



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**  
**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la**  
**Producción**

“Mejora de la Eficiencia de los procesos de producción en una  
Empresa productora de recipientes plásticos”

**TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN**  
(PROYECTO DE GRADUACIÓN)

Previo a la obtención del Título de:

**INGENIERO MECÁNICO**

Presentado por:

**Benito Antonio Vélez Suárez**  
**Oswaldo Fabricio Castillo Macías**

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año: 2015

## AGRADECIMIENTO

A Dios, por haberme permitido llegar a este día, a mi Director del Proyecto de Graduación, Mgs. Víctor Guadalupe E., a la Mgs. Erika Vélez S. por su colaboración en la realización del presente Proyecto de Graduación, a mis profesores por toda la formación Académica y a las personas que colaboraron de una u otra forma para la realización de este trabajo.

***Benito Vélez S.***

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, a mi familia y a todos los que participaron en la realización de este proyecto.

***Oswaldo Castillo M.***

## DEDICATORIA

A mis padres quiénes con esfuerzo y dedicación me apoyaron en este largo trayecto. A mis hermanos quiénes me han acompañado toda la vida. A mi esposa e hijas que son mi fuente de inspiración para seguir adelante y ser mi apoyo incondicional. A mi abuelo Severo (+) por ser un ejemplo a seguir.

***Benito Vélez S.***

## DEDICATORIA

A mis padres Aníbal y Nilda por su apoyo incondicional para prepararme profesionalmente, a mi tía Aracely por sus consejos, a mi esposa por su apoyo, y a mis hermanas por su ejemplo.

***Oswaldo Castillo M.***

# TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

---

Ing. Jorge Duque R.  
DECANO DE LA FIMCP  
PRESIDENTE

---

Ing. Víctor Guadalupe E.  
DIRECTOR DEL TFG

---

Ing. Ernesto Martínez L.  
VOCAL

## **DECLARACIÓN EXPRESA**

“La responsabilidad del contenido desarrollado en el presente Trabajo Final de Graduación, nos corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual del mismo a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

(Reglamento de Graduación de la ESPOL)

---

Benito Antonio Vélez Suárez

---

Oswaldo Fabricio Castillo Macías

## RESUMEN

En la actualidad, el ámbito empresarial está inmerso en una lucha de mercados, donde las empresas solo tienen una opción: adaptarse o morir, un ámbito donde la competencia es desgastante y donde la elección por parte de los clientes es para aquella empresa que ofrezca la mejor calidad al más bajo precio. Es aquí donde la filosofía del Mejoramiento Continuo puede convertirse en una aliada para la empresa, para sobrellevar y salir adelante en su proceso de desarrollo.

El presente trabajo se basó 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.

Se hizo un estudio de todos los factores actuales que están involucrados en la fabricación de los envases plásticos, lo que permitió identificar las anomalías que tiene el proceso, se realizó la descripción de los procesos y los puestos de trabajo; y un análisis previo de las causas para conocer los problemas que generan la existencia de índices de producción muy bajos, producto de un rendimiento de planta de un 45% de su capacidad instalada, se determinó que hay un desorden en la elaboración de los productos, los

métodos utilizados son muy antiguos y hay muchos paros en las máquinas por corrección de fallas.

Con esta información se planteó una propuesta de mejora de los procesos de producción en la planta que incluyó todos los recursos implicados en el proceso.

En lo relacionado a la operación de las máquinas se creó lineamientos que permiten al trabajador operar de forma correcta y tener una fuente de apoyo que le ayudará con 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 tendrá un mejor desempeño y se aprovechará mejor el recurso humano, se creó 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.

## ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN.....	ii
ÍNDICE GENERAL.....	iv
ABREVIATURAS.....	ix
SÍMBOLOGIA.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE TABLAS.....	xiii
INTRODUCCIÓN.....	1
<b>CAPÍTULO 1</b>	
1. ANTECEDENTES HISTÓRICOS DE LA PLANTA Y LOS ENVASES	
PLÁSTICOS.....	4
1.1 Historia de la empresa.....	4
1.1.1 Organigrama de la empresa.....	5
1.1.2 Organigrama de la planta.....	7
1.1.3 Misión de la empresa.....	8
1.1.4 Visión de la empresa.....	8
1.2 Condiciones generales de la planta.....	8
1.2.1 Tipo de producción.....	8
1.2.2 Materia prima utilizada.....	13

## **CAPÍTULO 2**

2. MARCO TEÓRICO.....	17
2.1 Análisis del Proceso.....	18
2.2 Diagramas de operaciones.....	20
2.3 Diagramas de flujo.....	21
2.4 Diagrama de Ishikawa.....	22
2.5 Indicadores.....	26
2.6 Planeación de la auditoría.....	36
2.6.1 Programa anual de auditorías.....	37
2.6.2 Selección del equipo auditor.....	38
2.6.3 Definir alcance de la auditoría.....	40
2.6.4 Preparación de la auditoría.....	42
2.6.5 Actividades para la auditoría en sitio.....	43

## **CAPÍTULO 3**

3. DIAGNÓSTICO DE LOS PROCESOS ACTUALES DE LA PLANTA.....	47
3.1 Descripción de los procesos.....	47
3.1.1 Proceso de extrusión.....	47
3.1.2 Proceso de termoformado.....	59
3.1.3 Proceso de impresión.....	70
3.1.4 Diagramas de operaciones.....	83
3.2 Estudio de tiempos y movimientos.....	86

3.2.1 Disponibilidad de equipos.....	87
3.2.2 Recopilación de la información.....	89
3.2.3 Aplicación de la técnica de cronometración.....	90
3.2.4 Balance de líneas.....	96
3.2.5 Cálculo de la eficiencia.....	104
3.2.6 Cálculo de la capacidad de la planta.....	112
3.2.7 Cálculo del rendimiento de la planta.....	115
3.2.8 Auditorías de calidad.....	116

## **CAPÍTULO 4**

4. PROPUESTA DE MEJORA DE LOS PROCESO DE PRODUCCIÓN EN LA PLANTA.....	118
4.1 Diagnóstico.....	118
4.2 Análisis del Proceso.....	119
4.2.1 Proceso de extrusión.....	119
4.2.1.1 Procedimiento de operación.....	121
4.2.1.2 Diagrama de flujo del proceso de extrusión propuesto.....	122
4.2.1.3 Preparación y arranque de la máquina de extrusión.....	124
4.2.1.4 Ajustes y cambio de los moldes de extrusión.....	126
4.2.1.5 Cuantificación de la mezcla de materia prima.....	128
4.2.2 Proceso de termoformado.....	128
4.2.2.1 Procedimiento de operación.....	130

4.2.2.2 Diagrama de flujo del proceso de termoformado propuesto.....	131
4.2.2.3 Preparación y arranque de la máquina de termoformado.....	133
4.2.2.4 Ajustes y cambio de los moldes de termoformación.....	134
4.2.2.5 Características de la materia prima.....	139
4.2.3 Proceso de impresión.....	140
4.2.3.1 Procedimiento de operación.....	140
4.2.3.2 Diagrama de flujo del proceso de impresión propuesto.....	141
4.2.3.3 Procedimiento de arranque .....	143
4.2.3.4 Procedimiento de colocación del diseño de impresión.....	144
4.2.3.5 Manejo de tintas de colores.....	144

## **CAPÍTULO 5**

5. IMPLANTACIÓN DE LA PROPUESTA.....	146
5.1 Diseño de la infraestructura para aplicar el programa.....	146
5.1.1 Estructura organizacional.....	146
5.1.2 Descripción de puestos.....	147
5.1.3 Descripción de responsabilidades de cada área.....	154
5.1.4 Distribución de maquinaria.....	163
5.2 Capacitación del personal.....	167
5.2.1 Inducción de personal de nuevo ingreso.....	175
5.2.2 Actualización periódica del personal contratado.....	176

**CAPÍTULO 6**

6. SEGUIMIENTO DE LA MEJORA CONTÍNUA.....	178
6.1 Desarrollo de la auditoría.....	178
6.1.1 Reunión de apertura.....	179
6.1.2 Recolección de evidencias.....	181
6.2 Indicadores de producción.....	186
6.2.1 Productividad.....	186
6.2.2 Porcentaje de desperdicio.....	188
6.2.3 Disponibilidad de equipos.....	189
6.3 Finalización de la auditoría.....	190
6.3.1 Reunión de cierre de la auditoría.....	190
6.3.2 Revisión de la auditoría.....	192
6.3.3 Acciones correctivas y preventivas.....	192
6.3.4 Informe final.....	195

**CAPÍTULO 7**

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	198
--	-----

**ANEXOS****BIBLIOGRAFÍA**

## ABREVIATURAS

M.E.P.	Minuto Estándar Permitido
Te	Tiempo estándar
M.E.	Minuto estándar
OI	Operación más lenta
Pr	Producción real de la línea
OEE	Eficiencia Global del Equipo
CD	Capacidad Disponible
CB	Capacidad Bruta
Mb	Masterbatch

## SIMBOLOGÍA

ASME	Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos
CFN	Corporación Financiera Nacional
PET	Polietileno Tereftalato
HDPE	Polietileno de Alta Densidad
PVC	Policloruro de Vinilo
LDPE	Polietileno de Baja Densidad
PP	Polipropileno
PS	Poliestireno
IDEFO	Definición de la integración para la modelización de las funciones
SADT	Análisis Estructurado y Técnicas de Diseño
ICOM	Entrada, Control, Salida, Mecanismo
C	Capacidad de Producción
R	Tasa producción por jornada de trabajo
Rd	Tasa de producción deseada
J	Horas de trabajo al día
E	Porcentaje de eficiencia deseada
N	Número de centros de trabajo
Np	Número de centros de trabajo para cada proceso
D	Tiempo Productivo
A	Tiempo Planificado
B	Tiempo Operativo
C	Tiempo Funcionamiento

## ÍNDICE DE FIGURAS

		Pág.
Figura 1.1	Diagrama organizacional actual	6
Figura 1.2	Organigrama de la planta	7
Figura 1.3	Productos de termoformado	9
Figura 1.4	Cadena de valor	12
Figura 2.1	Símbolos de acuerdo a la norma ASME para elaborar diagramas de flujo	19
Figura 2.2	Diagrama de operaciones	21
Figura 2.3	Diagrama de Ishikawa (causa y efecto)	25
Figura: 2.4	Diagrama de entradas y salidas	27
Figura 2.5	Tabla Pareto	28
Figura 2.6	Diagrama Pareto	29
Figura 3.1	Proceso de Extrusión	48
Figura 3.2	Diagrama Proceso Extrusión	49
Figura 3.3	Diagrama de Pareto del proceso de extrusión	55
Figura 3.4	Diagrama de Pareto de costos en los paros de producción en el proceso de extrusión.	56
Figura 3.5	Diagrama de Ishikawa de extrusión (causa - efecto)	57
Figura 3.6	Proceso Termoformado	59
Figura 3.7	Diagrama de proceso de termoformado	60
Figura 3.8	Diagrama de pareto del proceso de termoformado	66
Figura 3.9	Diagrama de Pareto de costos en los paros de producción en el proceso de termoformado	67
Figura 3.10	Diagrama de Ishikawa de termoformado (causa - efecto)	68
Figura 3.11	Ángulo de contacto	71

Figura 3.12	Diagrama de proceso de impresión	73
Figura 3.13	Diagrama de Pareto del proceso de impresión	79
Figura 3.14	Diagrama de Pareto de costos en los paros de producción en el proceso de impresión.	80
Figura 3.15	Diagrama de Ishikawa de termoformado (causa - efecto)	81
Figura 5.1	Diagrama organizacional propuesto	146
Figura 5.2	Turno 1 para la producción de tapas	164
Figura 5.3	Turno 2 para la producción de tapas	165
Figura 5.4	Turno 1 para la producción de envases	166
Figura 5.5	Turno 2 para la producción de envases	167
Figura 6.1	Formato para la Reunión de Apertura	181
Figura 6.2	Formato Cierre de Auditoría	191
Figura 6.3	Formato Reporte de No Conformidad	194

## ÍNDICE DE TABLAS

		Pág.
Tabla 1	Clasificación de los polímeros	13
Tabla 2	Principales termoplásticos y características	15
Tabla 3	Codificación de los polímeros y aplicaciones	16
Tabla 4	Tabla para estudio de tiempos y movimientos	30
Tabla 5	Tabla para programación de auditoría interna	38
Tabla 6	Causas de paros en el proceso de producción	53
Tabla 7	Motivos por paros de producción en extrusión	54
Tabla 8	Frecuencia y porcentaje de paro de producción	54
Tabla 9	Costo promedio debido a incidencias en el proceso de extrusión	56
Tabla 10	Paros del proceso de producción	64
Tabla 11	Motivos por paros de producción en termoformado	65
Tabla 12	Frecuencia y porcentaje de paro de producción	65
Tabla 13	Costo promedio debido a incidencias en el proceso de termoformado	67
Tabla 14	Nivel de dinas recomendado para impresión	76
Tabla 15	Paros del proceso de producción	77
Tabla 16	Motivos por paros de producción en impresión	78
Tabla 17	Frecuencia y porcentaje de paro de producción	78
Tabla 18	Costo promedio debido a incidencias en el proceso de impresión	80
Tabla 19	Diagrama de operación del proceso de extrusión actual	83
Tabla 20	Diagrama de operación del proceso de termoformado actual	84
Tabla 21	Diagrama de operación del proceso de impresión actual	85
Tabla 22	Disponibilidad promedio en extrusión	87
Tabla 23	Disponibilidad promedio en termoformado	88

Tabla 24	Disponibilidad promedio en impresión	89
Tabla 25	Estudio de tiempos y movimientos para el proceso de extrusión	91
Tabla 26	Estudio de tiempos y movimientos para el proceso de termoformado	93
Tabla 27	Estudio de tiempos y movimientos para el proceso de impresión	95
Tabla 28	Datos para realizar el balance de línea en la fabricación de tapas	97
Tabla 29	Horas estándar para cada proceso	98
Tabla 30	Número de máquinas requeridas por proceso	100
Tabla 31	Datos para realizar el balance de línea en la fabricación de envases	101
Tabla 32	Horas estándar para cada proceso	102
Tabla 33	Número de máquinas requeridas por proceso	103
Tabla 34	Disponibilidad promedio en extrusión	105
Tabla 35	Rendimiento promedio en extrusión	105
Tabla 36	Calidad promedio en extrusión	106
Tabla 37	Cálculo de OEE del proceso de Extrusión	106
Tabla 38	Disponibilidad promedio en termoformado	107
Tabla 39	Rendimiento promedio en termoformado	108
Tabla 40	Calidad promedio en termoformado	108
Tabla 41	Cálculo de OEE del proceso de Termoformado	109
Tabla 42	Disponibilidad promedio en impresión	110
Tabla 43	Rendimiento promedio en impresión	110
Tabla 44	Calidad promedio en impresión	111
Tabla 45	Cálculo de OEE del proceso de Impresión	111
Tabla 46	Operación más lenta en el proceso de producción de tapas	112
Tabla 47	Operación más lenta en el proceso de producción de envases	114
Tabla 48	Diagrama de operación de extrusión propuesto	122
Tabla 49	Mejoras Propuestas para el proceso de extrusión	123
Tabla 50	Mezclas de materias primas de extrusión	128

Tabla 51	Diagrama de flujo del proceso de termoformado propuesto	131
Tabla 52	Mejoras Propuestas para el proceso de termoformado	132
Tabla 53	Diagrama de flujo del proceso impresión propuesto	141
Tabla 54	Mejoras Propuestas para el proceso de impresión	142
Tabla 55	Centro de trabajos para el proceso de tapas	163
Tabla 56	Centro de trabajos para el proceso de envases	165
Tabla 57	Formato de evaluación del desempeño	171
Tabla 58	Formato de evaluación del desempeño general	172
Tabla 59	Formato para necesidades de mejora	172
Tabla 60	Check list del proceso de extrusión	184
Tabla 61	Check list del proceso de termoformado	185
Tabla 62	Check list del proceso de impresión	186
Tabla 63	Formato informe final de auditoría	197

# INTRODUCCIÓN

Para el desarrollo de este Trabajo Final de Graduación se elaboró por capítulos, los mismos que se detallan a continuación:

En el capítulo 1 se realiza una descripción de la empresa, desde la historia, organigrama actual, misión y visión. Se da a conocer las condiciones generales de la planta, como el tipo de producción y materias primas utilizadas en los procesos de la empresa.

En el capítulo 2 se describe los conceptos básicos sobre la mejora continua y la metodología para auditar las mejoras, también se da a conocer los diferentes modelos y tablas de registros que se utilizan en el desarrollo del proyecto.

En el capítulo 3 se realiza un análisis y diagnóstico de los procesos actuales en la planta, se hace una descripción y estudio de cada uno de los procesos principales de la planta, los cuales son: extrusión, termoformado e impresión. Se identifica los principales problemas y limitaciones de producción. Luego, se realiza un balance de líneas para mejorar la productividad de la empresa, optimizando costos y recursos.

En el capítulo 4 se plantea una propuesta de mejora en los diferentes procesos, presentando estándares de operación, diagramas de flujo de operación mejorados y recomendaciones que permitirán mejorar la eficiencia y eficacia en la planta.

En el capítulo 5 se ejecuta la implantación de la propuesta de mejora, se empieza por el talento humano, con una breve descripción de los perfiles que necesita la compañía en cada uno de los puestos, para alcanzar las metas deseadas, también se plantea una mejor distribución de las máquinas, que permita estar acorde a la propuesta de mejora planteada en el capítulo anterior. Se implementa un plan de capacitación al personal, que permitirá mantener los estándares de servicio y calidad requeridos para alcanzar la meta deseada.

En el capítulo 6 se presentan las herramientas que debe seguir la compañía, para lograr un control y seguimiento de las mejoras implementadas, se realiza una Auditoría en los procesos.

Finalmente en el capítulo 7 se presentan las conclusiones y recomendaciones que se obtuvieron en la realización de este proyecto.

**OBJETIVO GENERAL:**

- Mejorar la eficiencia en los procesos de producción en una empresa de plásticos.

**OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- Realizar un diagnóstico de la situación actual.
- Proponer una estructura organizacional eficiente y diseñar el plan de capacitación continuo para los empleados.
- Determinar una mejor distribución de la planta de producción a través de procedimientos para la mejora de la eficiencia en la planta para evitar tiempos muertos entre operaciones.
- Realizar auditorías internas para evaluar las mejoras implementadas.

# **CAPÍTULO 1**

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

### **1.1 Historia de la empresa**

La empresa se inició en el 2005, cuando un grupo de socios observó que el mercado de los envases plásticos en Ecuador y en Quito estaba en proceso de crecimiento rápido, y en esa época en el país existían pocas plantas que elaboraban esta clase de productos. La empresa empezó con dos extrusoras y cinco termoformadoras, eran pocos empleados, los necesarios para el funcionamiento de las máquinas.

Los primeros cinco años las ventas solamente estuvieron destinadas para la ciudad de Quito y con el tiempo se realizaron contactos con clientes a nivel provincial y nacional, el mercado que se atiende es satisfecho por la producción de la empresa.

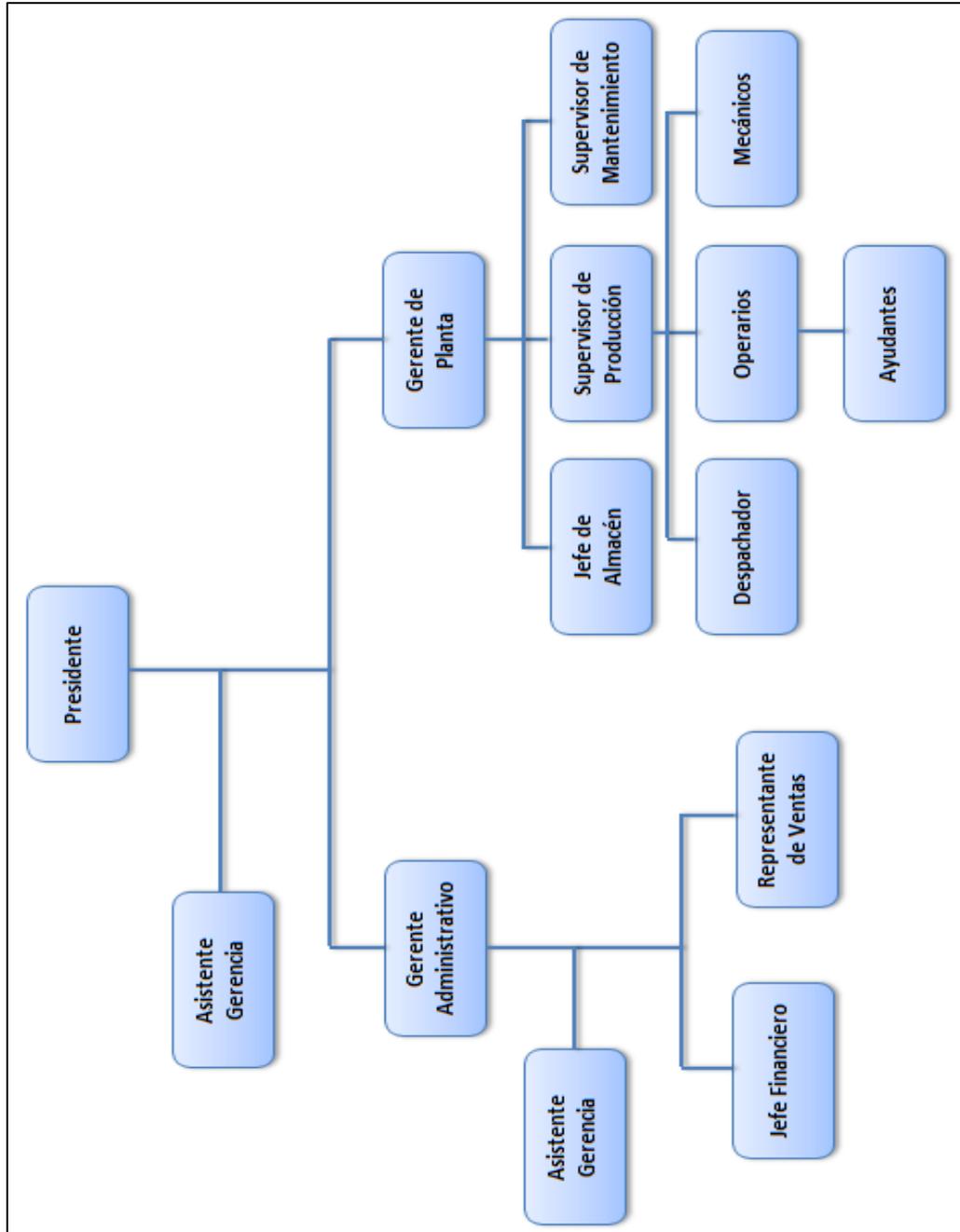
Con financiación por parte de la CFN y capital propio se pudo hacer la compra de dos máquinas impresoras, para poder ofrecer servicio total a todos los clientes, desde la elaboración del envase y la tapa, hasta la impresión o estampado requerido por los clientes, junto con las especificaciones requeridas en el envase.

La empresa con la capacidad actual puede satisfacer la demanda de sus clientes; sin embargo debido a su baja eficiencia no ha podido atender otros clientes ni mejorar su competitividad con respecto a la competencia.

La planta puede catalogarse como una mediana empresa pues cuenta con 85 empleados que están distribuidos en los departamentos de extrusión, termoformado, impresión, bodega, ventas y administración. La planta mantiene su funcionamiento en dos jornadas de ocho horas de trabajo al día y el personal se va rotando en los equipos de trabajo cada semana.

### **1.1.1 Organigrama de la Empresa**

En la figura 1.1 se observa el organigrama de la empresa, en el cual se describen los cargos y la forma de comunicación de acuerdo a los órganos jerárquicos.

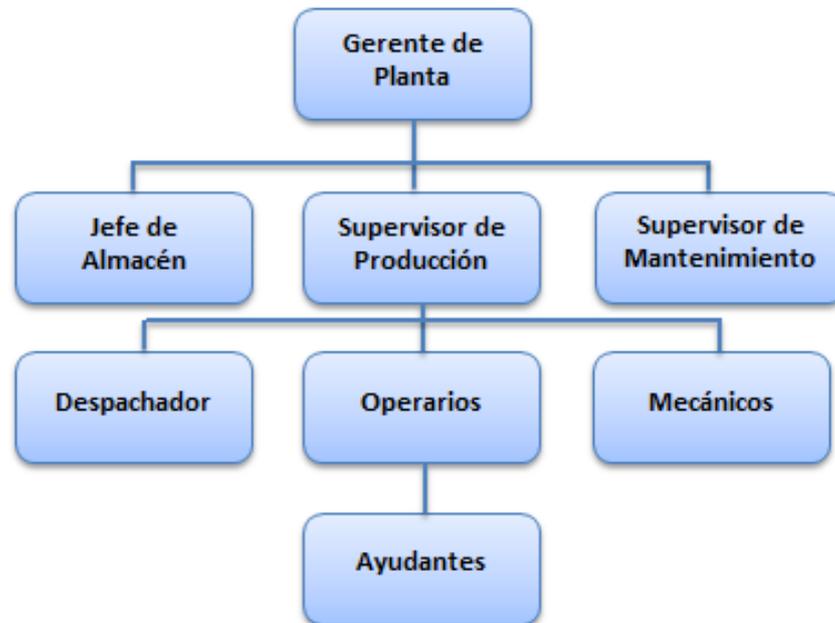


Autores: Oswaldo Castillo y Benito Vélez.

**Figura 1.1 DIAGRAMA ORGANIZACIONAL ACTUAL**

### 1.1.2 Organigrama de la planta

En la figura 1.2 se puede observar la representación gráfica de los puestos del esquema organizacional de la planta.



**Autores:** Oswaldo Castillo y Benito Vélez.

**Figura 1.2 ORGANIGRAMA DE LA PLANTA**

En la representación gráfica de la estructura de la planta, se pone de manifiesto la relación formal de las diversas unidades que la integran y la autoridad relativa de cada cargo.

### **1.1.3 Misión de la empresa**

La empresa para un mejor direccionamiento plantea la siguiente misión:

Ser una empresa líder en la producción y comercialización de envases plásticos, con capacidad de atender la demanda local y nacional; y con tecnología que le permita satisfacer los estándares existentes de calidad de sus clientes.

### **1.1.4 Visión de la empresa**

Ser una empresa líder en el mercado de envases a nivel nacional, reconocida por sus altos niveles de calidad y productividad.

## **1.2 Condiciones generales de la planta**

### **1.2.1 Tipo de producción**

La extrusión es un proceso que se realiza con termoplásticos, las resinas se proporcionan en forma de pellets, ingresan al barril de la extrusora; mediante la acción de calor y esfuerzos se funde para luego pasar por el cabezal y tomar la forma final del dado, obteniendo láminas plásticas. Seguido a esto el siguiente proceso es el termoformado, es un procedimiento que se realiza con finas

láminas del tamaño adecuado para 100 ó 200 piezas, las cuales se las calienta para poder ser conformadas.

Este proceso trabaja con aire a presión o vacío, se obliga a la lámina a cubrir la cavidad interior del molde y adoptar su configuración, se utiliza para la fabricación de diversos recipientes, tales como: vasos, copas, pequeñas botellas, todos descartables; la producción es en serie. Por último, en el proceso de impresión los envases son sometidos a un tratamiento para aumentar su tensión superficial para al imprimir obtener un correcto anclaje de las tintas. En la figura 1.3 se observa los diferentes recipientes fabricados en este proceso.



Fuente: [http://www.plasticos-modernos.com/envases\\_ter.html](http://www.plasticos-modernos.com/envases_ter.html)

**Figura 1.3 PRODUCTOS DE TERMOFORMADO**

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 Comidas Rápidas, estos tienen especificaciones muy diferentes a todos los demás productos que la empresa elabora. Se podría decir entonces que enfoca su producción al 90% de productos calificados a clientes frecuentes y el otro 10% lo enfoca a pedidos exclusivos de acuerdo a las necesidades de los clientes.

Se pueden producir piezas de pared multicapa a partir de láminas coextruidas. Estas son especialmente importantes en aplicaciones de alimentos y cosméticos donde se requieren buenas propiedades de barrera.

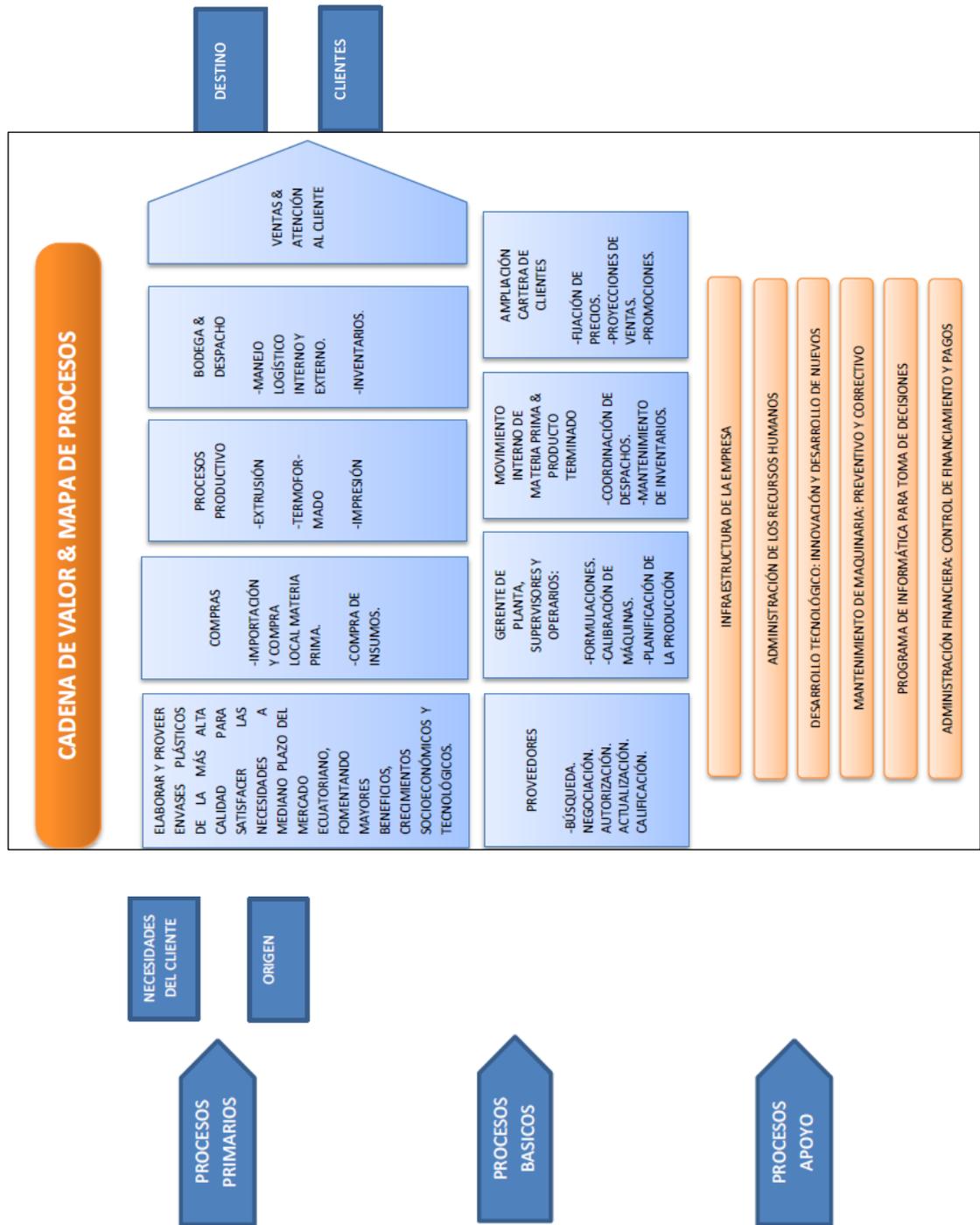
### **La Cadena de Valor**

Partiendo de que una empresa es considerada como un conjunto de procesos entre los cuales interactúan colaboradores, clientes y proveedores, la cadena de valor permite visualizar el ambiente interno, puesto que en cada proceso, desde la materia prima hasta el producto final, se agrega valor.

Por lo tanto, dentro de la cadena de valor se agrupan y suman todos los aspectos que brindarán productos o servicios de mayor interés y valor para el cliente.

Los factores que se visualizan en la cadena de valor dicen mucho del accionar de la empresa en el pasado, presente y futuro, debido a que involucra todo lo que con el paso del tiempo le ha dado al cliente el valor esperado.

En la Figura 1.4 se describe la cadena de valor de la empresa con sus tres procesos: Primarios, Básicos y de Apoyo.



**Autores:** Oswaldo Castillo y Benito Vélez.  
**Figura 1.4 CADENA DE VALOR**

### 1.2.2 Materia prima utilizada

Los polímeros son macromoléculas generalmente orgánicas, formadas por la unión de moléculas más pequeñas llamadas monómeros.

El desarrollo científico y tecnológico de los materiales poliméricos ha sido vertiginoso, estos han pasado de ser materiales de reemplazo a irremplazables.

En la Tabla 1 se observa la clasificación de los polímeros y sus principales características.

**TABLA 1**  
**CLASIFICACIÓN DE LOS POLIMEROS**

CLASIFICACIÓN POLÍMEROS	
Tipos	Características
<b>Termoplásticos: Amorfos y Cristalinos</b>	Se pueden fundir y dar forma bajo presión Se les puede dar forma de nuevo En general, los costos de herramental son altos.
<b>Termoestables: Alta y baja reticulación</b>	No se pueden volver a formar Baja viscosidad para su procesamiento En general, los costos de herramental son bajos
<b>Elastómeros: termoplásticos y termoestables</b>	Materiales Elásticos recuperan casi totalmente su forma original No pueden fundir mediante aplicación calor Son insolubles

**Fuente:** Instituto de Capacitación e Investigación del Plástico y del Caucho ICIPC. Medellín – Colombia. Módulo Introducción a los Materiales Plásticos & Módulo Propiedades y Aplicaciones polímeros – Ing. Juan Diego Sierra.

Los Termoplásticos son grandes cadenas de macromoléculas, que se encuentran unidas mediante fuerzas moleculares o fuerzas de Van der Waals, formando estructuras lineales o ramificadas. [Ref. 1] En función de las fuerzas intermoleculares que se producen entre las cadenas poliméricas, estas pueden adoptar diferentes tipos de estructura: cristalina, amorfa y semicristalina (una mezcla de ambas).

Existen una gran variedad de termoplásticos, del tipo de estructura que poseen, dependen sus propiedades y comportamiento, en la Tabla 2 se describen los termoplásticos más utilizados y sus principales características.

**TABLA 2**  
**PRINCIPALES TERMOPLÁSTICOS Y CARACTERÍSTICAS**

TERMOPLÁSTICOS	PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS
<b>Polietileno tereftalato</b>	Mágnificas propiedades fricción y desgaste Alta resistencia química Superficie dura y apta para dar brillo
<b>Polietileno de Alta Densidad</b>	Mejor resistencia a los aceites y grasas Mayor resistencia química que la del LDPE Bajos coeficientes dinámicos fricción de 0,15 a 0,25
<b>Policloruro de Vinilo</b>	Buenas propiedades eléctricas Alta resistencia mecánica y rigidez Autoextinguible al retirarse la llama
<b>Polietileno de baja Densidad</b>	Buenas resistencia a la tensión, impacto y rasgado Conserva su resistencia por debajo de -60°C Gran sellabilidad por calor
<b>Polipropileno</b>	Más Baja densidad Resistencia al ataque por ácidos, alcálisis y solventes Buenas resistencia al agrietamiento por tensiones
<b>Poliestireno</b>	Alta Rigidez y Dureza Alta transparencia Mágnifica estabilidad dimensional

**Fuente:** Guías Ambientales Sector Plásticos. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Bogotá – Colombia, Julio 2004.

Para la clasificación de los termoplásticos se usa un sistema de codificación (números). Todos los productos que se fabrican deben llevar una marca que consiste en el símbolo internacional de reciclado  con el código correspondiente en el medio, según el material que corresponda. El objetivo principal de este es conocer de qué tipo de polímero está hecho el plástico, para su posterior reciclaje.

En la tabla 3 se describe la codificación de los polímeros y las aplicaciones en las que más se los utilizan.

**TABLA 3**  
**CODIFICACIÓN DE LOS POLÍMEROS Y APLICACIONES**

TERMOPLÁSTICOS	ABREV.	COD.	APLICACIONES
<b>Polietileno tereftalato</b>	<b>PET</b>	<b>1</b>	Botellas y envases, film, empaque de alimentos, alfombras, textil, aplicaciones electrónicas.
<b>Polietileno de Alta Densidad</b>	<b>HDPE</b>	<b>2</b>	Envases, botellas de alimentos, detergentes y cosméticos, juguetes, artículos del hogar, films y cubiertas industriales, caños para agua y gas.
<b>Policloruro de Vinilo</b>	<b>PVC</b>	<b>3</b>	Marcos de ventanas, tuberías, pisos, empapelados, botellas, adhesivos, juguetes, canaletas, aislación para cables, tarjetas de crédito, instrumental médico.
<b>Polietileno de baja Densidad</b>	<b>LDPE</b>	<b>4</b>	Films adhesivos, saches, bolsas, juguetes, revestimientos, envases, pañales descartables.
<b>Polipropileno</b>	<b>PP</b>	<b>5</b>	Film, carcasas de baterías, envases para microondas, partes de automóvil, embalajes, componentes eléctricos, productos de medicina.
<b>Poliestireno</b>	<b>PS</b>	<b>6</b>	Envases lácteos/Yogur, postres, etc.)Bliste, aplicaciones eléctricas, aislación térmica, CD, envases descartables, artículos de librería.

**Fuente:** Fuente: Guías Ambientales Sector Plásticos. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Bogotá – Colombia, Julio 2004.

El código de Identificación está basado en la identificación de Europa y países de América.

# CAPÍTULO 2

## 2. MARCO TEÓRICO

### **La mejora continua**

La mejora continua se refiere al hecho de que nada puede considerarse como algo terminado o mejorado en forma definitiva, se está siempre en proceso de cambio, de desarrollo y con posibilidades de mejorar; las compañías de hoy en día deben entender este concepto, para alinearse en esta corriente y poder competir en el mercado.

La mejora continua es un ciclo interrumpido, a través del cual se identifica un área de mejora, se planea como realizarla, se la implementa, se verifica los resultados y se trabaja de acuerdo a ellos, ya sea para corregir desviaciones o para proponer metas más retadoras.

Este ciclo permite la renovación, el desarrollo, el progreso y la posibilidad de responder a las necesidades cambiantes del entorno, para dar un mejor servicio o producto a los clientes o usuarios.

Modelo o pasos a seguir para la Mejora Continua:

- Identificación de lo que se desea mejorar.
- Identificación del beneficiario.
- Identificación de necesidades del cliente.
- Evaluación del cumplimiento de dichas necesidades.
- Análisis de causa de variación.
- Diseño de una propuesta.
- Implementación de la propuesta de mejora.
- Implementación de mecanismos de aseguramiento de calidad de los recursos. [Ref. 5]

## **2.1. Análisis del Proceso**

Son una representación gráfica de la secuencia de todas las operaciones, que incluye: transportes, inspecciones, esperas y almacenamientos que ocurren durante un proceso [Ref. 6]. Incluye, además, la información que se considera deseable para el análisis. El análisis de proceso consta de un diagrama del método actual para analizarlo y mejorarlo mediante un método propuesto; en este último, se aumenta una tabla de resumen con los cambios efectuados que indican la diferencia entre el método actual de trabajo y el método que se propone. En el caso de este diagrama se debe dar especial consideración a:

- Manejo de materiales.
- Distribución de equipo en la planta.
- Tiempo de retrasos.
- Tiempo de almacenamientos.
- Distancias recorridas.

Para su representación gráfica se cuenta con un sistema de signos convencionales normalizados por ASME, en el que todas las actividades que pueden intervenir en un proceso de trabajo se resumen en seis clases diferentes, como se muestra en la figura 2.1. [Ref. 7]

Actividad	Símbolo	Resultado Predominante
Operación		Se produce o se realiza algo.
Transporte		Se cambia de lugar o se mueve un objeto.
Inspección		Se verifica la calidad o la cantidad del producto.
Demora		Se interfiere o se retrasa el paso siguiente.
Almacenaje		Se guarda o se protege el producto o los materiales.
Actividad combinada		Operación combinada con una inspección.

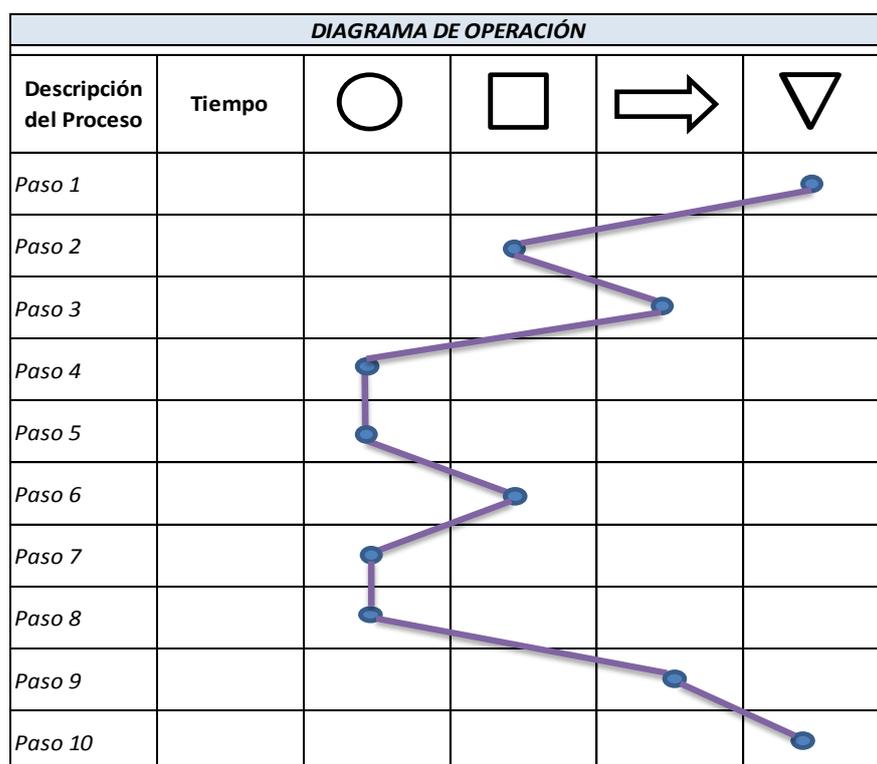
**Fuente:** <http://senaoptimizacion.blogspot.com/>

**Autor:** ASME

**FIGURA 2.1 SÍMBOLOS DE ACUERDO A LA NORMA ASME PARA ELABORAR DIAGRAMAS DE FLUJO**

## 2.2 Diagrama de Operaciones

Es una representación gráfica de los pasos que se siguen en toda una secuencia de actividades, dentro de un proceso o un procedimiento, identificándolos mediante símbolos de acuerdo a la norma ASME indicados en la figura 2.1; incluye, además, toda la información que se considera necesaria para el análisis, tal como distancias recorridas, cantidad considerada y tiempo requerido. Estas se conocen bajo los términos de operaciones, transportes, inspecciones, retrasos o demoras y almacenajes. De igual manera que un plano o dibujo de taller presenta en conjunto detalles de diseño como ajustes, tolerancia y especificaciones, todos los detalles de fabricación o administración se aprecian globalmente en un diagrama de operaciones de proceso. El diagrama de operaciones de proceso permite exponer con claridad el problema, pues si no se plantea correctamente un problema difícilmente podrá ser resuelto. [Ref. 8]



Autores: Oswaldo Castillo y Benito Vélez

**FIGURA 2.2 DIAGRAMA DE OPERACIONES**

### 2.3 Diagramas de Flujo

Es una representación gráfica de un proceso. Cada paso del proceso es representado por un símbolo diferente que contiene una breve descripción de la etapa de proceso. Los símbolos gráficos del flujo del proceso están unidos entre sí con flechas que indican la dirección de flujo del proceso.

El diagrama de flujo ofrece una descripción visual de las actividades implicadas en un proceso, mostrando la relación secuencial entre ellas, facilitando la rápida comprensión de cada actividad y su relación con las demás, el flujo de la información y los materiales, las ramas en el proceso, la existencia de bucles repetitivos, el número de pasos del proceso y las operaciones de interdepartamentales. Facilita también la selección de indicadores de proceso. [Ref. 9]

#### **2.4 Diagrama de Ishikawa**

Es una herramienta para identificar, clasificar y poner de manifiesto posibles causas, tanto de problemas específicos como de características de calidad. Nos permite, en una fase de análisis, resumir gráficamente todas las relaciones entre las causas y efectos de un proceso.

Es una representación gráfica en forma de espina de pescado, permite identificar las causas que afectan un determinado problema en una forma cualitativa.

Se utiliza para descubrir de manera sistemática la relación de causas y efectos que afectan a un determinado problema.

Adicionalmente permite separar las causas en diferentes ramas o causas principales conocidas como las 5 M:

- Métodos
- Mano de Obra
- Maquinaria
- Materiales
- Medio ambiente

Entre los beneficios que presenta esta técnica se puede mencionar que permite de una manera sistemática concentrarse en las causas que están afectando un problema y en una forma clara establecer las interrelaciones entre esas causas y el problema en estudio, así como subdividir las causas principales en causas primarias, secundarias y terciarias.

Por supuesto, también esta técnica presenta limitaciones y precauciones, ya que depende mucho del conocimiento previo de las personas involucradas en el análisis.

**Objetivos de su aplicación:**

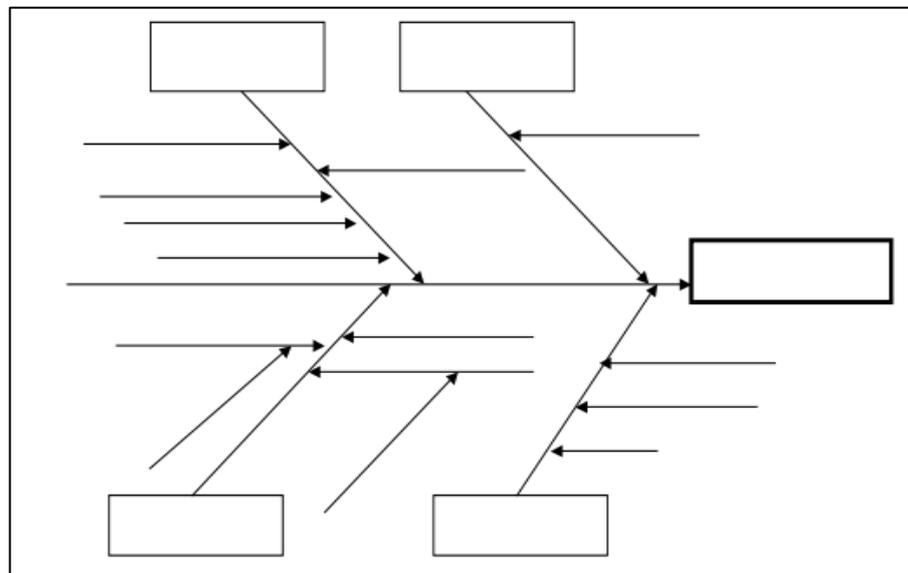
- Visualizar, en equipo, las causas principales y secundarias de un problema.

- Ampliar la visión de las posibles causas de un problema, enriqueciendo su análisis y la identificación de soluciones.
- Analizar procesos en búsqueda de mejoras.
- Analizar modificaciones a procedimientos, métodos, costumbres, actitudes o hábitos, con soluciones – muchas veces- sencillas y baratas.
- Educar sobre la comprensión de un problema.
- Determinar el nivel de conocimientos técnicos que existe en la empresa sobre un determinado problema.
- Prever los problemas y ayudar a controlarlos, no sólo al final, sino durante cada etapa del proceso.

#### **Pasos para la elaboración:**

- Seleccionar un problema y anotar en el lado derecho de una hoja de papel, encerrándolo en un cuadro. (se utiliza el lado derecho únicamente por seguir los lineamientos de su creador Kaoru Ishikawa, de origen japonés, quienes escriben de derecha a izquierda).
- Dibujar una línea horizontal hacia la izquierda del cuadro en donde se encerró el problema (espina dorsal de un esqueleto de pez), donde se escriben las causas primarias que afectan el problema, en forma de grandes espinas o líneas y se encierran en un cuadrado.

- Determinar las causas primarias según categorías: Materiales (materia prima, información, documentos), Maquinaria (equipo, software), Métodos (procedimientos, instrucciones), Mano de Obra (personal, jefaturas), Medio ambiente (condiciones del lugar donde se desarrolla el proceso en estudio).
- Definir las causas secundarias que afectan las causas primarias, y de seguido las terciarias.
- Asignar importancia a cada factor y marcar aquellos particularmente importantes que parecen tener un efecto significativo sobre el problema. [Ref. 10]



**Autores:** Oswaldo Castillo y Benito Vélez

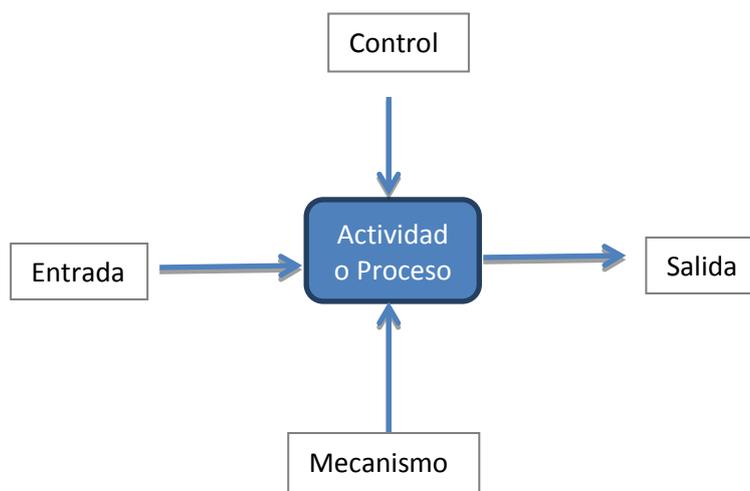
**FIGURA 2.3 DIAGRAMA DE ISHIKAWA (CAUSA Y EFECTO)**

## 2.5 Indicadores

### Diagrama de Entradas y Salidas

La metodología IDEF0 nace en la década de los sesenta como consecuencia de la investigación de las Fuerzas Aéreas Norteamericanas para mejorar su productividad. Esta técnica es una herramienta adecuada de modelado de procesos, su aplicación permite obtener de forma gráfica las relaciones entre las variables que intervienen.

IDEF0 está basada en SADT (Structured Analysis and Design Technique) y se usa para la documentación, el análisis y la mejora de todo tipo de procesos. Existen cinco elementos en un modelo IDEF0: la actividad (o proceso) que se representa por medio de cajas; las entradas que se representan mediante flechas que entran por la parte izquierda de una caja; las salidas que se representan por flechas saliendo por la parte derecha de las actividades; los controles representados por flechas que entran por la parte superior de las cajas; y por último, los mecanismos para poder llevar a cabo el proceso, que se representan mediante flechas entrantes a las cajas por su parte inferior. Las flechas de las entradas, controles, salidas y mecanismos se definen con el nombre de ICOMs (Input, Control, Output, Mechanism). [Ref. 11]



**Autores:** Oswaldo Castillo y Benito Vélez

**FIGURA 2.4 DIAGRAMA DE ENTRADAS Y SALIDAS**

### **Diagrama Pareto**

El Principio de Pareto afirma que en todo grupo de elementos o factores que contribuyen a un mismo efecto, unos pocos son responsables de la mayor parte de dicho efecto.

El Análisis de Pareto es una comparación cuantitativa y ordenada de elementos o factores según su contribución a un determinado efecto.

El objetivo de esta comparación es clasificar dichos elementos o factores en dos categorías: Las "Pocas Vitales" (los elementos muy importantes en su contribución) y los "Muchos Triviales" (los elementos poco importantes en ella). [Ref. 12]

## Tablas y Diagramas de Pareto

Las Tablas y Diagramas de Pareto son herramientas de representación utilizadas para visualizar el Análisis de Pareto.

El Diagrama de Pareto es la representación gráfica de la Tabla de Pareto correspondiente, las mismas que se muestran a continuación.

*Tabla de Pareto*

Tipo de error	Número de errores	% del total	% acumulado del total
E	44	30%	30%
B	39	27%	57%
C	35	24%	81%
F	12	8%	89%
D	8	6%	95%
A	3	2%	97%
H	3	2%	99%
I	2	1%	100%
G	0	0%	100%
<b>TOTAL</b>	<b>146</b>	<b>100%</b>	

**Autores:** Oswaldo Castillo y Benito Vélez

**FIGURA 2.5 TABLA PARETO**



Fuente: Fundibeq

**FIGURA 2.6 DIAGRAMA PARETO**

### **Estudio de Tiempos y Movimientos**

El estudio de tiempos se define como un análisis científico y minucioso de los métodos y aparatos utilizados para realizar un trabajo, se busca determinar la mejor manera de hacerlo y el tiempo necesario.

El estudio de movimientos consiste en dividir el trabajo en los elementos más fundamentales posibles, estudiar éstos independientemente y en sus relaciones mutuas, y una vez conocidos los tiempos que absorben ellos, crear métodos que disminuyan al mínimo el desperdicio de mano de obra.

El equipo mínimo que se requiere para llevar a cabo un programa de estudio de tiempos comprende un cronómetro, un tablero o paleta para estudio de tiempos, calculadora de bolsillo y los formatos impresos para asentar el estudio de tiempos.

El método que se usa es el del Cronometraje con vuelta a cero: Los tiempos se toman directamente. Al acabar cada elemento se hace volver el segundero a cero y se le pone de nuevo en marcha inmediatamente para cronometrar el elemento siguiente. [Ref. 13]

La Tabla 4 muestra la tabla que se utiliza para la recolección de los datos en el estudio de tiempos y movimientos de los proceso.

**TABLA 4**  
**TABLA PARA ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS**

<b>ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS</b>							
<b>No.</b>	<b>Elementos</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>T. prom.</b>
1	<i>Paso 1</i>						
2	<i>Paso 2</i>						
3	<i>Paso 3</i>						
4	<i>Paso 4</i>						
5	<i>Paso 5</i>						
6	<i>Paso 6</i>						
7	<i>Paso 7</i>						
8	<i>Paso 8</i>						

**Autores:** Oswaldo Castillo y Benito Vélez

### **Balance de líneas**

El problema de balance de líneas de producción consiste en distribuir físicamente las tareas o procesos individuales entre estaciones o celdas de trabajo, con el objetivo (idealmente) de que cada estación de trabajo nunca esté ociosa. [Ref. 14]

En la determinación del balance de líneas se debe realizar cálculos con una secuencia y mediante las fórmulas que se detallan a continuación:

El cálculo de los minutos estándar se lo determina dividiendo los minutos estándar permitidos por la cantidad de piezas realizadas en el proceso como lo expresa en la siguiente ecuación:

$$M. E. P = \frac{Te}{c} \quad (\text{ec } 1)$$

La tasa de producción por jornada de trabajo es igual a la división de la tasa de producción deseada por la jornada de trabajo:

$$R = \frac{Rd}{J} \quad (\text{ec } 2)$$

Para determinar el minuto estándar permitido para cada operación se divide la suma de los minutos estándar de cada proceso por la eficiencia deseada, con la siguiente ecuación:

$$\sum M.E.P. = \frac{\sum M.E.}{E} \quad (\text{ec } 3)$$

Para encontrar el número de centros de trabajo que se requieren para el balanceo de la línea, se obtiene del producto de la sumatoria de los minutos estándar permitidos por la tasa de producción deseada.

$$N = \sum M.E.P.*R \quad (\text{ec } 4)$$

El número de centros de trabajo para cada proceso está dado por el producto del minuto estándar del proceso por el tiempo permitido en producir una unidad de acuerdo a la demanda establecida en el balance de líneas.

$$Np = M.E.p * R \quad (\text{ec } 5)$$

Para el cálculo del proceso más lento se divide los minutos estándar por el número de centros de trabajo para cada proceso. El valor mayor indica la operación más lenta.

$$Ol = \frac{M.E.p}{Np} \quad (\text{ec } 6)$$

Para determinar la producción real de la línea, se obtiene del producto entre el tiempo estándar de la operación más lenta por el número de centros de trabajo de la operación más lenta.

$$Pr = \frac{Np}{M.E.} \quad (\text{ec } 7)$$

### **Eficiencia Global del Equipo (OEE)**

La eficiencia global de equipo (OEE por sus siglas en inglés) es una herramienta desarrollada por Nakajima (1989) que permite conocer el rendimiento real de un equipo o proceso. La OEE está fuertemente relacionada con el estado de conservación y productividad del equipo mientras está funcionando.

Este indicador posiblemente es el más importante para conocer el grado de competitividad en una planta industrial. [Ref. 16]

La eficiencia de un proceso (o de una máquina) es la relación que existe entre la producción real obtenida y la producción máxima teórica.

Las pérdidas de proceso son todo aquello que impide que la eficiencia sea del 100% y se clasifican en tres grandes grupos:

**Pérdidas por Disponibilidad** aparecen siempre que se produce una parada de la máquina (averías, cambio de formato, falta de material, falta de personal, arranque de máquina, etc.).

**Pérdidas por Rendimiento** cuando la máquina no ha parado, pero produce a una velocidad inferior a la teórica. Incluye las microparadas (paradas de muy poca duración pero muy frecuentes) y el funcionamiento degradado (reducción de velocidad por problemas de calidad, por inicio de fabricación, etc.).

**Pérdidas por Calidad** cuando se fabrica un producto no conforme, se ha consumido tiempo de la máquina y se ha incurrido en pérdidas por calidad.

También ocurre cuando se reprocesa el producto defectuoso.

El OEE se puede entender cómo la relación que existe entre el tiempo que teóricamente debería haber costado fabricar las unidades obtenidas (sin paradas, a la máxima velocidad y sin unidades defectuosas) y el tiempo que realmente ha costado.

$$OEE = \frac{(D)}{(A)} = \frac{\textit{Tiempo Productivo}}{\textit{Tiempo Planificado}} \quad (\text{ec 8})$$

El OEE también se puede calcular como el producto de tres factores, relacionados a su vez con los tres grandes grupos de pérdidas.

$$OEE = \textit{Disponibilidad} \times \textit{Rendimiento} \times \textit{Calidad} \quad (\text{ec 9})$$

$$\text{Disponibilidad} = \frac{(B)}{(A)} = \frac{\text{Tiempo Operativo}}{\text{Tiempo Planificado}} \quad (\text{ec } 10)$$

$$\text{Rendimiento} = \frac{(C)}{(B)} = \frac{\text{Tiempo Funcionamiento}}{\text{Tiempo Operativo}} \quad (\text{ec } 11)$$

$$\text{Calidad} = \frac{(D)}{(C)} = \frac{\text{Tiempo Productivo}}{\text{Tiempo Funcionamiento}} \quad (\text{ec } 12)$$

*Donde:*

$$\text{Tiempo Operativo} = \text{Tiempo disponible} - \text{Pérdidas programadas y no programadas} \quad (\text{ec } 13)$$

$$\text{Tiempo Planificado} = \text{Tiempo disponible} - \text{Pérdidas programadas} \quad (\text{ec } 14)$$

[Ref. 15]

Conocido OEE, se puede calcular la capacidad disponible (CD) del equipo en condiciones normales de funcionamiento. La siguiente ecuación muestra su cálculo:

$$CD = \text{Tiempo planificado} \times OEE \quad (\text{ec } 15)$$

La capacidad disponible también es conocida como Capacidad líquida (MOELLMANN, 2005) y representa la cantidad de tiempo

standard producido, en condiciones normales de funcionamiento, o sea, considerando todos los tipos de pérdidas del equipo.

Para el cálculo de la capacidad disponible en unidades de producto, cuando el equipo produce apenas un único producto, basta dividir el resultado anterior por el tiempo de ciclo, o sea:

$$CD = (\text{Tiempo programado} \times OEE) / \text{Tiempo de ciclo teórico} \quad (\text{ec } 16)$$

La capacidad Bruta (CB) del equipo puede ser calculada de la siguiente manera:

$$CB = \text{Tiempo programado} / \text{Tiempo de ciclo (unidades de producto)} \quad (\text{ec } 17)$$

[Ref. 16]

## 2.6 Planeación de la Auditoría

Una vez determinado el alcance de los procesos a auditar por parte de la empresa, se debe planear de manera que todos los procesos sean auditados al menos una vez al año.

La empresa debe definir hacia dónde dirigir la auditoría, para ello es importante considerar los siguientes puntos:

- Prioridades de la dirección.

- Requisitos del Modelo Estándar de Control Interno y el Sistema de Control Interno.
- Requisitos legales, reglamentarios y contractuales.
- Necesidades de otras partes interesadas.
- Riesgos para la Entidad. [Ref. 17]

### **2.6.1 Programa Anual de Auditorías**

Para planificar una auditoría de todas las áreas, procesos y procedimientos de la compañía; el programa se debe realizar en una tabla donde se indique los meses o semanas, y los nombres de las áreas, procesos o procedimientos según sea el caso.

A continuación en la Tabla 5 se muestra una tabla de ejemplo: Programación de auditoría interna, se puede utilizar colores o equis para indicar las Auditorías programadas.

TABLA 5

## TABLA PARA PROGRAMACIÓN DE AUDITORÍA INTERNA

Programación de Auditoría Interna												
Mes y semana	Enero				Febrero				Mes n....			
ÁREA/PROCESO/ PROCEDIMIENTO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	n....
EXTRUSIÓN												
TERMOFORMADO												
IMPRESIÓN												

**Autores:** Oswaldo Castillo y Benito Vélez

### 2.6.2 Selección del Equipo Auditor

El auditor es la persona cualificada para realizar la auditoría. Se debe distinguir entre auditores externos y auditores internos:

- Auditores externos.- cuando los auditores no son miembros de la empresa auditada, se da entender que son individuos que son contratados por el cliente como una tercera persona para realizar la auditoría en su empresa.
- Auditores internos.- cuando los auditores forman parte del personal interno de la empresa auditada, se trata de un

personal que pertenece a otra área o a otro proceso, que no tienen interés o responsabilidad en el proceso a auditar.

Las funciones y responsabilidades del auditor son las siguientes:

- Actuar de acuerdo con los requisitos aplicables de la auditoría.
- Planificar y ejecutar la auditoría.
- Informar con antelación al área o proceso auditar acerca del plan de auditorías.
- Elaborar el informe final de no conformidades.
- Verificar la eficacia de las acciones correctivas adoptadas a raíz del informe.
- Conservar los documentos y registros de la auditoría.
- Respetar en todo momento las notas de independencia y objetividad.

Pueden sumarse a los auditores, otros colaboradores tales como: auditores en prácticas, traductores e intérpretes, o incluso observadores.

Estos últimos acostumbran ser:

Personas de la empresa auditada que han manifestado su deseo de presenciar la Auditoría para su aprendizaje personal.

Personal propio de la entidad auditora cuya intención es evaluar al auditor con vistas a su registro y cualificación.

Los observadores deben permanecer neutrales en cuanto al desarrollo de la auditoría y no interferir en su ejecución. Su presencia deberá estar en todo caso autorizada por la dirección de la empresa auditada. [Ref. 17]

### **2.6.3 Definir alcance de la Auditoría**

El alcance de la auditoría vendrá determinado por el representante de la empresa, pues no se olvide que es el representante de la empresa (y no el auditor) el que solicita la Auditoría y requiere a los auditores para su realización.

Así, en las Auditorías de certificación voluntaria, el alcance está delimitado por todas aquellas unidades de trabajo (centros, delegaciones, áreas, servicios, etc.) que están integradas en el sistema de calidad implantado por la organización del auditado.

Por el contrario, en las Auditorías reglamentarias y en las de proveedores el cliente no es auditado sino la administración y el contratista, respectivamente.

Por tanto, el alcance de la auditoría vendrá determinado por decisión del organismo administrativo correspondiente (en el caso de las reglamentarias) o por el contratista de la empresa auditada (en las de proveedores). En ambos casos, se auditarán solo aquellos productos / servicios o áreas de trabajo que interesen desde el punto de vista reglamentario o contractual.

En el caso de las auditorías internas (en las que el cliente es la propia dirección), el alcance de la auditoría viene determinado por la dirección de la organización y normalmente se limita a lo establecido en el programa de auditorías internas de calidad. Este tipo de auditoría suele cubrir aspectos parciales del sistema de forma que su programación periódica garantiza en un determinado período de tiempo (generalmente anual) la auditoría de la totalidad del sistema.

Por razones de economía, todas las auditorías externas (de certificaciones reglamentarias y de proveedor) se realizan de una sola vez evaluando todo el sistema o los aspectos que interesan del mismo en el mínimo tiempo posible. [Ref. 17]

#### **2.6.4 Preparación de la Auditoría**

El plan de auditoría es un documento breve (entre 5 a 10 páginas) que contiene la programación y las características básicas de la auditoría que ha de ejecutarse. La información que debe contener todo plan de auditoría es la siguiente:

- Propósito de la auditoría.
- Norma o modelo de conformidad.
- Identidad del equipo auditor.
- Calendario de fechas previstas.
- Lugar de realización.
- Idioma de la auditoría.
- Calendario de reuniones con la dirección.
- Identificación de las áreas a auditar.
- Fecha y duración prevista por área.
- Identidad de los miembros del comité de calidad o directivos presentes.
- Listado de distribución del informe de la Auditoría.

El plan de auditoría se enviará (por fax o correo) con unas dos semanas de antelación a la empresa que va ser auditada para su lectura y aceptación. Si hubiera alguna objeción por parte de la empresa, esta deberá resolverse entre el auditor jefe y la dirección

con la suficiente antelación. En cualquier caso, el plan supone un esfuerzo de previsión, y debe diseñarse de tal forma que permita cambio en su puesta en práctica. [Ref. 17]

### **2.6.5 Actividades para la Auditoría en sitio**

Las actividades que se deben realizar para la Auditoría en sitio son las siguientes:

#### **Preparación del plan de auditoría**

El líder del equipo auditor debe preparar un plan de auditoría para suministrar la información necesaria para el equipo auditor, el auditado y el cliente de la auditoría. El plan debe facilitar la programación y la coordinación de las actividades de auditoría.

La cantidad de detalles suministrados en el plan de auditoría reflejan el alcance y complejidad de la auditoría. Por ejemplo, los detalles pueden ser diferentes entre las auditorías iniciales y las siguientes, y también entre las auditorías internas y externas. El plan de auditoría debería ser suficientemente flexible para permitir cambios, como por ejemplo en el alcance de la auditoría, que pueden llegar a ser necesarios a medida que progresan las actividades en el sitio.

El plan de auditoría debe incluir o describir:

- a) Los objetivos de la auditoría.
- b) Los criterios de la auditoría y cualquier documento de referencia.
- c) El alcance, incluida la identificación de las unidades organizacionales y funcionales y los procesos por auditar.
- d) Las fechas y lugares donde se van a realizar las actividades de auditoría en el sitio.
- e) El tiempo y duración esperados para las actividades de auditoría en el sitio, incluidas reuniones con la gerencia del auditado y las reuniones del equipo auditor.
- f) La asignación de los recursos apropiados a las áreas críticas de la auditoría.

Cuando se realiza una auditoría conjunta, el líder del equipo nombrado para la auditoría debe especificar los métodos de comunicación con el auditado, cómo se va a realizar la auditoría, la preparación y distribución del reporte de auditoría.

El cliente de la auditoría debe revisar y aceptar el plan de auditoría, y dicho plan se debe presentar al auditado antes de comenzar las actividades de auditoría en el sitio.

Cualquier objeción presentada por el auditor se debe resolver entre el líder del equipo auditor, el auditado y el cliente de la auditoría. Cualquier plan de auditoría revisado se debe acordar entre las partes antes de continuar con la auditoría. [Ref. 17]

### **Asignación de trabajo al equipo auditor**

El líder del equipo auditor, en consulta con el equipo auditor, debe asignar a cada miembro del equipo la responsabilidad de auditar procesos específicos del sistema de gestión, funciones, sitios, áreas o actividades. Estas asignaciones deben tener en cuenta la necesidad de independencia, competencia y uso efectivo de recursos por parte del auditor, al igual que las diferentes funciones y responsabilidades de los auditores, auditores en formación y expertos técnicos. Se pueden hacer cambios en las asignaciones de trabajo a medida que progresa la auditoría, para asegurar el logro de los objetivos de ésta.

Los miembros del equipo auditor deben revisar la información pertinente relacionada con sus asignaciones de auditoría, y preparar los documentos necesarios para dichas asignaciones. [Ref. 17]

### **Preparación de documentos de trabajo**

Los documentos de trabajo los debería preparar y usar el equipo auditor con propósitos de referencia y registro de los procedimientos de la auditoría, y pueden incluir:

- a) Listas de verificación y planes de muestreo para la auditoría.
- b) Formatos para registro de información, tales como evidencia de soporte, hallazgos de la auditoría y registros de las reuniones.

El uso de las listas de verificación y formatos no debe restringir el alcance de las actividades de la auditoría, que pueden cambiar como resultado de la información recolectada durante la auditoría.

Los documentos de trabajo, incluidos los registros que resultan a partir de su uso, se deberían retener, al menos hasta finalizar la auditoría. Los documentos que contienen información confidencial o patentada se deben proteger adecuadamente en todo momento por parte de los miembros del equipo de auditoría. [Ref. 17]

# **CAPÍTULO 3**

## **3. DIAGNÓSTICO DE LOS PROCESOS ACTUALES DE LA PLANTA**

### **3.1 Descripción de los procesos**

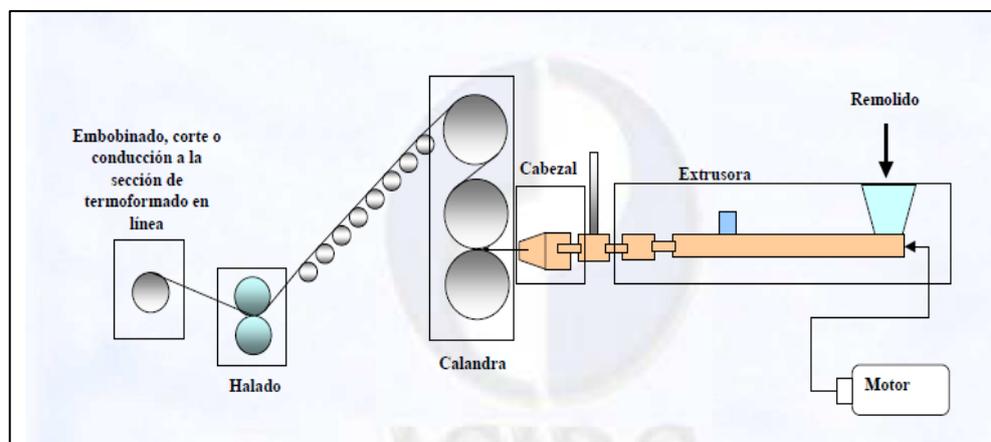
#### **3.1.1 Proceso de extrusión**

En la extrusión el material plástico, en este caso en forma de pellets, produce una mezcla de acuerdo a las características del producto a fabricar, luego se alimenta a una tolva y después pasa por 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 extruida.

A medida que el plástico extruido pasa por el troquel (cabezal), va hacia una calandra de rodillos, los mismos que enfrían la lámina,

pasa sobre unos rodillos transportadores hacia dos rodillos de hule, llamados rodillos de halado; por último la lámina es enrollada, con éste procedimiento se produce la lámina que será termoformada.

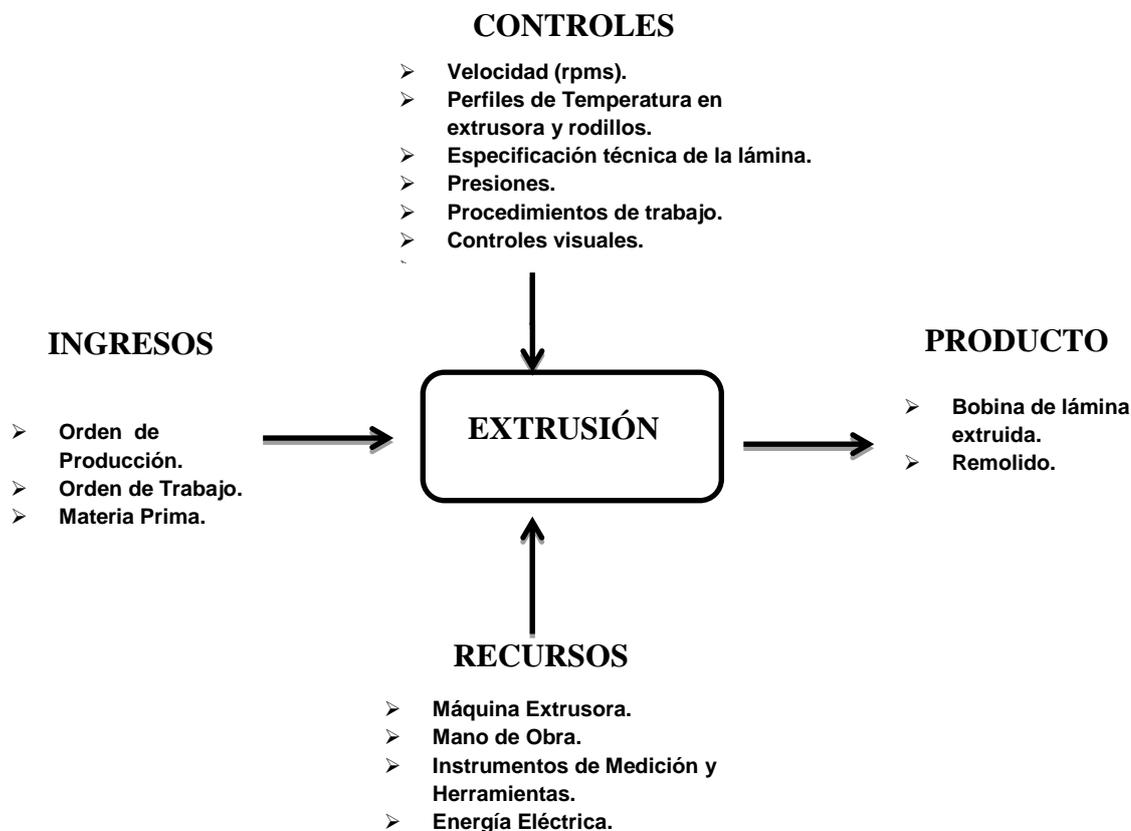
En la figura 3.1 se muestra ilustrativamente el proceso de extrusión.



**Fuente:** Instituto de Capacitación e Investigación del Plástico y Caucho (ICIPC).

### FIGURA 3.1 PROCESO DE EXTRUSIÓN

En la figura 3.2 se muestra el resumen de las entradas, salidas, controles y recursos, en el proceso de extrusión.



Autores: Oswaldo Castillo y Benito Vélez

**FIGURA 3.2 DIAGRAMA PROCESO EXTRUSIÓN**

**Entradas:**

Orden de Producción: Se especifica como producir un determinado producto, se detalla la cantidad del producto, especificación de la materia prima, dimensiones, colores, etc.

Orden de trabajo: Se detalla los productos que el operador debe fabricar durante la jornada de trabajo.

Materia Prima: La materia prima que la empresa en estudio utiliza para elaboración de sus productos es la siguiente:

- Mezcla 44% polipropileno homopolimero 03H82NA-TAR + 38% Talco 200-5 BL + 14% copolimero impacto 01C25 + 1.5% Antiestático + 2.5% MB blanco.

### **Controles:**

Son realizados de acuerdo a la experiencia del operador, el control de la velocidad del tornillo, los controles de temperaturas de proceso y presiones se realizan de manera empírica.

No existen manuales de procedimiento, los operadores no tienen la cultura de trabajar de acuerdo a las especificaciones técnicas de la materia prima utilizada.

Control visual: El operador observa que la lámina extruida sea homogénea y no presente irregularidades en su superficie; también debe observar el acabado de la lámina. Todas estas características dependen de las condiciones del proceso (presión, temperatura de calentamiento y temperatura de enfriamiento). Se debe considerar que la presión en los filtros no se eleve más de lo normal, si esto sucede puede ser que el material tenga mucha contaminación y se

debe de cambiar los filtros y revisar la formulación de la materia prima.

Otro de los controles es la bomba de presión, la que genera la presión al material para que salga de una forma homogénea y constante por el cabezal.

No existen procedimientos ni estándares para realizar un buen control en este proceso y por tal motivo existen muchos errores y pérdidas.

**Recursos:**

Máquina extrusora Volcán

Capacidad: 250 Kgs/hr.

Mano de Obra: En el proceso de extrusión se trabaja en turnos de 8 horas. En el arranque de la extrusora se inicia con la preparación de la materia prima y la calibración de la máquina, donde intervienen 4 ayudantes y 1 operador, este arranque puede durar entre 30 y 40 minutos.

Luego de que la máquina empieza a trabajar, se quedan 2 ayudantes y 1 operador, un ayudante se encarga de recoger el material sobrante del proceso, el cual se coloca en un molino, donde se peletiza y se vuelve a utilizar en el proceso como

remolido. El otro ayudante es soporte para el operador, en especial para calibrar la máquina y realizar el control de calidad.

Instrumentos de medición y herramientas: Para la preparación de la materia prima se utilizan balanzas mecánicas; para controlar el espesor de la lámina se utiliza un calibrador pie de Rey y un flexómetro para controlar el ancho de acuerdo a la especificación.

Energía eléctrica: La máquina trabaja con 220 V AC 60Hz 3 $\Phi$  de alimentación.

**Producto:**

Las láminas extruidas dependen del tipo de material que se va a elaborar. Los principales tipos de productos que se fabrican son:

- Envases (tarrinas): la medida de la lámina debe ser calibre 1.5 mm; ancho 650 mm
- Tapas: la medida de la lámina debe ser calibre 0.54 mm; ancho 430 mm.

El remolido: En el proceso varía entre el 35% y 40%. Este se lo utiliza en la mezcla inicial casi que como materia prima.

Con el propósito de hacer un análisis detallado se procede a realizar el Diagrama de Pareto para el proceso de Extrusión el mismo que va a determinar los problemas por frecuencia de incidencia.

En la Tabla 6 se muestran las diferentes causas que inciden en los paros en el proceso de producción, estas muestras se obtuvieron del libro diario de control de producción en los últimos 6 meses de trabajo.

**TABLA 6**  
**CAUSAS DE PAROS EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN**

No.	Razones del Paro de la Producción	Frecuencia
1	Maquinaria	14
2	Mano de Obra	30
3	Materiales	10
4	Método	50
5	Mantenimiento	48

**Autores:** Oswaldo Castillo y Benito Vélez.

En la Tabla 7 se detallan los diferentes problemas comunes que se originan en el proceso.

**TABLA 7**  
**MOTIVOS POR PAROS DE PRODUCCIÓN EN EXTRUSIÓN**

<b>Maquinaria</b>	Formación líneas transversales, longitudinales, puntos muertos en la lámina.
<b>Mano de Obra</b>	Lámina irregular, falta de uniformidad de acuerdo a las especificaciones
<b>Materiales</b>	Manchas superficiales, mala homogenización, burbujas, lámina quebradiza, suciedad en la resina virgen.
<b>Método</b>	Degradación de material, excesivos esfuerzos, humedad en el producto, mezcla inadecuada
<b>Mantenimiento</b>	Falta de repuestos, falta de calentamiento en las resistencias, rodillos en mal estado y desalineados.

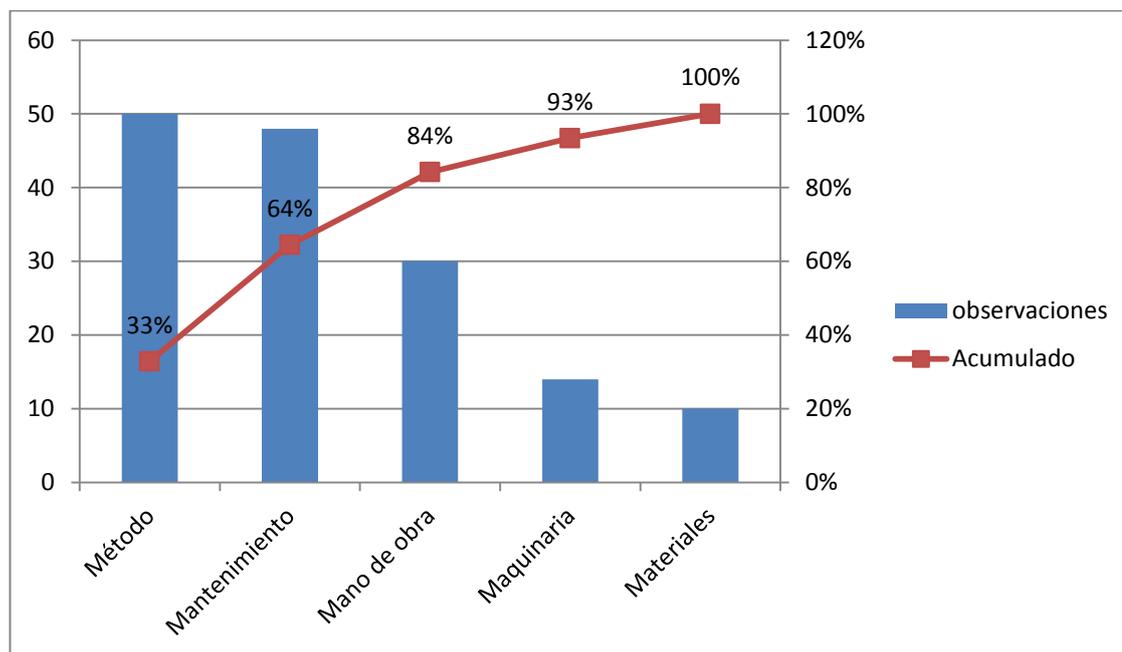
**Autores:** Oswaldo Castillo y Benito Vélez.

Se ordena de forma descendente las causas para poder realizar la gráfica de Pareto. (Ver figura 3.3).

**TABLA 8**  
**FRECUENCIA Y PORCENTAJE DE PARO DE PRODUCCIÓN**

No.	Razones del paro de la producción	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado:
1	Método	50	33	33
2	Mantenimiento	48	32	64
3	Mano de obra	30	20	84
4	Maquinaria	14	9	93
5	Materiales	10	7	100

**Autores:** Oswaldo Castillo y Benito Vélez.



**Autores:** Oswaldo Castillo y Benito Vélez.

### **FIGURA 3.3 DIAGRAMA DE PARETO DEL PROCESO DE EXTRUSIÓN**

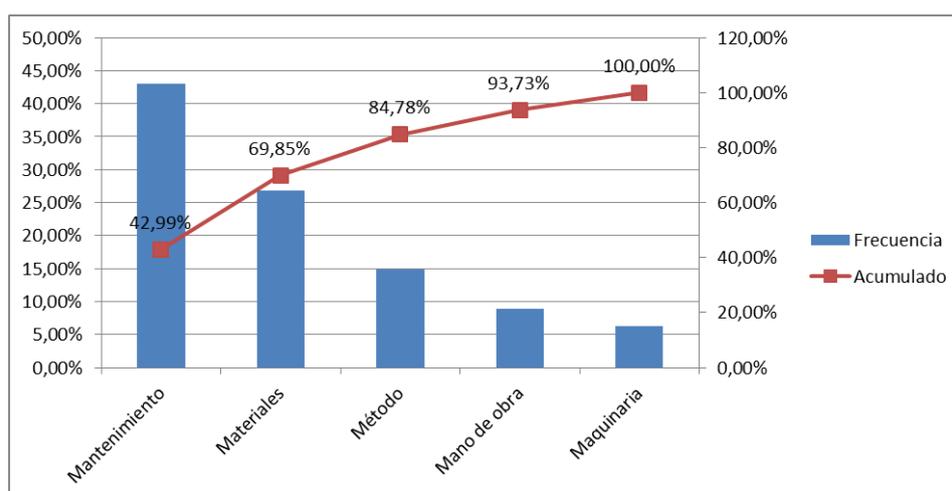
Como se puede observar en la figura 3.3 el método y el mantenimiento son las que tienen mayor frecuencia de incidencias, sin embargo para este análisis se debe considerar el costo que representa cada uno de los paros de producción. Para determinar cuál representa una mayor pérdida económica en la empresa, se realiza un análisis considerando el costo promedio.

A continuación en la Tabla 9 se presentan los resultados:

**TABLA 9**  
**COSTO PROMEDIO DEBIDO A INCIDENCIAS EN EL PROCESO DE**  
**EXTRUSIÓN**

EXTRUSIÓN					
Razones del paro de la producción	Frecuencia	Costo promedio	Costo promedio por frecuencia	Frecuencia	Acumulado
Mantenimiento	48	\$ 300,00	\$ 14.400,00	42,99%	42,99%
Materiales	10	\$ 900,00	\$ 9.000,00	26,87%	69,85%
Método	50	\$ 100,00	\$ 5.000,00	14,93%	84,78%
Mano de obra	30	\$ 100,00	\$ 3.000,00	8,96%	93,73%
Maquinaria	14	\$ 150,00	\$ 2.100,00	6,27%	100,00%

**Autores:** Oswaldo Castillo y Benito Vélez.

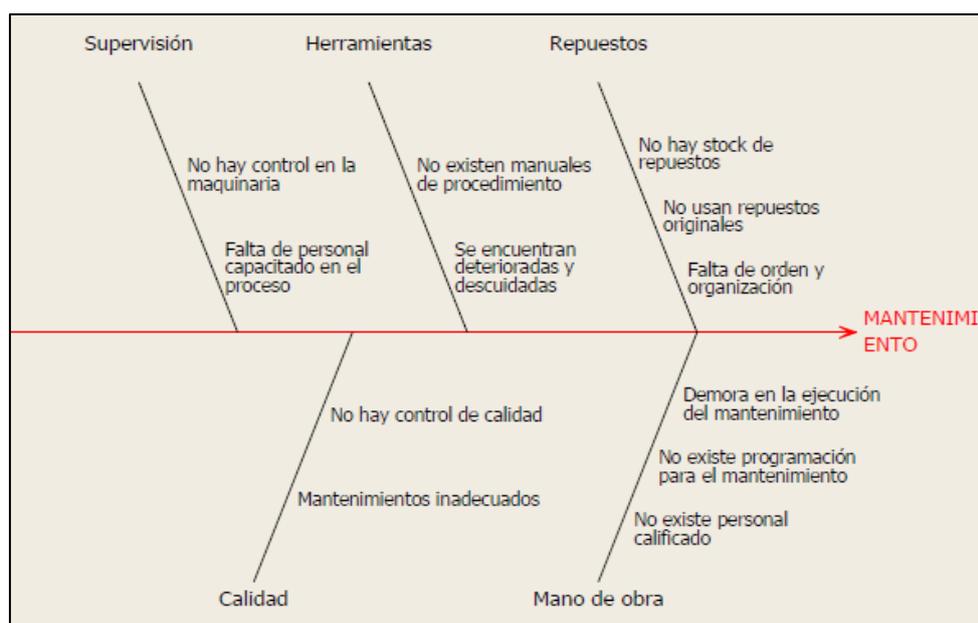


**Autores:** Oswaldo Castillo y Benito Vélez.

**FIGURA 3.4 DIAGRAMA DE PARETO DE COSTOS EN LOS PAROS**  
**DE PRODUCCIÓN EN EL PROCESO DE EXTRUSIÓN.**

De acuerdo al análisis realizado anteriormente se puede notar en la gráfica 3.4 que los paros de producción que ocasionan un índice de producción bajo y representan un mayor costo en la empresa es

debido a problemas en el mantenimiento, por lo que se realiza un análisis de causa y efecto para identificar los problemas y las posibles soluciones.



**Autores:** Oswaldo Castillo y Benito Vélez.

**FIGURA 3.5 DIAGRAMA DE ISHIKAWA DE EXTRUSIÓN**

**(CAUSA - EFECTO)**

Las causas raíces que se observan en la figura 3.5, se clasifican de la siguiente manera:

**Supervisión:** No existe personal capacitado para desarrollar un plan de mantenimiento adecuado a la extrusora. Falta de inducción y calificación al personal que ingresa para el área de mantenimiento. No se lleva un control de operación en la maquinaria.

**Herramientas:** Las herramientas con las que cuenta la empresa están deterioradas y no son conservadas de manera correcta, lo que ha generado su deterioro y descuido. No existen manuales de procedimiento que permitan manipular de manera correcta las herramientas existentes.

**Repuestos:** No existe un adecuado control de la bodega de repuestos, hay una falta de organización para poner prioridades en stock de repuestos y evitar sobre stock de repuestos no necesarios. Se acostumbra el uso y compra de repuestos genéricos, no se utilizan repuestos originales que ayuden a alargar la vida útil de la máquina.

**Calidad:** En la empresa no hay una política de calidad que verifique que los trabajos son realizados de manera adecuada, no se lleva un registro de los mantenimientos y se realizan de manera empírica.

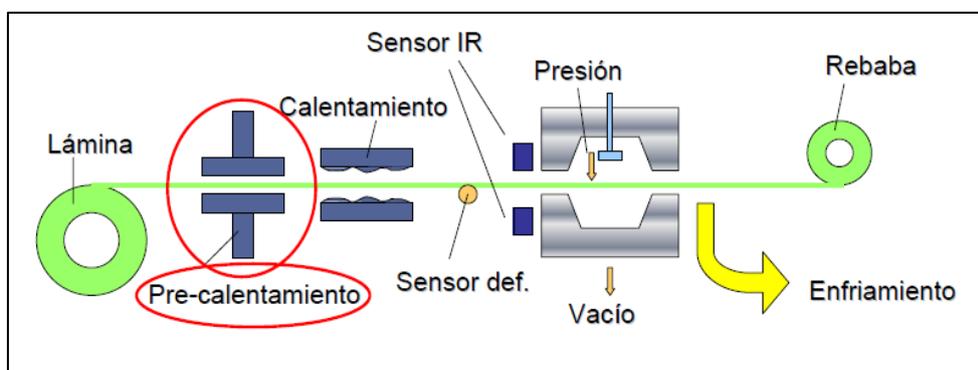
**Mano de obra:** Existe demora en la ejecución de los mantenimientos, por falta de organización y coordinación para realizar las tareas. El personal no está calificado, esto ocasiona que los trabajos demoren.

### 3.1.2 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 conformarla.

Con aire a presión o vacío, se obliga a la lámina 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.

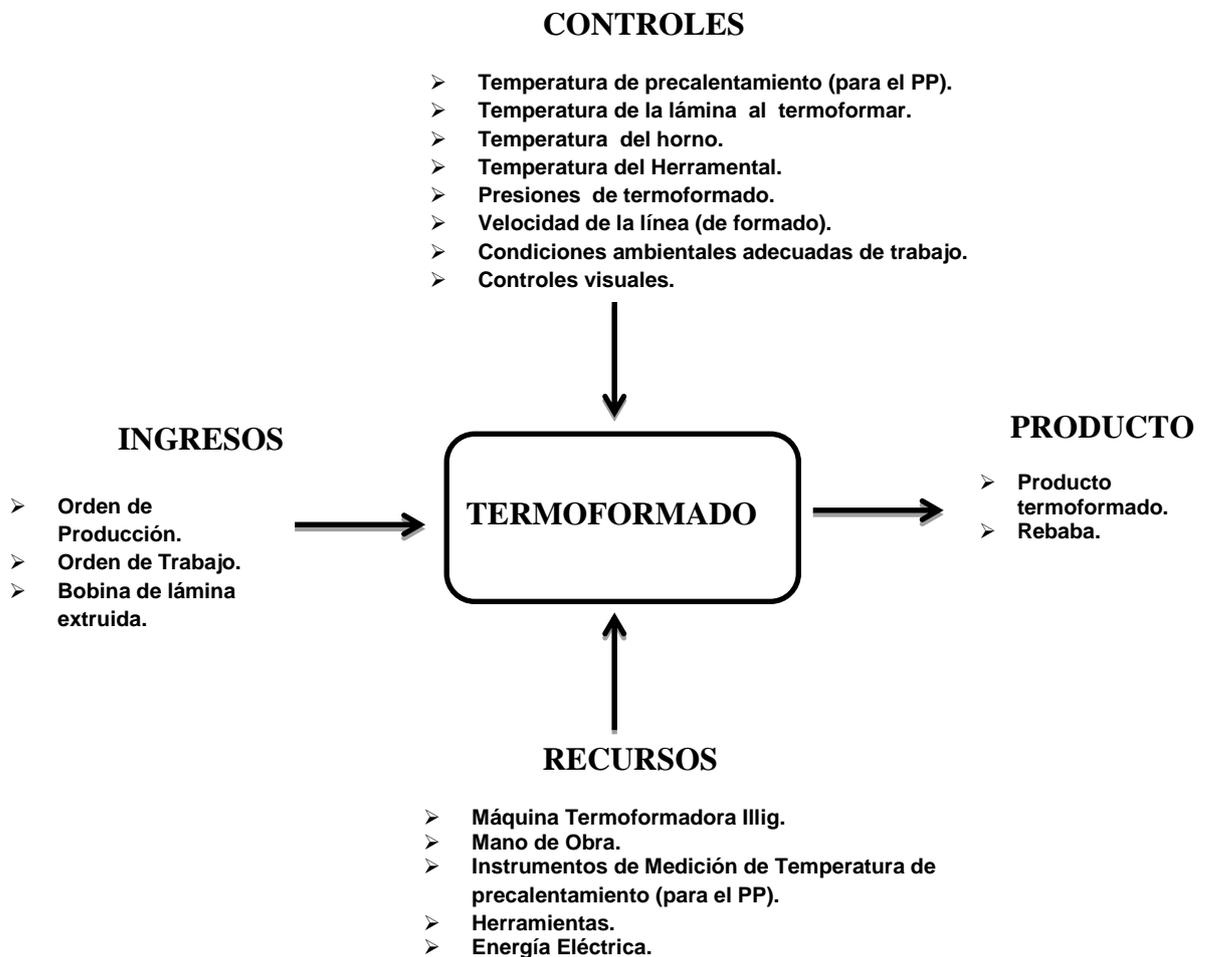
En la figura 3.6 se muestra ilustrativamente el proceso de termoformado.



Fuente: Milliken

**FIGURA 3.6 PROCESO TERMOFORMADO**

En la figura 3.7 se muestra el proceso de termoformado, en donde se resumen las entradas, salidas, controles y recursos.



**Autores:** Oswaldo Castillo y Benito Vélez.

**FIGURA 3.7 DIAGRAMA PROCESO TERMOFORMADO**

**Entradas:**

Orden de Producción: Se especifica como producir los envases, se detalla cantidad de producto, especificación de la materia prima y dimensiones.

Orden de trabajo: Se detalla los productos que debe fabricar el operador durante la jornada de trabajo.

Bobina de lámina extruida: las dimensiones dependen del tipo de material que se va a elaborar, vienen en rollos de medidas acorde al producto a termoformar. Las dimensiones de las láminas, son de acuerdo al tipo de producto a fabricar y características de la máquina termoformadora.

Para los dos principales productos que termoforma la compañía, las medidas que deben tener las láminas utilizadas son:

Envases (tarrinas): calibre 1.5 mm; ancho 650 mm

Tapas: calibre 0.54 mm; ancho 430 mm

### **Controles:**

Son realizados de acuerdo a la experiencia del operador y a las características que se observan en el producto final termoformado, basado en prueba y error.

Uno de los temas claves para controlar el proceso es la temperatura, esta debe estar en rangos específicos, para las diferentes etapas del proceso, no existe manual de procedimiento para cada tipo de resina a termoformar.

La velocidad de la línea y presión de termoformado son puntos clave que se deben controlar, no se cuenta con una especificación que determine los niveles óptimos de los mismos; el operador en base a su pericia y experiencia los determina.

Otro de los puntos a controlar es que las condiciones donde se termoforma la lámina sea óptima, es decir no se encuentre polvo en la atmósfera, no se usa filtros de aire; esto ocasiona manchas superficiales. El mismo cuidado se debe tener para el manejo de la lámina.

Se debe realizar inspecciones visuales en el producto, para determinar que la calidad sea la adecuada.

**Recursos:**

Máquina termoformadora Illig

Voltaje 3 fases 380V

Peso: 8.5 ton

Energía: 880 KW

Mano de Obra: Se trabaja en 2 jornadas con turnos de 8 horas cada uno; las máquinas no están en constante funcionamiento, ya que

depende de la cantidad de bobinas que entreguen las dos extrusoras existentes.

El arranque de la máquina termoformadora se inicia con el montaje de la bobina y la calibración de la máquina, intervienen 1 ayudante y 1 operador, este arranque puede durar entre 15 y 20 minutos.

Luego de que la máquina empieza a trabajar, el operario se encarga de verificar la calidad del producto termoformado, sea este tarrina o tapa, el ayudante está pendiente de ir sacando los cartones llenos con producto terminado y los apila en un lugar adecuado.

**Instrumentos de Medición y Herramientas:** Los instrumentos de medición utilizados son termómetros que miden las temperaturas en todo el proceso, esto es muy importante para que no se presenten problemas en la pieza producida. La herramienta utilizada es el calibrador para constatar que las características del producto termoformado cumplen con lo establecido y requerido por el cliente.

**Energía eléctrica:** La máquina trabaja con 380 V.

**Producto:**

El producto termoformado es almacenado en cajas y luego apilado en la zona de bodega de producto terminado.

La rebaba originada en el proceso automáticamente es alimentada a un molino, donde se peletiza y se almacena en la bodega de materia prima, esta posteriormente será utilizada en extrusión.

Con el propósito de hacer un análisis detallado se procede a realizar el Diagrama de Pareto para el proceso de Termoformado el mismo que va a determinar los problemas por frecuencia de incidencia.

En la Tabla 10 se muestran las diferentes causas que inciden en los paros en el proceso de producción, estas muestras se obtuvieron del libro diario de control de producción en los últimos 6 meses de trabajo.

**TABLA 10**  
**PAROS DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN**

No.	Razones del Paro de la Producción	Frecuencia
1	Maquinaria	42
2	Mano de Obra	49
3	Materiales	12
4	Método	72
5	Mantenimiento	25

**Autores:** Oswaldo Castillo y Benito Vélez.

Los diferentes problemas que se tienen en el proceso se detallan en la Tabla 11.

**TABLA 11**  
**MOTIVOS POR PAROS DE PRODUCCIÓN EN TERMOFORMADO**

<b>Maquinaria</b>	Piezas deformadas y puentes, sobrecalentamiento en horno localizado.
<b>Mano de Obra</b>	Manchas superficiales por falta de limpieza en molde y guías, contracciones.
<b>Materiales</b>	Lámina sucia, láminas en mal estado (rayadas).
<b>Método</b>	Formado incompleto, lámina chamuscada, cambio en la intensidad del color.
<b>Mantenimiento</b>	Mala regulación de la temperatura en el horno, desalineación de cadenas basculantes, falla en resortes de sistemas de cierre.

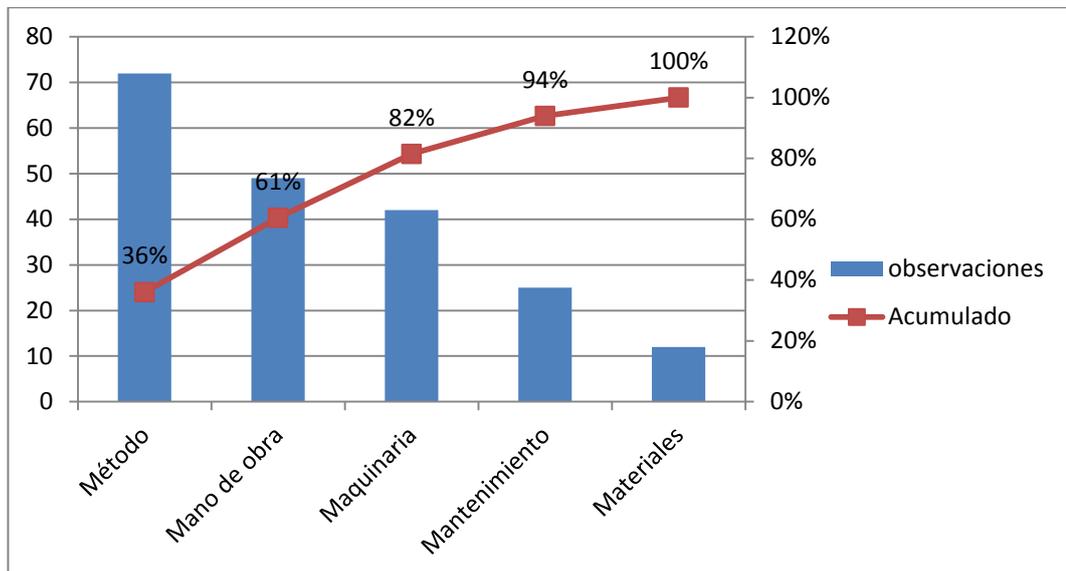
**Autores:** Oswaldo Castillo y Benito Vélez.

Se ordena de forma descendente las causas para poder realizar la gráfica de Pareto. (Ver figura 3.7).

**TABLA 12**  
**FRECUENCIA Y PORCENTAJE DE PARO DE PRODUCCIÓN**

No.	Razones del paro de la producción	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado:
1	Método	72	36	36
2	Mano de obra	49	25	61
3	Maquinaria	42	21	82
4	Mantenimiento	25	13	94
5	Materiales	12	6	100

**Autores:** Oswaldo Castillo y Benito Vélez.



**Autores:** Oswaldo Castillo y Benito Vélez.

### **FIGURA 3.8 DIAGRAMA DE PARETO DEL PROCESO DE TERMOFORMADO**

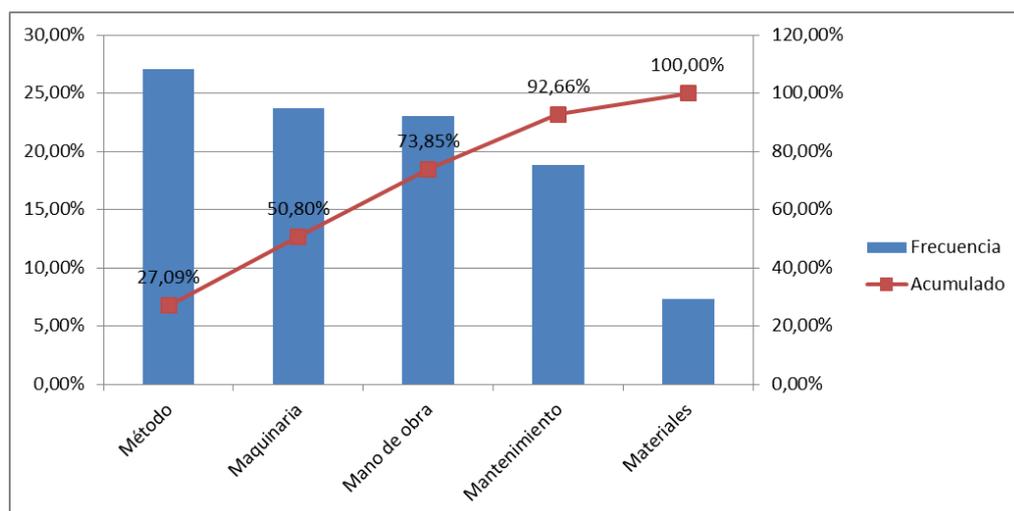
Como se puede observar en la figura 3.8 el método y mano de obra son las que tienen mayor frecuencia de incidencias, sin embargo para este análisis se debe considerar el costo que representa cada uno de los paros de producción. Para determinar cuál representa una mayor pérdida económica en la empresa, se realiza un análisis considerando el costo promedio.

A continuación se presentan los resultados:

**TABLA 13**  
**COSTO PROMEDIO DEBIDO A INCIDENCIAS EN EL PROCESO DE**  
**TERMOFORMADO**

TERMOFORMADO					
Razones del paro de la producción	Frecuencia	Costo promedio	Costo promedio por frecuencia	Frecuencia	Acumulado
Método	72	\$ 80,00	\$ 5.760,00	27,09%	27,09%
Maquinaria	42	\$ 120,00	\$ 5.040,00	23,71%	50,80%
Mano de obra	49	\$ 100,00	\$ 4.900,00	23,05%	73,85%
Mantenimiento	25	\$ 160,00	\$ 4.000,00	18,81%	92,66%
Materiales	12	\$ 130,00	\$ 1.560,00	7,34%	100,00%

**Autores:** Oswaldo Castillo y Benito Vélez.

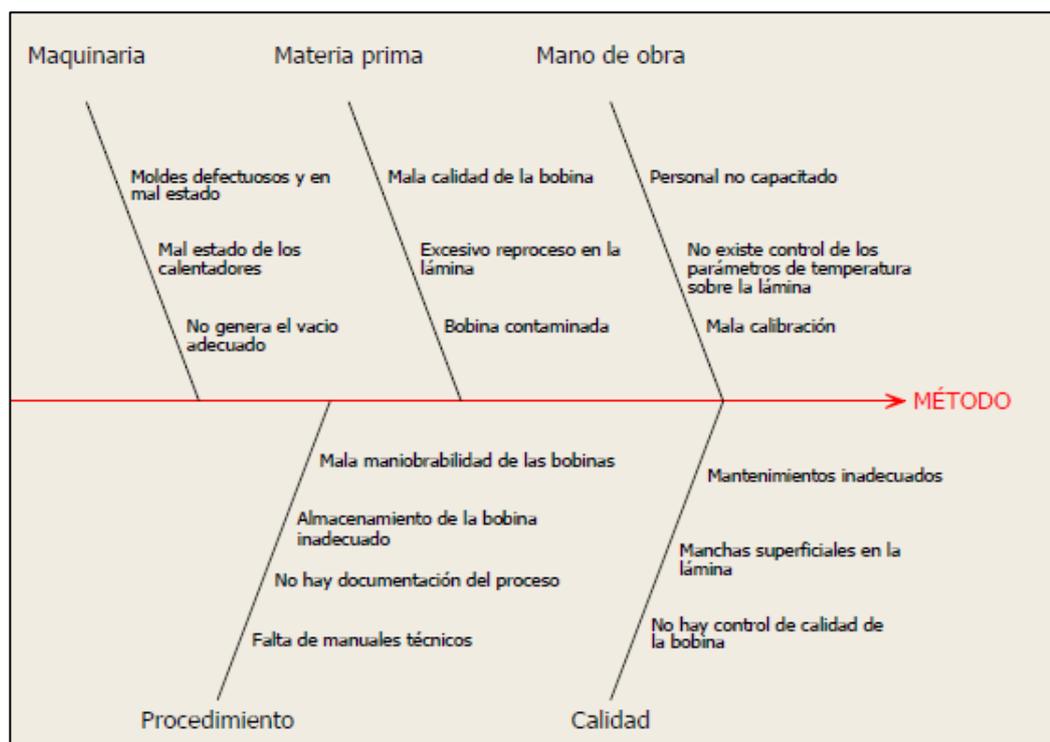


**Autores:** Oswaldo Castillo y Benito Vélez.

**FIGURA 3.9 DIAGRAMA DE PARETO DE COSTOS EN LOS PAROS DE**  
**PRODUCCIÓN EN EL PROCESO DE TERMOFORMADO.**

De acuerdo al análisis realizado anteriormente se puede notar en la gráfica 3.9 que los paros de producción que ocasionan un índice de

producción bajo y representan un mayor costo en la empresa es debido a problemas en el método, por lo que se realiza un análisis de causa y efecto para identificar los problemas y las posibles soluciones.



**Autores:** Oswaldo Castillo y Benito Vélez.

**FIGURA 3.10 DIAGRAMA DE ISHIKAWA DE TERMOFORMADO (CAUSA - EFECTO)**

Las causas raíces que se observan en la figura 3.10 se clasifican de la siguiente manera:

**Mano de obra:** El personal que manipula la máquina no se encuentra calificado. No realizan un control en los parámetros de temperatura que debe tener la máquina, esto origina mala formación en los envases. No se realiza una calibración adecuada de la máquina.

**Calidad:** No existe una revisión visual previa de calidad en la bobina antes de ser termoformada, algunas ocasiones existen manchas superficiales que generan manchas no deseadas en el envase final.

Los mantenimientos realizados son empíricos lo que ocasiona paralizaciones inesperadas y no permiten que la máquina tenga una operación continua.

**Materia Prima:** Mala calidad de la bobina, debido a materia prima mal formulada para extrusión. Por los defectos en extrusión y termoformado existe mucho reproceso que genera problemas al termoformar.

La bobina presenta suciedad y daños superficiales por el mal manejo.

**Maquinaria:** Moldes defectuosos y en mal estado. El mal estado de los calentadores no permite un calentamiento uniforme en la lámina lo que ocasiona generación de esfuerzos residuales y mal formaciones. No se genera el vacío adecuado para termoformar.

**Procedimiento:** Falta de manuales técnicos que permitan una correcta operación de la máquina. No existe documentación y diagramas de proceso que permitan estandarizar el funcionamiento. Mala maniobrabilidad de la bobina.

### 3.1.3 Proceso de impresión

La resina con la que se trabaja es el polipropileno, la misma que es inerte químicamente y requiere de una oxidación en su superficie para que el solvente de la tinta tenga un lugar de anclaje para su fijación. Esto se mide con la tensión superficial, la cual es de 29 dyn/cm antes del tratamiento, y debe ser entre 41-40 dyn/cm después de la oxidación.

Todos los polipropilenos exhiben el mismo comportamiento, y requieren de un flameo (normalmente), o un tratamiento corona (sobre empaques de superficies lisas), para lograr el anclaje de las tintas.

Las tintas flexográficas a base de solventes tienden a obtener alrededor de 28 dinas. Para poder obtener buen anclaje al imprimir, la energía libre superficial del polímero debería ser como mínimo de 10 dinas más alta que la de la tinta. Esta diferencia es necesaria para que la tinta cubra la superficie del sustrato uniformemente y no reticule formando gotas, es decir el ángulo de contacto del líquido es menor cuando la energía superficial es suficientemente más alta que la del líquido. Esto se puede observar en la figura 3.11



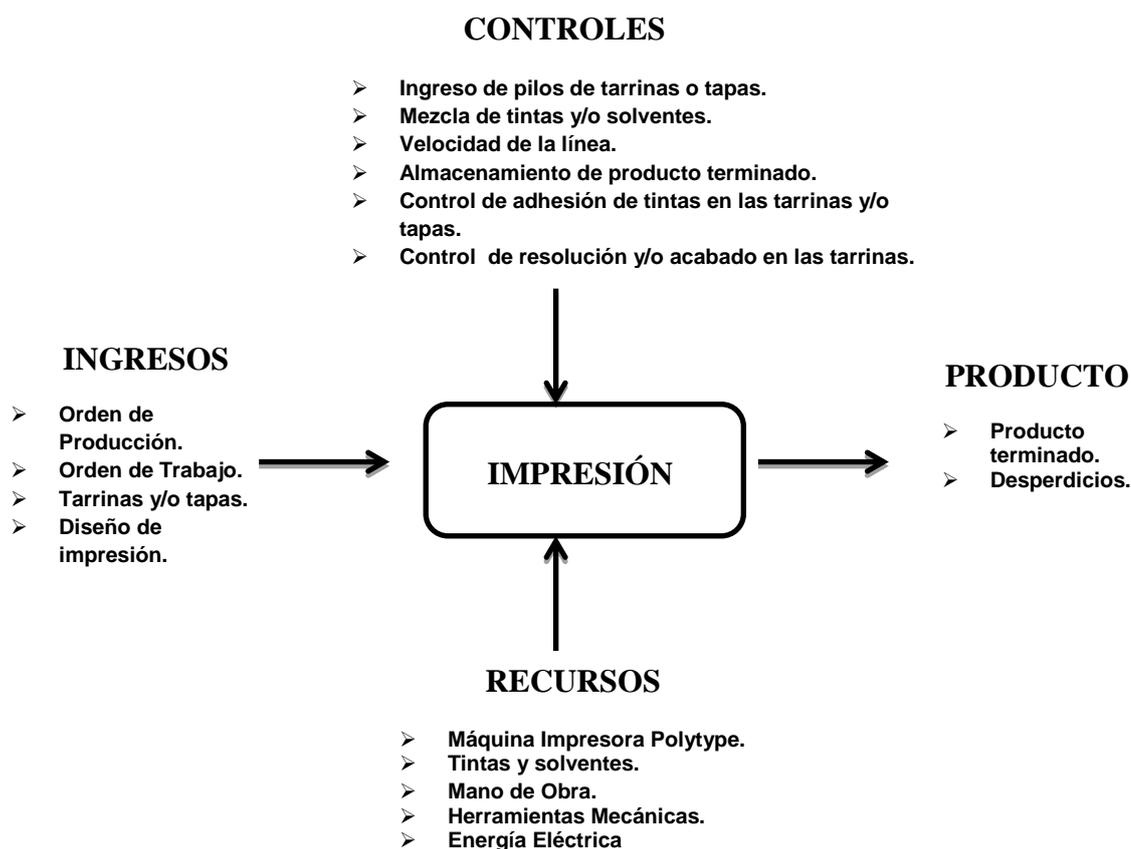
**Fuente:** Mercedes Tur Escriba y Sherman Treaters Ltd.

### **FIGURA 3.11 ÁNGULO DE CONTACTO**

El proceso de impresión es en su mayoría automatizado, en la empresa existen dos máquinas impresoras, una para la impresión en las tapas y la otra para impresión en las tarrinas.

En resumen los envases a imprimir se colocan apilados y luego la máquina los recibe y va trasladando hacia su interior, para luego de uno en uno realizarles el tratamiento corona; una vez realizado este tratamiento el envase sigue su camino hacia la estación donde se coloca la tinta en el envase, dependiendo del diseño final que el cliente desee. Estas máquinas por la tecnología que poseen solo cuentan con la capacidad de hasta 6 colores para la impresión.

La figura 3.12 se muestra el proceso de impresión, en donde se resumen las entradas, salidas, controles y recursos.



**Autores:** Oswaldo Castillo y Benito Vélez.

**FIGURA 3.12 DIAGRAMA DE PROCESO DE IMPRESIÓN**

### **Entradas:**

Orden de Producción: Se especifica como imprimir el diseño en un determinado producto, se detalla cantidad de producto y especificación de la materia prima.

Orden de trabajo: Se detallan los productos que debe imprimir el operador durante la jornada de trabajo.

**Controles:**

Al empezar el proceso se debe tener precaución al colocar los pilos de tarrinas y/o tapas que posteriormente alimentarán a la máquina.

La mezcla de tintas y/o solventes debe ser la adecuada y correctamente formulada de acuerdo al diseño solicitado por el cliente.

La velocidad de la línea de impresión debe ser la adecuada para lograr una buena adhesión de tintas en el envase.

El almacenamiento de producto terminado debe ser realizado por un operario, el producto se coloca en cajas.

Se realizan controles de calidad para controlar y verificar la adhesión de tintas en las tarrinas y/o tapas

Control visual de resolución y/o acabado en las tarrinas y/o tapas. El operador observa que la impresión grabada en el recipiente sea la adecuada, sin tener defectos.

**Recursos:**

Se cuenta con 2 máquinas Impresoras;

1.- Máquina para impresión de tapas; marca: Polytype; modelo: DDM150/300 – UVB con capacidad para combinar 6 colores.

2.- Máquina para impresión de tarrinas; marca: OMSO; modelo: PRIMAC/DM 155 COM con capacidad para combinar 6 colores.

### Tintas y solventes

Las tintas y solventes que se utilizan en el proceso son de dos tipos de bases, de solvente y de agua.

- Tintas base de solvente: Son las tintas convencionales más usadas desde hace muchos años, brindan colores vivos y son relativamente simples para controlar la velocidad de secado. Dependiendo del tipo utilizan diferentes solventes volátiles como esterres y alcoholes. El mayor problema es la alta contaminación producida por la liberación de cloro en el secado.
- Tintas base de agua: De gran desarrollo en los últimos años, ya que no contienen solventes orgánicos, y no producen contaminación ambiental en el momento del secado. Sin embargo, todavía existen problemas técnicos que limitan su utilización. Es probable que en el futuro no muy lejano sean las más usadas en la fabricación de empaques flexibles.

**TABLA 14**  
**NIVEL DE DINAS RECOMENDADO PARA IMPRESIÓN**

NIVEL DE DINAS RECOMENDADO	
FLEXOGRAFÍA	
Tintas a Base de Solventes	38-40 Dinas/cm
Tintas a Base de Agua	42-44 Dinas/cm

**Fuente:** Mercedes Tur Escriba & Sherman Treaters Ltd.

**Autores:** Oswaldo Castillo y Benito Vélez.

**Mano de Obra:** Una persona es la encargada de ir alimentando a la máquina y coloca ya sea el caso, las tarrinas o tapas en pilos arreglados; también estará pendiente de ir recogiendo los productos terminados, para almacenarlos y llevarlos a la bodega. Hay otra persona encargada de inspeccionar que todos los envases tengan una buena impresión en su superficie de acuerdo a lo solicitado.

**Herramientas Mecánicas:** Son las herramientas que se utilizan para darle mantenimiento a la máquina.

**Producto:**

**Envases impresos terminados:** Se almacenan en cajas para ser apilados en la bodega y se dejan listos para la entrega con la respectiva rotulación del cliente.

Producto no conforme: se lo lleva a la trituradora para peletizarlo. Este se lo utiliza en la mezcla inicial en extrusión, casi que como materia prima.

Con el propósito de hacer un análisis detallado se procede a realizar el Diagrama de Pareto para el proceso de Impresión, el mismo que va a determinar los problemas por frecuencia de incidencia.

En la Tabla 15 se muestran las diferentes causas que inciden en los paros en el proceso de producción, estas muestras se obtuvieron del libro diario de control de producción en los últimos 6 meses de trabajo.

**TABLA 15**  
**PAROS DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN**

No.	Razones del Paro de la Producción	Frecuencia
1	Mantenimiento	4
2	Materiales	22
3	Maquinaria	5
4	Mano de Obra	9
5	Método	16

**Autores:** Oswaldo Castillo y Benito Vélez.

Los diferentes problemas que se tienen en el proceso de Impresión se detallan en la Tabla 16.

**TABLA 16**  
**MOTIVOS POR PAROS DE PRODUCCIÓN EN IMPRESIÓN**

<b>Maquinaria</b>	Derrame de tintas, suciedad en el mecanismo interior de la máquina, defectos en área de impresión.
<b>Mano de Obra</b>	Mal apilamiento de los envases, falta de coordinación del personal en alimentación y recolección de los materiales e insumos.
<b>Materiales</b>	Tintas de mala calidad, caducadas y deterioradas.
<b>Método</b>	No existe una programación adecuada y sincronizada entre los operarios.
<b>Mantenimiento</b>	Falta de lubricación en los compuestos mecánicos, no existe mantenimiento programado, no hay limpieza adecuada durante y después del trabajo.

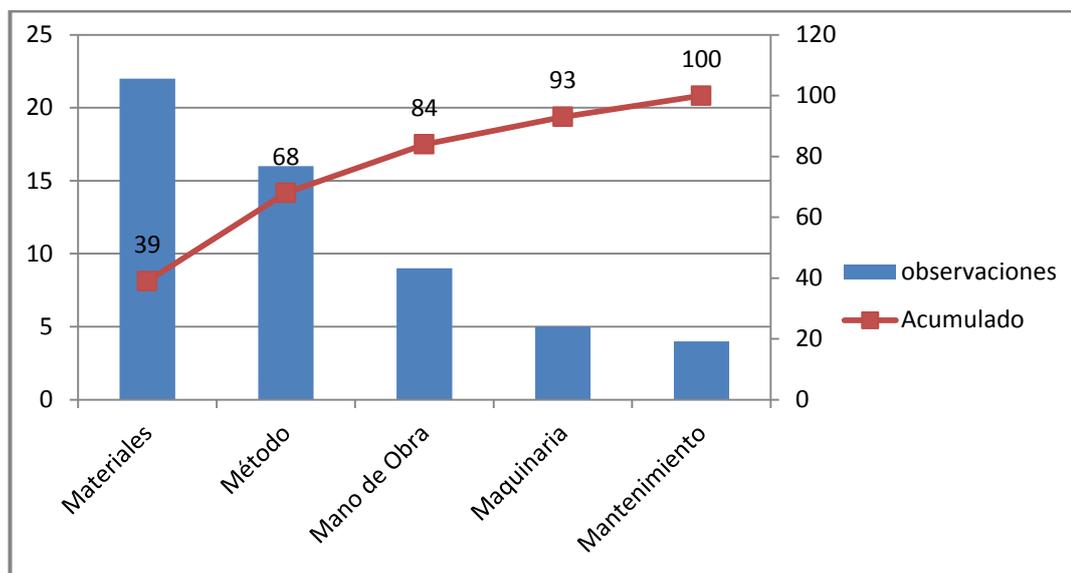
**Autores:** Oswaldo Castillo y Benito Vélez.

Se ordena de forma descendente las causas para poder realizar la gráfica de Pareto. (Ver figura 3.13).

**TABLA 17**  
**FRECUENCIA Y PORCENTAJE DE PARO DE PRODUCCIÓN**

No.	Razones del paro de la producción	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado:
1	Materiales	22	39	39
2	Método	16	29	68
3	Mano de Obra	9	16	84
4	Maquinaria	5	9	93
5	Mantenimiento	4	7	100

**Autores:** Oswaldo Castillo y Benito Vélez.



**Autores:** Oswaldo Castillo y Benito Vélez.

**FIGURA 3.13 DIAGRAMA DE PARETO DEL PROCESO DE IMPRESIÓN**

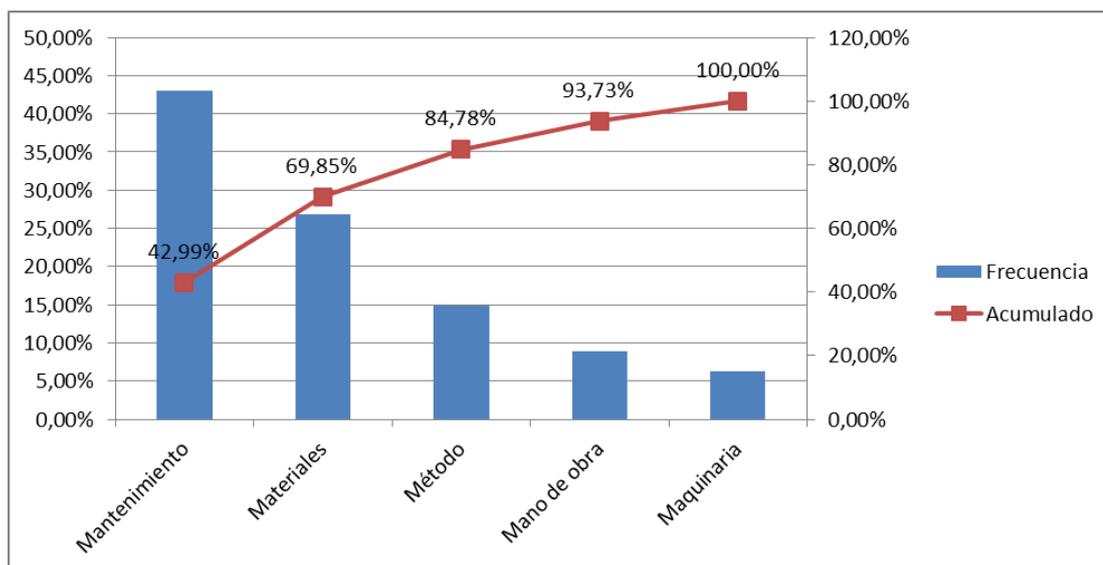
Como se puede observar en la figura 3.13 los Materiales y Método son las que tienen mayor frecuencia de incidencias, sin embargo para este análisis se debe considerar el costo que representa cada uno de los paros de producción. Para determinar cuál representa una mayor pérdida económica en la empresa, se realiza un análisis considerando el costo promedio.

A continuación se presentan los resultados:

**TABLA 18**  
**COSTO PROMEDIO DEBIDO A INCIDENCIAS EN EL PROCESO DE**  
**IMPRESIÓN**

IMPRESIÓN					
Razones del paro de la producción	Frecuencia	Costo promedio	Costo promedio por frecuencia	Frecuencia	Acumulado
Materiales	22	\$ 120,00	\$ 2.640,00	40,55%	40,55%
Método	16	\$ 100,00	\$ 1.600,00	24,58%	65,13%
Maquinaria	5	\$ 180,00	\$ 900,00	13,82%	78,96%
Mano de Obra	9	\$ 90,00	\$ 810,00	12,44%	91,40%
Mantenimiento	4	\$ 140,00	\$ 560,00	8,60%	100,00%

**Autores:** Oswaldo Castillo y Benito Vélez.



**Autores:** Oswaldo Castillo y Benito Vélez.

**FIGURA 3.14 DIAGRAMA DE PARETO DE COSTOS EN LOS PAROS DE**  
**PRODUCCIÓN EN EL PROCESO DE IMPRESIÓN.**

De acuerdo al análisis realizado anteriormente se puede notar en la gráfica 3.14 que los paros de producción que ocasionan un índice de producción bajo y representan un mayor costo en la empresa, es

debido a problemas en Materiales, por lo que se realiza un análisis de causa y efecto para identificar los problemas y las posibles soluciones.



**Autores:** Oswaldo Castillo y Benito Vélez.

**FIGURA 3.15 DIAGRAMA DE ISHIKAWA DE TERMOFORMADO  
(CAUSA - EFECTO)**

Las razones por las que se tiene un índice de producción bajo, es debido a las causas raíces que se las clasificará así:

**Maquinaria:** Existen muchas paradas de producción debido a la contaminación que se genera por el derrame de tintas en la impresora, es ocasionado por la falta de mantenimiento y limpieza

en la máquina. No existe un buen anclaje de tintas en los envases, ya que existen problemas en el tratamiento superficial de los mismos.

**Proveedores:** Algunas de las tintas ofrecidas están fuera de especificaciones y presentan problemas en la calidad visual del envase. No existen muchos proveedores calificados por la compañía para la compra de tintas.

**Mano de obra:** El personal no realiza una buena mezcla en la formulación de los colores, no se realiza una buena sincronización en la máquina, lo que ocasiona muchas fallas en el proceso.

**Posventa:** No existe soporte en la utilización y manejo de tintas, no ofrece capacitaciones que permita utilizar mejor las tintas y evitar fallas en la operación.

**Calidad:** No se realiza un control de calidad a los envases termoformados que ingresan en la impresora. No existe un control y estandarización para la mezcla de las tintas. Tintas de mala calidad originan defectos en la impresión del envase.

### 3.1.4 Diagramas de Operaciones

**TABLA 19**  
**DIAGRAMA DE OPERACIÓN DEL PROCESO DE EXTRUSIÓN**  
**ACTUAL**

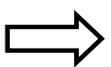
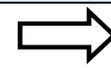
DIAGRAMA DE OPERACIÓN DE EXTRUSIÓN					
Descripción del Proceso	Tiempo (min)	○	□	⇒	▽
Almacen Materia Prima.					●
Selección y medición de materia prima a utilizar.	5,41		●		
Transporte Materia Prima de bodega a Zona Mezcla.	4,01			●	
Mezcla y homegenización de diferentes Materias primas de acuerdo la formulación	23,38	●			
Alimentación a la Tolva Extrusión.	18,99	●			
Revisión de tolvas llenas.	7,06		●		
Configuración de parámetros de la Extrusora.	8,79	●			
Purga Inicial en la Máquina.	10,26	●			
Proceso de Extrusión Batch 600 kg.	120,00	●			
Inspección bobina extruida .	4,04		●		
Corte, desmonateje y pesaje de bobina.	13,76	●			
Etiquetado de bobina Extruida.	3,89	●			
Traslado de bobina extruida a Zona de almacenamiento de Producto Extruido.	8,77			●	
Almacenamiento bobina extruida.	4,51				●
RESUMEN DEL PROCESO					
		○	□	⇒	▽
		OPERACIÓN	INSPECCIÓN	TRANSPORTE	ALMACENAJE
CANTIDAD DE OPERACIONES		7,00	3,00	2,00	2,00
TIEMPO TOTAL POR PROCESO (MIN)		199,07	16,51	12,78	4,51
<b>TIEMPO TOTAL DEL PROCESO DE EXTRUSIÓN (HR)</b>		<b>3,88</b>			

**Autores:** Oswaldo Castillo y Benito Vélez.

De acuerdo a los datos obtenidos en el diagrama de proceso, el tiempo promedio que se tarda una máquina en extruir 4 bobinas con

una corrida de Batch de 600 kg es de 3,88 horas. Con esta cantidad de bobinas se puede obtener 52.000 envases ó 85.000 tapas.

**TABLA 20**  
**DIAGRAMA DE OPERACIÓN DEL PROCESO DE TERMOFORMADO**  
**ACTUAL**

<b>DIAGRAMA DE OPERACIÓN DE TERMOFORMADO</b>					
<b>Descripción del Proceso</b>	<b>Tiempo (min)</b>				
<i>Almacen de producto extruido</i>					●
<i>Selección de bobina a termoformar de acuerdo a la OT.</i>	5,79	●			
<i>Transporte de la bobina desde el almacen de producto extruido hasta la zona de termoformado.</i>	7,41			●	
<i>Montaje de bobina en Linea de Termoformado.</i>	7,57	●			
<i>Configuración de parámetros de la termoformadora.</i>	16,11	●			
<i>Proceso de Termoformado Batch 150 kg.</i>	90,00	●			
<i>Inspección de producto Termoformado.</i>	16,81		●		
<i>Recopilado de producto Termoformado.</i>	22,08	●			
<i>Empaque producto termoformado</i>	15,69	●			
<i>Etiquetado de los empaques</i>	6,65	●			
<i>Traslado de Empaques Termoformados a Zona de almacenamiento de Producto</i>	8,41			●	
<i>Almacenamiento de Producto Termoformado</i>	6,44				●
<b>RESUMEN DEL PROCESO</b>					
					
		<b>OPERACIÓN</b>	<b>INSPECCIÓN</b>	<b>TRANSPORTE</b>	<b>ALMACENAJE</b>
<b>CANTIDAD DE OPERACIONES</b>		7,00	1,00	2,00	2,00
<b>TIEMPO TOTAL POR PROCESO (MIN)</b>		163,89	16,81	15,82	6,44
<b>TIEMPO TOTAL DEL PROCESO DE TERMOFORMADO (HR)</b>		<b>3,38</b>			

**Autores:** Oswaldo Castillo y Benito Vélez.

De acuerdo a los datos obtenidos en el diagrama de proceso (tabla 18), una máquina termoformadora produce aproximadamente 8,226 envases ó 21,250 tapas, según sea el caso; en una corrida de Batch de 150 kg en 3,38 horas.

**TABLA 21**  
**DIAGRAMA DE OPERACIÓN DEL PROCESO DE IMPRESIÓN**  
**ACTUAL**

DIAGRAMA DE OPERACIÓN DE IMPRESIÓN					
Descripción del Proceso	Tiempo (min)	○	□	⇒	▽
Almacenamiento de Producto Termoformado					
Selección Producto termoformado a Imprimir	7,74				
Transporte del producto termoformado hasta la zona de Impresión.	8,89				
Elaboración de diseño de Impresión	25,79				
Fabricación de sellos	18,20				
Traslado de sellos a Impresora	13,80				
Instalación de sellos en Impresora	24,43				
Selección de Tintas y Solventes	5,72				
Mezcla de Tintas y Solventes	8,28				
Inspección y Puesta a punto de Impresora	11,90				
Prueba de Impresión	15,68				
Revisión Prueba de Impresión	8,53				
Proceso de Impresión	90,00				
Inspección de producto impreso	22,90				
Recopilado de producto Impreso.	26,87				
Empaquetamiento de producto Impreso	23,67				
Etiquetado de los empaques	15,13				
Traslado de Empaques Impresos a Zona de almacenamiento de Producto Terminado.	8,46				
Almacenamiento de Producto Terminado	7,65				
RESUMEN DEL PROCESO					
		○	□	⇒	▽
		OPERACIÓN	INSPECCIÓN	TRANSPORTE	ALMACENAJE
		10,00	4,00	3,00	2,00
		253,77	51,07	31,15	7,65
		TIEMPO TOTAL DEL PROCESO DE IMPRESIÓN (HR) 5,73			

**Autores:** Oswaldo Castillo y Benito Vélez.

De acuerdo a los datos obtenidos en el diagrama de proceso, el tiempo promedio que se tarda una máquina en el proceso de impresión es 5,76 horas, donde produce aproximadamente 56.700 envases ó 63.000 tapas, según sea el caso; con una corrida de Batch de 150 kg.

### **3.2 Estudio de tiempos y movimientos**

Con esta técnica se establece un estándar de tiempo permisible para realizar los procesos y subprocesos de producción de la planta, con base en la medición del contenido de trabajo bajo el método de estudio cronométrico de tiempos, datos estándares, datos de los movimientos fundamentales, muestreo del trabajo y estimaciones basadas en datos históricos.

Los principales objetivos de este estudio de tiempos son:

- Minimizar el tiempo requerido para la ejecución de trabajos.
- Conservar los recursos y minimizar los costos.
- Efectuar la producción sin perder de vista la disponibilidad de energéticos o de la energía.
- Proporcionar un producto que es cada vez más confiable y de alta calidad.

### 3.2.1 Disponibilidad de equipos

Con este indicador se determina el porcentaje de tiempo que los equipos están disponibles para ser utilizados en la empresa, tomando en cuenta las horas que se trabajan en una jornada.

El indicador es importante y de mucha utilidad para la planificación del mantenimiento. Es decir, se puede realizar un estudio y observar que máquinas tienen un comportamiento operacional muy por debajo de lo requerido.

A continuación se detalla el cálculo de la pérdida por disponibilidad promedio en los procesos de extrusión, termoformado e impresión.

**TABLA 22**  
**DISPONIBILIDAD PROMEDIO EN EXTRUSIÓN**

DISPONIBILIDAD					
Semana de muestreo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
Tiempo de funcionamiento (min)	480	480	480	480	480
Pérdidas Planificadas (min)	30	60	0	70	60
Pérdidas No Planificadas (min)	55	40	45	80	75
<b>Total Pérdidas (min)</b>	85	100	45	150	135
<b>Tiempo de operación (min)</b>	395	380	435	330	345
<b>Disponibilidad (%)</b>	<b>82,29%</b>	<b>79,17%</b>	<b>90,63%</b>	<b>68,75%</b>	<b>71,88%</b>
<i>Pérdidas por Disponibilidad promedio por semana (%)</i>	<i>78,54%</i>				
<i>Pérdidas Planificadas y no Planificadas (min)</i>	<i>515,00</i>				

**Autores:** Oswaldo Castillo y Benito Vélez

Como se observa en la Tabla 22, el resultado que se obtiene de disponibilidad para el proceso de extrusión es de 78,54 % y representan una pérdida de tiempo por disponibilidad de 515 min (8,58 horas) durante una semana, considerando una jornada de trabajo de 8 horas por día.

**TABLA 23**  
**DISPONIBILIDAD PROMEDIO EN TERMOFORMADO**

DISPONIBILIDAD						
Semana de muestreo		Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
Tiempo de funcionamiento (min)		480	480	480	480	480
Pérdidas Planificadas (min)	Pérdida por mantenimiento					
	Pérdida cambios útiles y preparación	25	45	0	50	30
	Pérdida por cambio de producto					
Pérdidas No Planificadas (min)	Pérdida avería mecánica					
	Pérdida por faltas de material	60	120	80	65	110
	Pérdida avería eléctrica					
	Pérdida por absentismo					
<b>Total Pérdidas (min)</b>		85	165	80	115	140
<b>Tiempo de operación (min)</b>		395	315	400	365	340
<b>Disponibilidad (%)</b>		<b>82,29%</b>	<b>65,63%</b>	<b>83,33%</b>	<b>76,04%</b>	<b>70,83%</b>
<i>Pérdidas por Disponibilidad promedio por semana (%)</i>		<i>75,63%</i>				
<i>Pérdidas Planificadas y no Planificadas (min)</i>		<i>585,00</i>				

**Autores:** Oswaldo Castillo y Benito Vélez

Como se observa en la Tabla 23, el resultado que se obtiene de disponibilidad para el proceso de termoformado es de 75,63 % y representan una pérdida de tiempo por disponibilidad de 585 min (9,75 horas) durante una semana, considerando una jornada de trabajo de 8 horas por día.

**TABLA 24**  
**DISPONIBILIDAD PROMEDIO EN IMPRESIÓN**

DISPONIBILIDAD						
Semana de muestreo		Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
Tiempo de funcionamiento (min)		480	480	480	480	480
Pérdidas Planificadas (min)	Pérdida por mantenimiento Pérdida cambios útiles y preparación	0	45	0	50	65
	Pérdida por cambio de producto					
Pérdidas No Planificadas (min)	Pérdida avería mecánica	85	120	50	0	0
	Pérdida por faltas de material					
	Pérdida avería eléctrica					
	Pérdida por absentismo					
<b>Total Pérdidas (min)</b>		85	165	50	50	65
<b>Tiempo de operación (min)</b>		395	315	430	430	415
<b>Disponibilidad (%)</b>		<b>82,29%</b>	<b>65,63%</b>	<b>89,58%</b>	<b>89,58%</b>	<b>86,46%</b>
<i>Pérdidas por Disponibilidad promedio por semana (%)</i>		<b>82,71%</b>				
<i>Pérdidas Planificadas y no Planificadas (min)</i>		<b>415,00</b>				

**Autores:** Oswaldo Castillo y Benito Vélez

Como se observa en la Tabla 24, el resultado que se obtiene de disponibilidad para el proceso de impresión es de 82,71 % y representan una pérdida de tiempo por disponibilidad de 415 min (6,92 horas) durante una semana, considerando una jornada de trabajo de 8 horas por día.

### 3.2.2 Recopilación de la información

La información que se recopila se utiliza para calcular los tiempos que demoran cada uno de los procesos en la empresa; esta se determina dividiendo los principales elementos o acciones que se

realizan en el proceso y midiendo cada uno de ellos, los principales se encuentran descritos en el diagrama de procesos.

El operador más experimentado se encarga de observar y realizar 10 mediciones de los tiempos, que toma a él o los operarios realizar cada acción, ya sea en el proceso de extrusión, termoformado o impresión, dependiendo el caso que se estudie.

Se espera que los resultados obtenidos sean lo más cercano posible a la realidad, para lograr un estudio satisfactorio, que permita conocer situación real de la planta.

Para lograr obtener una buena recopilación de datos, utilizamos los siguientes pasos:

Paso 1: Definir elementos que componen la tarea.

Paso 2: Usando un cronómetro, medir el tiempo de cada elemento (10 veces).

Paso 3: Calcular el tiempo medio de cada elemento

Paso 4: Calcular el tiempo total de la tarea.

### **3.2.3 Aplicación de la técnica de la Cronometración**

A continuación se detallan cuadros resúmenes donde se describe y se calcula el tiempo estándar de cada uno de los procesos en Extrusión, Termoformado e Impresión.

**TABLA 25**  
**ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS PARA EL PROCESO DE**  
**EXTRUSIÓN**

<b>ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS DEL PROCESO DE EXTRUSIÓN</b>												
<b>No.</b>	<b>Elementos</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>Te</b>
1	Selección y medición de materia prima a utilizar.	5,00	6,50	4,85	4,50	5,30	5,90	6,50	4,10	6,10	5,30	5,41
2	Transporte Materia Prima de bodega a Zona Mezcla.	3,00	4,70	4,50	3,00	2,00	5,10	2,99	6,00	4,40	4,40	4,01
3	Mezcla y homogenización de diferentes Materias primas de acuerdo la formulación requerida.	22,50	23,00	22,00	24,70	21,50	23,00	24,50	22,10	26,50	24,00	23,38
4	Alimentación a la Tolva Extrusión.	18,00	18,80	22,00	17,50	18,30	17,90	18,90	19,00	21,00	18,50	18,99
5	Revisión de tolvas llenas.	7,00	7,50	3,00	6,50	6,40	7,50	8,00	9,00	8,20	7,50	7,06
6	Configuración de parámetros de la Extrusora.	9,00	9,50	8,50	12,50	7,00	8,00	6,50	9,50	9,00	8,40	8,79
7	Purga Inicial en la Máquina.	11,00	12,00	10,50	11,00	9,90	10,90	9,50	8,00	10,90	8,90	10,26
8	Proceso de Extrusión Batch 600 kg.	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00
9	Inspección bobina extruida .	4,00	7,00	6,00	2,00	3,00	2,50	4,00	5,20	2,70	4,00	4,04
10	Corte, desmontaje y pesaje de bobina.	9,00	11,00	16,00	12,00	14,30	12,90	16,40	16,50	15,50	14,00	13,76
11	Etiquetado de bobina Extruida.	3,50	3,70	4,10	3,40	4,20	4,60	6,20	2,90	4,10	2,20	3,89
12	Traslado de bobina extruida a Zona de almacenamiento de Producto Extruido.	9,20	9,50	9,40	8,50	8,00	9,20	9,20	7,50	8,40	8,80	8,77
13	Almacenamiento bobina extruida.	5,10	4,60	4,20	4,30	5,10	4,20	5,00	4,30	4,10	4,20	4,51
<b>Tiempo promedio (minutos)</b>												<b>232,86</b>
<b>Tiempo promedio (horas)</b>												<b>3,88</b>

**Autores: Oswaldo Castillo y Benito Vélez**

Suplementos: Necesidades personales: 5%

Interrupciones por demoras: 5%

Tolerancia total = 5% + 5% = 10%

Tiempo estándar  $T_e = T_n (1 + \%Tolerancias)$

$T_e = 3,88 * (1 + 0,10) = 3,88 * 1,10$

**$T_e = 4,27$  horas**

Las 4,27 horas nos indica el tiempo que se toma para el proceso de extrusión en un batch de 600 kg.

**TABLA 26**  
**ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS PARA EL PROCESO DE**  
**TERMOFORMADO**

<b>ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS DEL PROCESO DE TERMOFORMADO</b>												
<b>No.</b>	<b>Elementos</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>Te</b>
1	Selección de bobina a termoformar de acuerdo a la OT.	6,20	6,40	7,30	5,10	5,70	4,90	5,80	6,20	5,30	5,00	5,79
2	Transporte de la bobina desde el almacen de producto extruido hasta la zona de termoformado.	8,50	8,70	7,60	7,30	6,80	7,30	6,50	7,20	7,40	6,80	7,41
3	Montaje de bobina en Linea de Termoformado.	7,50	7,00	8,00	9,10	7,90	6,56	6,90	7,00	7,50	8,20	7,57
4	Configuración de parámetros de la termoformadora.	15,00	18,30	14,60	17,00	18,00	17,40	16,00	14,60	16,20	14,00	16,11
5	Proceso de Termoformado Batch 150 kg.	90,00	90,00	90,00	90,00	90,00	90,00	90,00	90,00	90,00	90,00	90,00
6	Inspección de producto Termoformado.	18,00	16,8	17,40	16,30	16,00	16,10	17,20	16,30	17,20	16,80	16,81
7	Recopilado de producto Termoformado.	24,00	23,50	20,60	21,50	22,60	21,40	23,40	22,10	20,40	21,30	22,08
8	Empaque producto termoformado	16,30	17,00	14,60	13,70	14,90	17,00	18,60	15,50	14,30	15,00	15,69
9	Etiquetado de los empaques	5,00	8,00	7,60	7,90	8,00	6,50	6,80	4,90	5,80	6,00	6,65
10	Traslado de Empaques Termoformados a Zona de almacenamiento de Producto Termoformado.	8,60	7,50	9,00	8,70	9,20	8,00	7,50	7,80	9,50	8,30	8,41
11	Almacenamiento de Producto Termoformado	6,00	6,40	5,80	6,50	6,70	6,90	6,90	6,90	6,30	6,00	6,44
<b>Tiempo total (minutos)</b>												<b>202,96</b>
<b>Tiempo cronometrado (horas)</b>												<b>3,38</b>

**Autores: Oswaldo Castillo y Benito Vélez**

Suplementos: Necesidades personales: 5%

Interrupciones por demoras: 5%

Tolerancia total = 5% + 5% = 10%

Tiempo estándar  $T_e = T_n(1 + \%Tolerancias)$

$T_e = 3,38(1 + 0,10) = 3,38 * 1,10$

**$T_e = 3,72$  horas**

Las 3,72 horas nos indica el tiempo que se toma para el proceso de termoformado en un batch de 150 kg.

**TABLA 27**  
**ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS PARA EL PROCESO DE**  
**IMPRESIÓN**

<i>Estudio de tiempos y movimientos del proceso de Impresión</i>												
No.	Elementos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Te
1	Selección Producto termoformado a Imprimir	8,00	7,80	8,10	7,60	7,90	8,30	8,10	7,70	6,90	7,00	7,74
2	Transporte del producto termoformado hasta la zona de Impresión.	9,50	9,70	10,00	7,00	7,50	9,00	9,20	8,60	10,50	7,90	8,89
3	Elaboración de diseño de Impresión	23,00	22,00	21,50	28,00	27,40	25,80	26,00	28,00	27,80	28,40	25,79
4	Fabricación de sellos	17,00	21,00	18,00	17,70	20,70	18,30	17,10	16,80	17,40	18,00	18,20
5	Traslado de sellos a Impresora	14,20	13,60	14,00	14,30	13,00	13,80	13,60	14,00	14,10	13,40	13,80
6	Instalación de sellos en Impresora	24,00	25,80	25,40	24,00	23,00	22,90	25,00	24,30	25,90	24,00	24,43
7	Selección de Tintas y Solventes	6,00	7,00	6,00	6,00	5,50	5,80	4,80	4,90	5,20	6,00	5,72
8	Mezcla de Tintas y Solventes	8,50	8,20	10,00	7,30	8,00	9,00	7,80	7,50	8,50	8,00	8,28
9	Inspección y Puesta a punto de Impresora	10,50	12,00	15,00	10,00	13,00	12,00	11,00	10,50	13,00	12,00	11,90
10	Prueba de Impresión	14,00	13,00	17,00	16,50	14,50	15,00	19,00	16,00	15,90	15,90	15,68
11	Revisión Prueba de Impresión	8,70	8,30	9,20	9,10	9,60	8,50	8,60	7,40	7,30	8,60	8,53
12	Proceso de Impresión	90,00	90,00	90,00	90,00	90,00	90,00	90,00	90,00	90,00	90,00	90,00
13	Inspección de producto impreso	20,00	22,00	25,50	28,00	24,00	22,00	20,00	21,00	22,00	24,50	22,90
14	Recopilado de producto Impreso.	28,00	27,10	29,10	27,50	26,80	26,50	25,90	24,80	26,00	27,00	26,87
15	Empaquetamiento de producto Impreso	22,00	26,00	27,40	23,90	24,00	27,00	21,00	22,40	20,00	23,00	23,67
16	Etiquetado de los empaques	14,00	15,40	14,50	14,50	14,70	14,90	15,00	15,80	16,90	15,60	15,13
17	Traslado de Empaques Impresos a Zona de almacenamiento de Producto Terminado.	10,00	9,00	8,00	7,80	8,90	8,30	7,50	8,00	9,00	8,10	8,46
18	Almacenamiento de Producto Terminado	9,00	7,50	7,20	7,90	9,00	7,50	8,00	7,00	6,50	6,90	7,65
<b>Tiempo total (minutos)</b>											<b>343,64</b>	
<b>Tiempo cronometrado (horas)</b>											<b>5,73</b>	

**Autores:** Oswaldo Castillo y Benito Vélez

Suplementos: Necesidades personales: 5%

Interrupciones por demoras: 5%

Tolerancia total = 5% + 5% = 10%

Tiempo estándar  $T_e = T_n(1 + \%Tolerancias)$

$$T_e = 5,73 * (1 + 0,10) = 5,73 * 1,10$$

**$T_e = 6,3$  horas**

Las 6,3 horas indica el tiempo que se toma para el proceso de impresión en un batch de 150 kg.

### **3.2.4 Balance de líneas**

El balance de líneas se realiza para satisfacer una demanda de 250,000 piezas diarias.

Se realizó el balance de líneas para la producción de dos productos: tapas y envases.

A continuación se detalla el balance de líneas para tapas:

#### **Balance de líneas de tapas**

Para el balance de línea se cuenta con la información detallada a continuación en la Tabla 28.

**TABLA 28**  
**DATOS PARA REALIZAR EL BALANCE DE LÍNEA EN LA FABRICACIÓN**  
**DE TAPAS**

Datos		Valor	Unidad
R	Tasa deseada de producción diaria	250.000	piezas
J	Horas de trabajo al día	16	horas
E	Porcentaje de eficiencia deseada	65%	Porcentaje
<b>Capacidad de Producción de las máquinas</b>			
	Extrusora (tapas)	25000	piezas/ hora
	Termoformadora (tapas)	7000	piezas/ hora
	Impresora (tapas)	12000	piezas/ hora
<b>Número de máquinas para la producción</b>			
	Extrusora	1	
	Termoformadora	2	
	Impresora	1	

**Autores:** Oswaldo Castillo y Benito Vélez

El balance de líneas determina el número de máquinas necesarias para satisfacer la demanda actual de la empresa.

Al realizar el balance de líneas se calcula la tasa de producción por jornada de trabajo y el tiempo estándar permitido por operación para determinar el número total de máquinas necesarias.

La tasa de producción por jornada de trabajo se calcula dividiendo la tasa de producción deseada diaria, para el número de horas de trabajo diario. Como sigue:

$$Tasa\ de\ producción\ por\ jornada\ de\ trabajo = \frac{250.000\ tapas}{16\ horas}$$

$$Tasa\ de\ producción\ por\ jornada\ de\ trabajo = 15.625 \frac{tapas}{horas}$$

Para el análisis se calcula la tasa de producción para cada proceso en un batch, considerando el tiempo que tarda en realizarlo y el número de piezas producidas en este tiempo. A continuación se muestra el valor obtenido:

**TABLA 29**

**HORAS ESTÁNDAR PARA CADA PROCESO**

$\Sigma$ H.E	Horas estandar		
1	Extrusora	0,0000502	hora/pieza
2	Termoformadora	0,0001751	hora/pieza
3	Impresora	0,0001000	hora/pieza

**Autores:** Oswaldo Castillo y Benito Vélez

Luego se obtiene el número de horas estándar en el proceso de producción de tapas:

$$\Sigma H.E.P. = (0,0000502 + 0,0001751 + 0,0001000) \text{ horas/pieza}$$

$$\Sigma H.E.P. = 0,0003253 \text{ horas/pieza}$$

Con las horas estándar permitidas y la tasa de producción por jornada de trabajo, se calcula los centros de trabajos que permite alcanzar la demanda.

$$N = (15.625 \text{ tapas/horas}) (0,0003253 \text{ horas/tapas})$$

$$N = 5,350 \text{ centros de trabajo en la producción}$$

Luego, se determina el número de centros de trabajo que se necesitan para cada proceso, dividiendo el tiempo estándar de cada proceso por el tiempo que se tarda en producir una unidad.

$$\text{Tiempo q se debe producir una unidad} = \frac{16 \text{ horas}}{250000 \text{ piezas}}$$

$$\text{Tiempo q se debe producir una unidad} = 0,00006 \text{ horas/piezas}$$

La tabla siguiente muestra el cálculo realizado para cada uno de los procesos:

**TABLA 30**  
**NÚMERO DE MÁQUINAS REQUERIDAS POR PROCESO**

Número de centros de trabajo		
Máquina	horas/unidad	N° de centros de trabajo
Extrusora	0,78	1
Termoformadora	2,74	3
Impresora	1,56	1,5

**Autores:** Oswaldo Castillo y Benito Vélez

En la Tabla 30 se determina el número de centros de trabajo para cada proceso necesarios para cumplir con la demanda diaria planteada.

### **Balance de línea de envases**

Para el balance de línea se cuenta con la siguiente información:

**TABLA 31**  
**DATOS PARA REALIZAR EL BALANCE DE LÍNEA EN LA FABRICACIÓN**  
**DE ENVASES**

	Datos	Valor	Unidad
R	Tasa deseada de producción diaria	250.000	piezas
J	Horas de trabajo al día	16	horas
E	Porcentaje de eficiencia deseada	65%	Porcentaje
	<b>Capacidad de Producción de las máquinas</b>		
	Extrusora (envases)	9000	piezas/ hora
	Termoformadora (envases)	3500	piezas/ hora
	Impresora (envases)	10000	piezas/ hora
	<b>Número de máquinas para la producción</b>		
	Extrusora	1	
	Termoformado	3	
	Impresión	1	

**Autores:** Oswaldo Castillo y Benito Vélez

El balance de líneas determina el número de máquinas necesarias para satisfacer la demanda actual de la empresa.

Al realizar el balance de líneas se calcula la tasa de producción por jornada de trabajo y el tiempo estándar permitido por operación para determinar el número total de máquinas necesarias.

La tasa de producción por jornada de trabajo, se calcula dividiendo la tasa de producción deseada diaria, para el número de horas de trabajo diario. Como sigue:

$$Tasa\ de\ producción\ por\ jornada\ de\ trabajo = \frac{250.000\ tapas}{16\ horas}$$

$$Tasa\ de\ producción\ por\ jornada\ de\ trabajo = 15.625 \frac{tapas}{horas}$$

Para el análisis se calcula la tasa de producción para cada proceso en un batch, considerando el tiempo que tarda en realizarlo y el número de piezas producidas en este tiempo. A continuación se muestra el valor obtenido:

**TABLA 32**  
**HORAS ESTANDAR PARA CADA PROCESO**

$\Sigma H.E$	Horas estandar		
1	Extrusora	0,0000821	hora/pieza
2	Termoformado	0,0002862	hora/pieza
3	Impresión	0,0000788	hora/pieza

**Autores:** Oswaldo Castillo y Benito Vélez

Luego se obtiene el número de horas estándar en el proceso de producción de tapas.

$$\Sigma H.E.P. = (0,0000821 + 0,0002862 + 0,0000788) \text{ horas/pieza}$$

$$\Sigma H.E.P. = 0,0004705 \text{ horas/pieza}$$

Con las horas estándar permitidas y la tasa de producción por jornada de trabajo, se calcula los centros de trabajos que permite alcanzar la demanda.

$$N = (15.625 \text{ tapas/horas}) (0,0004705 \text{ horas/tapas})$$

$$N = 7,352 \text{ centros de trabajo en la producción}$$

Luego, se determina el número de centros de trabajo que se necesitan para cada proceso, dividiendo el tiempo estándar de cada proceso por el tiempo que se tarda en producir una unidad.

$$\text{Tiempo } q \text{ se debe producir una unidad} = \frac{16 \text{ horas}}{250000 \text{ piezas}}$$

$$\text{Tiempo } q \text{ se debe producir una unidad} = 0,00006 \text{ horas/piezas}$$

La tabla siguiente muestra el cálculo realizado para cada uno de los procesos:

**TABLA 33**  
**NÚMERO DE MÁQUINAS REQUERIDAS POR PROCESO**

Número de centros de trabajo		
Máquina	horas/unidad	N° de centros de trabajo
Extrusora	1,28	1,5
Termoformado	4,47	4,5
Impresión	1,23	1,5

**Autores:** Oswaldo Castillo y Benito Vélez

En la Tabla 33 se determina el número de centros de trabajo para cada proceso necesarios para cumplir con la demanda diaria planteada.

### **3.2.5 Cálculo de la Eficiencia**

#### **Eficiencia Global Extrusión**

El OEE o Eficiencia Global de los Equipos, es un indicador que permite medir la eficiencia en el proceso de extrusión, es decir conocer la capacidad actual del proceso.

El análisis se empieza determinando los tiempos en pérdidas del proceso, relacionados con los tres grandes grupos de pérdidas por disponibilidad, rendimiento y calidad.

Para la obtención de los datos se realiza un muestreo en el proceso durante una semana, considerando una jornada de trabajo de 8 horas por día.

**TABLA 34**  
**DISPONIBILIDAD PROMEDIO EN EXTRUSIÓN**

DISPONIBILIDAD						
Semana de muestreo		Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
Tiempo de funcionamiento (min)		480	480	480	480	480
Pérdidas Planificadas (min)	Pérdida por mantenimiento	30	60	0	70	60
	Pérdida cambios útiles y preparación					
	Pérdida por cambio de producto					
Pérdidas No Planificadas (min)	Pérdida avería mecánica	55	40	45	80	75
	Pérdida por faltas de material					
	Pérdida avería eléctrica					
	Pérdida por absentismo					
<b>Total Pérdidas (min)</b>		85	100	45	150	135
Tiempo de operación (min)		395	380	435	330	345
Disponibilidad (%)		<b>82,29%</b>	<b>79,17%</b>	<b>90,63%</b>	<b>68,75%</b>	<b>71,88%</b>
<i>Pérdidas por Disponibilidad promedio por semana (%)</i>				<b>78,54%</b>		
<i>Pérdidas Planificadas y no Planificadas (min)</i>				<b>515,00</b>		

**Autores:** Oswaldo Castillo y Benito Vélez

En la Tabla 34 se determina que la pérdida de tiempo por disponibilidad es de 515 min (8,58 horas).

**TABLA 35**  
**RENDIMIENTO PROMEDIO EN EXTRUSIÓN**

RENDIMIENTO						
Semana de muestreo		Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
Tiempo de operación (min)		395	380	435	330	345
Pérdidas por Rendimiento (min)	Pérdidas por Microparadas	90	65	48	75	110
	Pérdida ineficiencia operarios					
	Pérdida mala alimentación					
	Pérdida ineficiencia máquina					
	Pérdida por marcha en vacío					
<b>Pérdidas extras por Rendimiento (%)</b>		<b>15%</b>				
Tiempo neto de operación (min)		259,25	267,75	328,95	216,75	199,75
Rendimiento (%)		<b>65,63%</b>	<b>70,46%</b>	<b>75,62%</b>	<b>65,68%</b>	<b>57,90%</b>
<i>Pérdidas por Rendimiento promedio por semana (%)</i>				<b>67,06%</b>		
<i>Pérdidas por Velocidad (min)</i>				<b>135,75</b>		

**Autores:** Oswaldo Castillo y Benito Vélez

En la Tabla 35 se determina que la pérdida de tiempo por rendimiento es de 135,75 min (2,26 horas).

**TABLA 36**  
**CALIDAD PROMEDIO EN EXTRUSIÓN**

CALIDAD					
Semana de muestreo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
Tiempo neto de operación (min)	259,25	267,75	328,95	216,75	199,75
Pérdidas por Calidad (min)	Pérdida por piezas reprocesadas Pérdida por mermas Pérdida por puesta en marcha				
	10	8	9	15	6
Pérdidas extras por Calidad (%)	2%				
Tiempo neto de operación (min)	211,86	220,79	271,96	171,49	164,69
Calidad (%)	<b>81,72%</b>	<b>82,46%</b>	<b>82,67%</b>	<b>79,12%</b>	<b>82,45%</b>
Pérdidas por Calidad promedio por semana (%)	<b>81,68%</b>				
Pérdidas por Calidad (min)	<b>14,99</b>				

**Autores:** Oswaldo Castillo y Benito Vélez

En la Tabla 36 se determina que la pérdida de tiempo por calidad es de 14,99 min (0,25 horas).

En la Tabla 37 muestra el valor obtenido de OEE en el proceso de extrusión.

**TABLA 37**  
**CÁLCULO DE OEE DEL PROCESO DE EXTRUSIÓN**

CALCULO DE OEE EXTRUSIÓN	
DISPONIBILIDAD	78,54%
RENDIMIENTO	67,06%
CALIDAD	81,68%
<b>OEE</b>	<b>43,02%</b>

**Autores:** Oswaldo Castillo y Benito Vélez

### Eficiencia Global Termoformado

El OEE o Eficiencia Global de los Equipos, es un indicador que permite medir la eficiencia con la que se trabaja en el proceso de termoformado.

El análisis se empieza determinando los tiempos en pérdidas del proceso, relacionados con los tres grandes grupos de pérdidas por disponibilidad, rendimiento y calidad.

Para la obtención de los datos se realiza un muestreo en el proceso durante una semana, considerando una jornada de trabajo de 8 horas por día.

**TABLA 38**  
**DISPONIBILIDAD PROMEDIO EN TERMOFORMADO**

DISPONIBILIDAD						
Semana de muestreo		Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
Tiempo de funcionamiento (min)		480	480	480	480	480
Pérdidas Planificadas (min)	Pérdida por mantenimiento Pérdida cambios útiles y preparación Pérdida por cambio de producto	25	45	0	50	30
Pérdidas No Planificadas (min)	Pérdida avería mecánica Pérdida por faltas de material Pérdida avería eléctrica Pérdida por absentismo	60	120	80	65	110
<b>Total Pérdidas (min)</b>		85	165	80	115	140
<b>Tiempo de operación (min)</b>		395	315	400	365	340
<b>Disponibilidad (%)</b>		<b>82,29%</b>	<b>65,63%</b>	<b>83,33%</b>	<b>76,04%</b>	<b>70,83%</b>
<i>Pérdidas por Disponibilidad promedio por semana (%)</i>		<b>75,63%</b>				
<i>Pérdidas Planificadas y no Planificadas (min)</i>		<b>585,00</b>				

**Autores:** Oswaldo Castillo y Benito Vélez

En la Tabla 38 se determina que la pérdida de tiempo por disponibilidad es de 585 min (9,75 horas).

**TABLA 39**  
**RENDIMIENTO PROMEDIO EN TERMOFORMADO**

RENDIMIENTO					
Semana de muestreo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
Tiempo de operación (min)	395	315	400	365	340
Pérdidas por Rendimiento (min)	49	60	95	75	90
	Pérdidas por Microparadas Pérdida ineficiencia operarios Pérdida mala alimentación Pérdida ineficiencia máquina Pérdida por marcha en vacío				
Pérdidas extras por Rendimiento (%)	15%				
Tiempo neto de operación (min)	294,10	216,75	259,25	246,50	212,50
Rendimiento (%)	74,46%	68,81%	64,81%	67,53%	62,50%
Pérdidas por Rendimiento promedio por semana (%)	67,62%				
Pérdidas por Velocidad (min)	100,90				

**Autores:** Oswaldo Castillo y Benito Vélez

En la Tabla 39 se determina que la pérdida de tiempo por rendimiento es de 100,90 min (1,68 horas).

**TABLA 40**  
**CALIDAD PROMEDIO EN TERMOFORMADO**

CALIDAD					
Semana de muestreo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
Tiempo neto de operación (min)	294,10	216,75	259,25	246,50	212,50
Pérdidas por Calidad (min)	5	8	9	15	6
	Pérdida por piezas reprocesadas Pérdida por mermas Pérdida por puesta en marcha				
Pérdidas extras por Calidad (%)	2%				
Tiempo neto de operación (min)	245,74	177,44	212,71	196,78	175,53
Calidad (%)	83,55%	81,86%	82,05%	79,83%	82,60%
Pérdidas por Calidad promedio por semana (%)	81,98%				
Pérdidas por Calidad (min)	10,78				

**Autores:** Oswaldo Castillo y Benito Vélez

En la Tabla 40 se determina que la pérdida de tiempo por calidad es de 10,78 min (0,18 horas).

En la Tabla 41 muestra el valor obtenido de OEE en el proceso de termoformado.

**TABLA 41**  
**CÁLCULO DE OEE DEL PROCESO DE TERMOFORMADO**

<b>CALCULO DE OEE TERMOFORMADO</b>	
DISPONIBILIDAD	75,63%
RENDIMIENTO	67,62%
CALIDAD	81,98%
<b>OEE</b>	<b>41,92%</b>

**Autores:** Oswaldo Castillo y Benito Vélez

### **Eficiencia Global Impresión**

El OEE o Eficiencia Global de los Equipos, es un indicador que permitirá medir la eficiencia con la que trabaja en el proceso de impresión.

El análisis se empieza determinando los tiempos en pérdidas del proceso, relacionados con los tres grandes grupos de pérdidas por disponibilidad, rendimiento y calidad.

Para la obtención de los datos se realiza un muestreo en el proceso durante una semana, considerando una jornada de trabajo de 8 horas por día.

**TABLA 42**  
**DISPONIBILIDAD PROMEDIO EN IMPRESIÓN**

DISPONIBILIDAD						
Semana de muestreo		Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
Tiempo de funcionamiento (min)		480	480	480	480	480
Pérdidas Planificadas (min)	Pérdida por mantenimiento					
	Pérdida cambios útiles y preparación	0	45	0	50	65
	Pérdida por cambio de producto					
Pérdidas No Planificadas (min)	Pérdida avería mecánica					
	Pérdida por faltas de material	85	120	50	0	0
	Pérdida avería eléctrica					
	Pérdida por absentismo					
<b>Total Pérdidas (min)</b>		85	165	50	50	65
<b>Tiempo de operación (min)</b>		395	315	430	430	415
<b>Disponibilidad (%)</b>		<b>82,29%</b>	<b>65,63%</b>	<b>89,58%</b>	<b>89,58%</b>	<b>86,46%</b>
<i>Pérdidas por Disponibilidad promedio por semana (%)</i>				<b>82,71%</b>		
<i>Pérdidas Planificadas y no Planificadas (min)</i>				<b>415,00</b>		

**Autores:** Oswaldo Castillo y Benito Vélez

En la Tabla 42 se determina que la pérdida de tiempo por disponibilidad es de 415 min (6,92 horas).

**TABLA 43**  
**RENDIMIENTO PROMEDIO EN IMPRESIÓN**

RENDIMIENTO						
Semana de muestreo		Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
Tiempo de operación (min)		395	315	430	430	415
Pérdidas por Rendimiento (min)	Pérdidas por Microparadas					
	Pérdida ineficiencia operarios					
	Pérdida mala alimentación	85	70	48	75	70
	Pérdida ineficiencia máquina					
	Pérdida por marcha en vacío					
<b>Pérdidas extras por Rendimiento (%)</b>		15%				
<b>Tiempo neto de operación (min)</b>		263,50	208,25	324,70	301,75	293,25
<b>Rendimiento (%)</b>		<b>66,71%</b>	<b>66,11%</b>	<b>75,51%</b>	<b>70,17%</b>	<b>70,66%</b>
<i>Pérdidas por Rendimiento promedio por semana (%)</i>				<b>69,83%</b>		
<i>Pérdidas por Velocidad (min)</i>				<b>131,50</b>		

**Autores:** Oswaldo Castillo y Benito Vélez

En la Tabla 43 se determina que la pérdida de tiempo por rendimiento es de 131,50 min (2,19 horas).

**TABLA 44**

**CALIDAD PROMEDIO EN IMPRESIÓN**

CALIDAD						
Semana de muestreo		Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
Tiempo neto de operación (min)		263,50	208,25	324,70	301,75	293,25
Pérdidas por Calidad (min)	Pérdida por piezas reprocesadas	8	8	9	12	6
	Pérdida por mermas					
	Pérdida por puesta en marcha					
Pérdidas extras por Calidad (%)		2%				
Tiempo neto de operación (min)		217,18	170,21	268,35	246,29	244,16
Calidad (%)		<b>82,42%</b>	<b>81,73%</b>	<b>82,64%</b>	<b>81,62%</b>	<b>83,26%</b>
Pérdidas por Calidad promedio por semana (%)		<b>82,34%</b>				
Pérdidas por Calidad (min)		<b>13,11</b>				

**Autores:** Oswaldo Castillo y Benito Vélez

En la Tabla 44 se determina que la pérdida de tiempo por rendimiento es de 13,11 min (0,22 horas).

En la Tabla 45 muestra el valor obtenido de OEE en el proceso de impresión.

**TABLA 45**

**CÁLCULO DE OEE DEL PROCESO DE IMPRESIÓN**

CALCULO DE OEE IMPRESIÓN	
DISPONIBILIDAD	69,83%
RENDIMIENTO	69,83%
CALIDAD	82,34%
<b>OEE</b>	<b>47,56%</b>

**Autores:** Oswaldo Castillo y Benito Vélez

### 3.2.6 Cálculo de la capacidad de la planta

Una vez realizado el balance de líneas se procede a realizar el cálculo de capacidad de la planta.

#### Cálculo de la capacidad del centro de trabajo tapas.

Para realizar el cálculo de capacidad del centro de trabajo de tapas se tiene que tomar en cuenta el proceso más lento de fabricación el cual se determina, dividiendo el número de centros de trabajo por el tiempo estándar de cada proceso.

La Tabla 46 muestra los resultados obtenidos:

**TABLA 46**  
**OPERACIÓN MÁS LENTA EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE**  
**TAPAS**

<b>Determinación de la operación mas lenta</b>		
Máquina	horas /unidad	
Extrusora	0,0000502	
Termoformadora	0,0000584	
Impresora	0,0000667	<b>Operación más lenta</b>

**Autores:** Oswaldo Castillo y Benito Vélez

La capacidad total de producción es limitada por la operación más lenta, de acuerdo a la tabla anterior es el proceso de impresión:

Dónde:

$$\text{Producción real de la línea} = \frac{1,5}{0,0001000 \text{ horas/tapas}}$$

$$\text{Producción real de la línea} = 15.000 \text{ piezas/horas}$$

Tomando en cuenta que las horas de trabajo al día son de 16 horas, multiplicamos la producción real de la línea por las horas de cada jornada, se tiene:

$$15.000 (16) = 240.000 \text{ piezas/jornada.}$$

Entonces la capacidad real de producción luego del balance de líneas es 240.000 piezas/jornada.

### **Cálculo de la capacidad del centro de trabajo envases**

Para realizar el cálculo de la capacidad del centro de trabajo de envases se tiene que tomar en cuenta el proceso más lento de fabricación, el cual se determina dividiendo el número de máquinas por el tiempo estándar de cada proceso.

La Tabla 47 muestra los resultados obtenidos:

**TABLA 47**  
**OPERACIÓN MÁS LENTA EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE**  
**ENVASES**

Determinación de la operación mas lenta		
Máquina	min /unidad	
Extrusora	0,0000547	
Termoformadora	0,0000636	<b>Operación más lenta</b>
Impresora	0,0000525	

**Autores:** Oswaldo Castillo y Benito Vélez

La capacidad total de producción es limitada por la operación más lenta, de acuerdo a la tabla anterior es el proceso de termoformado.

Dónde:

$$\text{Producción real de la línea} = \frac{4,5}{0,0000636 \text{ horas/tapas}}$$

$$\text{Producción real de la línea} = 15.726 \text{ envases/horas}$$

Tomando en cuenta que las horas de trabajo al día son de 16 horas, se multiplica la producción real de la línea por las horas de cada jornada se tiene:

$$15.726 (16) = 251.613 \text{ piezas/jornada.}$$

Entonces la capacidad real de producción luego del balance de líneas es 251.613 piezas/jornada.

### **3.2.7 Cálculo del rendimiento de la planta**

#### **Cálculo de rendimiento del proceso de tapas**

El rendimiento de la planta se calcula con la demanda diaria planteada por la capacidad de la planta, una vez balanceada la línea.

Dónde:

$$\text{Rendimiento de la planta} = \frac{240.000}{250.000} * 100$$

$$\text{Rendimiento de la planta} = 96 \%$$

Para poder obtener un buen rendimiento de la planta es necesario distribuir las máquinas y turnos de acuerdo al balance de líneas realizado. Además, se necesita mejorar la eficiencia global del equipo para cumplir con la demanda de la empresa. Se debe considerar, los cálculos se realizaron considerando una eficiencia de equipos del 95 %.

### **Cálculo de rendimiento del proceso de envases**

El rendimiento de la planta se calcula con la demanda diaria planteada por la capacidad de la planta, una vez balanceada la línea.

Dónde:

$$\text{Rendimiento de la planta} = \frac{251.613}{250.000} * 100$$

$$\text{Rendimiento de la planta} = 100 \%$$

Para poder obtener un buen rendimiento de la planta es necesario distribuir las máquinas y turnos de acuerdo al balance de líneas realizado. Además, se necesita mejorar la eficiencia global del equipo para cumplir con la demanda de la empresa. Se debe considerar, los cálculos se realizaron considerando una eficiencia de equipos del 95 %.

#### **3.2.8 Auditorías de calidad**

En la compañía no existe un sistema de gestión de calidad como tal; sin embargo se realizan auditorías internas por el gerente de producción, en el que esperan comprobar si sus procedimientos se están realizando de una manera eficiente y si los productos están siendo elaborados de una buena calidad.

No existe una cultura para implementar un sistema de gestión de calidad, que se aplique globalmente en toda la organización; lo que se realiza es una inspección para controlar los procesos y para verificar la calidad o satisfacción del producto que se desea.

# CAPÍTULO 4

## 4. PROPUESTA DE MEJORA DE LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN EN LA PLANTA

### 4.1 Diagnóstico

De acuerdo a lo realizado en el capítulo 3, se puede notar que existen deficiencias en los procesos; sin embargo también se observa oportunidades de mejora en cada uno de los procesos de la planta.

Con este análisis se realiza la propuesta de mejora continua, con el propósito de obtener una eficiencia que le permita a la compañía ser competitiva en el mercado, mejorando y optimizando los procedimientos de acuerdo a las normativas de calidad ISO.

Se realiza un balance de línea considerando un porcentaje de eficiencia del 65%, el cual se espera alcanzar con las propuestas e implementación de mejoras.

## 4.2 Análisis del proceso

### 4.2.1 Proceso de extrusión

Las condiciones necesarias para obtener una lámina de buena calidad son las siguientes:

- Control de Calibre.- Es un factor clave en la fabricación de la lámina para su posterior termoformado, pues obtener siempre una lámina del mismo calibre permite obtener un proceso estable en la parte de formado y garantiza producir piezas regulares en cuanto a espesores de pared y peso.

Una buena aproximación para la apertura del dado es abrir el dado entre 5 y 10% más del espesor de la lámina esperada y para corregir esto se acostumbra tener los rodillos con una apertura entre el 3 y el 5% por debajo del espesor de la lámina esperada. Estas aperturas garantizan la formación de un cordón estable y de buen tamaño.

Un cordón demasiado grueso produce exceso de orientación en la lámina, así como el levantamiento de los cilindros ocasionando pérdida del calibre y traqueteo de los rodillos. Un cordón demasiado fino perjudica la apariencia de la lámina produciendo bajo brillo en algunos sectores de la lámina.

Para garantizar la apertura de los rodillos se usan presiones entre 650 y 1100 Kpa.

- Control de halado.- El halado de la lámina para su embobinado ocasiona una orientación en sentido de máquina, lo cual puede causar en el momento del formado de las piezas contracciones diferenciales afectando la estabilidad dimensional del producto terminado. Esto se controla con la velocidad del halado buscando que la lámina no este excesivamente tensionada.
- Temperatura de masa fundida.- Por lo general se aconsejan perfiles de extrusión ascendentes o planos dependiendo de los equipos. Las temperaturas de extrusión recomendadas varían entre 220 y 240 °C con temperaturas en el dado de 210 a 230°C.
- Temperatura de los rodillos de la calandra.- Los rodillos son los encargados del enfriamiento de la lámina. Este enfriamiento se realiza de manera progresiva para evitar problemas de orientación. Por lo general se recomiendan temperaturas entre los 40 y los 70°C. Pero hay que recordar que entre más fríos los rodillos se produce mayor orientación.

El control de calibre se ajusta manteniendo una apertura del dado, una velocidad de extrusión y una presión en los rodillos de la calandra constantes.

#### **4.2.1.1 Procedimiento de operación**

Empieza con la orden de trabajo que la emite el gerente de producción de acuerdo a lo que el cliente ha solicitado, luego se la entrega al supervisor de turno.

El supervisor analiza el requerimiento y coordina el personal necesario para la producción, así como los turnos requeridos para cumplir con la demanda.

Luego elabora una orden de producción en donde se detalla la cantidad de producto, especificación de la materia prima y dimensiones, la misma que es entregada a los operadores.

Después empieza la producción, la cual se encuentra detallada en los diagramas de procesos, en los que se plantean las mejoras para optimizar los tiempos en los procesos.

### 4.2.1.2 Diagrama de flujo del proceso de extrusión propuesto

**TABLA 48**

#### DIAGRAMA DE OPERACIÓN DE EXTRUSIÓN PROPUESTO

DIAGRAMA DE OPERACIÓN DE EXTRUSIÓN PROPUESTO						
Descripción del Proceso	Tiempo (min)	○	◻	◻	➡	▽
Almacen Materia Prima.						
Selección y medición de materia prima a utilizar.	3,00					
Transporte Materia Prima de bodega a Zona Mezcla.	3,00					
Mezcla y homegenización de diferentes Materias primas de acuerdo la formulación requerida.	13,00					
Alimentación y Revisión de la Tolva Extrusión.	15,00					
Configuración de parámetros de la Extrusora.	4,00					
Purga Inicial en la Máquina.	8,00					
Proceso de Extrusión Batch 600 kg.	100,00					
Inspección, corte, desmontaje y pesaje de bobina.	10,00					
Etiquetado de bobina Extruida.	2,50					
Traslado de bobina extruida a Zona de almacenamiento de Producto Extruido.	5,00					
Almacenamiento bobina extruida.	3,00					
RESUMEN DEL PROCESO						
		○	◻	◻	➡	▽
		OPERACIÓN	COMBINADA	INSPECCIÓN	TRANSPORTE	ALMACENAJE
CANTIDAD DE OPERACIONES		5,00	2,00	1,00	2,00	2,00
TIEMPO TOTAL POR PROCESO (MIN)		127,50	25,00	3,00	8,00	3,00
TIEMPO TOTAL DEL PROCESO DE EXTRUSIÓN (HR)		2,78				

Elaborado por: Oswaldo Castillo y Benito Vélez.

**TABLA 49**  
**MEJORAS PROPUESTAS PARA EL PROCESO DE EXTRUSIÓN**

<b>MEJORAS PROPUESTAS PARA EL PROCESO DE EXTRUSIÓN</b>		
<b>Descripción del Proceso</b>	<b>Tiempo Actual (min)</b>	<b>Descripción de mejora propuesta</b>
<i>Almacen Materia Prima.</i>		
<i>Selección y medición de materia prima a utilizar.</i>	5,41	<i>Se realiza una mejor distribución de la materia prima en el almacén, se crean ubicaciones con códigos para poder identificar la materia prima de forma más rápida y eficiente.</i>
<i>Transporte Materia Prima de bodega a Zona Mezcla.</i>	4,01	<i>Se reduce el tiempo de movilización de la materia prima con la creación de una ruta específica libre de obstáculos.</i>
<i>Mezcla y homogenización de diferentes Materias primas de acuerdo la formulación requerida.</i>	23,38	<i>Se instruye a los operadores para que realicen estas actividades de manera conjunta en todo el proceso de mezcla y homogenización.</i>
<i>Alimentación y Revisión de la Tolva Extrusión.</i>	26,05	<i>Se realiza una acción combinada, se solicitó a un operario realice la alimentación a la tolva y al mismo tiempo que otro operador revise el llenado de la misma.</i>
<i>Configuración de parámetros de la Extrusora.</i>	8,79	<i>Se implementa una homologación de las resinas, por medio de la calificación de los proveedores. Con esto se creó una hoja de configuración modelo, para cada una de las resinas aprobadas que tiene mayor peso en nuestra mezcla.</i>
<i>Purga Inicial en la Máquina.</i>	10,26	<i>Se aplican aditivos que ayudan a desprender las impurezas del tornillo y el barril de extrusión</i>
<i>Proceso de Extrusión Batch 600 kg.</i>	120,00	<i>Con la implementación del programa de mantenimiento preventivo y capacitación del personal se reducen las paradas y/o material defectuoso en el proceso.</i>
<i>Inspección, corte, desmontaje y pesaje de bobina.</i>	17,80	<i>Se instruye a los operadores para que realicen estas actividades de manera simultánea y coordinada.</i>
<i>Etiquetado de bobina Extruida.</i>	3,89	<i>El etiquetado se realiza con una máquina etiquetadora para facilitar esta acción.</i>
<i>Traslado de bobina extruida a Zona de almacenamiento de Producto Extruido.</i>	8,77	<i>Se reduce el tiempo de movilización de la materia prima con la creación de una ruta específica libre de obstáculos.</i>
<i>Almacenamiento bobina extruida.</i>	4,51	<i>Se mejora la organización y ubicación de las bobinas</i>

**Elaborado por: Oswaldo Castillo y Benito Vélez.**

Como se observa en la Tabla 49 se plantean propuestas de mejora para reducir los tiempos de cada actividad en el proceso de extrusión, ya que existen algunas que se realizan de manera simultánea, así como también se elaboran procedimientos que permiten realizar las diferentes actividades de mejor manera y en el tiempo más corto.

#### **4.2.1.3 Preparación y arranque de la máquina de la extrusión**

En el arranque de la máquina de extrusión se empieza conectando el interruptor principal del tablero de mando y los interruptores de las zonas de calentamiento de la extrusora y cabezal.

A continuación se ajusta la temperatura de las zonas de calentamiento de la extrusora por medio de sus reguladores de acuerdo a la materia prima utilizada. También se ajusta la temperatura de las zonas de calentamiento del cabezal por medio de sus reguladores. Simultáneamente, se inicia con la circulación del agua, a la caja de refrigeración de la camisa debajo de la tolva de alimentación.

Una vez que los indicadores de temperatura alcancen los valores especificados, se ajusta el regulador de velocidad del motor

principal a la velocidad mínima y se conecta. Si existen residuos de la operación anterior en la extrusora después de que la temperatura alcanza el valor especificado, se espera hasta que la resina esté completamente fundida, aproximadamente 30 minutos, antes de conectar el interruptor.

No se debe arrancar el motor principal con la máquina fría, ya que la resina fría (no fundida) en el interior de la extrusora puede ocasionar serios daños al equipo.

Se constata que la materia prima con la formulación correcta, se encuentre en la tolva de alimentación de la extrusora.

Luego empieza a salir una lámina por el dado, la cual se traslada manualmente por dos operarios hacia el juego de tres rodillos de enfriamiento.

Con los rodillos enfriadores se le da el espesor final a la lámina, mediante la regulación de apertura o abertura tanto en el dado, como en el espaciamiento entre los tres rodillos; un operador se encarga de ir midiendo con un micrómetro el espesor de la lámina y luego ir regulando las aberturas, de acuerdo al espesor requerido.

Posteriormente se traslada la lámina hacia los rodillos secundarios que son los que conducen la lámina extruida hacia la bobina, en estos rodillos secundarios se fijan dos cuchillas que cortan los bordes de la lámina, en estos bordes no se puede controlar el espesor ni las características de la lámina.

Los operarios también cortan la lámina que inicialmente es extruida, ya que ésta siempre sale con imperfecciones, a parte que se realiza el procedimiento de purga, en el que salen restos de material quemado o de formulaciones anteriores según sea el caso. Este material se lo introduce a un pequeño molino donde se recupera el material en la mayor cantidad posible.

#### **4.2.1.4 Ajustes y cambio de los moldes de extrusión**

El ajuste de los moldes de extrusión se realiza con la extrusora parada y preferentemente con la camisa (túnel) vacía.

Para apagar la extrusora se empieza con la reducción de la velocidad del motor principal, posteriormente se apaga el motor principal siempre y cuando no haya quedado resina en el tornillo, luego se apagan todas las zonas de calentamiento de la extrusora y se desconectan todas las zonas de calentamiento del cabezal.

Nunca se apaga la máquina si todavía hay resina en el tornillo, esto ocasiona el trabado del mismo.

Una vez que la máquina está apagada en su totalidad se realiza el retiro del cabezal o matriz. Es muy importante tener en cuenta que en la manipulación de estos componentes se debe tener mucho cuidado, debido a que están constituidos por piezas de alta precisión, no pueden ser golpeados, rayados o dañados.

Para el retiro del cabezal se aflojan los pernos de fijación y las arandelas, para luego colocar el nuevo cabezal, de acuerdo al producto final requerido. Se debe tener en cuenta, que los pernos deben ser ajustados con un torquímetro, de acuerdo a lo establecido por el fabricante.

Los componentes del cabezal tienen que ser limpiados de la siguiente manera antes de su almacenamiento en bodega.

- Retirar la resina adherida a la pieza usando guantes aislantes.
- Raspar la resina restante usando una lámina de cobre o latón con la ayuda de grasa de silicona.
- Usar esponja o cepillo de cobre o latón para terminar la limpieza.

- Finalmente utilizar grasa de silicona para lubricar las partes.

#### 4.2.1.5 Cuantificación de la mezcla de materia prima

**TABLA 50**

#### **MEZCLAS DE MATERIAS PRIMAS DE EXTRUSIÓN**

<b>Características de Materia Prima en el Proceso de Extrusión</b>		
<b>Tipo de Resina</b>	<b>Código</b>	<b>% Formulación</b>
Polipropileno Homopolimero	03H82NA-TAR	44,00%
Polipropileno Copolimero de Impacto	01C25	14,00%
Talco	200-5BL	38,00%
Aditivo Antiestático	745-4 AS	1,50%
Masterbatch Blanco	50 % Dióxido de Titanio	2,50%

**Elaborado por:** Oswaldo Castillo y Benito Vélez.

La cuantificación de la materia prima de la Tabla 50, se observa el tipo de resina utilizada, así como los códigos del proveedor principal de la compañía; también se detalla los porcentajes de formulación de cada uno de los componentes, el mismo que se ha determinado de acuerdo a pruebas de calidad realizadas a los envases.

#### 4.2.2 Proceso de termoformado

En el proceso termoformado se utiliza como materia prima la lámina extruida, la misma que se calienta y se transforma de manera

estable. A continuación se explica los pasos del termoformado que deben emplear en la empresa:

**Alimentación y sujeción:** Se alimenta la lámina a la máquina termoformadora con un sistema de sujeción.

**Calentamiento:** Se calienta a un rango de temperatura determinado, dependiendo del tipo de material que este fabricada la lámina, para el polipropileno la temperatura oscila entre 155°C a 170°C.

**Estiramiento y formación:** Se estira la lámina caliente contra la superficie de un molde y forma el producto.

**Enfriamiento y Corte:** La lámina permanece en la superficie del molde que está a una temperatura menor, hasta que el plástico tome la forma deseada y la retenga (enfriamiento). Luego se retira la lámina con la forma del molde y se corta el exceso de plástico (Throne a1).

**Apilado:** Se recoge y almacena el producto termoformado de tal modo que no se dañe.

#### **4.2.2.1 Procedimiento de operación**

Empieza con la orden de trabajo que la emite el gerente de producción, de acuerdo a lo que el cliente ha solicitado, luego se la entrega al supervisor de turno, este analiza el requerimiento y coordina el personal necesario para la producción, así como los turnos requeridos para cumplir con la demanda.

El supervisor elabora una orden de producción en donde se detalla la cantidad de producto, molde a utilizar, el mismo que viene dado de acuerdo al envase final que se requiere. Esta orden es entregada a los operadores para que empiecen con la preparación de la máquina y posterior termoformado.

La producción de termoformado se encuentra detallada en el diagrama de procesos a continuación presentado, en los que se plantean las mejoras para optimizar los tiempos.

#### 4.2.2.2 Diagrama de flujo del proceso de termoformado propuesto

**TABLA 51**  
**DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE TERMOFORMADO**  
**PROPUESTO**

DIAGRAMA DE OPERACIÓN DE TERMOFORMADO PROPUESTO						
Descripción del Proceso	Tiempo (min)	○	◻	⇒	▽	
Almacen de producto extruido					●	
Selección de bobina a termoformar de acuerdo a la OT.	4,00	●				
Transporte de la bobina desde el almacen de producto extruido hasta la zona de termoformado y montaje en la termoformadora.	6,00		●			
Configuración de parámetros de la termoformadora.	12,00	●				
Proceso de Termoformado Batch 150 kg.	60,00	●				
Inspección y Recopilado de producto Termoformado.	30,00		●			
Empaque producto termoformado	12,00	●				
Etiquetado de los empaques	4,00	●				
Traslado de Empaques Termoformados a Zona de almacenamiento de Producto	5,00			●		
Almacenamiento de Producto Termoformado	4,00				●	
RESUMEN DEL PROCESO						
		○	◻	⇒	▽	
		OPERACIÓN	COMBINADA	INSPECCIÓN	TRANSPORTE	ALMACENAJE
CANTIDAD DE OPERACIONES		5,00	2,00	0,00	1,00	2,00
TIEMPO TOTAL POR PROCESO (MIN)		92,00	36,00	0,00	10,00	4,00
<b>TIEMPO TOTAL DEL PROCESO DE TERMOFORMADO (HR)</b>		<b>2,28</b>				

Elaborado por: Oswaldo Castillo y Benito Vélez.

TABLA 52

## MEJORAS PROPUESTAS PARA EL PROCESO DE TERMOFORMADO

<b>MEJORAS PROPUESTAS PARA EL PROCESO DE TERMOFORMADO</b>		
<b>Actividades del Proceso</b>	<b>Tiempo Actual (min)</b>	<b>Descripción de mejora propuesta</b>
Almacen de producto extruido		
Selección de bobina a termoformar de acuerdo a la OT.	5,79	Con el orden y etiquetado de las bobinas se mejora el tiempo.
Transporte de la bobina desde el almacen de producto extruido hasta la zona de termoformado y montaje en la termoformadora.	14,98	Se reduce el tiempo de movilizacion de la bobina con la creación de una ruta especifica libre de obstaculos.
Configuración de parámetros de la termoformadora.	16,11	Los operadores se capacitan para realizar esta actividad de manera correcta y sin errores.
Proceso de Termoformado Batch 150 kg.	90,00	Con la implementación del programa de capacitación del personal se reducen las paradas y/o material defectuoso en el proceso.
Inspección y Recopilado de producto Termoformado.	38,89	Se instruye a los operadores para que realicen estas actividades de manera simultánea y coordinada.
Empaque producto termoformado	15,69	Se realizan mejoras en el orden y organización de la zona de empaquetamiento.
Etiquetado de los empaques	6,65	El etiquetado se realiza con una máquina etiquetadora para facilitar esta acción.
Traslado de Empaques Termoformados a Zona de almacenamiento de Producto Termoformado.	8,41	Se reduce el tiempo de movilizacion de los empaques con la creación de una ruta especifica libre de obstaculos.
Almacenamiento de Producto Termoformado.	6,44	Se mejora la organización y ubicación de los empaques en la bodega.

**Elaborado por:** Oswaldo Castillo y Benito Vélez.

En la Tabla 52 se detalla las mejoras que se implementan para reducir los tiempos en el proceso de termoformado, se dan nuevas instrucciones a los operadores para que realicen actividades de manera simultánea.

#### **4.2.2.3. Preparación y arranque de la máquina de termoformado**

Primero se procede a colocar la lámina extruida en el riel de alimentación de la termoformadora, luego se realiza una inspección en la máquina, en ésta se verifica que los moldes en la termoformadora se encuentran limpios y bien sujetos. Se revisa que los huecos de vacío en el molde se encuentran limpios, para evitar obstrucciones.

Luego se enciende la termoformadora; se coloca los parámetros de temperatura, presión y vacío para el funcionamiento de la máquina. Al ser polipropileno la lámina inicia con un proceso de precalentamiento, a 100°C aproximadamente, con esto se logra borrar las orientaciones de la lámina que se hayan producido en la extrusión y embobinado. El sistema de precalentamiento viene dado en la misma máquina.

Seguido de esto, se determina la temperatura correcta que debe tener el horno de la termoformadora, buscando que la lámina llegue a una temperatura entre 155°C a 170°C. Este rango de temperatura es de suma importancia para evitar posibles problemas de termoformado en la pieza final.

El calentamiento de la lámina es un factor determinante en la calidad de las piezas termoformadas. Necesariamente lo que se desea es que el calentamiento sea lo más consistente posible, esto quiere decir que en los diferentes puntos de la lámina siempre se llegue a la misma temperatura.

Lo que se busca en el momento del formado es tener una lámina lo más blanda posible pero sin llegar al extremo de tener una lámina que se descuelgue o como comúnmente se llama tener problemas de Sag. Para esto se busca calentar la lámina lo más cerca posible de la temperatura de fusión del plástico evitando llegar a tener los problemas antes mencionados.

#### **4.2.2.4. Ajustes y cambio de los moldes de termoformación**

Para el desmontaje del molde se requieren dos operarios. El cambio de los moldes de termoformado se realiza con el equipo apagado,

se empieza a soltar las tuercas que unen el apilador al perchero y se retira el apilador.

Se desmonta el pistón de los preformadores, desconectando las mangueras de aire comprimido y se suelta las tuercas de fijación a las columnas hexagonales del puente superior; luego se suelta la tuerca de fijación del vástago del pistón de preformadores al puente de los preformadores. También se desmonta el pistón de los preformadores.

A continuación se afloja los 4 tornillos de unión entre el puente superior y el molde superior. El molde y el puente deben permanecer unidos. Soltar tuercas y arandelas de presión de las columnas principales.

Posteriormente, se asegura el puente y molde superior con las cadenas del polipasto, se extrae este conjunto de la máquina y se lo coloca en un lugar seguro. El molde se maniobra con cuidado, no ubicarse debajo del mismo ni sacarlo rápidamente de la máquina.

En el siguiente paso se desconectan las mangueras de aire de las toberas de expulsión. Se extrae los tornillos de sujeción a la estructura y se desmontan las toberas de expulsión.

Después se bloquean las guías transportadoras del material, se levanta las guías transportadoras con ayuda del polipasto, se bloquea las guías transportadoras, el bloqueo se hace por la parte lisa del eje de graduación del ancho de las guías.

Finalmente, se extraen los tornillos de unión entre puente y molde inferior. Se asegura el molde inferior con las cadenas y se lo eleva con la ayuda del polipasto, se coloca en un lugar adecuado.

Para realizar este procedimiento de forma segura, es necesario e indispensable proteger la integridad del operario y el buen estado del molde.

También es indispensable conocer las herramientas y repuestos que se necesitan en el procedimiento para desarrollar todas estas tareas en el tiempo adecuado.

Para el montaje de molde se debe realizar los siguientes pasos:

Se empieza con el montaje del puente superior en el molde superior, aún no se ajustan los tornillos.

Posterior se monta el puente inferior, se posiciona la leva al punto más bajo y se verifica que el tamaño de la platina de expulsión con

respecto al puente inferior sea el correcto. Lo siguiente es cuadrar la separación de las guías, considerando el ancho del molde, montar el molde inferior y colocar los tornillos de unión entre el puente y molde inferior, los tornillos no se deben ajustar.

Conectar el sistema de refrigeración.

Desbloquear y montar guías transportadoras, así como también montar las toberas de expulsión.

Graduar la altura de los soportes del pistón de los preformadores, midiendo la altura del puente al pistón de los preformadores, y se verifica que el desnivel de la base del pistón no sea mayor a 1mm y ajustar la carrera de los preformadores de acuerdo al producto.

Luego se coloca el molde y puente superior sobre el molde inferior y las columnas principales, se debe tener en cuenta que la canastilla debe acoplarse al molde superior desde el principio del montaje. Fijar las tuercas y conectar aire de formado, entrada y salida de refrigeración.

Posterior se cuadra la altura de los expulsores, se posiciona según sea requerida la altura de la tuerca de los espárragos de la platina

de expulsión, verificando que las tuercas queden a la misma altura al igual que la cabeza de los expulsadores.

Ajustar referencia de los preformadores con respecto a la placa de corte, se ajusta a nivel de la placa o 3 mm como máximo por dentro de la placa. Esto se hace debido a que si los preformadores quedan por fuera se podría rayar el material al momento de realizar el avance de la lámina, también afectaría el peso del producto ya que no sería estable al momento de termoformar.

Ajustar la carrera del pistón al termoformar.

Posicionamiento del patín para ajustar el molde: Se afloja la contratuerca del patín. Girar el patín para llevar el molde a su punto más bajo. Llevar la leva al punto de corte. Utilizar botones pulsadores posicionamiento de leva.

Cambiar los distanciadores si la distancia entre los moldes es muy amplia.

Girar el patín hasta que entren los bordes de corte del molde inferior y superior, dejando una separación de 2mm entre molde y molde.

Finalmente ajustar la contratuerca.

Ajustar los tornillos del molde inferior y superior de forma cruzada.

Ajustar el corte, aflojar la contratuerca del patín, girar el patín para llevarlo a su punto más bajo. Con los posicionadores de leva ubicar la misma en el inicio del postizo, colocar una hoja de papel en medio de los moldes. Subir el patín hasta que este corte.

Para finalizar, montar el actuador con las tuercas de fijación del pistón de los preformadores a las columnas hexagonales y al puente. Conectar las mangueras de aire comprimido.

#### **4.2.2.5. Características de la materia prima**

En este proceso se utiliza como materia prima las películas de plástico extruidas y almacenadas en forma de bobinas de ciento cincuenta kilogramos; éstas deben tener las dimensiones indicadas en la orden de trabajo.

Dependiendo de la pieza que se fabrica, se cuenta con una bobina específica para envases y otra para tapas.

En caso que el requerimiento sea un producto en colores, se realiza una nueva formulación al extruir la lámina, cambiando el MB blanco por el del color requerido.

### **4.2.3 Proceso de impresión**

#### **4.2.3.1 Procedimiento de operación**

Este procedimiento inicia con una orden de trabajo emitida por el gerente de producción, luego se la entrega al supervisor de turno para que éste programe la producción, determinando los turnos requeridos para cumplir con la cantidad de producto solicitado.

Seguido de esto, el supervisor elabora una orden de producción en donde se detalla la cantidad aproximada de tintas, especificación de la materia prima y dimensiones requeridas de las artes que se deben imprimir; este detalle se entrega a los operadores de turno.

Luego empieza la producción, esta se encuentra detallada en el diagrama de proceso, tabla 51, en este se plantean mejoras para optimizar tiempos en los procesos.

Es importante que el supervisor de turno al inicio de la producción, valide la calidad de la impresión en cada envase o tapa, para así obtener un producto terminado de satisfacción para los clientes.

### 4.2.3.2 Diagrama de flujo del proceso de impresión propuesto

**TABLA 53**

#### DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO IMPRESIÓN PROPUESTO

DIAGRAMA DE OPERACIÓN DE IMPRESIÓN PROPUESTO					
Descripción del Proceso	Tiempo (min)	○	◻	→	▽
Almacenamiento de Producto Termoformado					
Selección Producto termoformado a Imprimir	6,00				
Transporte del producto termoformado hasta la zona de Impresión.	5,00				
Elaboración de diseño de Impresión	20,00				
Fabricación de sellos	15,00				
Traslado e instalación de sellos en la Impresor.	21,00				
Selección y Mezcla de Tintas y Solventes	10,00				
Inspección y Puesta a punto de Impresora	8,00				
Prueba de Impresión	12,00				
Revisión Prueba de Impresión	5,00				
Proceso de Impresión batch 150kg	70,00				
Inspección y Recopilado de producto impreso	40,00				
Empaquetamiento de producto Impreso	15,00				
Etiquetado de los empaques	10,00				
Traslado de Empaques Impresos a Zona de almacenamiento de Producto Terminado.	5,00				
Almacenamiento de Producto Terminado	5,00				
RESUMEN DEL PROCESO					
		○	◻	→	▽
		OPERACIÓN	COMBINADA	INSPECCIÓN	TRANSPORTE
		ALMACENAJE			
CANTIDAD DE OPERACIONES		6,00	3,00	3,00	3,00
TIEMPO TOTAL POR PROCESO (MIN)		142,00	71,00	19,00	31,00
TIEMPO TOTAL DEL PROCESO DE IMPRESIÓN (HR)		4,47			

Elaborado por: Oswaldo Castillo y Benito Vélez.

TABLA 54

## MEJORAS PROPUESTAS PARA EL PROCESO DE IMPRESIÓN

<b>MEJORAS PROPUESTAS PARA EL PROCESO DE IMPRESIÓN</b>		
<b>Descripción del Proceso</b>	<b>Tiempo Actual (min)</b>	<b>Descripción de mejora propuesta</b>
Almacenamiento de Producto Termoformado.		
Selección Producto termoformado a Imprimir.	7,74	Se implementa un orden y etiquetado de los empaques.
Transporte del producto termoformado hasta la zona de Impresión.	8,89	Se reduce el tiempo de movilización de los empaques con la creación de una ruta específica libre de obstáculos.
Elaboración de diseño de Impresión.	25,79	Se crean manuales para la elaboración de los diseños y se capacita a los operadores.
Fabricación de sellos	18,20	Se crean manuales para la elaboración de los sellos y se capacita a los operadores.
Traslado e instalación de sellos en la Impresora	38,23	Se instruye a los operadores para que realicen estas actividades de manera simultánea y coordinada.
Selección y Mezcla de Tintas y Solventes	14,00	Se instruye a los operadores para que realicen estas actividades de manera simultánea y coordinada.
Inspección y Puesta a punto de Impresora	11,90	Se instruye a los operadores que realicen esta actividad de manera ordenada y
Prueba de Impresión	15,68	Se mecaniza el procedimiento para la prueba de impresión y se crea un check list del proceso.
Revisión Prueba de Impresión	8,53	Se utiliza un pantone para el control del color deseado.
Proceso de Impresión batch 150kg	90,00	Con la implementación del programa de capacitación del personal y el control de calidad se reducen las paradas y/o material defectuoso en el proceso.
Inspección y Recopilado de producto impreso	49,77	Se instruye a los operadores para que realicen estas actividades de manera simultánea y coordinada.
Empaquetamiento de producto Impreso	23,67	Se incrementó un obrero capacitado para mejorar el tiempo de empaquetado.
Etiquetado de los empaques	15,13	El etiquetado se realiza con una máquina etiquetadora para facilitar esta acción.
Traslado de Empaques Impresos a Zona de Almacenamiento de Producto Terminado.	8,46	Se reduce el tiempo de movilización de los empaques con la creación de una ruta específica libre de obstáculos.
Almacenamiento de Producto Terminado	7,65	Se mejora la organización y ubicación de los empaques en la bodega.

Elaborado por: Oswaldo Castillo y Benito Vélez.

Como se puede observar en la Tabla 54, se reducen los tiempos en las diferentes actividades del proceso, ya que existen actividades que se realizan de manera simultánea; también se capacita un obrero y se lo incluye en el proceso.

Finalmente, con la creación de rutas específicas para el traslado del material se optimiza y mejora el tiempo de desplazamiento.

#### **4.2.3.3 Procedimiento de arranque**

Para el arranque de la impresora se utilizan tres operadores, estos revisan que todo el equipo se encuentre funcionando correctamente, se empieza con la ubicación y calibración del mecanismo que se encarga de la expulsión de tarrinas, de la misma manera se calibra la banda transportadora de los envases.

Posterior se realiza una limpieza de los tambores de la impresora y se procede a colocar los mandriles, así como la colocación de los rodillos y cliséles.

A continuación se centra los bloques (el arte) y se realiza el pesaje y mezcla de colores.

Finalmente se llenan los tinteros y se realiza la calibración del arte.

#### **4.2.3.4 Procedimiento de colocación del diseño de impresión**

Cada vez que se cambia el diseño de impresión, todas las piezas del portamandriles se sustituyen por el nuevo mandril, que tiene la concavidad del producto a imprimir, se monta el nuevo diseño o clisé que es una pantalla metálica que posee el diseño de impresión y va dispuesta en los rodillos de la máquina 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 de lo cual saldrán las primeras corridas de prueba, que permiten conocer si el nuevo diseño fue bien colocado o hay que efectuar algunos ajustes.

#### **4.2.3.5 Manejo de tintas de colores**

Las tintas deben guardarse y manejarse con precaución por el calor que se produce en el área de producción, los colores que se utilizan generalmente son seis: cian, magenta, amarillo, negro más dos colores directos según el diseño a imprimir.

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 seis colores porque esto ya complicaría la impresión, debido a que la máquina no tiene capacidad para manejar más de seis colores.

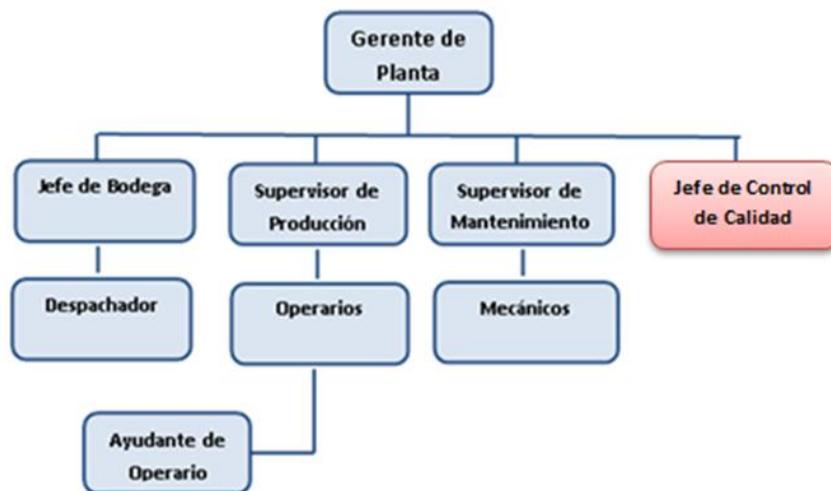
# CAPÍTULO 5

## 5. IMPLANTACIÓN DE LA PROPUESTA

### 5.1 Diseño de la infraestructura para aplicar el programa

#### 5.1.1 Estructura organizacional

Con la finalidad de dar seguimiento a la mejora propuesta, se crea un departamento de calidad, el cual es el encargado de realizar todas las auditorías internas para asegurar que se está cumpliendo con todas las especificaciones que se determinaron (ver figura 5.1).



Elaborado por: Oswaldo Castillo y Benito Vélez.

**Figura 5.1 Diagrama organizacional propuesto**

### **5.1.2 Descripción de puestos**

La descripción de puestos es una herramienta que consiste en una enumeración de las funciones y responsabilidades que conforman cada uno de los puestos de la empresa, definiendo el objetivo que cumplen cada uno de ellos. Se da una breve descripción de los cargos:

#### **1. Gerente de planta**

***Definición:***

El gerente de planta es el encargado de coordinar la producción y la programación del trabajo en el área de producción. Se encarga de velar en todo lo relacionado a los procesos productivos en la planta, con el propósito de lograr eficiencia y un producto de buena calidad.

***Perfil del cargo:***

Educación Formal.- Carrera universitaria completa (graduado) en Administración, Ingeniería Industrial, Ingeniería Mecánica, Ingeniería Comercial o carreras afines al cargo.

Experiencias Requeridas.- De 1 a 3 años en el cargo o en posiciones similares, en empresas procesadoras de plástico.

Conocimientos Indispensables.- Conocimientos de normas ISO, Capacidad de liderazgo para grupos grandes, Conocimientos de

Inglés técnico, Conocimientos de Utilitarios, Manejo de estadísticas de producción, Manejo de indicadores de producción y procesos.

## **2. Jefe de bodega**

### ***Definición:***

Es el responsable en coordinar y supervisar las actividades de control, las labores de ingreso, ubicaciones y despachos desde la materia prima hasta los productos terminados, que se encuentran almacenados en la bodega; previa a la recolección de documentos y firmas necesarias.

### ***Perfil del cargo:***

Educación Formal.- Carrera universitaria completa (graduado) en Administración, Ingeniería Industrial, Ingeniería Mecánica, Ingeniería Comercial o carreras afines al cargo.

Experiencias Requeridas.- De 1 a 3 años en el cargo o en posiciones similares.

Conocimientos Indispensables.- Conocimientos de Utilitarios, Conocimientos en la elaboración de inventarios de materia prima y producto terminado, Conocimientos básicos de Mecánica y Conocimientos básicos de Seguridad Industrial, Administración general.

### **3. Despachador:**

#### ***Definición:***

Es el responsable en brindar apoyo en la coordinación y control del ingreso/egresos, ubicación, inventario de las materias primas y productos terminados almacenados en la bodega. Es el encargado del despacho de mercadería para exportación y es quién llena los contenedores.

#### ***Perfil del cargo:***

Educación Formal.- Secundaria finalizada.

Experiencias Requeridas.- De 3 a 6 meses en el cargo o en posiciones similares.

Conocimientos Indispensables.- Manejo de utilitarios, Conocimientos básicos de Repuestos, Habilidad para trabajo a presión, Proactivo.

### **4. Supervisor de producción**

#### ***Definición:***

Es el encargado de supervisar las líneas de producción durante todo el proceso, realiza la atención a los proveedores, además de estar a cargo del correcto funcionamiento y que se cumpla el plan

de trabajo establecido, revisa el desempeño del personal, así como la maquinaria y el equipo de trabajo.

***Perfil del cargo:***

Educación Formal.- Carrera universitaria completa o egresado Ingeniería Industrial, Ingeniería Mecánica o carreras afines al cargo.

Experiencias Requeridas.- Experiencia en procesos de producción de plástico, de 1 a 2 años en el cargo o en posiciones similares.

Conocimientos Indispensables.- Conocimientos de normas ISO, Capacidad de liderazgo para grupos grandes, Conocimientos de Inglés intermedio, Conocimientos de Utilitarios, Habilidad para Detección de Fallas y Solución de problemas.

**5. Operarios:**

***Definición:***

Es el encargado de realizar el correcto funcionamiento de operación de la máquina, es el primer filtro para revisión del producto terminado; y también es el encargado de mantener el orden y limpieza del sitio de trabajo.

***Perfil del cargo:***

Educación Formal.- Educación Secundaria, preferencia secundaria técnica en mecánica.

Experiencias Requeridas.- Experiencia en procesos de producción de plástico, mínimo 1 año en el cargo o en posiciones similares.

Conocimientos Indispensables.- Habilidad para el manejo de maquinaria, conocimiento de maquinaria, habilidad numérica, Conocimiento básico de repuestos.

**6. Ayudante de operario:*****Definición:***

Es el encargado de dar soporte al operador de la máquina en cualquier actividad que así lo requiera. Se ocupa de revisar el producto terminado y traslados de materia prima y producto terminado a las bodegas de almacenamiento.

***Perfil del cargo:***

Educación Formal.- Educación Primaria.

Experiencias Requeridas.- De 0 a 6 meses en cargos similares.

Conocimientos Indispensables.- Habilidad para el manejo de maquinaria, conocimiento de maquinaria.

## **7. Supervisor de mantenimiento:**

### ***Definición:***

Es el que dirige y es el responsable de las operaciones del mantenimiento e instalación de la maquinaria, teniendo bajo su dependencia a los operarios que realizan este cometido.

### ***Perfil del cargo:***

Educación Formal.- Carrera universitaria completa (graduado)  
Ingeniería Industrial o Ingeniería Mecánica.

Experiencias Requeridas.- De 1 a 3 años en el cargo o en posiciones similares.

Conocimientos Indispensables.- Conocimientos Avanzados de Mecánica Industrial, Conocimientos de Mantenimiento y Control Ambiental, Conocimientos de Utilitarios, Inglés técnico, Competencia en Procedimientos de Calidad, Seguridad – Salud Ocupacional y Medio Ambiente.

## **8. Mecánicos:**

### ***Definición:***

Es el encargado de reparación y mantenimiento de la maquinaria en la planta, utilizando las técnicas, equipos y materiales requeridos para asegurar el correcto funcionamiento de la misma.

**Perfil del cargo:**

Educación Formal.- Bachiller más curso de Mecánica mayor a 6 meses o igual a un 1 año de duración.

Experiencias Requeridas.- De 1 a 2 años en nivel operativo / técnico.

Conocimientos Indispensables.- Conocimiento en Mecánica, Conocimiento en Normas de Higiene y Seguridad Industrial, Destreza Manual.

**9. Jefe de control de calidad:****Definición:**

Encargado de dirigir, planificar, organizar y controlar los procesos, procedimientos y actividades relacionadas con la gestión de calidad, con el fin de garantizar el cumplimiento de sus estándares y normas, así como, favorecer la mejora continua.

**Perfil del cargo:**

Educación Formal.- Carrera universitaria completa en Ingeniería Industrial, Ingeniería Mecánica o carreras afines al cargo.

Experiencias Requeridas.- Mínimo 2 años en posiciones similares.

Conocimientos Indispensables.- Conocimiento de normas ISO, Conocimiento en Normas de Higiene y Seguridad Industrial,

Conocimiento en Técnicas de Auditoría, Formación técnica en el área de control de calidad y análisis estadístico, Gestión de Proyectos, Reingeniería de procesos.

### **5.1.3 Descripción de las responsabilidades de cada área**

#### **Gerente de planta:**

- Planifica cómo hacer el mejor uso del tiempo de los empleados y de sus habilidades, así como de los recursos materiales, para aumentar la eficiencia y eficacia de la producción. Se asegura de que cada pedido se termine a tiempo y de que cumpla con los requisitos de los clientes.
- Organiza y da seguimiento al cumplimiento de todos los trabajos dentro del ciclo de producción, garantizando que individualmente cumplan con las especificaciones establecidas en el sistema de calidad.
- Establecer una línea de comunicación abierta con el área de Ventas para establecer la demanda, así como con las áreas de Mantenimiento y Auditoría para el correcto funcionamiento de la planta.

- Debe estar al día en noticias acerca de la competencia y de nuevas formas tecnológicas, para elaborar estrategias de acción y no quedarse atrasado.
- Responsable directo del análisis, planeación y ejecución de estrategias que implican nuevos proyectos de producción.
- Garantiza el cumplimiento de los requisitos de calidad y seguridad industrial en la manufactura y acondicionamiento de los productos.
- Disminuye y controlar las mermas de los procesos productivos desarrollados en la compañía.
- Encargado de controlar la entrada, salida, despido, multas contratación y cambios internos de personal de producción.

**Jefe de bodega:**

- Coordina con control de inventario el ingreso de la materia prima, producto terminado y repuestos. Controlando la cantidad y el tipo de productos que está recibándose previo a su almacenamiento.
- Da seguimiento al arribo de mercadería que viene por vía aérea, marítima y terrestre.
- Encargado de controlar la limpieza, orden y organización en el interior de la bodega. Debe asegurar el almacenamiento correcto de los productos que ingresen, para mantener su integridad.

- Cumple y hace cumplir los procedimientos estándares de trabajo con sus respectivas normas y políticas.
- Realiza reportes de inventarios de acuerdo a lo solicitado por la Gerencia.
- Es el responsable del control de calidad de los productos que se encuentren en la bodega.
- Debe diligenciar los formatos de entradas y salidas del almacén, verifica que estos documentos sean firmados por el responsable del recibo y/o despacho.
- Verifica el adecuado manejo del producto en la carga y descarga.

#### **Supervisor de producción:**

- Encargado de informar a sus subordinados el puesto que desempeñan, sus responsabilidades, obligaciones, las reglas de sanidad y capacitarlos para que realicen bien su trabajo
- Mantiene una permanente comunicación con el Gerente de Planta para desarrollar sus planes de acción, así como a sus subordinados.
- Coordina con el departamento de mantenimiento el programa de mantenimiento preventivo y correctivo en los equipos.
- Coordina las actividades de producción.

- Lleva control de los reportes de producción efectuados diariamente.
- Programa las actividades de su departamento de acuerdo al plan de producción suministrado por la gerencia, a fin de optimizar las entregas de producto terminado a tiempo.
- Encargado de optimizar el espacio industrial, mejorando el flujo de los procesos productivos realizados, eliminando movimientos innecesarios de materiales y de mano de obra.
- Colabora con sus conocimientos cuando se requiera remodelar o implementar un área en la compañía.
- Realiza seguimiento y control de las condiciones ambientales del proceso.

**Supervisor de mantenimiento:**

- Coordina, asigna, ejecuta y supervisa la correcta ejecución de los programas de mantenimiento correctivo, preventivo y predictivo que se realizan en los sistemas y equipos del proceso a su cargo.
- Asesora a los operarios en técnicas de mantenimiento y reparación de equipos, así como en la interpretación de planos y manuales de operación, con el fin de procurar las mejores prácticas de mantenimiento.

- Da seguimiento a los programas de mantenimiento, diagnósticos y calibración de los equipos mecánicos, electrónicos, neumáticos y eléctricos.
- Brinda asesoramiento técnico en la compra o contratación de maquinaria y equipo.
- Vela por la disciplina de su personal a cargo y llevar el control de asistencia correspondiente; así como autorizar los permisos de salida y cambios de turno.
- Controla las labores y procedimientos de mantenimiento con el fin de asegurar que se cumplan con las especificaciones técnicas y variables de calidad requeridas por la empresa.
- Atiende directamente las órdenes de reparación y coordinar la ejecución de las mismas.
- Estima costos, tiempo y materiales necesarios para la realización de los trabajos de mantenimiento.
- Revisa los trabajos realizados, a fin de dar cumplimiento con lo solicitado.
- Elabora reportes periódicos de las tareas asignadas.

**Jefe de control de calidad:**

- Establece, implementa y mantiene los procesos necesarios para el sistema de gestión de la calidad.

- Garantiza que en el proceso se esté utilizando la materia prima aprobada para cada requerimiento solicitado por los clientes.
- Ejecuta y lleva el seguimiento a los aspectos ambientales y programas de gestión ambiental de la compañía.
- Verifica el cumplimiento de las Buenas Prácticas de Manufactura en toda la planta, tanto a nivel de los productos fabricados, como a nivel de funcionamiento de las áreas de producción.
- Garantiza la realización de las pruebas necesarias para verificar la conformidad de los productos así como de realizar las mediciones en los equipos que lo requieran.
- Define mediante los protocolos de análisis, el estatus de calidad, aprobación o rechazo, de los lotes de materia prima y producto terminado.
- Determina requerimientos de calidad a proveedores para la compra de insumos.
- Visita clientes para asegurar la resolución de no conformidades, tomar acciones correctivas y brindar un excelente servicio al cliente.

**Despachador:**

- Asegura que los despachos de productos a los clientes internos y clientes externos se realicen correctamente en cuanto a cantidades y buen estado.
- Verifica que las guías de remisión y de salida sean elaboradas en forma correcta.
- Encargado de verificar que los productos sean manejados de manera adecuada para que no sufran daños, indicando el lugar de destino del producto y si los mismos son frágiles.
- Encargado de llevar un registro de las devoluciones de los productos y de las facturas.
- Encargado de hacer seguimiento que la recepción, almacenamiento y despacho sean realizados de manera adecuada y en el menor tiempo posible.
- Encargado de controlar que las facturas y guías de remisión tengan el sello correcto, y verificar que la persona que retira el producto esté autorizado a realizarlo.

**Operarios:**

- Encargado de recibir el plan de fabricación, con las anotaciones de los productos que se van a fabricar, los parámetros a controlar

y las inspecciones a realizar, con la documentación que se tienen que registrar.

- Enciende la máquina y observa su funcionamiento mecánico para determinar la eficiencia y para detectar defectos, fallas u otro daño de la máquina.
- Responsable de todas las herramientas e implementos que sean asignados ya que de esto depende el correcto desempeño de la maquinaria asignada.
- Maneja y vela con la adecuada utilización de la maquinaria a su cargo.
- Efectúa las reparaciones sencillas e informa de los daños graves del equipo.
- Avisa al responsable en caso de tener que detener la línea de fabricación. Si no puede arreglar el problema lo notifica al encargado de turno.
- Prepara y acondiciona la maquinaria y los equipos específicos del lugar de trabajo tomando las medidas de seguridad, higiene y protección medioambientales necesarias para evitar riesgos de contaminación de productos, accidentes laborales y contaminación ambiental.
- Vigila y controla el cumplimiento de las normas de calidad en la producción.

**Ayudante de operario:**

- Lubrica y limpia periódicamente la máquina a fin de garantizar su adecuado funcionamiento.
- Sigue las normas de seguridad pertinentes, a fin de evitar accidentes de trabajo.
- Hace cuidadosamente el respectivo cargue de bienes o materiales que se deban necesitar en el proceso según lo ordenado.
- Mantiene un buen estado de higiene en su lugar de trabajo.
- Apoya las labores de mantenimiento preventivas de las máquinas.
- Encargado de quitar el material endurecido de la máquina o piezas de la máquina, utilizando abrasivos, herramientas eléctricas y de mano.

**Mecánicos:**

- Prepara el trabajo de acuerdo al plan y programa de producción.
- Interpreta planos de taller, montaje de elementos y partes mecánicas, utilizando normas técnicas de calidad.
- Encargado de realizar sus actividades y funciones asignadas cumpliendo normas de seguridad y control de contaminación.

- Encargado de ejecutar los trabajos de mantenimiento (desmontaje, montaje, inspección técnica y pruebas de funcionamiento) que requieren su experiencia y conocimiento en los equipos de la planta de producción.
- Hace cumplir la programación de mantenimiento, evitando deterioro y falla.

#### 5.1.4 Distribución de maquinaria

Con el análisis realizado en el balance de líneas del Capítulo 3, para mejorar la capacidad de la producción en los procesos, se logra obtener una mejor distribución de la maquinaria, es decir; un ciclo de producción ordenado y estandarizado para cumplir con una mayor productividad con las máquinas que actualmente cuenta la empresa.

Los centros de trabajo son los siguientes:

Proceso de elaboración de tapas:

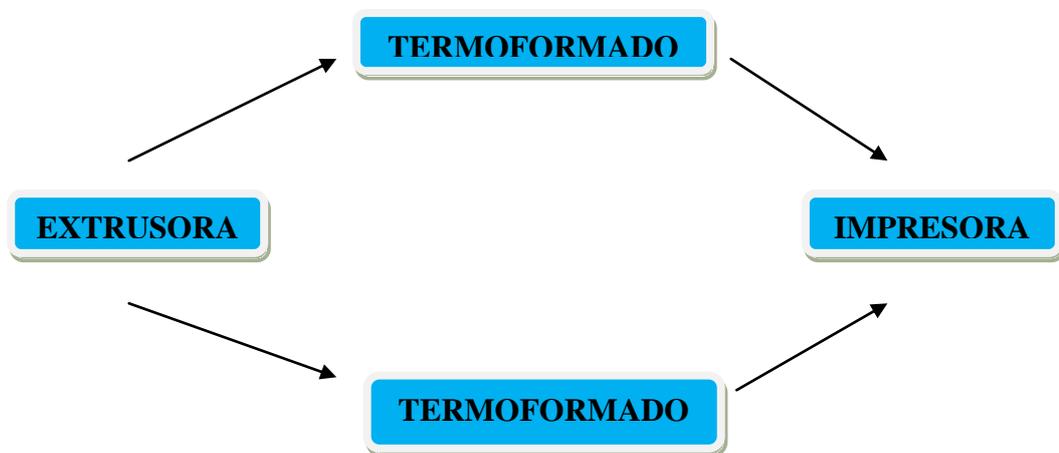
**TABLA 55**

#### **CENTRO DE TRABAJOS PARA EL PROCESO DE TAPAS**

<b>Número de centros de trabajo</b>	
<b>Máquina</b>	<b>N° de centros de trabajo</b>
Extrusora	1
Termoformadora	3
Impresora	1,5

**Elaborado por:** Oswaldo Castillo y Benito Vélez.

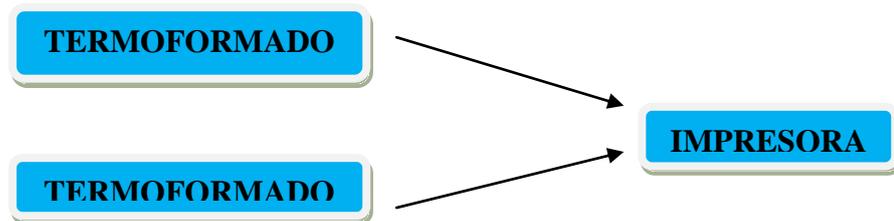
De acuerdo a la Tabla 55 los centros de trabajos requeridos para cumplir con la demanda, son mayores al número de centros de trabajos que se tiene disponibles en el proceso, por lo que se establecen 3 turnos de la siguiente manera:



**Elaborado por:** Oswaldo Castillo y Benito Vélez

**FIGURA 5.2 TURNO 1 & TURNO 2 PARA LA PRODUCCIÓN DE TAPAS**

En la figura 5.2 se muestra el turno 1 y turno 2 de 8 horas de trabajo cada uno, donde se pone a funcionar 1 extrusora, 2 termofomadoras y 1 impresora.



Elaborado por: Oswaldo Castillo y Benito Vélez.

### FIGURA 5.3 TURNO 3 PARA LA PRODUCCIÓN DE TAPAS

En la figura 5.3 se muestra el Turno 3 de 8 horas de trabajo al día, donde se pone a funcionar 2 termoformadora y 1 impresora.

Con este arreglo de 3 turnos se puede cumplir con la demanda diaria establecida de 250000 tapas.

Proceso de elaboración de envases:

**TABLA 56**

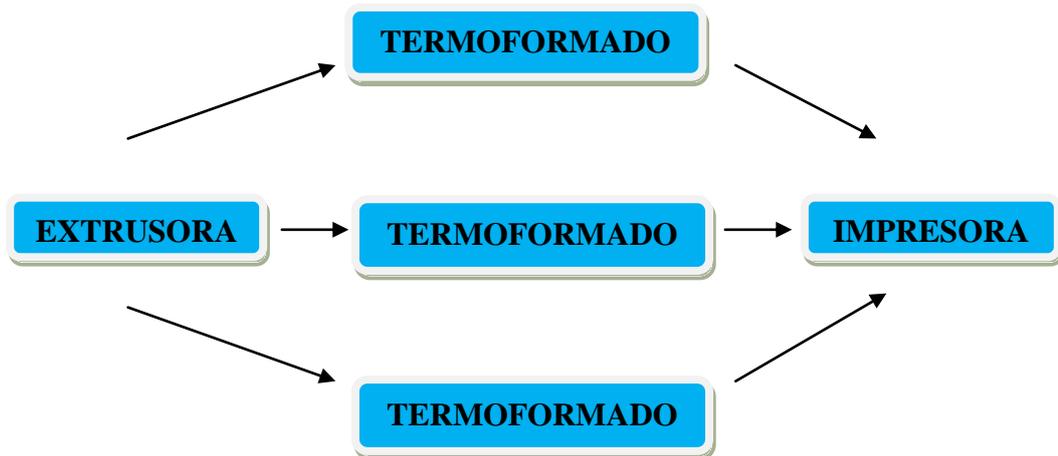
### CENTRO DE TRABAJOS PARA EL PROCESO DE ENVASES

Número de centros de trabajo	
Máquina	N° de centros de trabajo
Extrusora	1,5
Termoformado	4,5
Impresión	1,5

Elaborado por: Oswaldo Castillo y Benito Vélez.

De acuerdo a la Tabla 56 los centros de trabajos requeridos para cumplir con la demanda, son mayores al número de centros de trabajos

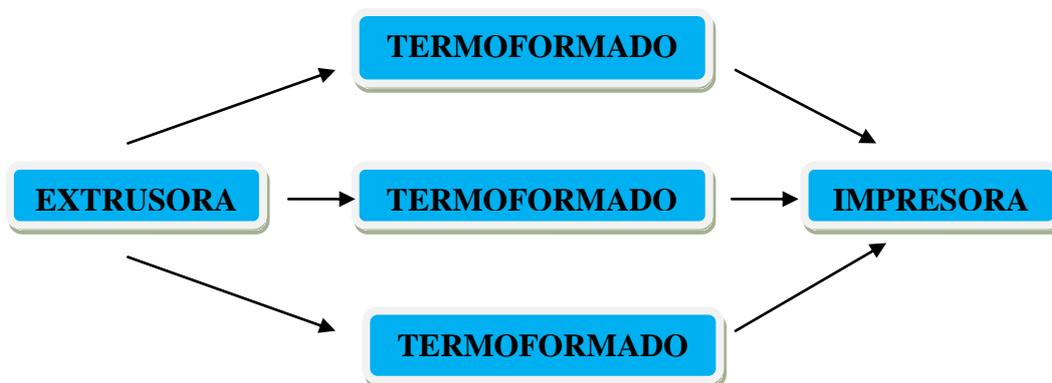
que se tiene disponible en el proceso, por lo que se establecen 2 turnos de la siguiente manera:



**FIGURA 5.4 TURNO 1 & TURNO 2 PARA LA PRODUCCIÓN DE ENVASES**

**Elaborado por:** Oswaldo Castillo y Benito Vélez.

En la figura 5.4 se muestra el Turno 1 y Turno 2 de 8 horas de trabajo cada uno, donde se pone a funcionar 1 extrusora, 3 termoformadoras y 1 impresora.



**FIGURA 5.5 TURNO 3 PARA LA PRODUCCIÓN DE ENVASES**

**Elaborado por:** Oswaldo Castillo y Benito Vélez.

En la figura 5.5 se muestra el Turno 3 de 8 horas de trabajo al día, donde se pone a funcionar 1 extrusora, 3 termoformadoras y 1 impresora.

Con este arreglo de 3 turnos se puede cumplir con la demanda diaria establecida de 250000 envases.

## **5.2 Capacitación del personal**

El primer paso para establecer la capacitación del personal, es el detectar necesidades de capacitación y/o entrenamiento para el personal. Aplicar técnicas adecuadas para este fin, elimina las pérdidas de tiempo en sus funciones o tareas asignadas.

El segundo paso es clasificar y jerarquizar esas necesidades. Es decir, se tienen que clasificar y ordenar para decidir cuáles son las más urgentes, más importantes, o cuáles requieren atención inmediata y cuáles se tienen que programar a largo plazo.

El tercer paso es definir los objetivos de capacitación, es decir, motivos de llevar adelante el programa. Estos objetivos tienen que formularse de manera clara, precisa y medible para más adelante, después de aplicar el programa, poder evaluar los resultados.

El cuarto paso es elaborar el programa de capacitación. En este momento se determina qué (contenido), cómo (técnicas y ayudas), cuándo (fechas, horarios), a quién (el grupo), quién (instructores), cuánto (presupuesto).

El quinto paso es ejecutar el programa, es decir, llevarlo a la práctica.

El sexto paso es evaluar los resultados del programa. Esto debe hacerse antes, durante y después de ejecutarlo.

Es responsabilidad del Jefe de Recursos Humanos planificar y coordinar la ejecución de las actividades de capacitación del personal.

Necesidades de Capacitación.- La forma más usual de formalizar las necesidades de capacitación se originan en el momento de realizar las distintas evaluaciones del personal. La persona que realiza la evaluación deberá registrar sus requerimientos en el campo "Necesidades de Capacitación", incluidos en los formularios.

Otras fuentes de información que pueden reflejar necesidades de capacitación pueden ser:

- Solicitud de los supervisores ante posible disminución de indicadores.
- Evaluaciones prácticas del personal que muestren oportunidad de mejora, reportadas generalmente por los supervisores.
- Nuevos equipos mecánicos y tecnológicos que ameriten capacitación para el personal.
- Reclamos o sugerencias de clientes internos y externos que se relacionen con calidad.

- Desarrollo profesional de los empleados para integrarse a nuevas actividades de la empresa.
- Sugerencia de los empleados.

Según sea la necesidad, estas fuentes de información generan una capacitación puntual o la creación de un Programa de Competencias que tenga como finalidad cumplir, complementar, mejorar o perfeccionar las competencias de uno o varios colaboradores relacionados con un proceso en común o, las de la empresa en general. Para el efecto, el Titular del área solicitante llenará el formulario “Necesidades de Capacitación”, especificando si corresponde a una capacitación puntual o a un Programa de Competencias.

Adicionalmente, el Jefe de Personal remite a los Jefes de cada departamento el formulario “Proceso de Administración del Desempeño” para que definan las actividades de capacitación que consideran necesario planificar para su personal, para el próximo año.

La figura 5.6 muestra el formato que utiliza la compañía para la evaluación de desempeño y conocer cuáles son las necesidades de capacitación del personal en la empresa.

**TABLA 57**  
**FORMATO DE EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO**

<b>PROCESO DE ADMINISTRACIÓN DEL DESEMPEÑO</b>					
<i>Evaluación Jefe Inmediato</i>					
Fecha de Evaluación:    /    /					
<b>Datos del Evaluador</b>					
Nombre del Evaluador:					
Cargo:					
<b>I.- EVALUACIÓN DE COMPETENCIAS ORGANIZACIONALES</b>					
Lea cada uno de los enunciados y de acuerdo a la siguiente escala marque con una <b>X</b> el nivel que más se aproxima el evaluado.					
1 Mínimo requerido		3 Competente / Alcanzado			
2 Básico / Cerca de ser alcanzado		4 Avanzado / Superado ampliamente			
<b>COMPETENCIAS ORGANIZACIONALES</b>					
<b>Enfoque hacia el Cliente</b>		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
1	Grado en que asume la responsabilidad para identificar y satisfacer continuamente las necesidades de los clientes internos y externos.				
<b>Optimización de Recursos</b>		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
2	Grado en que utiliza responsable y eficientemente los recursos asignados por la organización a fin de lograr, con calidad y oportunidad, los resultados encomendados al cargo y al área, alineados con los objetivos de la empresa.				
<b>Capacidad de Trabajo Bajo Presión</b>		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
3	Grado en que comprende, organiza y ejecuta rápida y correctamente instrucciones emitidas bajo presión. Establece si se organiza o no con facilidad y mide el nivel de errores y bloqueos sufridos al ejecutar un trabajo.				
<b>Atención a Normas</b>		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
4	Grado en que se compromete y actúa conforme a las normas, procedimientos y políticas establecidos por la organización.				

**Elaborado por:** Oswaldo Castillo y Benito Vélez.

La Tabla 57 muestra el formato que utiliza la compañía para la evaluación de desempeño general, donde se da a conocer los indicadores más importantes y si son cumplidos por el personal de la empresa.

TABLA 58

## FORMATO DE EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO GENERAL

PROCESO DE ADMINISTRACIÓN DEL DESEMPEÑO			
<i>Evaluación Jefe Inmediato</i>			
Fecha de Evaluación:    /    /			
<b>Datos del Evaluador</b>			
Nombre del Evaluador:			
Cargo:			
<b>II.-ANÁLISIS DE DESEMPEÑO</b>			
1.-	Basándose en la escala detallada a continuación, asigne una calificación a cada indicador de acuerdo al grado de cumplimiento de los objetivos del evaluado. Luego, realice un comentario justificando la puntuación de cada objetivo.		
	1 Mínimo requerido	3 Competente / Alcanzado	
	2 Básico / Cerca de ser alcanzado	4 Avanzado / Superado ampliamente	
DESEMPEÑO GENERAL			
Indicadores	Ponderación	Nivel de Cumplimiento	Comentarios
1			
2			
3			
4			
5			

Elaborado por: Oswaldo Castillo y Benito Vélez.

TABLA 59

## FORMATO PARA NECESIDADES DE MEJORA

PROCESO DE ADMINISTRACIÓN DEL DESEMPEÑO				
<i>Evaluación Jefe Inmediato</i>				
Fecha de Evaluación:    /    /				
<b>Datos del Evaluador</b>				
Nombre del Evaluador:				
Cargo:				
<b>III.- RECOMENDACIONES Y REVISIÓN DE PROGRESO</b>				
1.-	De acuerdo a los resultados obtenidos y al grado de cumplimiento del evaluado, detalle oportunidades de mejora y sugiera acciones específicas para mejorar el desempeño.			
	seguimiento.			
RECOMENDACIONES DEL EVALUADOR (NECESIDADES DE CAPACITACIÓN)				
Oportunidades de Mejora	Causa		Acción Propuesta	Fecha de Seguimiento
	Actitud	Capacitación		
1				
2				
3				
4				
5				

Elaborado por: Oswaldo Castillo y Benito Vélez.

La Tabla 59 muestra el formato que utiliza la compañía para dar a conocer las oportunidades de mejora y las acciones propuestas para la mejora continua. Las evaluaciones deben llevar la firma del evaluado y del jefe inmediato. Una vez finalizada la evaluación se debe entregar estos formularios al Jefe de Personal.

### **Elaboración del Plan Anual de Capacitación**

En base a las deficiencias reflejadas en las “Evaluaciones de Competencias” y en las “Necesidades de Capacitación”, el Jefe de Personal elabora el “Plan Anual de Capacitación”. El Plan incluye la información referente a:

- Fecha aproximada
- Tema
- Objetivo
- N°. Estimado de Participantes
- Departamentos Involucrados
- Curso Interno o Externo
- Costo Estimado
- Justificación de Incumplimiento

Una vez elaborado, lo presenta al Gerente General para su aprobación, de manera que se lo incluya en la elaboración del Presupuesto Anual de Calidad y demás presupuestos financieros.

### **Control de Asistencia a Capacitación.**

La asistencia a las actividades de capacitación es obligatoria para el personal que se haya considerado para el efecto. Luego de cada capacitación, debe llenarse el formulario “Control de Asistencia a Capacitación”.

Cuando la capacitación sea externa, el Jefe de Personal solicitará a la empresa o institución capacitadora un certificado de Asistencia. En caso de que no lo provean, entregará a la persona asistente o a un delegado del grupo participante el Control de Asistencia, quién será responsable de hacerlo firmar por la empresa capacitadora.

Para capacitaciones que se realicen dentro de la empresa, se entregará el formulario a la persona encargada de dictar la capacitación y se lo recuperará una vez terminada.

### **Determinación y Evaluación de la Eficacia de la Capacitación**

Luego de cada actividad, junto con el Titular del Área correspondiente, definirá el criterio de eficacia de la capacitación y su forma de verificación y la registrará en el formulario “Control de Asistencia a Capacitación”.

Una de las formas de evaluar la capacitación puede ser mediante la aplicación de la “Evaluación de la Eficacia de la Capacitación”, la cual remitirá al jefe inmediato del personal que asistió a la capacitación para su valoración. El puntaje mínimo deberá ser 70/100, para considerar que la capacitación fue eficaz.

Una vez efectuada la validación o verificación de la eficacia, el resultado se anotará en el mismo “Control de Asistencia a Capacitación”, adjuntando los documentos de soporte que sirvieron para la evaluación.

#### **5.2.1 Inducción de personal de nuevo ingreso**

Cuando ingrese un nuevo colaborador a la empresa, coordina con el Titular del área a la que corresponda, para que el primer día de trabajo le haga un recorrido por las instalaciones. En el caso de los Operadores y personal de Planta, deberá explicarle sobre los

métodos de trabajo y la forma correcta de ejecutar sus funciones, los medios existentes y los diversos lugares de la planta, aclarando cualquier duda que pueda surgir.

Adicionalmente, en los primeros días posteriores a la contratación, coordinará con el Titular del área para la cual haya sido contratado para que proceda a la lectura de la documentación que le corresponda, según el puesto o cargo asignado (Manual de Funciones, procedimientos, instructivos, etc.) y que le haga leer el instructivo “Higiene en las rutinas de trabajo”.

Finalizada la lectura, el colaborador firmará el formulario “Registro de Lectura de Documentos”, el cual será archivado en la Carpeta del Personal.

Periódicamente, la empresa realiza acciones de capacitación y sensibilización orientadas a mantener las condiciones higiénicas y a subsanar las desviaciones que se detectan.

### **5.2.2 Actualización periódica del personal contratado**

Nuevas solicitudes o propuestas de Capacitación pueden ser presentadas por cualquier Funcionario o personal de la empresa.

Para su gestión deben emitir el formulario “Evaluación de Desempeño y Necesidades de Capacitación”, adjuntando todos los soportes que respalden su utilidad o conveniencia y la logística.

El solicitante debe coordinar la aprobación del Gerente del Área, antes de presentarla a consideración del Gerente General.

Adicionalmente, si por cualquier motivo durante el año se presentan necesidades de capacitación no planificadas, detectadas principalmente por los Titulares de Área luego de la evaluación práctica, éstas se ingresan en el Plan Anual de Capacitación, una vez que el Gerente General lo haya aprobado. Esto se aplica principalmente a las capacitaciones externas y/o a las que generan un costo no planificado.

El Plan Anual de Capacitación pretende recopilar no solamente las actividades planificadas al inicio del año, si no también todo lo que se implantó durante todo el año, de tal forma que siempre esté actualizado.

# CAPÍTULO 6

## 6. SEGUIMIENTO DE LA MEJORA CONTINUA

### 6.1 Desarrollo de la auditoría

El seguimiento para el cumplimiento de las propuestas de mejora, se va a realizar a través de auditorías, con la finalidad de mantener la mejora continua de la empresa.

El desarrollo de la Auditoría que se establece, está alineado a las normativas ISO 9001.

La Norma ISO 9001 especifica los requisitos para un sistema de gestión de la calidad y a través de certificaciones se establece si la empresa cumple con estándares de calidad. Esta norma se centra en la eficacia del sistema de gestión de la calidad para satisfacer los requisitos del cliente.

Para el seguimiento de la mejora continua la empresa en estudio designara equipos de trabajo para realizar las auditorías.

La empresa deberá capacitar a los equipos auditores previo a la ejecución de las Auditorías.

La metodología a seguir para el desarrollo de la Auditoría es la siguiente:

- Reunión de apertura
- Recolección de evidencias
- Finalización de la auditoría
- Reunión de cierre de la auditoría
- Revisión de la auditoría
- Acciones correctivas y preventivas
- Informe final.

### **6.1.1 Reunión de apertura**

Una vez que el equipo auditor está preparado, la primera actividad de la auditoría es la reunión de introducción. En ella el jefe auditor deberá exponer varios puntos:

- Presentarse a sí mismo y a su equipo.
- Explicar el alcance de la auditoría y asegurarse de que ésta es comprendida, incluyendo:

- Determinación de la norma a usar como base de la auditoría y acordar la secuencia de la realización.
- Dar detalles del objetivo de la reunión final.
- Conocer la documentación que constituye la aplicación del Sistema de Calidad de la organización auditada y que será utilizada durante la auditoría de cumplimiento.
- Asegurarse de que los interlocutores de nivel suficiente están disponibles y que han sido debidamente informados.
- Confirmar que se han hecho los arreglos oportunos como disponer de la oficina a utilizar, lugares a visitar, comidas, etc.
- Verificar que los niveles directivos de la organización han sido informados de que la auditoría está teniendo lugar.
- Preparar una visita a las instalaciones o un mapa de ellas, para el equipo auditor.
- Invitar a preguntar dudas acerca de la auditoría.

En la figura 6.1 se muestra el formato que debe utilizar la empresa para la reunión de apertura de la Auditoría.

**FORMATO DE AUDITORÍA:  
"Acta de inicio de la auditoría"**

En la ciudad de Guayaquil a los ..... y ..... días del mes de ..... del año ....., siendo las..... horas, con la presencia de la auditora externa: Ing. ....

Y los señores Representantes de la Empresa/organización: Ing. ...., .....

Ubicada en: .....

Calle: .....

Nº..... intersección.....

Parroquia:..... Ciudad..... Provincia .....

Se reúnen para dar inicio a la Auditoría para la mejora continua de los procesos, con las siguientes observaciones:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

para constancia de lo estipulado las partes suscriben la presente Acta.

a:

Firmas:

<b>Audidores</b>	<b>Representantes de la organización</b>
Ing.....	Ing.....
.....	.....
.....	.....
.....	.....

**FIGURA 6.1 FORMATO PARA LA REUNIÓN DE APERTURA**

**Elaborado por:** Oswaldo Castillo y Benito Vélez.

**6.1.2 Recolección de evidencias**

El auditor debe obtener evidencia suficiente y adecuada, mediante la realización y evaluación de las pruebas de auditoría que se

consideren necesarias, al objeto de obtener una base de juicio razonable.

Durante la Auditoría, deben recopilarse mediante un muestreo apropiado y verificarse, la información pertinente para los objetivos, el alcance y los criterios de la misma, incluyendo la información relacionada con las interrelaciones entre funciones, actividades y procesos. Sólo la información que es verificable puede constituir evidencia de la Auditoría. La evidencia de la Auditoría debe ser registrada y se basa en muestras de la información disponible. Por tanto, hay un cierto grado de incertidumbre en la Auditoría y aquellos que actúan sobre las conclusiones deben ser conscientes de esta incertidumbre.

Los métodos para recopilar esta información incluyen:

- Entrevistas con los miembros de la organización. Las entrevistas deben hacerse con personas de niveles y funciones adecuadas que desempeñen tareas o actividades dentro del alcance de la Auditoría. No se deben realizar preguntas que predispongan las respuestas, y los resultados de la entrevista deben ser resumidos y revisados por la persona entrevistada.

- Observación de actividades y del ambiente de trabajo y condiciones circundantes.
- Revisión de documentos, tales como procedimientos, normas, instrucciones.
- Revisión de registros, tales como registros de inspección, actas de reunión, registros de programas de seguimiento y resultados de mediciones.
- Resúmenes de datos, análisis e indicadores de desempeño.
- Información sobre los programas de muestreo del auditado y sobre los procedimientos para el control de los procesos de muestreo y medición.
- Informes de otras fuentes, por ejemplo, retroalimentación del cliente, otra información pertinente de partes externas y la calificación de los proveedores.

En la Tabla 60 se muestra el check list que se debe utilizar para la revisión del cumplimiento de la mejora en el proceso de extrusión.

**TABLA 60**  
**CHECK LIST DEL PROCESO DE EXTRUSIÓN**

<b>CHECK LIST PROCESO DE EXTRUSIÓN</b>			
Fecha de Evaluación:    /    / <b>Datos del Evaluador</b> Nombre del Evaluador: Cargo:			
<i>Actividad</i>	<i>Cumple</i>	<i>No Cumple</i>	<i>Comentarios</i>
<i>El operador selecciona y mide la materia prima a utilizar de acuerdo a lo establecido en la O/T.</i>			
<i>Se transporta la materia prima de bodega a zona de mezcla correctamente, de manera que no exista derrame ni pérdidas de material en el proceso.</i>			
<i>Se realiza una buena mezcla y homogenización de las materias primas.</i>			
<i>Se realiza la alimentación y revisión de la tolva de acuerdo al procedimiento</i>			
<i>Se configura los parámetros de la extrusora, acorde a lo requerido.</i>			
<i>Los perfiles de temperatura en el proceso de extrusión estan dentro del rango recomendado.</i>			
<i>Se realiza una purga inicial en la máquina.</i>			
<i>Se realiza una inspección a todas las bobinas extruidas con el fin de verificar fallas.</i>			
<i>El corte, desmontaje y pesaje de la bobina se lo realiza con los instrumentos adecuados.</i>			
<i>Se realiza un correcto etiquetado de la bobina.</i>			
<i>Se apilan las bobinas extruidas en zonas inapropiadas.</i>			
<i>El transporte de la bobina a la zona de almacenamiento se la realiza de forma adecuada.</i>			
<i>Almacenamiento de la bobina se lo realiza en el lugar destinado y de manera ordenada.</i>			
<i>El proceso de extrusión se realiza de acuerdo al tiempo establecido en el diagrama de proceso propuesto.</i>			
<i>Al apagar la extrusora se extrae toda la resina en el tornillo, para evitar que se trabe la máquina.</i>			
<i>Se mantiene un orden y limpieza en el lugar de trabajo.</i>			

**Elaborado por:** Oswaldo Castillo y Benito Vélez.

En la Tabla 61 se muestra el check list que se debe utilizar para la revisión del cumplimiento de la mejora en el proceso de termoformado.

**TABLA 61**  
**CHECK LIST DEL PROCESO DE TERMOFORMADO**

<b>CHECK LIST PROCESO DE TERMOFORMADO</b>			
Fecha de Evaluación:    /    /			
<u>Datos del Evaluador</u>			
Nombre del Evaluador:			
Cargo:			
<i>Actividad</i>	<i>Cumple</i>	<i>No Cumple</i>	<i>Comentarios</i>
<i>La bobina seleccionada para termoformar cumple las especificaciones de acuerdo a la OT.</i>			
<i>Transporte de la bobina desde el almacén de producto extruido hasta la zona de termoformado se lo realiza de manera que no exista daños o contaminación en la bobina.</i>			
<i>El montaje de la bobina en la termoformadora se lo realiza acorde al manual de procedimiento, evitando ocasionar daños en la misma.</i>			
<i>Los parámetros de la termoformadora son configurados de acuerdo a lo requerido en el proceso</i>			
<i>Se cumple con el cronograma de producción de acuerdo a la OT enviada por el gerente de producción</i>			
<i>Se realiza una verificación que los moldes en la termoformadora se encuentren limpios y bien sujetos.</i>			
<i>Se revisa que los huecos de vacío en el molde se encuentren limpios, para evitar obstrucciones.</i>			
<i>Se inspecciona el producto Termoformado, de manera que el material cumpla con las especificaciones requeridas por los clientes.</i>			
<i>Se recoge y almacena el producto termoformado de tal manera que no sufran daños.</i>			
<i>El etiquetado de los empaques se lo realiza con la máquina etiquetadora.</i>			
<i>El traslado de las cajas de producto termoformado se lo realiza de manera adecuada.</i>			
<i>El almacenamiento de cajas de producto termoformado se lo realiza de forma ordenada y acorde a lo establecido por bodega.</i>			
<i>El proceso de termoformado se realiza de acuerdo al tiempo establecido en el diagrama de proceso propuesto.</i>			
<i>Para el cambio de moldes de termoformado se apaga la máquina.</i>			
<i>El montaje y desmontaje de moldes se lo realiza de acuerdo al manual de proceso.</i>			

**Elaborado por:** Oswaldo Castillo y Benito Vélez.

En la Tabla 62 se muestra el check list que se debe utilizar para la revisión del cumplimiento de la mejora en el proceso de impresión.

**TABLA 62**  
**CHECK LIST DEL PROCESO DE IMPRESIÓN**

<b>CHECK LIST PROCESO DE IMPRESIÓN</b>			
Fecha de Evaluación: / /			
<u>Datos del Evaluador</u>			
Nombre del Evaluador:			
Cargo:			
Actividad	Cumple	No Cumple	Comentarios
<i>El producto seleccionado para imprimir cumple con las especificaciones detalladas en la O.T.</i>			
<i>El transporte del producto termoformado hasta la zona de impresión se lo realiza en el tiempo establecido.</i>			
<i>La elaboración de los diseños de impresión se los realiza de acuerdo a lo requerido por el cliente.</i>			
<i>La fabricación de sellos se realiza de acuerdo a lo requerido por el cliente.</i>			
<i>Se verifica y comprueba que la máquina se encuentre operativa y funcionando correctamente, antes del arranque.</i>			
<i>Se instala los sellos en la Impresora de manera adecuada.</i>			
<i>Existe precaución de exponer las tintas a temperaturas inadecuada que produzcan su deterioro.</i>			
<i>La mezcla y selección de Tintas se la realiza acorde a lo requerido para el proceso.</i>			
<i>Inspección y Puesta a punto de Impresora</i>			
<i>Se realiza una prueba de Impresión a los envases.</i>			
<i>El recopilado del producto impreso se lo realiza de forma ordenada y rápida.</i>			
<i>El empaquetamiento del producto impreso se realiza con cuidado de no dañar los envases.</i>			
<i>El etiquetado de las cajas se lo realiza correctamente con la caja etiquetadora.</i>			
<i>El traslado de las cajas de producto terminado a la bodega se hace con orden y cuidado de no dañar el producto.</i>			
<i>El proceso de impresión se realiza de acuerdo al tiempo establecido en el diagrama de proceso propuesto.</i>			

**Elaborado por:** Oswaldo Castillo y Benito Vélez.

## 6.2 Indicadores de producción

### 6.2.1 Productividad

La Productividad del trabajo significa producir más con el mismo consumo de recursos o bien producir la misma cantidad pero

utilizando menos insumos, de modo que los recursos economizados puedan dedicarse a la producción de otros bienes.

Se concibe como la relación existente entre la producción y el aporte correspondiente del trabajo a la misma.

Para elevar la productividad de una empresa se precisa la acción de todos, pero la responsabilidad principal corresponde a la dirección.

Sólo ella puede llevar a cabo un programa de productividad en la empresa, crear buenas relaciones humanas y obtener la cooperación de los trabajadores.

La productividad laboral se calcula con la siguiente fórmula:

$$Productividad\ laboral = \frac{Unidades\ producidas}{Número\ de\ horas\ x\ Hombres}$$

Para la empresa se calcula la productividad considerando las unidades producidas en el día, se tiene una producción esperada tanto para envases como tapas de 250000 piezas.

A continuación el cálculo para cada uno de los productos:

Productividad laboral en Producción Tapas:

$$Productividad\ laboral = \frac{250000\ piezas/día}{(24\ hr/día) \times (34\ hombres)}$$

$$\mathbf{Productividad\ laboral = 306,37\ piezas/hr\ hombre}$$

Productividad laboral en Producción Envases:

$$Productividad\ laboral = \frac{250000\ piezas/día}{(24\ hr/día) \times (39\ hombres)}$$

$$\mathbf{Productividad\ laboral = 267,09\ piezas/hr\ hombre}$$

### 6.2.2 Porcentaje de desperdicio

Este indicador mide el porcentaje que representan los productos defectuosos con respecto a la producción. Los productos defectuosos se deben principalmente a:

- Desperdicios de materiales.
- Mal uso de la capacidad instalada.
- Ineficiencia de la mano de obra.
- Ineficiencia de mediciones, controles, etc.

La fórmula que se debe emplear para hallar el porcentaje de desperdicio es:

$$PD = \frac{Piezas\ total\ defectuosas}{Piezas\ total\ producción} \times 100\%$$

### 6.2.3 Disponibilidad de Equipos

Con este indicador se determinará el porcentaje de tiempo que los equipos están disponibles para ser utilizados en la empresa, tomando en cuenta las horas que se trabajan en un día. Este indicador no considera la inoperatividad de las máquinas debido a las fallas mecánicas que no son fáciles de predecir.

Este indicador es importante y de mucha utilidad para la planificación del mantenimiento, es decir, se puede realizar un estudio y observar que máquinas tienen un comportamiento operacional muy por debajo de lo requerido.

El índice de disponibilidad para un equipo se calcula con la siguiente ecuación:

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

Donde,

TMEF: Tiempo medio entre fallas.

TPR: Tiempos sin producción por fallas y ajustes

## **6.3 Finalización de la auditoría**

### **6.3.1 Reunión de cierre de la auditoría**

La reunión de cierre se desarrollará al final de la auditoría. A estas reuniones deberán asistir las mismas personas convocadas a la reunión de apertura inicial.

En la preparación de la reunión de clausura el equipo auditor deberá:

- Permitir a cada miembro del equipo relatar las desviaciones detectadas.
- Evaluar y revisar estas desviaciones.
- Decidir la acción correctiva a tomar para corregir las desviaciones detectadas.
- Informar de las observaciones detectadas.
- Realizar un borrador del informe final.

Posteriormente se mantiene la reunión de clausura para cerrar la auditoría de forma concluyente, para acordar datos sobre la toma de la acción correctiva y para establecer las acciones de seguimiento oportunas.

El formato para el cierre de auditoría se detalla en la figura 6.2

**FORMATO DE AUDITORÍA:  
"Acta de Cierre"**

En la ciudad de ..... a los ..... días del mes ..... del año .....  
siendo las ..... horas, con la presencia de los señores auditor:

Ing. \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Y los señores: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Representantes de la Empresa/Organización:  
ubicada en: ..... Intersección: ..... , Parroquia:  
..... , Provincia: ..... ;

se reúnen para el cierre de la Auditoría de riesgos del trabajo, con las siguientes  
observaciones:  
No conformidades Mayores "A" .....; Plazo de cierre: 6 meses  
No conformidades Menores "B" .....; Plazo de cierre: 6 meses  
Observaciones "C" .....

Para constancia de lo estipulado las partes suscriben la presente Acta.  
..... : de .....

Firmas:

Auditores	Representantes de la organización

**FIGURA 6.2 FORMATO CIERRE DE AUDITORÍA**

Fuente: Artes Gráficas Senefelder

### **6.3.2 Revisión de la auditoría**

En la revisión de la Auditoría se revisarán todas las observaciones y acciones correctivas levantadas, para verificar y constatar su validez, por lo que los auditores deberán recopilar toda la evidencia objetiva para justificar las acciones y correcciones levantadas

### **6.3.3 Acciones correctivas y preventivas**

El objetivo de la planificación y ejecución es analizar las no conformidades que se presenten, determinar las causas y planes de acción para su implantación con la finalidad de prevenir su recurrencia.

Este procedimiento abarca a todas las áreas involucradas al Sistema de Gestión de la compañía y aplica desde el análisis de causa de no conformidades/incidentes/hallazgos/observaciones que conllevan a la generación de la acción preventiva o correctiva, su implantación y posterior verificación.

En una no conformidad se pueden determinar acciones correctivas y preventivas a la vez.

**Acción Inmediata (Corrección):** Son acciones o actividades generadas para solucionar o dar una propuesta rápida a un problema o una debilidad del Sistema de Gestión de la compañía.

**Acción Correctiva:** Acción tomada para eliminar la causa de una no conformidad detectada u otra situación indeseable después de ocurrida, con la finalidad de prevenir su repetición. Puede haber más de una causa para una no conformidad.

**Acción Preventiva:** Acción tomada para eliminar la causa de una no conformidad potencial.

**Comité:** Grupos de trabajadores con un líder o jefe de equipo que cuenta con el apoyo de la organización de la empresa, cuya misión es transmitir propuestas de mejora a los procesos, mediante planes de acción.

**Lluvia de ideas:** Es un método útil para generar y clarificar las causas de un problema o debilidad del Sistema de Gestión.

**Diagrama de Causa y Efecto:** Muestra a partir del problema raíz las causas y subcausas que originan la no conformidad. Sirve para buscar causas exhaustivamente.

El formato a utilizarse para el reporte de No Conformidades se detalla en la figura 6.3

<b>FORMATO DE AUDITORÍA: "Reporte de No Conformidad"</b>	
<b>DATOS GENERALES:</b>	
RUC Nº:	<input style="width: 90%;" type="text"/>
RAZÓN SOCIAL:	<input style="width: 90%;" type="text"/>
NOMBRE DEL REPRESENTANTE LEGAL:	<input style="width: 90%;" type="text"/>
NOMBRE DE LA PERSONA QUE COORDINA LA AUDITORÍA: <input style="width: 90%;" type="text"/>	
CARGO EN LA EMPRESA: <input style="width: 90%;" type="text"/>	
1. Ubicación de la No Conformidad:	
1.1 Proceso:	<input style="width: 90%;" type="text"/>
1.2 Subproceso:	<input style="width: 90%;" type="text"/>
1.3 Actividad:	<input style="width: 90%;" type="text"/>
2. Norma de referencia de la No conformidad:	
2.1 Auditado:	<input style="width: 90%;" type="text" value="1.1.- Política (d,f)"/>
2.2 Norma técnico - legal:	<input style="width: 90%;" type="text" value="Art. Nº 9.1.1, literal d y f, del Reglamento del SART, Resolución 333"/>
3. Categoría de la No conformidad	
3.1 Mayor "A" (.....)	
3.2 Menor "B" (.....)	
3.3 Observación "C" (.....)	
4. Hallazgos encontrados (fundamentación detallada de la No conformidad)	
<input style="width: 90%; height: 100%;" type="text"/>	
..... a ..... de ..... del .....	
Firmas:	
<b>Auditor (Líder)</b>	<b>Representantes de la Organización</b>
Ing.....	Ing.....

**FIGURA 6.3 FORMATO REPORTE DE NO CONFORMIDAD**

Fuente: Artes Gráficas Senefelder

#### **6.3.4 Informe final**

En esta etapa el Auditor se dedicará a formalizar en un documento los resultados a los cuales llegaron los auditores en las Auditorías ejecutadas y demás verificaciones vinculadas con el trabajo realizado.

Comunicará los resultados al máximo nivel de dirección de la empresa auditada y otras instancias administrativas, así como a las autoridades que correspondan, cuando esto proceda.

El informe parte de los resúmenes y/o conclusiones elaboradas en cada una de las áreas examinadas en éste caso las relacionadas al ciclo de ingresos que se vayan elaborando y analizando con los auditados, respectivamente, en el transcurso de la Auditoría.

La elaboración del informe final de auditoría es una de las fases más importante y compleja de la Auditoría, por lo que requiere de extremo cuidado en su preparación.

El informe de auditoría debe tener un formato uniforme y estar dividido por secciones para facilitar al lector una rápida ubicación del contenido de cada una de ellas.

El informe de auditoría debe de cumplir con los siguientes objetivos:

- Que se emita por el auditor interno o la persona responsable de evaluar el ciclo de ingresos.
- Que muestre la calificación según la evaluación de los resultados de la Auditoría.
- Que todo lo que se consiga esté reflejado en los papeles del trabajo y que respondan a hallazgos relevantes con evidencias suficientes y competentes.
- Que sea completo, exacto, y convincente, así como claro, conciso y fácil de entender, propositivo, es decir enfocado a la mejora.

**TABLA 63**  
**FORMATO INFORME FINAL DE AUDITORÍA**

INFORME FINAL DE AUDITORIA			
PROCESO AUDITADO: NOMBRE JEFE ÁREA:		AUDITORIA N°	
N° de no conformidades	Descripción de las no conformidades	Nombre y código	Apartado de la Norma ISO 9001
Las No Conformidades han sido suficientemente explicadas y aceptadas en fecha de hoy, .....			
Firma del Auditor		Firma del Representante	

**Fuente:** Calidad: Modelo ISO 9001 Versión 2000

# CAPÍTULO 7

## 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

### 7.1 Conclusiones

- Con el resultado del análisis de Pareto encontramos que el 80 % de los problemas se dan por:  
Extrusión: Mantenimiento, Materiales y Método  
Termoformado: Método, Maquinaria y Mano de Obra  
Impresión: Materiales, Método y Maquinaria
- De acuerdo a los cálculos del OEE de cada uno de los procesos se obtienen los siguientes resultados:  
OEE Extrusión: 43,02 %  
OEE Termoformado: 41,92 %  
OEE Impresión: 47,56 %
- La empresa no contaba con diagramas de procesos, documentos de control de calidad e indicadores de producción.

- Existe en la empresa falta de orden, organización y limpieza.
- La maquinaria no contaba con planificación de mantenimiento preventivo para las maquinas.
- El balance de líneas permite lograr una mejor distribución, mayor productividad y uso eficiente de los equipos existentes de la planta.
- La empresa no contaba con un estudio que indique el tiempo promedio de cada uno de los procesos
- Mediante la descripción de cada uno de los puestos de trabajo, se puede evaluar que el personal haga su trabajo correctamente. Adicionalmente se creó un nuevo puesto de trabajo, el de Jefe de Control de Calidad.
- El balance de líneas permite lograr una mejor distribución, mayor productividad y uso eficiente de los equipos existentes de la planta.
- La capacitación y desarrollo del personal es fundamental para alcanzar la mejora continua y reforzar los conocimientos del personal nuevo y actual en la empresa.

## 7.2 Recomendaciones

- La elaboración de los diagramas de proceso propuestos permite lograr una mejora en la operación de las máquinas, obteniendo como resultado un procedimiento de trabajo de mejor calidad en el tiempo más corto.
- El orden y organización en la bodega actual permite localizar de mejor manera la existencia de materia prima, producto terminado y herramientas. Esto le permite a la empresa mantener un stock protegido y mejorar la organización en la bodega.
- El plan de mejora continua implementado en la compañía generará una cultura de superación y cambios positivos, siempre encaminados a mejorar la productividad y eficiencia en la empresa.
- El personal encargado de la operación de la maquinaria debe ser capacitado antes de empezar sus funciones, esto es indispensable para la correcta operatividad de las máquinas y evitar que haya accidentes laborales y problemas en la producción por una mala operación.
- Es necesario que el orden de producción en cada jornada de trabajo se cumpla para tener la producción más eficiente en la empresa. Se debe de respetar la distribución de operación de las máquinas en cada turno de trabajo.

- Es necesario cumplir de manera mensual con las auditorías internas para poder analizar si se están cumpliendo con todos los procedimientos y estándares de calidad, y en caso de existir problemas corregirlos de inmediato. Para esto es importante que se sigan al pie los formatos y procedimientos de auditorías.
- El gerente de la empresa debe de hacer reuniones mensuales para identificar si cada área o departamento está cumpliendo con su objetivo mensual presupuestado. Esto es analizado en la reunión de indicadores donde cada jefe de área expone sus resultados de productividad y los problemas que han tenido para lograrlos y posterior a ello tomar acciones correctivas.
- El departamento de calidad debe estar siempre pendiente de la salud ocupacional y de que se cumplan los procedimientos implementados con la mejora.

# ANEXO 1

## CLASIFICACIÓN OEE

El valor de la OEE permite clasificar una o más líneas de producción, o toda una planta, con respecto a las mejores de su clase y que ya han alcanzado el nivel de excelencia.

- $OEE < 65\%$  Inaceptable. Se producen importantes pérdidas económicas.  
Muy baja competitividad.
- $65\% < OEE < 75\%$  Regular. Aceptable sólo si se está en proceso de mejora. Pérdidas económicas. Baja competitividad.
- $75\% < OEE < 85\%$  Aceptable. Continuar la mejora para superar el 85 % y avanzar hacia la World Class. Ligeras pérdidas económicas.  
Competitividad ligeramente baja.
- $85\% < OEE < 95\%$  Buena. Entra en Valores World Class. Buena competitividad.
- $OEE > 95\%$  Excelencia. Valores World Class. Excelente competitividad.

## ANEXO 2

### ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO EN EXTRUSIÓN

En el cuadro adjunto, de acuerdo al fabricante se detalla las recomendaciones a seguir para ejecutar un plan de mantenimiento y revisión semestral en las extrusoras.

EQUIPO	ELEMENTO	PERIODO DE MANTENIMIENTO				OBSERVACIÓN
		DIARIO	SEMANAL	MENSUAL	SEMESTRAL	
MOTOR PRINCIPAL	MOTOR DC				X	
	MOTOR VENTILADOR				X	
	TACÓMETRO		X			
	SISTEMA DE BANDAS Y POLEAS			X		
PANEL DE CONTROL	CONTROL ELECTRÓNICO DE VELOCIDAD		X			
	TERMORREGULADORES		X			
	CONTACTORES DEL TABLERO		X			
	AMPERÍMETROS DEL TABLERO		X			
	VENTILADORES DE CONTROL		X			
	TERMINALES DE CONEXIÓN		X			
	LIMPIEZA GENERAL		X			

EQUIPO	ELEMENTO	PERIODO DE MANTENIMIENTO				OBSERVACIÓN
		DIARIO	SEMANAL	MENSUAL	SEMESTRAL	
CAJA DE ENGRANAJE	BOMBA DE LUBRICACIÓN		X			
	LIMPIEZA DE CAJA Y CAMBIO DE ACEITE			X		
	RODAMIENTOS		X			REVISIÓN GENERAL
	CHEQUEO DE PIÑONES		X			
	SISTEMA DE ENFRIAMIENTO			X		REVISIÓN GENERAL
	CHEQUEO DE RETENEDORES		X			
TÚNEL Y HUSILLO	LIMPIEZA GENERAL		X			
	TÚNEL			X		ALINEACIÓN Y NIVELACIÓN
	CAMBIA FILTROS	X				VERIFICAR FUGAS
	RESISTENCIAS ELÉCTRICAS		X			COMPROBAR
	TERMINALES DE CONEXIÓN		X			AJUSTES
	BANDAS CALENTADORAS		X			REAJUSTE
	ASIENTO DE TERMOCUPLAS			X		LIMPIEZA
	SISTEMA DE ENFRIAMIENTO		X			REVISIÓN GENERAL
	MOTORES VENTILADORES			X		

EQUIPO	ELEMENTO	PERIODO DE MANTENIMIENTO				OBSERVACIÓN
		DIARIO	SEMANAL	MENSUAL	SEMESTRAL	
CABEZAL	RESISTENCIAS ELÉCTRICAS		X			COMPROBAR
	SEÑAL DE TERMOCUPLAS		X			COMPROBAR
	ASIENTO DE TERMOCUPLAS		X			LIMPIEZA
	CABEZAL			X		ALINEACIÓN Y NIVELACIÓN
	PERNOS DE CALIBRACION			X		ESTADO
	MOLDES		X			ESTADO
	DISTRIBUIDOR			X		CONDICIONES
	RODAMIENTOS DEL GIRATORIO		X			REVISIÓN O CAMBIOS
	MOTOR GIRATORIO				X	
	CAJA REDUCTORA				X	
	TAB. DE CONTROL ZONAS DE CALENTAMIENTO		X			REVISIÓN

## **ANEXO 3**

### **ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO EN TERMOFORMADO**

#### **MANTENIMIENTO PREVENTIVO BIMENSUAL TERMOFORMADORAS ILLIG**

Tiempo de duración: 24 horas

Detalle de las actividades a realizar:

- Lubricar articulación y bujes – brazos.
- Lubricar carrileras y apilador.
- Limpieza reparación y lubricación cadenas.
- Limpieza general del sistema de transporte.
- Limpieza de guías transportadoras.
- Lubricar leva y palanca de avances.
- Revisión de ejes y bujes fondo móvil.
- Revisión de rodamiento seguidor de leva.
- Limpieza y lubricación de válvulas.
- Limpieza de asbestos y piñonería, embobinador.
- Revisión y limpieza cilindros.
- Ajuste y alineación de toda la piñonería.
- Ajuste de tubería, revisión de mangueras de refrigeración y presión.
- Lubricación y ajuste de eje balancín.
- Limpieza alimentador.
- Lubricar carrileras de calentadoras.
- Lubricar columnas guía puente.
- Lubricar eje de apoyo - brazos de patín.
- Lubricar eje seguidor de leva (patín).

- Lubricación rodillos chumaceras.
- Verificar estado ventiladores.
- Limpieza de calentadores.
- Drenar tanque de aire.
- Revisión de articulaciones y rodillo apilador.
- Revisión de manómetros.

RUTA DE INSPECCIÓN Y LUBRICACIÓN TERMOFORMADO														
ACTIVIDAD	CANT. ELEM.	LUBRICANTE	FRECUENCIA	CANTIDAD	DÍA 3	DÍA 6	DÍA 9	DÍA 12	DÍA 15	DÍA 18	DÍA 21	DÍA 24	DÍA 27	DÍA 30
INSPECCIÓN NIVEL DE ACEITE DE LOS MOTORES REDUCTORES ALIMENTADOR Y DE AVANCE DE LÁMINA	2	ACEITE SAE 140	15 DÍAS	1/2 GALÓN CADA TRES MESES PARA CADA UNO					X					X
INSPECCIÓN NIVEL DE ACEITE DE RUEDA LIBRE MOTOR REDUCTOR AVANCE LÁMINA	1	ACEITE GULF HARMONY 68	30 DÍAS	1/8 GALÓN MENSUAL					X					
APLICAR GRASA EN CADENA TRANSPORTADORA DE LÁMINA	2	ACEITE OXS 3750	3 DÍAS	APLICAR AL CONJUNTO EN TRES GIROS TOTALES	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
APLICAR GRASA EN CADENAS DEL MOTOR DE AVANCE, BRAZO DE AVANCE BOBINADOR Y REDUCTOR PRINCIPAL	4	GRASA OXS 450	6 DÍAS	APLICAR AL CONJUNTO EN TRES GIROS TOTALES		X		X		X		X		X
APLICAR GRASA EN SISTEMA DE GRADUACIÓN DE ANCHO DE GUÍAS TRANSPORTADORAS (HEXAGONO)	1	GRASA OXS 470	15 DÍAS	3 BOMBEO CON GRASERA					X					X
INSPECCIÓN DE NIVEL DE ACEITE DE REDUCTOR PRINCIPAL	1	ACEITE SAE 140	15 DÍAS	1 GALÓN CADA SEIS MESES	X					X				
APLICAR GRASA EN BUJES DEL EJE DEL PATÍN DE CORTE	2	GRASA FRIXO 177P	15 DÍAS	3 BOMBEO CON GRASERA				X					X	
APLICAR GRASA EN RESORTES DE AMORTIGUACIÓN DEL MOLDE	2	GRASA FRIXO 177P	15 DÍAS	APLICAR A LA TOTALIDAD DEL CONJUNTO			X					X		
APLICAR GRASA EN PISTAS LATERALES DE LAS LEVAS DE FORMADO Y AVANCE	2	GRASA FRIXO 177P	6 DÍAS	APLICAR A TODA LA PISTA		X		X		X		X		X
APLICAR GRASA EN LAS COLUMNAS DE FORMADO	2	GRASA OXS 470	DIARIO	3 BOMBEO CON GRASERA	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
APLICAR GRASA EN CANASTILLAS DEL MOLDE	2	GRASA OXS 470	CADA CAMBIO DE MOLDE	APLICAR A TODO EL CONJUNTO	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
APLICAR GRASA EN RODAMIENTO DE LA LEVA DE AVANCE DE LA LÁMINA	1	GRASA FRIXO 177P	15 DÍAS	3 BOMBEO CON GRASERA					X					X
APLICAR GRASA EN BUJE DE SOPORTE DEL BRAZO DE AVANCE	1	GRASA FRIXO 177P	15 DÍAS	3 BOMBEO CON GRASERA				X					X	
APLICAR GRASA EN GUÍAS DEL CARRO CALENTADOR	4	GRASA OXS 470	15 DÍAS	APLICAR A TODO EL CONJUNTO					X					X
APLICAR GRASA EN GUÍAS Y BUCHES DE PERCHERO	2	GRASA FRIXO 177P	6 DÍAS	APLICAR A TODO EL CONJUNTO	X		X		X		X		X	
GRASERA DEL SEGUIDOR DE LA LEVA DE CORTE	1	GRASA FRIXO 177P	6 DÍAS	2 BOMBEO CON GRASERA		X		X		X		X		X

## **ANEXO 4**

### **ACTIVIDADES DE LIMPIEZA PARA IMPRESORA POLYTYPE**

Actividades de limpieza:

El fabricante de la máquina recomienda realizar limpiezas periódicas de los diferentes rodillos e implementos de la impresora para alargar la vida útil de los mismos.

Es importante utilizar los solventes apropiados en las diferentes partes, por ejemplo:

Rodillos de goma, solo utilizar Ethylacetat o Wash Max 60.60. Nunca se debe utilizar gasolina ya que afectaría la calidad de la goma.

Las piezas con movimiento mecánico, cojinetes, etc. Se debe utilizar gasolina.

Bastidor de la máquina, utilizar limpiador universal o Ethylacetat (este último con cuidado ya que podría quitar la pintura).

## ANEXO 5

### CURSOS DE CAPACITACIÓN PROPUESTOS

CAPACITACIÓN		DIRIGIDO A
1	Herramientas de calidad (análisis de control de calidad, histogramas, Pareto).	Supervisores y operadores.
2	5 S (técnica japonesa clasificar, limpiar, ordenar, estandarizar y mantener).	Supervisores, Operadores y Mecánicos
3	Mantenimiento preventivo de máquinas.	Supervisor de mantenimiento, Mecánicos y operadores
4	Capacitación de los diferentes procesos.	Todo el personal
5	Auditorías internas ISO 9001-2008.	Jefe de Control de Calidad y Supervisores
6	Resinas plásticas y su aplicación en la industria.	Supervisores, operadores y ayudantes
7	Controles de calidad en cada uno de los procesos.	Jefe de Control de Calidad, supervisores y operadores.

## BIBLIOGRAFÍA

- 1) Los Termoplásticos [Ref. 1]. LosAdhesivos.com  
Enlace: <http://www.losadhesivos.com/termoplastico.html>
- 2) Instituto de Capacitación e Investigación del Plástico y del Caucho ICIPC. Medellín – Colombia. Módulo Introducción a los Materiales Plásticos – Ing. Juan Diego Sierra.
- 3) Instituto de Capacitación e Investigación del Plástico y del Caucho ICIPC. Medellín – Colombia. Módulo Propiedades y Aplicaciones de los Polímeros – Ing. Juan Diego Sierra.
- 4) Guías Ambientales Sector Plásticos. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Bogotá – Colombia, Julio 2004.
- 5) Aguilar-Morales, J.E. (2010) La mejora continua. Network de Psicología Organizacional. México: Asociación Oaxaqueña de Psicología A.C. [Ref. 5]  
Enlace:  
[http://www.conductitlan.net/psicologia\\_organizacional/la\\_mejora\\_continua.pdf](http://www.conductitlan.net/psicologia_organizacional/la_mejora_continua.pdf)
- 6) Diagrama de procesos de operación y de flujo. [Ref. 6]  
Enlace:<https://prezi.com/tw8vhngjsbgu/diagrama-de-procesos-de-operacion-y-de-flujo/>
- 7) Blog de la optimización de procesos productivos. [Ref. 7]  
Enlace: <http://senaoptimizacion.blogspot.com/>

- 8) Diagrama de operaciones de proceso. [Ref. 8]  
Enlace: <http://es.scribd.com/doc/61211354/Diagrama-de-Operaciones-de-Proceso#scribd>
- 9) Diagrama de flujo. [Ref. 9]  
Enlace: <http://www.aiteco.com/que-es-un-diagrama-de-flujo/>
- 10) Herramientas para la Mejora Continua. Grupo Kaizen S.A. [Ref. 10]  
Enlace: <http://www.gestiopolis.com/canales5/ger/gksa/docs/2.pdf>
- 11) Modelización del proceso de moldeo por inyección de termoplásticos mediante la utilización de la técnica IDEF0. [Ref. 11]  
Enlace: <http://www.interempresas.net/Plastico/Articulos/2851-Modelizacion-proceso-moldeo-inyeccion-termoplasticos-mediante-utilizacion-tecnica-IDEF0.html>
- 12) Diagrama de Pareto. [Ref. 12]  
Enlace:  
[http://www.fundibeq.org/opencms/export/sites/default/PWF/downloads/gallery/methodology/tools/diagrama\\_de\\_pareto.pdf](http://www.fundibeq.org/opencms/export/sites/default/PWF/downloads/gallery/methodology/tools/diagrama_de_pareto.pdf)
- 13) Estudio de tiempos y movimientos. Elaborado por: Ing. Anasofia R., Ing. Germán S., Ing. Manuel S. [Ref. 13]
- 14) Balanceo de Línea por Rodolfo Mosquera. [Ref. 14]
- 15) El indicador OEE. “Queremos mejorar nuestros procesos. ¿Por dónde empezamos? CDI Lean Manufacturing S.L. [Ref. 15]

- 16) Incremento de la Producción a través de ratio OEE: Un estudio de caso en una empresa del ramo metal mecánico. Reynaldo Chile Palomino, Veruschka Vieira Franca, Bartira Barreto de Miranda. [Ref. 16]
- 17) Calidad: Modelo ISO 9001, Albert Badia Giménez. [Ref. 17]
- 18) Directrices para la auditoría de sistemas de gestión de calidad y/o ambiental ISO 19011. Enlace: <http://www.unipacifico.edu.co:8095/unipaportal/documentos/normalISO19011.pdf>
- 19) Diplomado Procesamiento de Polímeros Módulo Termoformado. Por: Juan Diego Sierra, José Ricardo Peña, Omar Augusto Estrada. Instituto de Capacitación e Investigación del Plástico y Caucho (ICIPC).
- 20) Procesamiento del Polipropileno Clarificado con Millad 3988, Francisco Álvarez Guzmán, Febrero 2005.
- 21) El Tratamiento Corona en Línea. Por Mercedes Tur Escriba y Sherman Treaters Ltd.
- 22) Flexografía – Tintas y Solventes – Ing. Julian Hernández. Enlace: <http://www.flexografia.com/portal/modules.php?name=News&file=article&sid=408>
- 23) El Indicador OEE, CDI Lean Manufacturing S.L. Enlace: <http://www.cdiconsultoria.es>
- 24) Modelo de Implementación del Programa OEE en un Ambiente de TOC para las Máquinas del Proceso de Conversión en Empacor S.A. por Juan

David Rico Mediana, Fredy Ricardo Torrijos Peña. Universidad de La Sabana. 2005.

- 25) Throne, James. Understanding Thermoforming. New York: Hanser, 1999  
(a). Technology of Thermoforming. New York: Hanser, 1996 (b).
- 26) Mejoramiento de Calidad: Aplicación de un Caso en una Planta de Termoformado de Plástico en Quito. Luis Edmundo Arellano Castillo. Tesis Ingeniería Química.
- 27) Implementación de una Metodología de Mejora de Calidad y Productividad en una PYME del Sector Plástico. Proyecto de Graduación.
- 28) Procedimiento para Cambio de Molde, Phoenix Packaging Group, Manufactura Lean 2014. Enlace: [https://prezi.com/ia2happq\\_ydc/procedimiento-de-cambio-de-molde/](https://prezi.com/ia2happq_ydc/procedimiento-de-cambio-de-molde/)
- 29) Sistema Gestión de Calidad. Artes Gráficas "Senefelder".
- 30) Calidad: Modelo ISO 9001 Versión 2000. Albert Badia Giménez.
- 31) Sistema Gestión de Calidad. Talleres para Maquinaria Industrial Agrícola. S.A.
- 32) ISO 9001 Auditing Practices Group. Enlace: <http://www.iso.org/tc176/ISO9001AuditingPracticesGroup>
- 33) El Proceso de una Auditoría, Analiza Calidad Asesores. Enlace: <http://www.analizacalidad.com/docftp/fi193auto8.pdf>

- 34) Obtención de Evidencia en Auditoría, AT Consultores & Auditores.  
Enlace:  
[http://www.atconsultores.com/coldataPersonal/upload/documentales/Obtencion\\_de\\_Evidencia\\_en\\_Auditoria.pdf](http://www.atconsultores.com/coldataPersonal/upload/documentales/Obtencion_de_Evidencia_en_Auditoria.pdf)
- 35) Etapas de la Auditoría, Conferencia Granadina de Empresarios. Enlace:  
[http://www.cge.es/portalcge/novedades/2009/prl/pdf\\_Auditoria/capitulo4\\_2\\_3.pdf](http://www.cge.es/portalcge/novedades/2009/prl/pdf_Auditoria/capitulo4_2_3.pdf)
- 36) Diplomatura en Manufactura Esbelta, Indicadores de Eficacia y Eficiencia en los Procesos. Por Javier mejía Nieto.
- 37) Control y Análisis de la Producción, por Arturo K. Enlace:  
<http://www.crecenegocios.com/control-y-analisis-de-la-produccion/>
- 38) Guía Metodológica de Auditoría Interna. Enlace:  
<http://www.wisis.ufg.edu.sv/www.wisis/documentos/TE/657.458-L562d/657.458-L562d-CAPITULO%20IV.3.pdf>