6.50	
	12	6.90	5.90	4.90	6.20	7.80	4.80	2.70	60.00	7.90	4.70	8.20	7.10	
	13	7.00	4.90	5.40	7.10	8.30	4.90	3.00	60.00	7.50	5.50	7.70	6.40	
	14	7.20	5.10	4.70	6.70	8.10	5.20	3.60	60.00	8.10	5.80	7.50	5.40	
	15	7.90	5.40	4.30	5.90	7.00	5.00	3.50	60.00	8.80	5.00	8.10	5.80	
T Total		7.58	5.81	4.95	6.53	7.97	5.26	3.14	60.00	8.38	5.10	7.91	6.10	130 Minutos
No. Obs		15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	
T Cronometrado		2.2 Horas												

Tolerancias: 10% fatiga
10% relaciones.

Testandar= Tc (1+ % tolerancias)
 Testandar= Tc (1+0.2) = 2.2 Ht x 1.20 = **2.64 Hrs**

3.4.3 Balance de líneas

Por medio de un análisis de los procesos que se efectúan se determinará la cantidad de piezas que cada máquina debe elaborar, las operaciones que se realizan en la planta se detallan en la siguiente tabla:

Operación precedente	Operación	Operación siguiente
Ninguna	1	2
1	2	3
2	3	Ninguna

Operación 1: Extrusión del Material

Operación 2: Termoformado

Operación 3: Impresión

Una vez establecida las pautas de precedencia entre las tres operaciones es posible intentar balancear la línea. Queremos balancear la línea con un sistema de producción de 65,000 piezas por jornada mixta de 12 horas, considerando la gráfica de precedencia podemos elegir diseñando a lo largo de la línea de producción.



Haciendo el cálculo del ritmo que se desea por hora tenemos:

$$R = (65,000 \text{ piezas/Jornada}) / 12 \text{ horas} = 5,417 \text{ piezas/hora}$$

Regresando desde la operación 3 y reconociendo que se necesitan 5,417 piezas por hora podríamos empezar a equilibrar las líneas, en la operación 3 se tienen 2 máquinas por lo que la velocidad sería de

$$(5,417 \text{ piezas/hora}) / 2 = 2,709 \text{ piezas/hora en cada máquina}$$

En la estación 2 se tienen 5 máquinas por lo que se tendrá una velocidad de

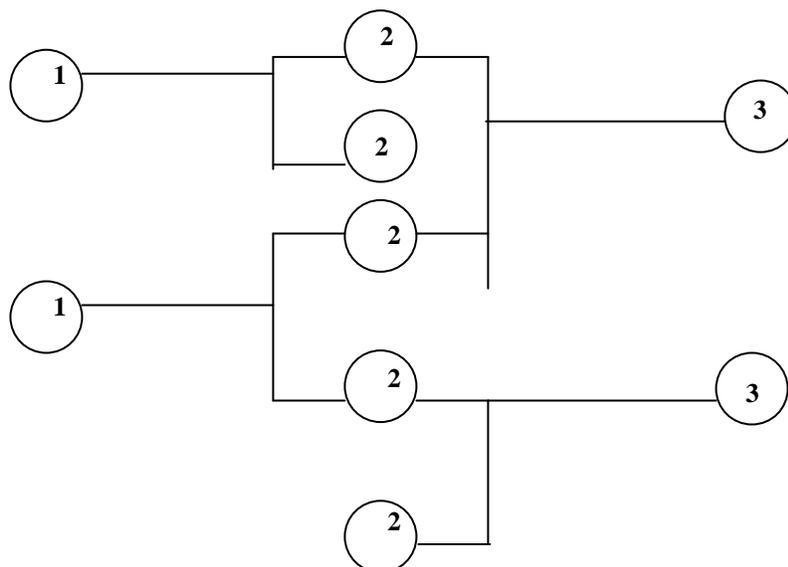
$$(5,417 \text{ piezas/hora}) / 5 = 1,084 \text{ piezas/hora en cada máquina}$$

En la estación 1 se tienen 2 máquinas por lo que se tendrá una velocidad de

$$(5,417 \text{ piezas/hora}) / 2 = 2,709 \text{ piezas/hora en cada máquina}$$

Operación	No. De máquinas	Capacidad de producción	Capacidad utilizada	% de utilización
1	2	2,900 piezas/hr	2,709 piezas/hr	93 %
2	5	2,040 piezas/hr	1,084 piezas/hr	53 %
3	2	3,000 piezas/hr	2,709 piezas/hr	90 %

En la siguiente gráfica de precedencia se puede ver de mejor manera como queda distribuida la línea de producción. También la secuencia ya es conocida, el flujo queda así:



3.4.4 Cálculo de la eficiencia

La eficiencia de esta línea se puede calcular como la relación de número total de minutos estándares, al número total de minutos estándares permitidos, o sea:

Tabla X. Tiempo estándar

Operario	Tiempo Estándar	Tiempo Estándar según operario más lento	Tiempo Estándar Permitido
1	3.12 Hrs	1.8	4.92 Hrs
2	3.00 Hrs	1.92	4.92 Hrs
3	4.92 Hrs	-----	4.92 Hrs

$$E = \frac{\sum te \times 100}{\sum tep} = \frac{11.04 \times 100}{14.76} = 77 \%$$

te = Tiempo estándar

tep= Tiempo estándar permitido

3.4.5 Cálculo de la capacidad de la planta

Para poder calcular la capacidad de planta necesitamos conocer también con cuántos operarios se contará para la elaboración del proceso productivo. Es evidente entonces que la capacidad de operarios que se necesitan es igual a la tasa de producción requerida multiplicada por el total de minutos permitidos. Los tiempos estándares están dados para una corrida de producción de 500 kilogramos o de 16,000 piezas.

$$N = R \times \sum tep$$

N = No. De operarios que se necesiten

R = Tasa de producción deseada

(4,167 piezas/hora) / 60 min = **70 piezas / min**

$$N = \frac{(70 \text{ piezas/ Min}) \times 14.76 \times 60 \text{ Min}}{12 \times 60 \text{ Min} \times E} = 43.05 / E$$

$$N = \frac{43.05}{1.00} = 43 \text{ operarios}$$

1.00

Se tomo E como el 100% ya que queremos encontrar la capacidad máxima en la que puede operar la planta.

Como se requieren 70 unidades por minuto será necesario producir una unidad en

$$\frac{720 \text{ minutos}}{70 \text{ piezas/min}} = 10 \text{ min/pieza}$$

Por lo que el número de operarios requeridos por operación será dividiendo el tiempo estándar entre el tiempo de hacer una pieza

Tabla XI. Distribución de operarios

Tiempo estándar	Tiempo por pieza	Numero de operarios
3.12 Hr	10 Min	14
3.00 Hr	10 Min	13
4.92 Hr	10 Min	16

Para determinar la operación más lenta se divide el tiempo estándar para cada una de las operaciones entre el número estimado de operarios

Tabla XII. Operación más lenta

1	3.12/14	0.22 Hr
2	3.00/13	0.23 Hr
3	4.92/16	0.30 Hr

Para realizar el cálculo de la capacidad total de la planta entonces tenemos

$$\text{CP} = \frac{16 \text{ hombres} \times 60 \text{ min} \times 1,755 \text{ piezas/corrída}}{4.92 \times 60 \text{ min/corrída}} = 5,707 \text{ piezas/ hora}$$

Para una jornada de 12 horas tenemos la capacidad total por turno:

$$\text{Capacidad jornada} = 5,707 \text{ piezas/hr} \times 12 \text{ hrs} = 68,484 \text{ piezas/turno}$$

$$\text{Capacidad total} = 5,707 \text{ piezas/hr} \times 24 \text{ hrs} = 136,968 \text{ piezas/día}$$

Podemos analizar entonces que la capacidad total de la planta es de 136,968 piezas por día trabajando las 24 horas, lo que nos da una noción de la magnitud de la producción.

3.4.6 Cálculo del rendimiento de la planta

El rendimiento lo calcularemos a partir de la utilización que se le da a la capacidad instalada que tiene la planta, la siguiente tabla nos ayuda a entender el índice de rendimiento:

$$\text{IR} = (130,000 \text{ unidades} / 136,968 \text{ unidades}) \times 100 = 95 \%$$

Tabla XIII. Rendimiento de la planta

Demanda	Capacidad	Índice de Rendimiento
130,000 unidades	136,968 unidades	95 %

Podemos observar entonces que el rendimiento en la planta con las mejoras implementadas es del 95 % lo que puede decirse que es un índice bastante aceptable para el nivel de utilidades que desea la empresa.

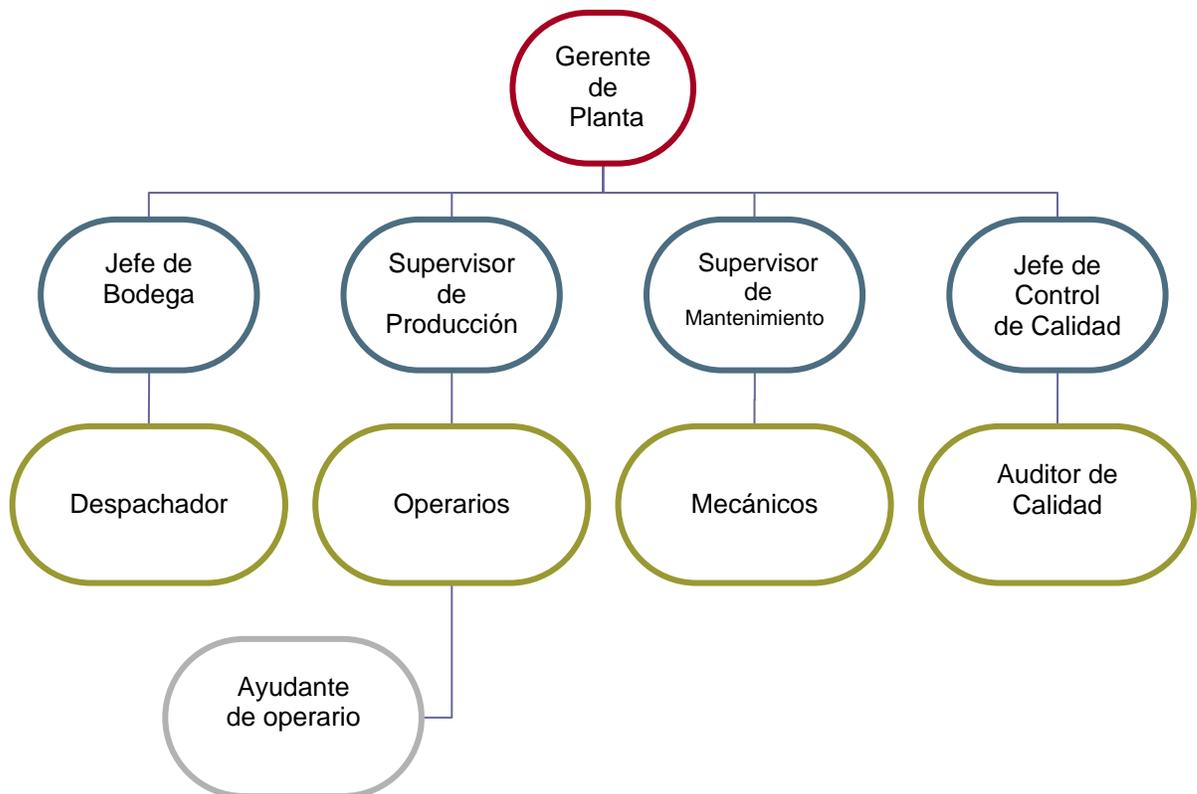
4. IMPLANTACIÓN DE LA PROPUESTA

4.1 Diseño de la infraestructura para aplicar el programa

4.1.1 Estructura organizacional

Para poder darle seguimiento a la mejora propuesta deberá crearse un departamento de calidad que se encargue de realizar las auditorías para asegurar que se está poniendo en marcha todas las especificaciones que se determinaron (ver figura 8).

Figura 8. Diagrama organizacional propuesto



4.1.2 Descripción de puestos

La descripción de puestos consiste en enumerar las tareas o atribuciones que conforman un cargo y que lo diferencian de los demás, el análisis de cargos estudia y determina todos los requisitos, las responsabilidades comprendidas y las condiciones que el cargo exige para realizarlo de la mejor forma.

1. Gerente de planta

Es responsable de la administración de la producción optimizando los recursos humanos y materiales, observando que la manufactura de los productos se realice conforme a lo establecido en la documentación aplicable. Es el encargado de dirigir a todos los mandos medios para que lleven a cabo las estrategias de la organización, tanto de producción como de administración para que se logre el objetivo integral de la empresa.

Perfil del responsable:

- Graduado Ingeniero Industrial, Mecánico Industrial o Ingeniero Químico.
- Tres o cuatro años en puesto similar de producción de plásticos.
- Amplio conocimiento de normas ISO 9000, ISO 14000.
- Proactivo y con habilidad de liderazgo.
- Bilingüe (inglés, español).
- Conocimientos de Microsoft Office.

2. Jefe de bodega:

El propósito de este puesto es que se lleve un control de todos los productos que están en la bodega desde la materia prima hasta los productos terminados,

será el responsable de verificar la existencia en bodega y realizar los reportes al gerente de planta. Abastecerá las líneas de producción de cualquier material que requieran para operar.

Perfil del responsable:

- Graduado a nivel medio.
- Experiencia de 2 años en puesto similar de bodega.
- Conocimientos de Microsoft Office.
- Conocimientos en la elaboración de inventarios de materia prima y producto terminado.
- Administración general de bodegas.
- Recepción de mercaderías.
- Control de inventarios.

3. Despachador:

Será quien realice la entrega de cualquier producto en la bodega, con la debida orden de entrega. Despachará la mercadería para exportación y será quien llene los contenedores.

Perfil del responsable:

- Graduado a nivel medio.
- Experiencia de un año en trabajo en bodega.
- Habilidad numérica.

4. Supervisor de producción:

Supervisar que la maquinaria y los operarios estén trabajando de acuerdo al programa de producción y lo lleven a cabo de acuerdo a los estándares de calidad, asistirá al operario en alguna dificultad, resolverá problemas que se generan en la línea de producción.

Perfil del responsable:

- Pensum cerrado de Ingeniería Industrial o estudiante del séptimo semestre.
- Experiencia en producción de envases plásticos.
- Conocimientos de computación.
- Interpretación de controles de producción y métodos.

5. Operarios:

Realizará el procedimiento de operación de la máquina de acuerdo a la estandarización estipulada en el capítulo 3, además revisará el producto que va saliendo de la línea de producción verificando que cumpla con las especificaciones de calidad.

Perfil del responsable:

- Estudios de tercero básico como mínimo.
- Habilidad de operación de maquinaria.
- Disponibilidad completa de horario.

6. Ayudante de operario:

Auxiliará al operador de la máquina en cualquier actividad que así lo requiera, realizará el empaquetado del producto terminado que va saliendo de la línea de producción, para luego llevarlo a la bodega.

Perfil del responsable:

- Estudios de tercero básico como mínimo.
- Habilidad de operación de maquinaria.
- Disponibilidad completa de horario.

7. Supervisor de mantenimiento:

Planear, dirigir y controlar el buen funcionamiento del área técnica como: servicio, mantenimiento de instalaciones y desarrollo de la planta, incorporar nuevas tecnologías o modos de trabajo.

Perfil del responsable:

- Perito en mecánica industrial y bachiller industrial.
- Experiencia en mantenimiento industrial.
- Conocimientos básicos de computación.

8. Mecánicos:

Ejecutará el mantenimiento planificado para las máquinas de acuerdo al proceso de producción de cada una, reparará la maquinaria que se arruine en el

proceso. Verificará la temperatura, líneas de agua, aire comprimido de todas las máquinas antes de empezarlas a operar.

Perfil del responsable:

- Perito en Mecánica Industrial.
- Experiencia en reparación industrial.
- Habilidad manual y numérica.

9. Jefe de control de calidad:

Administrar y ejecutar las normas de calidad que rigen las especificaciones de los productos de la empresa, llevar a cabo las auditorías de calidad para desarrollar el plan de mejora continua.

Perfil del responsable:

- Ingeniero Industrial o Mecánico Industrial.
- Conocimientos de normas de calidad (ISO 9000, ISO 14000).
- Habilidad para la ejecución de planes de calidad.

10. Auditor de calidad:

Es responsable de verificar que las materias primas y productos cumplan con los requisitos especificados en los documentos de diseño, así como la evaluación de proveedores bajo aspectos de cumplimiento de especificaciones de control de calidad. Auxiliará al jefe de calidad para ejecutar las auditorías.

Perfil del responsable:

- Graduado a nivel medio.
- Conocimiento en normas de calidad (ISO 9000).
- Experiencia de un año en puesto similar.
- Conocimientos de Microsoft Office.

4.1.3 Descripción de las responsabilidades de cada área**Gerente de planta:**

1. Coordinar con los departamentos de mercadeo y ventas el plan de producción, definir las políticas y planes para la mejora de la productividad. Coordinar con el jefe de recursos humanos la administración, selección y contratación de personal. Coordinar con el gerente de control de calidad los planes para el mejoramiento de la calidad. Velar porque la planta de producción cumpla con los planes establecidos tanto de producción como de orden y limpieza.
2. Registrar y archivar las órdenes de pedidos. Elaborar el programa de producción y darlo a conocer a los supervisores. Cuando un producto se fabrica por primera vez, elaborar la hoja de especificaciones del producto y registrarlo en el resumen de productos fabricados.
3. Elaborar la hoja de especificaciones de cada uno de los productos que se fabrican.
4. Analizar la información generada por los supervisores, los informes de los operadores e información técnica a fin de determinar las causas y

soluciones de problemas en algunas características del producto, desarrollo de nuevas técnicas de producción, aumento de la productividad y disminución de reproceso.

5. Firmar y autorizar las salidas y entradas de materiales de la planta, como materia prima, repuestos de maquinaria, entre otros. Solicitar los repuestos al departamento de compras.
6. Autorizar la entrada, salida, despido, suspensiones, contratación y cambios internos de personal de producción.
7. Velar por el mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo de la maquinaria para que se encuentre en buenas condiciones mecánicas y eléctricas, por la limpieza y orden de la planta, porque se cumplan las reglas que rigen en la empresa, organizar, coordinar la instalación y arranque de nueva maquinaria.

Jefe de bodega:

1. Control de inventarios, transporte interno del material a la planta y coordinación del transporte y distribución de los productos.
2. Controlar y revisar mercadería que ingresa a bodega; preocupándose de que cumple con los cánones aceptados.
3. Procurará que el almacenamiento de los artículos sea el adecuado, manteniendo estos en las condiciones requeridas.
4. Entrega de reportes relacionados al manejo de la bodega de acuerdo a solicitudes mensuales.

5. Elaborará e informará un calendario de entrega de pedidos a Jefatura para sacar los índices de entrega.
6. Custodiar la mercadería almacenada, preocupándose que se mantengan restringido el acceso a bodega.
7. Verificar que saldos físicos y computacionales estén cuadrados.
8. Preocuparse de contar con todos los elementos necesarios para el buen funcionamiento de bodega.
9. Coordinará interna y periódicamente inventarios, selectivos y generales de la bodega a su cargo, con informes a la Jefatura.
10. Disponer la preparación de inventario anual.
11. Desempeñar las demás funciones y tareas que la jefatura le encomienden en las materias de su competencia

Supervisor de producción:

Responsable de la coordinación de los trabajos que se realizan en el área de producción tanto máquinas como operarios, será el que promueva la mejor distribución del tiempo y trabajo del equipo para lograr la máxima eficiencia posible de producción.

1. Colaborar con el Gerente de planta en la definición del plan de producción del programa y en la ejecución del plan de trabajo.
2. Llevar el registro y archivo de la documentación correspondiente a la producción.
3. Asistir a los operarios en cualquier problema que surja en el área de producción.
4. Efectuar y llevar el control de los reportes de producción efectuados diariamente.
5. Colaborar con el Gerente de Planta en la contratación de medios externos necesarios para el desarrollo de la producción.
6. Colaborar con el productor en el seguimiento técnico y presupuestario del programa de producción.
7. Ayudar al Gerente de planta en el cumplimiento de los índices de producción programados.
8. La presente definición no constituye una lista cerrada de funciones, debiendo realizar el supervisor todas aquellas tareas que, de acuerdo a su cualificación profesional, le sean encomendadas por su inmediato superior.

Supervisor de mantenimiento:

Responsable de la mantención preventiva y correctiva de equipos, maquinarias e instalaciones de la empresa con el fin de garantizar adecuadas condiciones de operación.

1. Desarrollo e implantación del plan de mantenimiento.
2. Coordinar los recursos técnicos y humanos para el desarrollo de objetivos del departamento.
3. Coordinar y evaluar el desarrollo de los trabajos que puedan contratarse a empresas externas en las áreas que no puedan atenderse con el equipo disponible.
4. Solicitar ofertas de servicios y materiales, estudiarlas y efectuar pedidos.

Jefe de control de calidad:

1. Responsable del seguimiento de la mejora de calidad, también debe manejar las quejas que los clientes tengan y darle solución de acuerdo a las posibilidades de la empresa.
2. Supervisar el cumplimiento de las especificaciones detalladas en el capítulo tres y establecer, implementar y mantener los procesos necesarios para el sistema de gestión de calidad.
3. Informar al gerente general, sobre el desempeño del sistema de gestión de calidad y de cualquier necesidad de mejora.
4. Tendrá que desarrollar e implementar los sistemas de calidad.

5. Verificar el seguimiento de las mejoras a través de auditorías de calidad interna y externa cuando sea necesario.
6. Realizar los manuales de calidad y procedimientos para toda la empresa juntamente con el auditor de calidad.

Auditor de calidad:

1. Encargado del control y verificación permanente del estado de los procedimientos, métodos, condiciones, procesos, productos o servicios y, análisis de registros por comparación con referencias establecidas para asegurar que se cumplan los requisitos de calidad especificados.
2. Elaboración de procedimientos e instructivos de operación para las diferentes áreas de la empresa.
3. Planificar y organizar la empresa para la gestión de calidad.
4. Evaluar el impacto organizativo de la implantación de un sistema de calidad.
5. Interpretar y aplicar los requisitos a cumplir de la normas de calidad.
6. Establecer las bases para implantar correctamente el sistema de calidad, de acuerdo con la normativa vigente y de manera adecuada para la empresa.
7. Planificar y organizar la auditoría de los sistemas de calidad en la organización.

8. Aplicar las técnicas de auditoría, de acuerdo con la normativa aplicable.
9. Profundizar en los aspectos clave del proceso de auditoría.

Despachador:

Responsable de las operaciones de recepción, almacenamiento y despacho de productos terminados. También controlará el nivel de stocks del producto terminado almacenado en bodega.

1. Es responsable de verificar que la existencia de la bodega respectiva, corresponden físicamente con la documentación que la respalda; tales como facturas, guías de despacho del proveedor, despachos y traspasos internos de mercaderías y ventas.
2. Debe digitar las recepciones de mercadería con relación a guía de despacho o factura de proveedores, controlando que la documentación esté correcta en código, cantidad, precio y unidad de ingreso del artículo.
3. Debe llevar archivo correlativo de la siguiente documentación interna: guías de recepción, guías de despacho hacia y desde servicios usuarios, guías de traspaso hacia y desde bodegas relacionadas, ventas, devoluciones de mercadería, rechazos, entrega registrada de copias de toda la documentación de control de existencias a contabilidad.
4. Compaginar documentación como recepción, factura o guía de las distintas mercaderías, agilizando las firmas correspondientes y entregar debidamente registrado al jefe de bodega.

5. Desempeñar las demás funciones y tareas que la jefatura le encomienden en las materias de su competencia.

Operarios:

1. Cumplir adecuadamente y con responsabilidad las tareas encomendadas en cada puesto de trabajo dentro de la línea de producción.
2. Cumplir con las normas de seguridad y utilizar el equipo de seguridad que este asignado a la tarea que realiza en forma adecuada y permanente.
3. Mantener un buen estado de higiene su lugar de trabajo.
4. Regirse por los lineamientos estipulados para el manejo de cada una de las máquinas, según lo indica el capítulo 3.
5. Seguir las instrucciones del manejo de las máquinas según lo indica el capítulo 3.
6. Reportar alguna anomalía de funcionamiento de las máquinas al supervisor de producción.

Ayudante de operario:

1. Cumplir adecuadamente y con responsabilidad las tareas encomendadas en cada puesto de trabajo dentro de la línea de producción.
2. Cumplir con las normas de seguridad y utilizar el equipo de seguridad que este asignado a la tarea que realiza en forma adecuada y permanente.

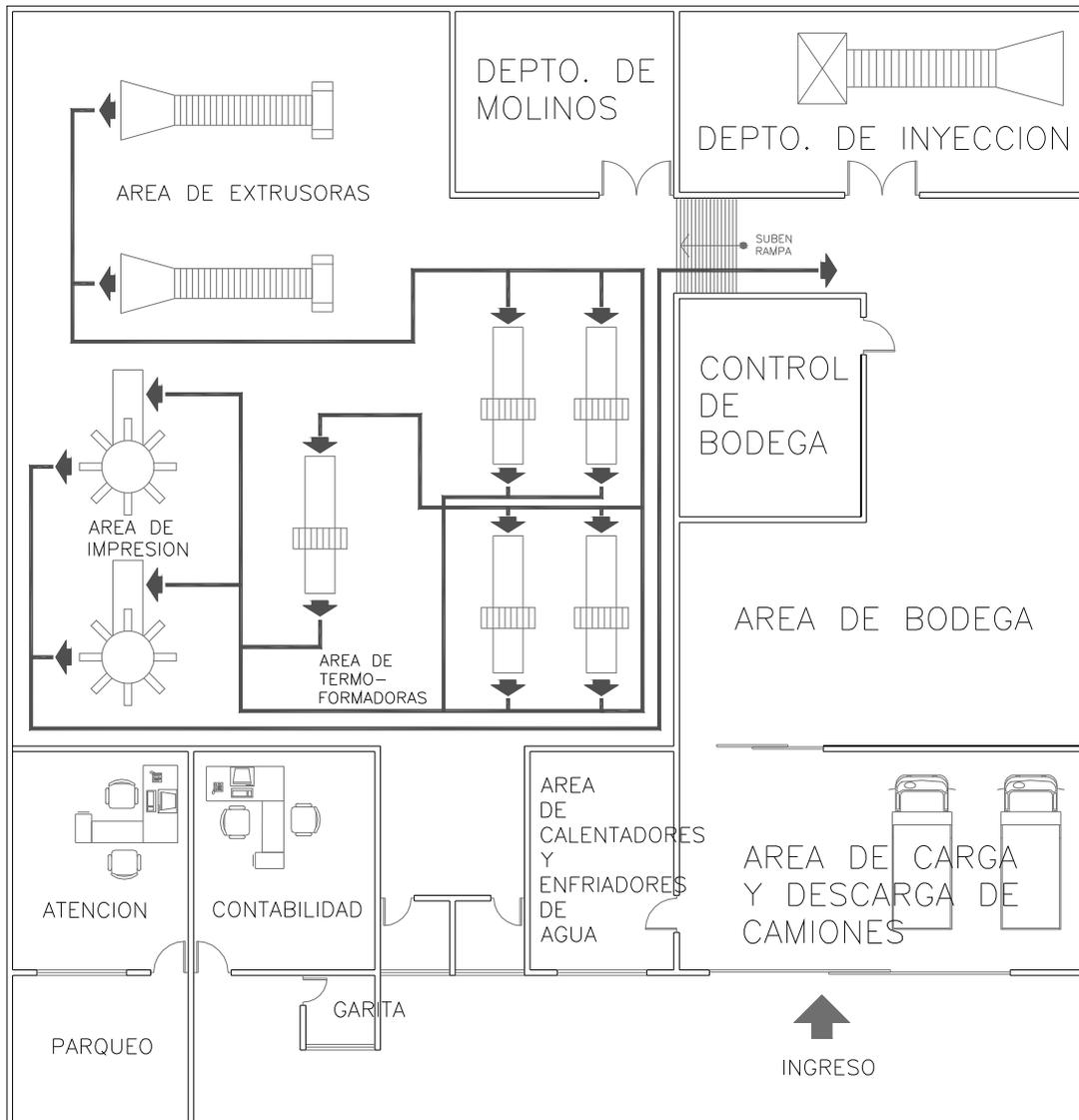
3. Mantener un buen estado de higiene su lugar de trabajo.
4. Regirse por los lineamientos estipulados para el manejo de cada una de las máquinas, según lo indica el capítulo 3.
5. Reportar alguna anomalía de funcionamiento de las máquinas al operario para que lo informe al supervisor de producción.
6. Auxiliar en la operación de la máquina al operario.
7. Realizar el empaque del producto terminado y transportarlo a la bodega.

Mecánicos:

1. Dar aviso al supervisor de cualquier desperfecto en la maquinaria, de origen mecánico o eléctrico.
2. Semanalmente engrasar y revisar aceite de maquinaria y equipo dentro la planta.
3. Hacer reparaciones de tipo mecánico en la maquinaria y equipo de la planta.
4. Realizar actividades relacionados con su puesto, asignadas por el supervisor de su departamento.
5. Cumplir con las normas de buenas prácticas de manufactura, seguridad e higiene industrial y todos aquellos programas de mejora continua que determine la dirección de la empresa.

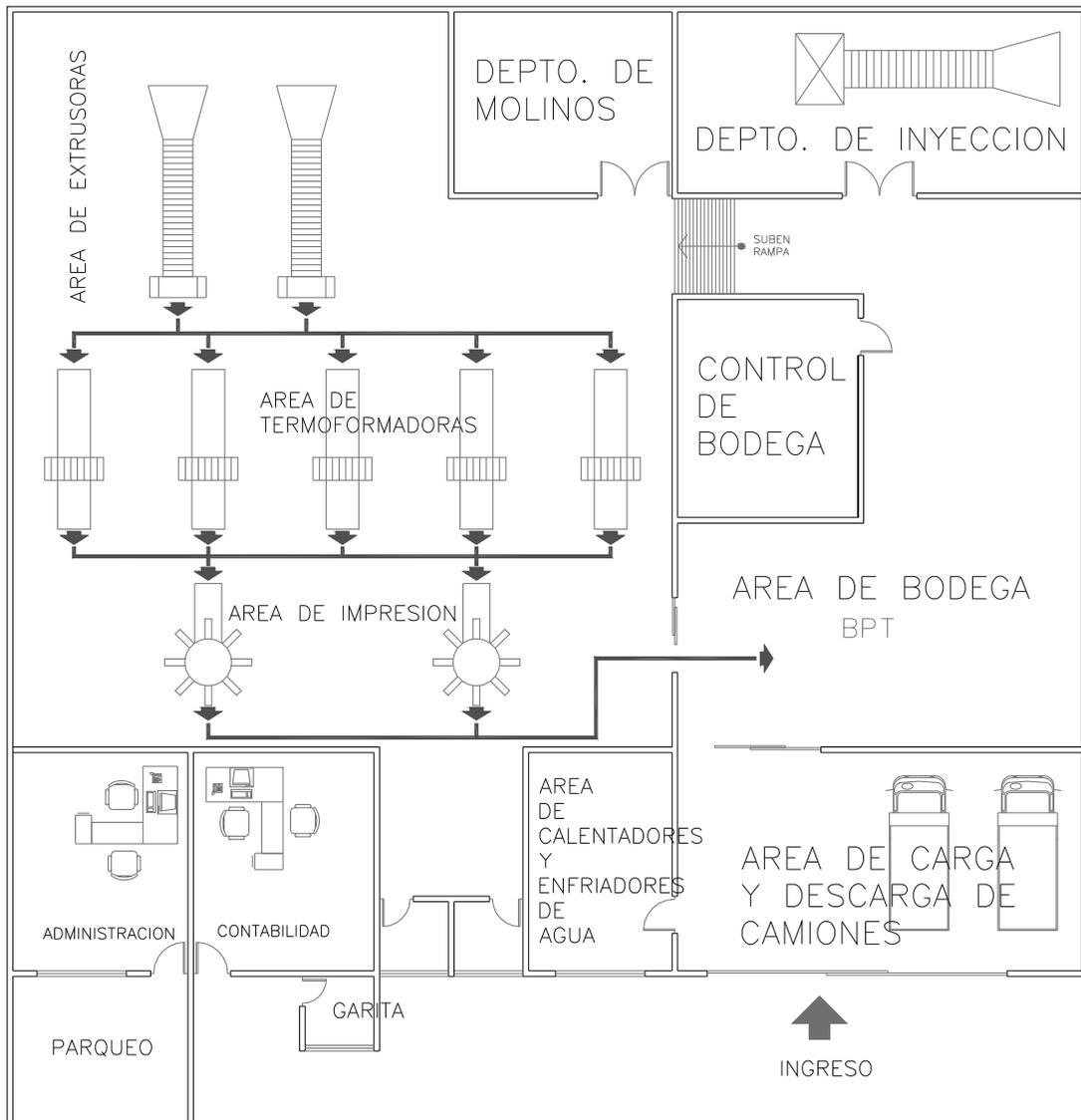
4.1.4 Distribución de maquinaria

Figura No.9 Plano de distribución actual para la maquinaria



La distribución actual de la maquinaria es muy desordenada y el transporte entre procesos es más complicado por la ubicación, esto no permite que se pueda aprovechar el espacio con que se cuenta en la planta.

Figura 10. Plano de distribución propuesto para la maquinaria



Con la nueva ubicación de las máquinas se logro optimizar el espacio con que se cuenta y se logra mantener un orden lineal entre procesos, con esto se redujo el tiempo de transporte al inicio del proceso de bodega de materia prima y al final a bodega de producto terminado.

4.2 Capacitación del personal

Este método se utilizará para proporcionar a los empleados nuevos y actuales las habilidades que se requieren para desempeñar su trabajo. Por consiguiente, capacitar podría significar enseñar a un operador de máquina a operar su nueva máquina, a un nuevo vendedor a vender el producto de la empresa o a un nuevo supervisor a entrevistar y evaluar a los empleados.

Pasos para el proceso de capacitación

1. Análisis de las necesidades:

El propósito del análisis de la necesidad es identificar las habilidades específicas que se necesitan para desarrollar el trabajo, analizar las habilidades y las necesidades de los futuros practicantes y desarrollar objetivos específicos y mensurables de los conocimientos y el desempeño. Se realizará en esta escala:

- Identificar las habilidades específicas para el desempeño del trabajo que se necesitan para mejorar el desempeño y la productividad.
- Analizar al público para asegurarse de que el programa es adecuado para su grado específico de estudios, su experiencia y habilidades, así como sus actitudes y motivaciones personales.
- Usar investigaciones para desarrollar objetivos mensurables de los conocimientos y el desempeño.

2. Diseño de la instrucción:

En este paso se arma y produce el contenido del programa de capacitación como cuadernos de trabajo, ejercicios, actividades etc.

- Recabar ejemplos de objetivos, métodos, medios, descripción y secuencia del contenido para la enseñanza. Organizarlos en un plan de estudios con la teoría de aprendizaje para adultos y que sirva de guía para desarrollar el programa.
- Asegurarse de que los materiales, por ejemplo, guiones de video, guías de líderes y cuadernos de trabajo de los participantes, se complementan, están redactadas con claridad y sirven para una capacitación unificada, adaptados en forma directa a los objetivos del aprendizaje que se hayan definido.

3. Aplicación:

En su caso, reforzar el éxito mediante un taller de capacitación al instructor, que se concentre en presentar conocimientos habilidades adicionales al contenido de la capacitación.

4. Evaluación y seguimiento:

Debe venir una evaluación y el seguimiento para determinar el éxito o fracaso del programa. Evaluar el éxito del programa de acuerdo a:

REACCIÓN: Documentar la reacciones inmediatas de los educandos ante la capacitación.

APRENDISAJE: Usar recursos para la retroalimentación así como pruebas previas y posteriores para medir lo que han aprendido los aspirantes de hecho.

COMPORTAMIENTO: Anotar las reacciones que tienen los supervisores ante el desempeño de las personas en entrenamiento una vez terminada

la capacitación. Esta es una manera de medir el grado en el cual los aspirantes aplican las habilidades y los conocimientos nuevos de su trabajo.

RESULTADOS: Determinar el grado de mejora en el desempeño laboral y evaluar el mantenimiento necesario.

4.2.1 Inducción de personal de nuevo ingreso

Después de haber reclutado y seleccionado a los empleados, el siguiente paso será su orientación y capacitación, lo cual implica proporcionarles la información y las habilidades que necesitan para desempeñar su trabajo en forma debida.

El propósito de la inducción será orientada a que el empleado nuevo conozca las actitudes, normas, valores y patrones de conducta que prevalecen y son esperados por la organización y sus departamentos.

Los principales temas que se deben tratar son los que se citan a continuación:

- Entregar un manual o materiales impresos que tratan de asuntos como el horario de trabajo, las revisiones de desempeño, cómo aparece uno en la nómina y las vacaciones, así como un recorrido por las instalaciones.
- Prestaciones de los empleados, las políticas del personal, la rutina diaria de los empleados, la organización y el funcionamiento de la compañía y las medidas y reglamentos de seguridad.

La primera parte de la inducción debe estar a cargo del especialista en personal, quien explica cuestiones como horarios de trabajo y vacaciones. A continuación, el empleado nuevo y su supervisor son presentados. El supervisor sigue con la inducción, explicando la naturaleza exacta del trabajo, presentando a la persona con sus nuevos compañeros, familiarizando al empleado nuevo con el centro de trabajo y tratando de ayudar a la persona nueva a calmar su nerviosismo del primer día.

LISTA DE COMPROBACIÓN DE LA GUÍA PARA INDUCCIÓN DE EMPLEADOS
NOTA: TODA LA INFORMACIÓN PERTINENTE SE DEBE ANALIZAR CON CADA EMPLEADO NUEVO

SUPERVISOR: Esta forma solo es una guía para inducir a los empleados nuevos de su departamento			
Para no duplicar la instrucción, el Departamento de Personal ha proporcionado al empleado La información que se señala a continuación.			
Folleto de políticas de la Empresa		Obsequios correspondientes	
Folleto del programa de seguros		Tarjeta de identificación	
Folleto de plan de pensiones		Periodo de prueba	
Manual del empleado		Pagos, salarios, ascensos, transferencias	
Contrato de trabajo		Hoja con horarios	
Registros personales		Correspondencia personal	
Faltas y retardos		Vacaciones	
Prestaciones por enfermedad, limitaciones		Premios por servicios	
Permisos de ausencia, por maternidad, etc.		Presentación a vigilantes	
Firma del empleado	Testigo	Fecha	
SUPERVISOR: A continuación se presenta una lista de la información necesaria para inducir al empleado nuevo en su puesto, en su departamento. Por favor, señale cada punto a medida que lo vaya analizando con el empleado, y regrese la lista al departamento de personal en un plazo de tres días, después que el empleado haya ocupado el puesto.			
PRESENTACIÓN A COMPAÑEROS EMPLEADOS		LLAMADAS TELEFÓNICAS: PERSONALES Y DE LA COMPAÑÍA	
RECORRIDO DEL DEPARTAMENTO		HORARIO DE TRABAJO, HORAS EXTRAS	
EXPLICACIÓN DEL PUESTO DEL EMPLEADO NUEVO, RESPONSABILIDADES Y EVALUACIONES DEL DESEMPEÑO		DESCANSOS, HORA DE COMIDA	
BAÑOS		PROCEDIMIENTO PARA SUMINISTROS	
		LINEA DE AUTORIDAD	
Firma del supervisor:	Testigo:	Fecha:	

4.2.2 Actualización periódica del personal contratado

Los principales objetivos de la capacitación y desarrollo humano son:

- Preparar a los colaboradores para la ejecución de las diversas tareas y responsabilidades de la organización.
- Proporcionar oportunidades para el continuo desarrollo personal, no sólo en sus cargos actuales sino también para otras funciones para las cuales el colaborador puede ser considerado.
- Cambiar la actitud de los colaboradores, con varias finalidades, entre las cuales están crear un clima más propicio y armoniosos entre los colaboradores, aumentar su motivación y hacerlos más receptivos a las técnicas de supervisión y gerencia.
- El contenido de la capacitación puede involucrar cuatro tipos de cambios de comportamiento de los colaboradores.

1. Transmisión de informaciones: el elemento esencial en muchos programas de capacitación es el contenido: distribuir informaciones entre los capacitados como un cuerpo de conocimientos. A menudo, las informaciones son genéricas, referentes al trabajo: informaciones acerca de la empresa, sus productos, sus servicios, su organización, su política, sus reglamentos, etc. puede comprender también la transmisión de nuevos conocimientos.

2. Desarrollo de habilidades: sobre todo aquellas destrezas y conocimientos directamente relacionados con el desempeño del cargo actual o de posibles ocupaciones futuras: se trata de una capacitación a menudo orientado de manera directa a las tareas y operaciones que van a ejecutarse.

3. Desarrollo o modificación de actitudes: por lo general se refiere al cambio de actitudes negativas por actitudes más favorables entre los colaboradores, aumento de la motivación, desarrollo de la sensibilidad del personal de gerencia y de supervisión, en cuanto a los sentimientos y relaciones de las demás personas. También puede involucrar e implicar la adquisición de nuevos hábitos y actitudes, ante todo, relacionados con los clientes o usuarios.

4. Desarrollo de conceptos: la capacitación puede estar conducida a elevar el nivel de abstracción y conceptualización de ideas y de filosofías, ya sea para facilitar la aplicación de conceptos en la práctica administrativa o para elevar el nivel de generalización, capacitando gerentes que puedan pensar en términos globales y amplios.

El plan de capacitación podrá usar otras modalidades que se incorporen según las necesidades de la empresa:

- Capacitación en el puesto de trabajo
- Cursos internos
- Seminarios y talleres
- Cursos de actualización

Capacitación en el puesto de trabajo

Se desarrollara en el propio puesto de trabajo y mientras el interesado ejecuta sus tareas. La ejecutará el jefe inmediato, la instrucción se hará individual o en grupos.

Cursos internos

Consistirían en eventos de capacitación sobre técnicas y/o temas académicos, científicos, tecnología, u otro tema de interés empresarial, los mismos que se organizarán en el departamento de recursos humanos. Entiéndase que para denominarlos como tal debe tener como mínimo 40 horas de duración.

Seminarios - talleres

Son eventos de corta duración, alrededor de 14 horas en tres fechas y sobre temas puntuales que sirvan para reforzar o difundir aspectos técnicos o administrativos, en otros eventos generalmente pueden ser dados por un gerente diestro en ese campo o por otra persona contratada.

Cursos de actualización

Los cursos de actualización generalmente se programan o se realizan en INTECAP y otras instituciones comprometidas con la actualización, y desarrollo permanente de conocimientos de los colaboradores, estos eventos más recomendados son los seminarios y talleres en los que se dictan técnicas nuevas para personal de nivel jerárquico de la empresa.

Dentro de los más principales instrumentos de actualización para el personal tenemos.

1. Conferencia

Permite llegar a una gran cantidad de personas y transmitir un amplio contenido de información o enseñanza. Se puede emplear como explicación preliminar

antes de demostraciones prácticas. Por ejemplo, es útil al impartir las medidas de seguridad, organización de planta, etc.

2. Manuales de capacitación

Manuales de capacitación u otros impresos, diagramas que permiten la exposición repetida, es útil aplicación de secuencias largas o procedimientos complicados que no pueden retenerse en una sola presentación. Pueden combinarse con conferencias y prácticas de tareas reales.

3. Vídeos

Puede sustituir a las conferencias o demostraciones formales, permite la máxima utilización de instructores más capaces. Los cortes, empalmes o en la cámara lenta son útiles para incidir en demostraciones de realidad. Ayudan a la comprensión de ideas abstractas y en la modificación de actitudes. La grabación y proyección en vídeos de los colaboradores sujetos a capacitación, son un medio muy eficaz.

4. Simuladores

Dan al aprendiz la posibilidad de participación y práctica repetida mediante la adquisición de habilidades necesarias en el trabajo real, se usan también sustitutos del equipo real. Pueden aislar y combinar las diferentes partes críticas o peligrosas del trabajo.

5. Realización efectiva del trabajo

El nuevo colaborador aprende mientras trabaja, bajo la guía de un instructor, es útil en la transmisión de habilidades, de experiencia ensayo y error. Su limitación es que no siempre el buen colaborador es buen instructor. Puede durar pocos días o meses. En general, el período de aprendizaje brinda preparación para una gran variedad de especialidades, cubriendo múltiples actividades.

5. SEGUIMIENTO DE LA MEJORA CONTINUA

5.1 Auditorías de calidad

Es un exámen sistemático e independiente para determinar si las actividades y resultados relativos a la calidad cumplen con las disposiciones previamente establecidas, y si estas disposiciones se han aplicado efectivamente y son adecuadas para lograr los objetivos.

Es indispensable que la planta este funcionando de manera normal, con todo el personal en la ubicación, al momento de la auditoría, con la finalidad de que el auditor complete de manera válida el registro. Si la planta no está corriendo y/o no hay personal de producción en la ubicación, la auditoría no podrá ser llevada a cabo. Favor de asegurarse que el personal de auditoría tenga la posibilidad de recorrer la planta y sea dirigido de manera adecuada en las áreas de inspección.

5.2 Planeación de la auditoría

5.2.1 Programa anual de auditorías

El jefe del departamento de calidad elabora el programa anual de auditorías internas de calidad que contempla auditar el sistema de la calidad por lo menos una vez al año. Cuando sea necesario modifica la frecuencia de las auditorías considerando:

- Resultados de auditorías internas o externas anteriores y por división.
- Cuando existan fallas en la calidad del servicio.

5.2.2 Selección del equipo auditor

El equipo que realiza la auditoría está conformado por un auditor líder seleccionado por el jefe del departamento de calidad (quien puede ser rotado en cada auditoría) y auditores internos quienes son calificados por el jefe del departamento de calidad si cumplen con los siguientes lineamientos:

- a) Tener bachillerato o carrera comercial terminada.
- b) Aprobar el curso de formación de auditor interno de calidad.
- c) Aprobar el curso de formación de auditor líder (Quien cumpla con ese requisito podrá ser designado auditor líder).
- d) Tener una antigüedad mínima de 12 meses laborando en la empresa.

Para asegurar la objetividad e imparcialidad de la auditoría los auditores internos asignados no deben tener responsabilidad directa sobre el área a auditar y pueden estar apoyados por auditores externos si lo considera conveniente el jefe del departamento de calidad; en dicho caso los auditores externos deberán presentar copia de su constancia de aprobación al curso de auditor interno de calidad o copia de certificado de aprobación de auditor líder y documentos que validen su experiencia como auditor. Al terminar la auditoría se evaluará el desempeño del auditor.

5.2.3 Definir el alcance de la auditoría

El alcance describe la extensión y los límites de la auditoría, tales como ubicación, unidades de la organización, actividades y procesos que van a ser auditados, así como el período de tiempo programado para su ejecución.

El alcance y los criterios de auditoría deben definirse entre el representante de la empresa y el líder del equipo auditor y ponerse de acuerdo en los cambios que pudieran presentarse.

La persona responsable de la auditoría de producción debe asegurarse que el auditor o el equipo auditor tengan clara el área física a ser auditada. Un plano o diagrama de las instalaciones es una buena herramienta para definir este punto.

La persona responsable de la auditoría de producción debe decidir cómo puede ser organizada. Puede seguir alguna de las siguientes opciones, de acuerdo a:

- Los procesos de producción. Por ejemplo: extrusión, termoformado, inyección, impresión, etc.;
- Las áreas de trabajo. Por ejemplo: recepción, producción, embalaje, despacho;
- Las áreas de negocio. Por ejemplo: compras, producción, servicios, personal, etc.;
- El tiempo disponible, de forma que se garantice poder auditar el proceso actual en operación.

Es más efectivo organizar la auditoría siguiendo el flujo del proceso empezando desde la recepción y almacenamiento de materias primas, continuando con los procesos de producción, empaque, almacenamiento y despacho de productos.

5.2.4 Preparación de la auditoría

El auditor líder y el jefe del departamento de calidad desarrollan el plan de auditoría con 10 días hábiles de anticipación a la fecha de ejecución de la misma.

El auditor líder distribuye a los departamentos y auditores involucrados el plan de auditoría con 8 días hábiles de anticipación.

Documentos para la auditoría.

El equipo de auditores prepara los siguientes documentos para efectuar la auditoría de acuerdo a los puntos que le fueron asignados:

- a) Listas de verificación de los elementos que les corresponde auditar; y
- b) Reportes de no conformidad

El auditor Líder prepara los formatos para el registro de asistencia del personal a las reuniones de apertura y cierre de las auditorías.

5.2.5 Actividades para la auditoría en sitio

Toda auditoría consta de las siguientes etapas:

- Planificación, entendiéndose por tal la elección del tipo de auditorías a realizar, la plasmación documental de los procedimientos de realización de las mismas, entendiéndose que en el caso de la realización de una auditoría del producto, es necesaria la programación de mediciones y ensayos a partir de los planos y normas de ensayo, la elección del personal auditor que puede ser único, o distinto en función del tipo de auditoría a realizar, y la fijación de su periodicidad (mensual, anual,...). En ocasiones es conveniente asignar una única persona para planificar y dirigir la realización de todas las auditorías, es decir, nombrar un líder

que reúna las características idóneas en cuanto a formación y carácter, para la realización de esta tarea.

- Realización de auditorías según procedimiento y plan definidos. Es conveniente que el personal que va a ser auditado conozca con antelación tal hecho, y lo mejor desde el punto de vista práctico es que la realización de auditorías sea sistemática, y el propio director o responsable del área a auditar transmita a sus subordinados afectados las fechas concretas en las que estas auditorías sistemáticas van a realizarse para que presten su mayor colaboración. Posiblemente si se sigue este sistema, al recibir los responsables esta comunicación, tratarán de inculcar en sus subordinados la necesidad de que todo esté "en perfecto estado de revista" como se decía antiguamente, lo que inicialmente podría alterar los resultados, pero si las auditorías son periódicas, esto dejará de producirse, y sin embargo el que el responsable comunique a sus subordinados las fechas de realización, así como la recomendación de que presten su máxima colaboración, confiere a las auditorías un papel destacado e importante dentro del sistema. Los documentos que recojan los resultados de las auditorías, es decir, respuestas, comprobaciones, resultados de medidas y ensayos, etc., han de estar consensuados entre auditor y auditado, de tal forma que recojan la conformidad de ambos, evitándose discusiones inútiles. Se trata de auditar la efectividad del sistema, tanto a través del propio sistema y su grado de complementación, como a través de la calidad del producto obtenido, por lo que es necesario, para poder establecer las acciones correctoras, determinar el grado de complementación del sistema, y su relación con la calidad del producto final. Si el fin del establecimiento de un sistema de calidad es obtener un producto de calidad es totalmente necesario comprobar su efectividad, sino se

consigue este objetivo es necesario cambiar el sistema, y discutir o perseguir a las personas que lo aplican.

- Evaluación de los resultados de la auditoría. Toda auditoría ha de realizarse para obtener una nota final que sirva, aunque solo sea comparativamente, para medir la evolución, tanto de la implementación del sistema, como de la calidad del producto. Lo que se pretende es la obtención de una valoración totalmente objetiva por lo que el sistema de valoración ha de ser consensuado, y además, experimentado durante cierto tiempo, para poder fijar las señales de alerta, índices de ponderación, etc.

5.3 Desarrollo de la auditoría

5.3.1 Reunión de apertura

En caso de que sea una auditoría completa, se programa una reunión de apertura, en la que se cubren los siguientes puntos:

1. Tomar lista de asistencia
2. Repasar el plan de auditoría
3. Presentación del grupo de auditores
4. Clarificar dudas

Al término de la reunión de apertura el auditor interno / externo se trasladará al departamento a auditar. En caso de no existir reunión de apertura irá directamente al departamento a auditar. El propósito de una reunión de apertura es el de:

- Presentar a los miembros del equipo auditor a la gerencia del auditado.
- Revisar el alcance, los objetivos y el plan de auditoría y llegar a un acuerdo con respecto a la tabla de tiempos de la auditoría.
- Proveer un resumen corto de la metodología y de los procedimientos a ser utilizados durante la auditoría.
- Confirmar que los recursos y facilidades necesitadas por el equipo auditor estén disponibles.
- Promover la participación activa del auditado
- Revisar los procedimientos de seguridad y emergencia relevantes del local para el equipo auditor.

5.3.2 Recolección de evidencias

La información apropiada debe ser recopilada, analizada, interpretada y documentada para ser utilizada como evidencia de la auditoría en un proceso de verificación y evaluación para determinar si los criterios de la auditoría se están cumpliendo.

La evidencia de la auditoría debe ser de tal calidad y cantidad que auditores de calidad competentes, trabajando independientemente cada uno, lleguen a resultados de auditoría similares a la evaluación de la misma evidencia contra los mismos criterios de auditoría.

La evidencia de la auditoría debe ser recolectada por medio de entrevistas, revisión de documentos, observación de actividades y condiciones. La información recopilada por medio de entrevistas debe ser verificada por medio de la adquisición de información de respaldo de fuentes independientes, como observaciones, registros y resultados de medidas existentes. Declaraciones que no puedan ser confirmadas deben ser identificadas como tales.

Los auditores deben examinar la base de programas de muestreo relevantes y los procedimientos para asegurar un control de calidad de los procesos de muestreo y medición efectivos.

5.4 Indicadores de producción

5.4.1 Productividad

Productividad puede definirse como la relación entre la cantidad de bienes y servicios producidos y la cantidad de recursos utilizados. En la fabricación la productividad sirve para evaluar el rendimiento de los talleres, las máquinas, los equipos de trabajo y los empleados.

Productividad en términos de empleados es sinónimo de rendimiento. En un enfoque sistemático decimos que algo o alguien es productivo con una cantidad de recursos (insumos) en un periodo de tiempo dado se obtiene el máximo de productos.

Con el fin de medir el progreso de la productividad, generalmente se emplea el índice de productividad P como punto de comparación:

$$**P = 100 * (Productividad observada) / (estándar de productividad)**$$

La productividad observada es la productividad medida durante el periodo definido de la auditoría (día, semana, mes, año) en un sistema conocido. El estándar de productividad es la productividad base o anterior que sirve de referencia.

Pero lo más importante es ir definiendo la tendencia por medio del uso de índices de productividad a través del tiempo en nuestras empresas, realizar las correcciones necesarias con el fin de aumentar la eficiencia y ser más rentables.

En nuestro caso específico calcularemos el índice de producción con respecto a las horas hombre que se utilizan en la elaboración del producto. La producción esperada en una jornada de trabajo de 12 horas es de 130,000 piezas y para poder realizar esta producción se utilizan en una jornada 43 personas distribuidas en las diferentes estaciones de trabajo entonces nuestro cálculo sería de la siguiente manera

$$\text{IP} = \frac{130,000 \text{ piezas/jornada}}{(43 \text{ hombres}) \times (12 \text{ hr/jornada})} = 251 \text{ piezas/ hr-hombre}$$

5.4.2 Porcentaje de desperdicio

El desperdicio se refiere a todo el material que no pudo ser aprovechado en el proceso de producción. El desperdicio se puede dar en los siguientes campos, en materias primas, mano de obra, métodos de trabajo, máquinas y medio ambiente.

El índice que calcularemos es la relación de los productos rechazados en el proceso productivo, con la formula siguiente:

$$\text{Índice de desperdicio} = \text{Unidades defectuosas} / \text{Unidades producidas}$$

Tabla XIV. Índice de desperdicio

No.	Unidades Defectuosas	Unidades Producidas
1	2,316	136,084

Podemos decir entonces que nuestro índice de desperdicio es:

$$\text{ID} = (2,316 \text{ unidades} / 136,084 \text{ unidades}) \times 100 = 0.78 \%$$

Es un índice bastante bajo que nos da una idea de que la empresa no tiene mucha pérdida de material ya que lo que sale defectuoso es trasladado a molino y luego procesado nuevamente, el inconveniente es el tiempo que se ocupa en el reproceso y los recursos energéticos que van implicados en el mismo.

5.4.3 Disponibilidad de equipos

El indicador de disponibilidad mide el porcentaje del tiempo que los equipos están disponibles para ser usados por la empresa considerando las horas de trabajo por día. Cabe destacar que el indicador solamente hace referencia a disponibilidad mecánica, dejando de lado posibles indisponibilidades por temas de reglamentación o fallas mecánicas que son difíciles de predeterminar.

El índice de disponibilidad, que también es identificado como el desempeño del equipo, es de gran utilidad para la gestión del mantenimiento. En efecto, a través de él se puede hacer un análisis selectivo de los equipos cuyo comportamiento operacional está por debajo de los estándares fijados por el usuario. Si bien este índice es el más representativo para la seguridad de

funcionamiento, hay que relacionarlo con el servicio que presta el equipo, ya que esto es lo que se aprecia en la realidad.

Se define índice de disponibilidad para el equipo como:

$$DE = \frac{TMEF - \sum TPR}{TMEF}$$

Donde, *TMEF*: tiempo medio entre fallas; *TPR*: tiempos sin producción por fallas o ajustes.

Calculando el índice de disponibilidad para cada una de las máquinas se tiene la tabla siguiente:

Tabla XV. Disponibilidad de equipos

Máquina	Tiempo medio entre fallas	Tiempo sin producción	Índice de Disponibilidad
Extrusora	18	1.5	91.60 %
Termoformadora	16	1	93.75%
Impresión	20	2	90 %
Inyección	17	1.5	91.17%

5.5 Finalización de la auditoría

5.5.1 Reunión de cierre de la auditoría

Luego de completar la fase de recopilación de evidencia y antes de preparar un informe de la auditoría, los auditores deberán tener una reunión con la gerencia del auditado y aquellos responsables de las funciones auditadas.

El propósito principal de esta reunión es el de presentar los resultados de la auditoría al auditado, de tal manera que se tenga una comprensión y reconocimiento claro de la base de dichos resultados.

Los desacuerdos deben ser resueltos, si es posible antes de que el auditor líder presente el informe, las discusiones finales en el significado y descripción de los resultados de la auditoría última recaen en el auditor líder.

5.5.2 Revisión de la auditoría

El equipo auditor debe revisar toda la evidencia de la auditoría para determinar donde no se cumple con los criterios de auditoría. El equipo auditor debe entonces asegurarse que los resultados de la auditoría de no conformidad sean documentados de forma clara, concisa y que sean respaldados por la evidencia de la auditoría.

La evidencia contrastada durante la auditoría de calidad inevitablemente será solamente una muestra de la información disponible, parcialmente debido al hecho de que una auditoría de calidad se realiza durante un periodo de tiempo limitado y con recursos limitados. Por lo tanto, existe un elemento de incertidumbre inherente a todas las auditorías de calidad y a todos los usuarios de los resultados, todas las auditorías de calidad deben estar seguras de la recopilación de las evidencias y no conformidades siendo contractada su evidencia física y documental.

El auditor de calidad debe considerar las limitaciones asociadas con la evidencia de la auditoría constatada durante ésta y el reconocimiento de la

fiabilidad en los resultados y cualquier conclusión de la auditoría, se deben tomar estos factores en cuenta al planear y ejecutar la auditoría.

El auditor de calidad debe obtener suficientes evidencias para que los resultados individuales de la auditoría, agregados a los resultados de menor significado, puedan afectar cualquier conclusión alcanzada.

Los resultados de la auditoría deben ser revisados con la gerencia del auditado con el fin de obtener el reconocimiento de la base de todos los resultados de no conformidad.

5.5.3 Acciones correctivas y preventivas

Es muy indispensable que todos los auditados documenten acciones correctivas sobre los incumplimientos (puntaje bajo) incluidos en el reporte escrito de la auditoría. Esto incluirá lo que se ha hecho y aquello que aún no se ha hecho, y cuándo se completarán estas acciones.

Estas acciones correctivas deberán mantenerse en un archivo, disponibles para su revisión.

Favor de considerar que en la siguiente auditoría, el auditor pedirá revisar el reporte de la auditoría anterior y el reporte de acciones correctivas asociadas a dicha auditoría, se considerará falla que estos documentos arrojen un puntaje bajo.

El responsable del área auditada debe tomar acciones sin demora injustificada para eliminar las no conformidades detectadas y sus causas. En el caso de encontrar no conformidades mayores se les darán solución según el

procedimiento de acciones correctivas y preventivas en un plazo no mayor a dos meses. A las observaciones y no conformidades menores les da seguimiento el auditor interno de calidad correspondiente, de acuerdo a las fechas establecidas en el reporte de no conformidad (que no debe exceder de 15 días hábiles).

Los responsables de departamento determinan (con el personal involucrado si es necesario) la acción correctiva y la fecha compromiso para presentar la solución, teniendo como máximo una semana para entregar respuestas al auditor.

El auditor acepta o solicita la modificación de la acción correctiva. Verifica en la fecha establecida por el auditado el cumplimiento de los compromisos contraídos en los reportes de no conformidad, en caso de encontrar una acción efectiva, anota nombre y fecha de efectividad en el mismo formato o en el plan de acción según corresponda. El auditor y auditado reprograman las acciones en caso incumplimiento, informando al jefe del departamento de calidad el motivo del retraso a través de un memorando. Se toman acciones con el objeto de evitar reprogramaciones continuas.

5.5.4 Informe final

El auditor líder elabora el informe de auditoría interna basándose en los reportes de no conformidad de los auditores y lo presenta al gerente general en un plazo no mayor a 5 días hábiles, el cual incluye:

- Datos generales de la auditoría (objetivo, alcance, fechas, equipo auditor, norma de referencia).
- Número de no conformidades por requerimiento de la norma.

- Conclusiones de la auditoría.
- Copia de los reportes de no conformidad

El informe escrito se prepara bajo la dirección del auditor líder, quien es el responsable de su exactitud y perfección. Las informaciones que se tomen en el informe de la auditoría deben ser los predeterminados en el plan de la auditoría.

La información relativa a la auditoría que se debe incluir en el informe debe ser:

- a) La identificación de la organización auditada
- b) Los objetivos y alcance acordados de la auditoría
- c) Los criterios acordados contra los que se realizó la auditoría
- d) El período cubierto por la auditoría
- e) Las fechas en que la auditoría fue realizada
- f) La identificación del equipo auditor
- g) La identificación de los representantes del auditado que participaron en la auditoría
- h) Un resumen del proceso de auditoría, incluyendo cualquier obstáculo enfrentado
- i) Las conclusiones de la auditoría
- j) Las declaraciones de confidencialidad de los contenidos
- k) La lista de distribución del informe de la auditoría

CONCLUSIONES

1. Con el procedimiento documentado de la operación de las máquinas de extrusión, termoformación, impresión e inyección, se logra un mejor desempeño, lo que ayuda a tener un trabajo de mejor calidad y con un menor tiempo de ocio.
2. Por medio de la estructura organizacional planteada se especifican la descripción y las responsabilidades de cada puesto de trabajo para que la propuesta de mejora funcione, se agregaron nuevos puestos para tener un manejo eficiente de todos los recursos que se tienen en la empresa.
3. Con los planos de distribución actual y propuesto se puede hacer comparación sobre la nueva distribución de la planta y se observa que el proceso tiene un flujo lineal que ahorra espacio y reduce tiempos de transporte.
4. El estudio de tiempos y movimientos permitió determinar que la planta puede mejorar su capacidad haciendo algunas mejoras al sistema productivo, teniendo una estructura organizacional distinta y bien ordenada para evitar tiempos de paros de máquinas.
5. El plan de capacitaciones va a ser una herramienta clave para que la propuesta funcione, ya que el mayor cambio que se da en la estructura está enfocado en una buena medida al recurso humano, será esencial lograr que el trabajador identifique y se sienta comprometido con los objetivos de la organización.

6. Con el procedimiento interno que se creó en bodega, el encargado tiene bajo control la existencia del producto terminado y la materia prima, esto permite que se mantenga el stock de seguridad y se hagan los pedidos bien planificados.

7. Con el plan de auditorías tanto internas como externas se mantendrá una cultura de cumplimiento y de seguimiento en las desviaciones detectadas, esto beneficia más en la medida que se realicen periódicamente, porque se mantendrá un mejor desempeño en los estándares de calidad.

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. Para hacer la contratación de los nuevos puestos generados por la modificación de la estructura organizacional, el Gerente de Planta debe de realizar un estudio al presupuesto anual y redefinir algunos rubros que sean triviales para que la empresa pueda soportar el ajuste del costo de salarios.
3. La nueva distribución de la planta puede empezarse con el movimiento de la ubicación de las máquinas y luego puede terminarse la última parte que incluye obra civil para la abertura de la nueva entrada a bodega.
4. El estudio de tiempos y movimientos puede aplicarse mensualmente como mínimo para que se identifiquen nuevas formas de hacer las tareas y optimizar el tiempo.
5. El plan de capacitaciones es recomendable que lo realice en la primera parte una persona externa y combinar la capacitación con uno de los representantes de la empresa, para que el empleado perciba el involucramiento de los gerentes.
6. El Gerente de Planta debe de hacer un muestreo de la existencia de las materias primas y del producto terminado para medir la eficacia del procedimiento interno de despacho y recepción de los productos.

7. Las auditorías que se realizan internamente no deberían ser ejecutadas únicamente por el Jefe o el auditor de calidad, sino que debe involucrarse a supervisores y otros empleados previamente capacitados para que la filosofía de calidad pueda ser difundida en toda la organización.

BIBLIOGRAFÍA

1. Cruz Garrido Byron Estuardo. Mejoramiento de la productividad en una línea de producción para el envasado de tarros de crema. Guatemala. Trabajo de graduación Universidad de San Carlos, Ingeniería Industrial. 2005.
2. Contreras Álvarez, Otto Adolfo. Mejoramiento de los procesos para la gestión de almacenes de una empresa de logística de zona franca. Guatemala. Trabajo de graduación Universidad de San Carlos, Ingeniería Industrial. 2005.
3. Jensen, C. H. Ed. Dibujo y diseño de plásticos. México. McGraw-Hill. 1973. Páginas 96-102.
4. Delmonte, John. Moldeo de Plásticos. Barcelona. S.E. 1967. Páginas 134-136.
5. Doyle, Lawrence E. Materiales y procesos de manufactura para ingenieros. México. Prentice-Hall. 1988. Página 107.