



# INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ

## INGENIERÍA INDUSTRIAL

### RESIDENCIA PROFESIONAL

**“PROPUESTA PARA LA REDUCCIÓN DE TIEMPOS DE PREPARACIÓN EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA EMBOTELLADORA VALLE DE OAXACA S.A. DE C.V., APLICANDO EL SISTEMA SMED”.**

DESARROLLADO POR:

**Paniagua de la Cruz Samantha Yoselin (05270395)  
Velasco Aguilar Ana Lucia (05270405)**

**GEUSA**

ASESOR

**DR. ELÍAS NEFTALÍ ESCOBAR GÓMEZ**

REVISOR

**M.C. SABINO VELÁZQUEZ TRUJILLO**

TUXTLA GUTIÉRREZ, CHIAPAS, DICIEMBRE DE 2009

# ÍNDICE

<b>Introducción</b>	<b>01</b>	
<b>CAPÍTULO 1. DIMENSIONAMIENTO DEL PROBLEMA</b>		
<b>1.1</b>	<b>Planteamiento del Problema</b>	<b>04</b>
1.1.1	Antecedentes del Problema	04
1.1.2	Definición del Problema	04
<b>1.2</b>	<b>Objetivos</b>	<b>05</b>
1.2.1	General	05
1.2.2	Específicos	05
<b>1.3</b>	<b>Justificación</b>	<b>06</b>
<b>1.4</b>	<b>Delimitación del Proyecto</b>	<b>07</b>
<b>CAPÍTULO 2. ANTECEDENTES DE LA EMPRESA</b>		
<b>2.1</b>	<b>Razón Social</b>	<b>09</b>
<b>2.2</b>	<b>Descripción de la Empresa</b>	<b>09</b>
<b>2.3</b>	<b>Ubicación de la Planta</b>	<b>09</b>
2.3.1	Macrolocalización de la Planta	10
2.3.2	Microlocalización de la Planta	10
<b>2.4</b>	<b>Antecedentes</b>	<b>11</b>
2.4.1	Misión	15
2.4.2	Visión	15
2.4.3	Valores	15
<b>2.5</b>	<b>Estructura Organizacional</b>	<b>16</b>
2.5.1	Organigrama General	16
2.5.2	Organigrama de Manufactura	17
2.5.3	Descripción de los Puestos Más Importantes del Área de	

	Manufactura	18
<b>2.6</b>	Productos en el Mercado	18
<b>2.7</b>	Distribución de Planta	19
	2.7.1 Layout de Planta	22

## **CAPÍTULO 3. FUNDAMENTO TEÓRICO**

<b>3.1</b>	Sistema SMED	24
	3.1.1 Historia de SMED	25
<b>3.2</b>	Aplicación de SMED	26
<b>3.3</b>	Importancia de SMED en las Empresas	27
	3.3.1 Dificultades de la Producción en Grandes Lotes	27
	3.3.2 Beneficios de SMED Para las Empresas	29
	3.3.3 Beneficios de SMED Para el Personal	29
<b>3.4</b>	Funcionamiento de SMED	30
<b>3.5</b>	Procedimiento de Preparación de SMED	31
<b>3.6</b>	Procedimiento de Aplicación de SMED	32
	2.6.1 Fases de Implementación del Proyecto SMED	33
<b>3.7</b>	Herramientas Utilizadas Para la Aplicación del Sistema SMED	36
	3.7.1 Empleo de una Lista de Comprobación	36
	3.7.2 Utilización de las 5 S's	37
	3.7.2.1 Seiri	39
	3.7.2.2 Seiton	40
	3.7.2.3 Seiso	41
	3.7.2.4 Seiketsu	42
	3.7.2.5 Shitsuke	43

## **CAPÍTULO 4. MÉTODO PROPUESTO**

<b>4.1</b>	Etapa Para la Reducción de Tiempos de Cambio de Formato	46
<b>4.2</b>	Etapa Para la Reducción de Tiempos de Cambio de Formato Para la	

	Sopladora	47
<b>4.3</b>	<b>Etapa Preliminar SMED (Sopladora): Diagnóstico del Procedimiento de Preparación Usado en los Cambios de Producto en la Línea de Producción</b>	<b>50</b>
4.3.1	Descripción General del Proceso de Soplado	51
4.3.2	Descripción Detallada del Cambio de Formato de la Sopladora	53
4.3.3	Primera Etapa de SMED: Separación de las Preparaciones de Soplado	63
4.3.3.1	Listas de Comprobación de las Operaciones Realizadas en la Sopladora	63
4.3.3.2	Comprobaciones Funcionales de Cada Operación	65
4.3.3.3	Separación de Actividades Internas y Externas	67
4.3.3.4	Indicadores de Producción Respecto al Área de Soplado	73
4.3.4	Segunda Etapa de SMED: Conversión de Preparaciones de la Sopladora	74
4.3.4.1	Conversión de Preparaciones Internas a Externas	74
4.3.5	Tercera Etapa de SMED: Perfección de Todos los Aspectos de la Operación de Preparación de la Sopladora	91
4.3.5.1	Mejora en el Transporte de Útiles y Otras Piezas de la Sopladora	91
4.3.5.2	Creación de Estrategias Para Implantar al Proceso	93
4.3.5.3	Propuesta de Estandarización de Funciones de la Sopladora	95
<b>4.4</b>	<b>Etapa Para la Reducción de Tiempos de Cambio de Formato Para la Etiquetadora</b>	<b>118</b>
<b>4.5</b>	<b>Etapa Preliminar SMED (Etiquetadora): Diagnóstico del Procedimiento de Preparación Usado en los Cambios de Producto en la Línea de Producción</b>	<b>120</b>
4.5.1.1	Descripción General del Proceso de Etiquetado	121
4.5.1.2	Descripción Detallada del Cambio de Formato de la Etiquetadora	123
4.5.2	Primera Etapa de SMED: Separación de las Preparaciones	

	de Etiquetado	131
4.5.2.1	Listas de Comprobación de las Operaciones Realizadas en la Etiquetadora	131
4.5.2.2	Comprobaciones Funcionales de Cada Operación	132
4.5.2.3	Separación de Actividades Internas y Externas Para la Etiquetadora	135
4.5.2.4	Indicadores de Producción Respecto al Área de Etiquetado	142
4.5.3	Segunda Etapa de SMED: Conversión de Preparaciones de la Etiquetadora	143
4.5.3.1	Conversión de Preparaciones Internas a Externas	143
4.5.4	Tercera Etapa de SMED: Perfección de Todos los Aspectos de la Operación de Preparación de la Etiquetadora	149
4.5.4.1	Mejora en el Transporte de Útiles y Otras Piezas de la Etiquetadora	149
4.5.4.2	Creación de Estrategias Para Implantar al Proceso	149
4.5.4.3	Propuesta de Estandarización de Funciones de la Etiquetadora	153
<b>4.6</b>	Perfección de Todos los Aspectos de la Operación de Preparación del Taller	172
4.6.1	Desarrollo de los Principios de Las 5 S's	172

## **CAPÍTULO 5. RESULTADOS**

<b>5.1</b>	Costos Propuestos del Tiempo de Preparación de la Sopladora	190
<b>5.2</b>	Valor Presente Neto (VPN) de la Sopladora	191
<b>5.3</b>	Costos Propuestos del Tiempo de Preparación de la Etiquetadora	191
<b>5.4</b>	Valor Presente Neto (VPN) de la Etiquetadora	192

## **CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

<b>6.1</b>	Conclusiones	195
------------	--------------	-----

<b>6.2</b>	<b>Recomendaciones</b>	<b>196</b>
	<b>Anexos</b>	<b>199</b>
	<b>Bibliografía</b>	<b>201</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 2.1</b>	Productos Manufacturados en PEPSI Planta Ribera de Cupía	19
<b>Tabla 2.2</b>	Etapas de la Línea de Producción	19
<b>Tabla 2.3</b>	Descripción de la Maquinaria	20
<b>Tabla 3.1</b>	Ventajas y Desventajas de la Producción de Grandes Lotes	28
<b>Tabla 3.2</b>	Proporción de Tiempo de Actividades de Preparación de Máquinas	31
<b>Tabla 4.1</b>	Tiempo de Cambio en Sopladora	50
<b>Tabla 4.2</b>	Manejos Utilizados en el Cambio de Formato de la Sopladora	63
<b>Tabla 4.3</b>	Herramientas Utilizadas en el Cambio de Formato de la Sopladora	64
<b>Tabla 4.4</b>	Tipo de Preforma Utilizada en el Cambio de Formato	65
<b>Tabla 4.5</b>	Funcionalidad de Manejos de Sopladora Utilizados en el Cambio de Formato	65
<b>Tabla 4.6</b>	Funcionalidad de Herramientas de Sopladora Utilizadas en el Cambio de Formato	67
<b>Tabla 4.7</b>	Actividades Realizadas Durante el Cambio de Formato de la Sopladora	68
<b>Tabla 4.8</b>	Desarrollo de la Actividad Número Uno y Análisis de Preparación	68
<b>Tabla 4.9</b>	Desarrollo de la Actividad Número Dos y Análisis de Preparación	70
<b>Tabla 4.10</b>	Desarrollo de la Actividad Número Tres y Análisis de Preparación	71
<b>Tabla 4.11</b>	Desarrollo de la Actividad Número Cuatro y Análisis de Preparación	72
<b>Tabla 4.12</b>	Desarrollo de la Actividad Número Cinco y Análisis de Preparación	72
<b>Tabla 4.13</b>	Costo por Tiempo Total de Proceso de Soplado	73
<b>Tabla 4.14</b>	Lugar que Ocupa Cada Manejo de la Sopladora Utilizado Para Cambio de Formato	92
<b>Tabla 4.15</b>	Tiempo de Cambio en Sopladora	120
<b>Tabla 4.16</b>	Manejos Utilizados en el Cambio de Formato Para la Etiquetadora	131

<b>Tabla 4.17</b>	Herramientas Utilizadas en el Cambio de Formato de la Etiquetadora	132
<b>Tabla 4.18</b>	Funcionalidad de Manejos Utilizados en el Cambio de Formato de la Etiquetadora	133
<b>Tabla 4.19</b>	Funcionalidad de Herramientas Utilizadas en el Cambio de Formato de la Etiquetadora	133
<b>Tabla 4.20</b>	Actividades Realizadas Durante el Cambio de Formato de la Etiquetadora	135
<b>Tabla 4.21</b>	Desarrollo de la Actividad Número Uno y Análisis de Preparación	136
<b>Tabla 4.22</b>	Desarrollo de la Actividad Número Dos y Análisis de Preparación	136
<b>Tabla 4.23</b>	Desarrollo de la Actividad Número Tres y Análisis de Preparación	136
<b>Tabla 4.24</b>	Desarrollo de la Actividad Número Cuatro y Análisis de Preparación	137
<b>Tabla 4.25</b>	Desarrollo de la Actividad Número Cinco y Análisis de Preparación	138
<b>Tabla 4.26</b>	Desarrollo de la Actividad Número Seis y Análisis de Preparación	138
<b>Tabla 4.27</b>	Desarrollo de Actividad Número Siete y Análisis de Preparación	139
<b>Tabla 4.28</b>	Desarrollo de la Actividad Número Ocho y Análisis de Preparación	139
<b>Tabla 4.29</b>	Desarrollo de la Actividad Número Nueve y Análisis de Preparación	140
<b>Tabla 4.30</b>	Desarrollo de la Actividad Número Diez y Análisis de Preparación	140
<b>Tabla 4.31</b>	Desarrollo de la Actividad Número Once y Análisis de Preparación	141
<b>Tabla 4.32</b>	Desarrollo de la Actividad Número Doce y Análisis de Preparación	142
<b>Tabla 4.33</b>	Costo por Tiempo Total de Proceso	142
<b>Tabla 5.1</b>	Tiempo de Preparación Actual vs. Tiempo de Preparación Propuesto	180
<b>Tabla 5.2</b>	Costo por Tiempo Total Actual vs. Costo por Tiempo Total Propuesto	180
<b>Tabla 5.3</b>	Análisis Costo – Beneficio Propuesto para Sopladora	181
<b>Tabla 5.4</b>	Tiempo de Preparación Actual vs. Tiempo de Preparación Propuesto	181

<b>Tabla 5.5</b>	Costo por Tiempo Total Actual vs. Costo por tiempo Total Propuesto	182
<b>Tabla 5.6</b>	Análisis Costo – Beneficio Propuesto para Etiquetadora	183
<b>Tabla 5.7</b>	Ahorro de Etiquetas que se Logrará con las Propuestas	183

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 2.1</b>	Localización de la Ribera de Cupía dentro del Municipio de Chiapa de Corzo en el Estado de Chiapas	10
<b>Figura 2.2</b>	Localización de la Planta dentro del Municipio de Chiapa de Corzo	11
<b>Figura 2.3</b>	Organigrama General de la Empresa	16
<b>Figura 2.4</b>	Organigrama de Manufactura de la Empresa	17
<b>Figura 2.5</b>	Descripción General de las Actividades de la Línea de Producción	21
<b>Figura 2.6</b>	Layout de la Empresa	22
<b>Figura 3.1</b>	Diagrama de Etapas Conceptuales de SMED	33
<b>Figura 3.2</b>	Estrategia 5 S's	37
<b>Figura 3.3</b>	Seiri	39
<b>Figura 3.4</b>	Seiton	41
<b>Figura 3.5</b>	Seiso	42
<b>Figura 3.6</b>	Seiketsu	43
<b>Figura 3.7</b>	Shitsuke	44
<b>Figura 4.1</b>	Desarrollo de las Etapas del Sistema SMED	46
<b>Figura 4.2</b>	Desarrollo de las Etapas SMED para la Sopladora	48
<b>Figura 4.3</b>	Sopladora SIDEL SBO 12	53
<b>Figura 4.4</b>	Rótulo Para Contenedor de Moldes	75
<b>Figura 4.5</b>	Tapete de Hule Industrial Sustituyendo a Hoja de Cartón	76
<b>Figura 4.6</b>	Rótulo para Moldes	78
<b>Figura 4.7</b>	Etiqueta Interna Para Departamentos de Contenedor de Moldes	78
<b>Figura 4.8</b>	Rótulo Para Carrito de Herramientas	79
<b>Figura 4.9</b>	Etiqueta Para Herramientas	79
<b>Figura 4.10</b>	Escalera Frente a Puertas de Seguridad 4 y 5	81
<b>Figura 4.11</b>	Gavetas Industriales Etiquetadas Para Topes	82
<b>Figura 4.12</b>	Gavetas Industriales Etiquetadas Dentro de Estante	83

<b>Figura 4.13</b>	Gavetas Industriales Etiquetadas Para Varillas de Estirado	85
<b>Figura 4.14</b>	Gavetas Industriales Etiquetadas Para Varillas Dentro del Estante	85
<b>Figura 4.15</b>	Gavetas Industriales Para Varillas Sobre Repisa Metálica	86
<b>Figura 4.16</b>	Guías de Salida de Botella con Rotulo	88
<b>Figura 4.17</b>	Guías de Salida de Botella Dentro del Estante	88
<b>Figura 4.18</b>	Rótulo de Estrellas y Lugar que Ocupan en el Estante	90
<b>Figura 4.19</b>	Rótulo de Soporte de Estrellas y Lugar que Ocupa en el Estante	91
<b>Figura 4.20</b>	Desarrollo de las Etapas SMED para la Etiquetadora	118
<b>Figura 4.21</b>	Etiquetadora B&H 8000	123
<b>Figura 4.22</b>	Poste de Almohadilla	145
<b>Figura 4.23</b>	Estrella Principal Propuesta	146
<b>Figura 4.24</b>	Base de Estrella Principal Propuesta	147
<b>Figura 4.25</b>	Centro de Estrella Propuesta	147
<b>Figura 4.26</b>	Anillo de Fijación	148
<b>Figura 4.27</b>	Marcar Puntos Guía en Eje de Platos Portabobina	149
<b>Figura 4.28</b>	Rótulos de Manejos	150
<b>Figura 4.29</b>	Puntos Guías Para Banda de Sinfín	150
<b>Figura 4.30</b>	Vista General del Taller Mecánico	174
<b>Figura 4.31</b>	Mesa de Trabajo y Anaquel de Lubricantes	175
<b>Figura 4.32</b>	Anaqueles de Refacciones	175
<b>Figura 4.33</b>	Diagrama de Decisiones	176
<b>Figura 4.34</b>	Material Llevado a Almacén	179
<b>Figura 4.35</b>	Basura y Chatarra Industrial Encontrada en el Taller Mecánico	180
<b>Figura 4.36</b>	Letreros Colocados en los Anaqueles	183
<b>Figura 4.37</b>	Motores Rotulados	183
<b>Figura 4.38</b>	Delimitación de Áreas del Taller Mecánico Industrial	184
<b>Figura 4.39</b>	Letreros de Seguridad Colocados en el Área	186
<b>Figura 4.40</b>	Letreros de Seguridad Colocados en el Área	187

# INTRODUCCIÓN

La flexibilidad de la producción es una de las llaves maestras para que una empresa sea competitiva en el mercado cambiante que existe hoy en día. Es por ello que se han creado herramientas para optimizar la producción en la industria.

Minimizar los tiempos perdidos, mejorar procesos, ahorrar materiales, son algunos de los beneficios que se buscan obtener con la implementación de la Metodología SMED, dicha metodología planteada por Shigeo Shingo se basa en minimizar los tiempos de cambio de herramental de las máquinas tanto como sea posible, aunque por sus siglas significa reducir el cambio de herramental a cifras de un solo dígito.

En cuanto a la industria embotelladora de bebidas dicha herramienta toma vital importancia, ya que sería muy costoso contar con una línea de producción para cada presentación a producir, por lo que es necesario ajustar la línea conforme a la demanda de producto que se tenga. Se busca con ésta metodología atender la demanda con la mayor rapidez posible pero anteponiendo siempre los intereses de la empresa en cuanto a maximizar ganancias; pero ¿cómo se puede lograr? Es tan simple como minimizar el tiempo de cambio de herramientas utilizando algunas técnicas para facilitar el montaje y desmontaje de piezas que componen una máquina, pero sobre todo se busca cambiar el mayor número de actividades internas a externas.

Dichas mejoras solo se podrán realizar mediante un análisis minucioso de los procesos en los que se lleva a cabo el cambio de herramental para detectar los más críticos que afectan a la productividad por pérdida de tiempo.

Mediante el siguiente proyecto se proponen algunas posibles mejoras para optimizar el tiempo de cambio.

En el primer capítulo se puede observar a detalle el problema que se analizará a lo largo de este proyecto, tanto sus alcances como sus limitaciones, así como una pequeña introducción para imbuirse en el punto de estudio.

En el segundo capítulo se hace referencia a la empresa donde se desarrolla el siguiente proyecto, su razón social, giro empresarial e historia, entre otros datos que permiten conocer a la empresa.

En el tercer capítulo se encuentra la fundamentación teórica que sustenta este proyecto, podrá verse información aportada por grandes autores que apoyan la mejora de la productividad a través de la reducción de tiempos y conversión de actividades de preparación de máquina.

Posteriormente podrá analizarse en el cuarto capítulo el desarrollo de la metodología del presente proyecto, puede analizarse paso a paso el análisis minucioso de cada parte del problema estudiado, así como las propuestas que se hacen a la empresa para mejorar sus tiempos de preparación y la mejora que representa en cuanto a tiempo y dinero.

Por último se puede ver en el quinto capítulo los resultados que se obtuvieron con algunas mejoras que se pudieron implementar durante la realización del estudio, se realizan observaciones y se sugieren algunas recomendaciones; útiles para crear una conclusión genera.

# **Capítulo 1**

---

## **DIMENSIONAMIENTO DEL PROBLEMA**



## 1.1 Planteamiento del Problema

### 1.1.1 Antecedentes del Problema

El presente trabajo se desarrolla en una empresa de la industria refresquera que presenta un excesivo tiempo en sus cambios de herramientas dentro del proceso productivo.

Esta empresa no cuenta con procesos definidos para llevar a cabo el cambio de formato en ninguna de las máquinas existentes del proceso productivo; lo que, reduce su flexibilidad en la producción.

Al mantener un elevado tiempo durante el cambio de formato, debido al seguimiento de procesos inadecuados y por la falta de capacitación para la estandarización de actividades en el cambio de formato de cada máquina, se elevan los costos, por lo que para tratar de amortiguar el costo de los numerosos cambios de formato que se llevan a cabo en la empresa se limita a producir grandes lotes de los diferentes productos.

La reducción en los tiempos de preparación ayudará a que la empresa pueda producir lotes pequeños, para lograr desempeñar las actividades de mejora de la producción, logrando así disminuir sus costos de producción y creando un entorno de fabricación más ágil y flexible, de manera que permita adaptar la empresa a las necesidades que se planteen en cada momento, así como acelerar el tiempo de respuesta a la demanda.



### 1.1.2 Definición del Problema

El problema consiste en el elevado tiempo invertido en la preparación, cambio de útiles y herramientas en la línea de producción, específicamente en la sopladora y etiquetadora.

## 1.2 Objetivos General y Específicos

### 1.2.1 General

Establecer propuestas que coadyuven a la reducción de los tiempos de preparación en la línea de producción de la empresa Embotelladora Valle de Oaxaca S.A. de C.V., contribuyendo a la reducción de los costos, aumento de la productividad, y de la capacidad de respuesta a los cambios de programación de la producción.

### 1.2.2 Específicos

- Reconocer las oportunidades de mejora existente en el proceso productivo de la organización.
- Organizar, planificar y estructurar las tareas de cambio de utillaje minimizando los tiempos muertos.
- Conocer la manera de simplificar los cambios de utillajes para invertir el menor tiempo posible de un lote a otro.
- Difundir a los empleados la teoría de métodos para optimizar los tiempos de cambio de las herramientas, utillajes, formatos y ajustes en equipos, máquinas, instalaciones y procesos.



- idear una secuencia de operaciones para realizar el cambio de lote de la forma más eficiente.
- Propuesta de estandarización de la operación de cambio de modelo en la sopladora y la etiquetadora.

### 1.3 Justificación

El reducir los tiempos de preparación a cifras de un sólo dígito tiene importantes ventajas competitivas para la empresa. Las ventajas son cuantificables al obtener tiempos de cambio que son relativamente insignificantes se puede producir diariamente la cantidad necesaria, eliminando casi totalmente la necesidad de invertir en inventarios.

Los métodos rápidos y simples de cambio eliminan también la posibilidad de errores en los ajustes de herramientas y útiles, reducen sustancialmente los defectos y suprimen la necesidad de inspecciones, reducir los tiempos improductivos de máquinas e instalaciones optimizando los cambios, logra la flexibilización de los lotes de producción, según la demanda, sin crear inventarios y reduciendo el tiempo de preparación del proceso productivo.

Con cambios rápidos se puede aumentar la capacidad de la máquina. Si las máquinas funcionan siete días a la semana, por casi las 24 horas, una opción para tener más capacidad sin comprar máquinas nuevas, es reducir su tiempo de cambio y preparación.

Aplicar la Metodología SMED sin duda, mejorará significativamente el tiempo de respuesta al cliente y obtendrá un progreso en la rotación de inventarios, dando flexibilidad de respuesta a los cambios de programación de la producción; que traducido en términos económicos representa un ahorro evidente.



### 1.4 Delimitación del Proyecto

El proyecto se desarrollará en el departamento de producción de la empresa Embotelladora del Valle de Oaxaca, durante el periodo comprendido de julio a diciembre del año 2009.

La metodología SMED se aplica en las máquinas correspondientes a los dos primeros procesos de envasado de bebidas en la planta Embotelladora Valle de Oaxaca S.A. de C.V., dichos procesos son el de Soplado de preformas y Etiquetado de botella, durante el periodo comprendido del mes de julio al mes de diciembre del año 2009.

Entre las principales limitaciones se observaron las siguientes:

- Incumplimiento del programa de producción, debido a mantenimiento correctivo.
- Cambios de formato en la línea de producción realizados a horas no programadas.
- Resistencia al cambio por parte de los operarios al realizar las pruebas de procedimiento y preparación de cambios.
- Falta de herramientas necesarias por parte de los trabajadores para llevar a cabo el nuevo procedimiento.

## **Capítulo 2**

---

### **ANTECEDENTES DE LA EMPRESA**



## 2.1 Razón Social

Embotelladora Valle de Oaxaca S. A. de C. V.

## 2.2 Descripción de la Empresa

Embotelladora Valle de Oaxaca S. A. de C. V. (EVOSA) es una empresa del sector privado dedicada a la fabricación, comercialización y distribución de bebidas carbonatadas; dicha empresa pertenece al reconocido Grupo de Embotelladoras Unidas S.A. de C. V. (GEUSA), el que es un corporativo poseedor de acciones industriales y comerciales dedicadas a la producción, distribución y comercialización de bebidas y aguas envasadas que hoy en día está conformada por un gran número de embotelladoras.

GEUSA es subsidiaria de PEPSICO, siendo la última, la propietaria de marcas registradas de gran prestigio como: Pepsi, Quaker, Sabritas, Gatorade, etc..

## 2.3 Ubicación de la Planta

La empresa Embotelladora Valle de Oaxaca S.A de C.V. se localiza en la colonia Ribera de Cupía dentro del municipio de Chiapa de Corzo perteneciente al estado de Chiapas.

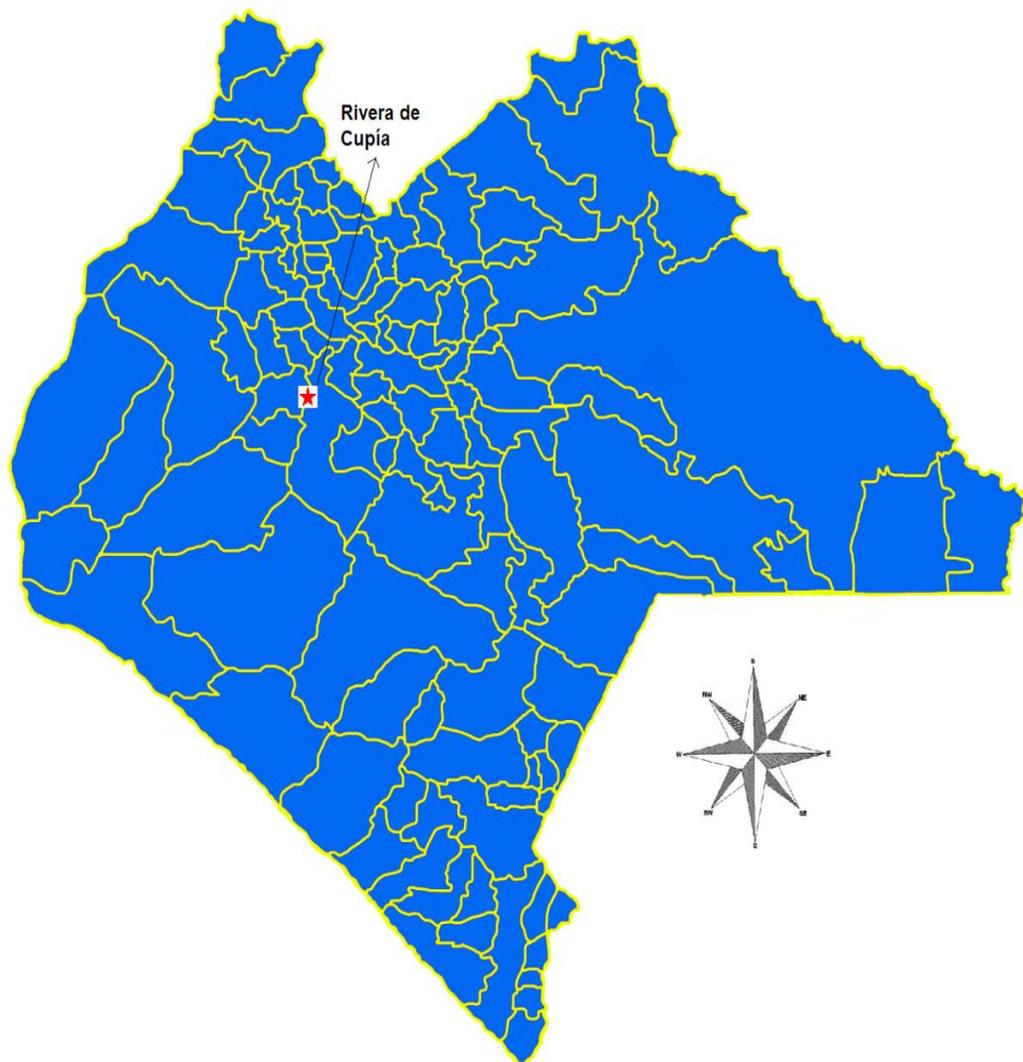
La dirección de la planta es carretera Tuxtla Gutiérrez- La Angostura Km. 9, Número 800, colonia Ribera de Cupía, Chiapa de Corzo Chiapas con Código Postal 29169.



### 2.3.1 Macrolocalización de la Planta

La macrolocalización de la empresa se ubica en el estado de Chiapas, específicamente en el municipio de Chiapa de Corzo.

En la figura 2.1 pueden apreciarse la macrolocalización de la empresa en el estado.



**Figura 2.1** Localización de la Ribera de Cupía dentro del Municipio de Chiapa de Corzo en el Estado de Chiapas.



### 2.3.2 Microlocalización de la Planta

La microlocalización se presenta en carretera Tuxtla Gutiérrez- La Angostura Km. 9, No. 800, colonia Ribera de Cupía, Chiapa de Corzo, Chiapas.

En la figura 2.2 puede apreciarse la microlocalización de la empresa



**Figura 2.2** Localización de la Planta Dentro del Municipio de Chiapa de Corzo

## 2.4 Antecedentes

A fines de la década de los 30's cuando Pepsicola se expandía a mercados internacionales. Pepsi se introdujo en Mexicali, Baja California en 1938 como el primer mercado mexicano; en aquel tiempo el concentrado se recibía desde Nueva York en pequeños barriles de madera de roble de un galón y en frascos de medio litro que contenían los saborizantes y el acidulante.



En 1943 cuando Pepsi-Cola Mexicana se estableció legalmente en esta ciudad bajo la razón social de *Pepsi-Cola Mexican Syrup Company* como subsidiaria de *Pepsi-Cola International*, siendo su misión el franquiciamiento de las marcas Pepsi-Cola a inversionistas independientes de todo el país a fin de operar la distribución y venta de refrescos embotellados con las marcas de nuestra empresa.

Entre las primeras plantas embotelladoras de Pepsi-Cola Mexicana se encuentran: Mexicali (1938), Monterrey (1942), México, Guadalajara (1943) y León (1945).

En Guadalajara, desde 1943 se embotellaba Pepsi-Cola en la Planta “La Victoria”, posteriormente siguieron estableciéndose otras modernas plantas en nuestra República como las de la cadena Padilla, después Grupo Trieme S.A. de C.V. Cuatro años más tarde, en 1947 debido a la creciente demanda del producto se instaló la primera Planta de Concentrados de Pepsi-Cola en México para satisfacer las necesidades de concentrado de sus embotelladores, cuyo número crecía a un ritmo acelerado. Fue hasta 1949 cuando se inauguró en esta misma ciudad Embotelladora de Occidente S.A. de C.V., primera planta de la cadena Trieme que actualmente es considerada como una de las plantas con instalaciones de mayor capacidad en América Latina.

Posteriormente, esta Cadena fue creciendo al construirse las plantas:

-  **1953:** Bebidas Purificadas de Michoacán S.A. (Morelia Michoacán)
-  **1957:** Bebidas Purificadas del Centro S.A. (Celaya, Guanajuato)
-  **1967:** Bebidas Purificadas del Cupatitzio, S.A. (Uruapan Michoacán)

En 1987 Trieme se transformó en Grupo Embotelladoras Unidas S.A. de C.V. y se consolida en los estados de Jalisco, Michoacán y Guanajuato. Y es a partir de 1992, con la liberación económica de la Industria Refresquera en el país y a la gran demanda de los consumidores por nuevos empaques y presentaciones que se inician los lanzamientos de nuevos productos como:

-  **1992** Envase de plástico retornable (PRB) 1.5 Litros Pepsi.



- **1993** Se incorpora la marca Seven-Up a los productos embotellados.
- **1994** El territorio Pacífico compuesto de Nayarit y Colima se agrega la distribución de GEUSA.
- **1996** Envases de plástico retornable (PRB) 1 Litro en Sabores.
- **1997** Envase de plástico desechable (PET) 2 Litros y 600 ml.
- **1998** Lanzamiento del sistema de Información de Mercado (SIMER) y Automatización de toda la fuerza de venta.

Debido a la gran demanda en el país de Agua Purificada y a la excelente reputación de la marca de agua de mesa Santorini, se expande el negocio de embotellado, para incluir la presentación de Agua Santorini en Garrafón de 10 Litros.

- **1998-2000** Agua de Garrafón Santorini 19 Litros.
- **2000** Presencia de GEUSA en la red cibernética: [www.geusa.com.mx](http://www.geusa.com.mx)
- **2001** Operación de la planta embotelladora en Zamora, Michoacán.  
Implementación exitosa de M&W  
Certificado de Calidad del Agua (IBWA)  
PEPSICO “*Execution Award*”
- **2002** Operación de las plantas embotelladoras en Colima, Colima e Ixtlahuacán de los Membrillos, Jalisco.  
Lanzamiento de la marca Mountain Dew.
- **2003** Las plantas de Guadalajara, Jalisco y Morelia, Michoacán, fueron reconocidas por su excelente implementación en el programa M&W (*Manufacturing and Warehousing*); por lo que recibieron el Premio de Calidad 2003 “*Internacional Quality Awards*”  
Lanzamiento de Pepsi Blue, Kas Rosa, Mirinda Naramango y Sangría en nuestra marca Tri Soda.
- **2004** Designados por Pepsico Inc. Como primer embotellador mexicano ancla en México; Consolidamos nuestro crecimiento con la adquisición de los Territorios de Puebla, Tlaxcala, Tabasco y parte de Veracruz y Oaxaca, con



lo que estamos atendiendo más del 30% de la población del país y premio de Calidad 2004 “*International Quality Award*”.

- Reconocimiento por la implementación del programa de M&W (*Manufacturing & Warehousing*) por parte de PEPSICO Internacional. Inauguración de la planta localizada en Ixtlahuacán, Jalisco en el mes de julio y Lanzamiento de Manzanita Sol Verde, Pepsi Twist, Tri Soda Piña, Spin Light y Spin polvos (ambos en diferentes sabores); Es inaugurada oficialmente por el Presidente de la República, Vicente Fox Quesada la planta de Ixtlahuacán de los Membrillos, además de la apertura de las plantas de Zitácuaro y Lázaro Cárdenas, Michoacán. Con ello se extiende la distribución de garrafón a los estados de Guerrero, Estado de México y Querétaro.
- Se integra a GEUSA el grupo embotellador BRET, incorporándose los estados de Puebla, Tlaxcala, Veracruz, Tabasco y Oaxaca; convirtiéndose en el segundo embotellador más grande del país, atendiendo a 13 estados.
- **2005** En el mes de mayo de 2005 se inauguran las oficinas corporativas de GEUSA en la ciudad de Zapopan Jalisco, y se inaugura la planta de agua Santorini de 19 litros en Minatitlán, Veracruz.
- **2006** Se adquiere el Grupo Embotellador GESSA sumando un total de 14 estados (Chiapas).
- **2007** Se inaugura la Planta de Agua Santorini en el territorio de Villahermosa, Tabasco.
- **2008** Se inaugura la planta Embotelladora Valle de Oaxaca S. A. de C.V. y un centro de distribución ubicados en el kilómetro 9 de la carretera Tuxtla-La Angostura; en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

Hoy en día GEUSA busca expansión territorial medible con participación de mercado, pero también busca la expansión vertical e innovadora medible con marcas, tamaños y sabores.



### 2.4.1 Misión

“Ser un Grupo productor y comercializador de bebidas que busca satisfacer las necesidades del comercio y los consumidores, con un sistema de distribución y portafolio de marcas líderes para lograr un crecimiento rentable sostenido, mediante la gestión socialmente responsable de un equipo ganador”.

### 2.4.2 Visión

“Ser la Compañía de bebidas líder en atención a sus clientes”.

### 2.4.3 Valores

-  Respeto por el Individuo: Los seres humanos que interactúan con la organización como trabajadores, clientes o sociedad merecen y deberán de ser tratados con respeto y dignidad.
-  Trabajo en Equipo: La unidad de propósito, la diversidad y la eficiencia son resultados de la suma de habilidades por lo que el reconocimiento será al equipo más que a las personas.
-  Comunicación: Esta deberá de ser permanente, oportuna, transparente, cualquier duda deberá de ser planteada y toda pregunta tiene el derecho de una respuesta.
-  Disciplina: Las personas deberán de lograr los objetivos respetando los valores, principios, procedimientos y acuerdos establecidos.
-  Integridad: Transparencia y claridad en cada uno de nuestros actos.
-  Productividad: Aprovechamiento al máximo de los insumos, materiales, tiempo de nuestras gente tecnología.
-  Calidad: Elaborar los mejores productos, contar con la mejor gente, brindar el mejor servicio.



- Seguridad: Realizar toda actividad en el marco de los procedimientos señalados tanto dentro como fuera de nuestro trabajo.

## 2.5 Estructura Organizacional

### 2.5.1 Organigrama General

En la figura 2.3 se puede observar el organigrama general de la empresa.

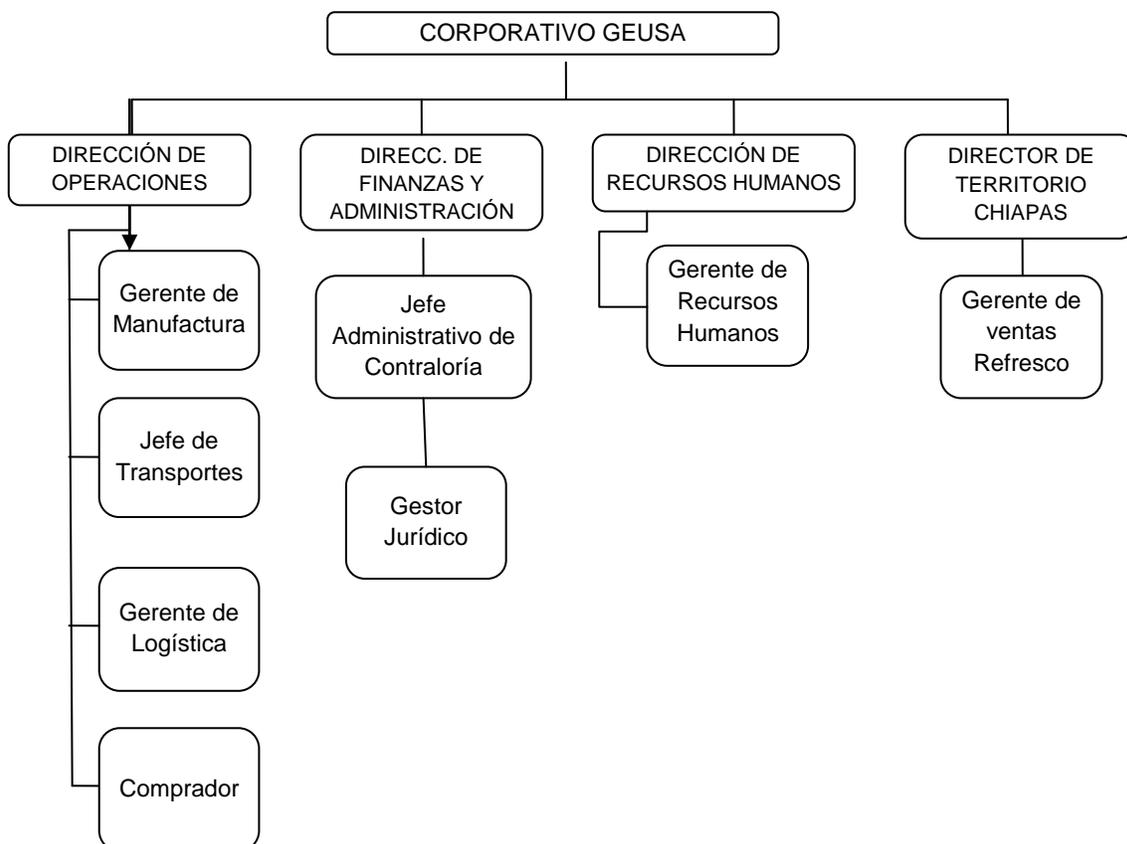


Figura 2.3 Organigrama General de la Empresa



### 2.5.2 Organigrama de Manufactura

En la figura 2.4 se observa a detalle el organigrama de manufactura de la empresa.

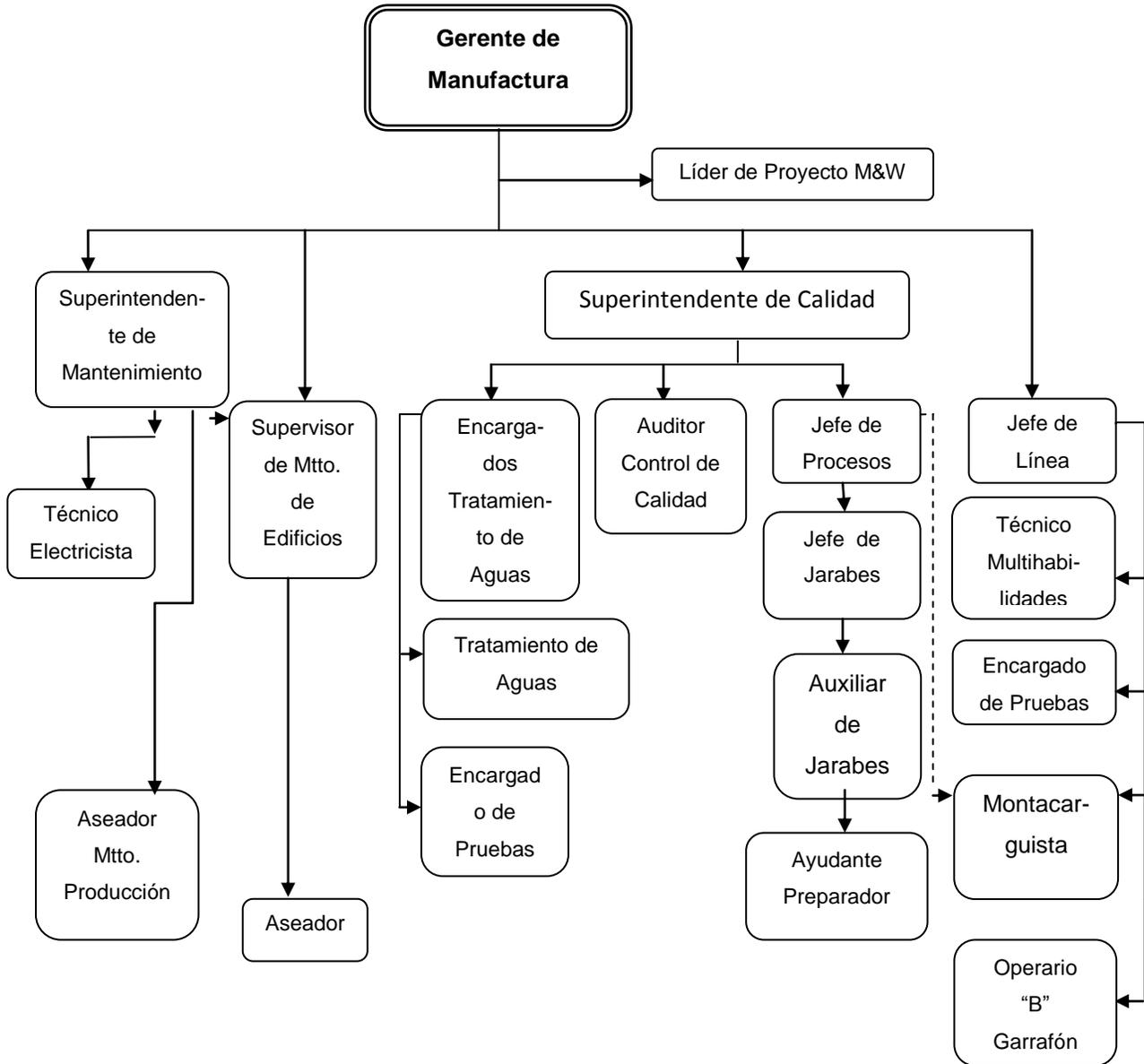


Figura 2.4 Organigrama de Manufactura de la Empresa



### 2.5.3 Descripción de los Puestos más Importantes del Área de Manufactura

#### Gerencia de manufactura

Asistir y cuidar que los objetivos de la empresa se cumplan en cuanto a la producción, estar al pendiente de lo que las áreas que respectan a manufactura de igual forma satisfagan las necesidades de la empresa obtener mejores ganancias sin sacrificar la calidad del producto.

#### Superintendencia de mantenimiento

Planear, realizar y verificar que las actividades correspondientes al mantenimiento tanto preventivo como correctivo se realicen de la mejor manera; asegurando el óptimo funcionamiento de las máquinas mediante el desarrollo integral del mantenimiento.

## 2.6 Productos en el Mercado

La planta produce diez productos en cuatro presentaciones distintas; cabe mencionar que no todos los productos se elaboran en las cuatro presentaciones, algunos productos únicamente se manufacturan en dos o tres presentaciones, la razón se basa en estudios de mercado que determinaron la demanda de las presentaciones en cuanto a producto.

En la tabla 2.1 pueden apreciarse los diferentes productos, considerando las únicamente las presentaciones de cada producto manufacturadas en la planta Ribera de Cupía.



**Tabla 2.1** Productos Manufacturados en PEPSI Planta Ribera de Cupía  
(Fuente: Elaboración propia basada en datos de la empresa)

PRODUCTO	PRESENTACIÓN 600 ML	PRESENTACIÓN 2 L	PRESENTACIÓN 2.5 L	PRESENTACIÓN 3 L
PEPSI	✓	✓	✓	✓
MIRINDA NARANJA	✓	✓	✓	
SANGRIA CASERA	✓	✓	✓	
MONTEBELLO	✓	✓		
MANZANA	✓	✓	✓	
SEVEN UP	✓		✓	
REY PIÑA	✓	✓	✓	✓
REY DURAZNO	✓	✓	✓	✓
REY GROSELLA	✓	✓	✓	✓
REY MANDARINA	✓			

## 2.7 Distribución de Planta

Existe una sola línea de producción en la planta, compuesta por seis etapas; cada etapa se justifica individualmente con su respectiva maquinaria.

En la tabla 2.2 puede apreciarse cada etapa y la maquinaria usada para llevarla a cabo.

**Tabla 2.2** Etapas de la Línea de Producción  
(Fuente: Elaboración propia basada en datos de la empresa)

Etapa	Máquina Empleada
1° Soplado	Sopladora, SIDEL SBO 12
2° Etiquetado	Etiquetadora, B&H BH8000S



**Tabla 2.2** Etapas de la Línea de Producción (continuación)  
(Fuente: Elaboración propia basada en datos de la empresa)

Etapa	Máquina Empleada
<b>3° Enjuagado</b>	Enjuagadora, BERCHI L-02
<b>4° Llenado</b>	Llenadora, KHS HK 96/14
<b>5° Empaquetado</b>	Envolvedora, ZAMBELLI LFT-40
<b>6° Paletizado</b>	Paletizadora, BERCHI GENIUS/PTF

La tabla 2.3 describe a detalle cada una de las máquinas utilizada durante el desarrollo de las etapas que conforman el proceso de producción de la línea de embotellado Pepsi.

**Tabla 2.3** Descripción de la Maquinaria  
(Fuente: Elaboración propia basada en datos de la empresa)

Descripción	Marca	Modelo	Velocidad Nominal
Sopladora	SIDEL	SBO 12	16800 BxMin
Etiquetadora	B&H	BH8000S	600 ml - 308 BxMin 2 lit - 220 BxMin 2.5 lit - 176 BxMin 3 lit - 146.66 BxMin
Enjuagadora	BERCHI	L-02	600 ml - 339 BxMin 2 lit - 242 BxMin 2.5 lit - 194 BxMin 3 lit - 161 BxMin
Llenadora	KHS	HK96/14	600 ml - 16800 BxMin 2 lit - 12000 BxMin 2.5 lit - 9600 BxMin 3 lit - 8000 BxMin
Envolvedora	ZAMBELLI	LFT-40	2 lit - 12000 BxMin 2.5 lit - 9600 BxMin 3 lit - 8000 BxMin
Paletizadora	BERCHI	GENIUS/PTF	



En la figura 2.5 son mencionadas las actividades que se realizan en la Línea de de producción de la empresa, ordenadas de acuerdo a las etapas del proceso de producción.

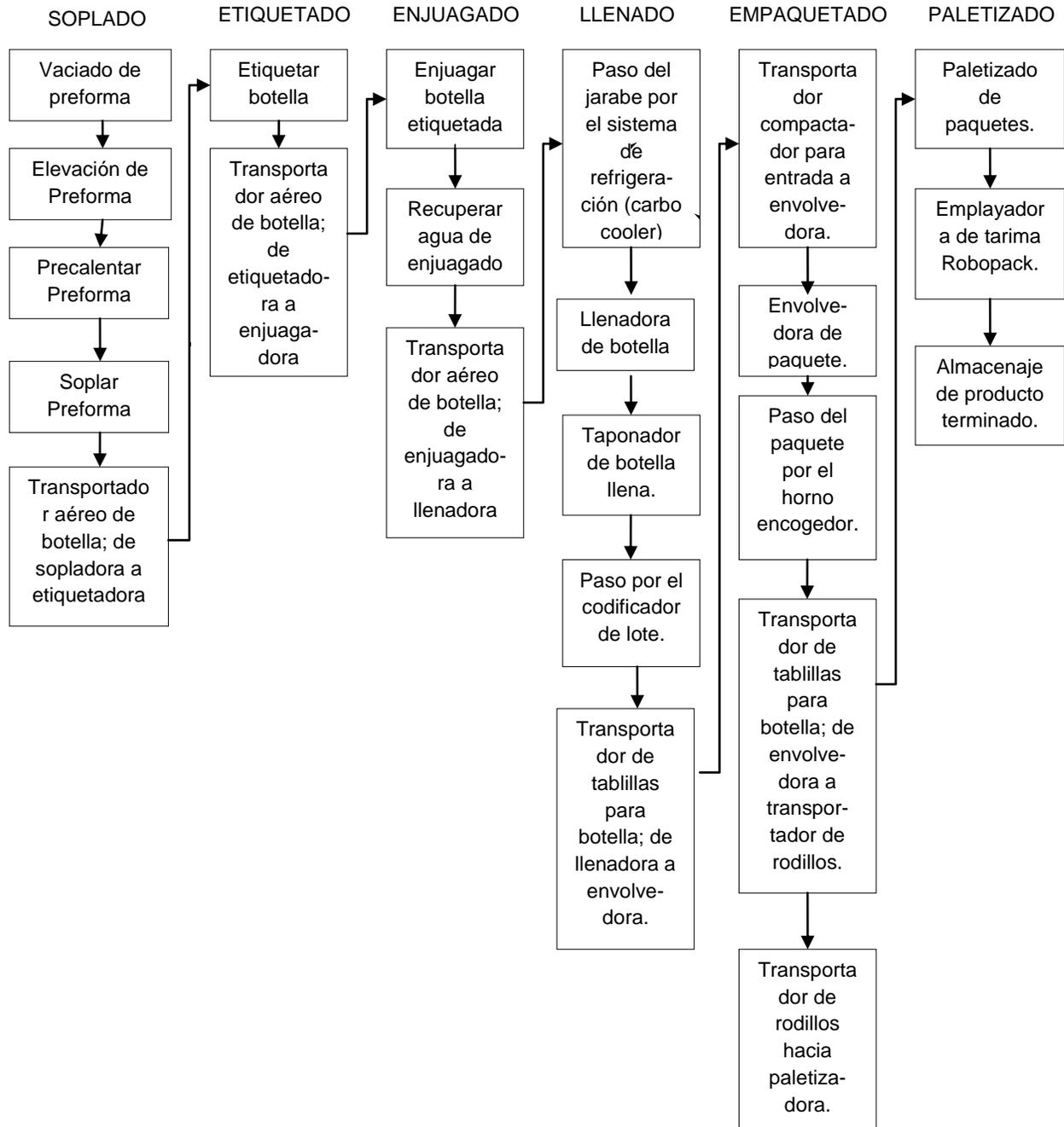


Figura 2.5 Descripción General de las Actividades de la Línea de Producción.



### 2.7.1 Layout de Planta

La figura 2.6 muestra la distribución física de la empresa; distribuyendo de manera exacta las áreas de la planta como: accesos, áreas verdes, oficinas, almacén de materias primas, producción, almacén de producto terminado, talleres y área recreativa; limitándose a citar anteriormente las más importantes.

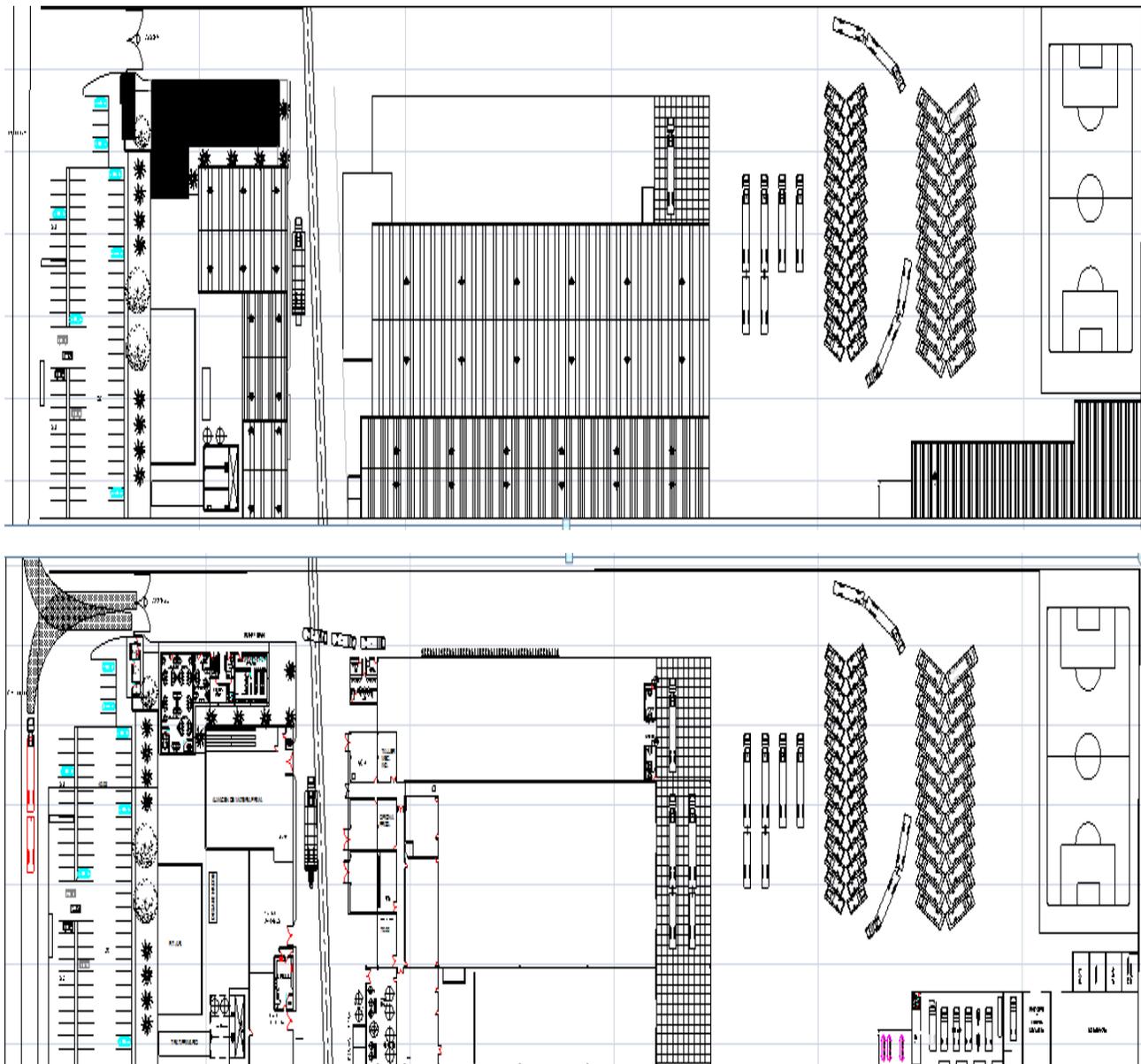


Figura 2.6 Layout de la Empresa

# **Capítulo 3**

---

## **FUNDAMENTO TEÓRICO**



### 3.1 Sistema SMED

SMED, del inglés *Single Minute Exchange of Die*, que traducido al español significa, cambio de herramientas en minutos de un solo dígito para optimizar los procesos y un conjunto de técnicas que hacen posible realizar las operaciones de cambio de útiles y preparación de máquinas en menos de diez minutos; SMED habitualmente ha sido utilizada para reducir el tiempo de cambio de utillaje, mejorando las preparaciones y montajes, pero también puede utilizarse, con pequeñas modificaciones, para mejorar cualquier operación que se realice en todo el proceso [Shingo (1990)].

Es importante señalar que puede no ser posible alcanzar el rango de manos de diez minutos para todo tipo de preparaciones de máquinas, pero SMED reduce significativamente los tiempos de cambio y preparación en casi todos los casos, lo que beneficia considerablemente a cualquier empresa.

Las organizaciones dedican muchos recursos a optimizar el tiempo unidad, olvidándose de que también pueden optimizarse los tiempos no productivos; como cambios de utillaje, reparación de averías, mantenimientos preventivos e inspecciones, logrando impactar favorablemente en disponibilidad de la misma.

Como todas las demás estrategias, esta se logra a base de la participación colectiva de personal de todos los niveles de la organización.

A partir de razonamientos lógicos *SMED* consigue descubrir una serie de mejoras posibles en el proceso de “*setup*”; mejoras que van aplicándose gradualmente y a un costo plenamente justificable por el aumento impactante que tiene en la productividad.



### 3.1.1 Historia de SMED

En la primavera de 1950 durante un estudio de mejora de eficiencia realizado por Shigeo Shingo en la fábrica Toyo Kogyo de Mazda, en Hiroshima; dedicada a la fabricación de vehículos de tres ruedas; se pretendía eliminar cuellos de botella provocados por prensas de moldeo de carrocerías de 350,750 y 800 toneladas; las cuales no trabajaban a capacidad plena; se tenía la idea de que si las tres prensas trabajaban las 24 horas al día y no se alcanzaba a cubrir la demanda, la única manera de aumentar la productividad era comprar más máquinas.

Después de analizar y observar que los trabajadores durante los cambios de matrices de las prensas no contaban con las piezas necesarias para efectuar el cambio nace la idea de que las operaciones de preparación de las máquinas realmente eran de dos tipos diferentes:

- Preparación interna: son aquellas en donde los desmontajes de matrices se llevarían a cabo únicamente cuando la máquina estuviera parada.
- Preparación Externa: como el transporte de matrices viajas al almacén, o llevar las nuevas hasta la máquina; que pueden realizarse mientras la máquina esta en operación.

En contra de los pensamientos tradicionales, el ingeniero Japonés Shigeo Shingo desarrollo el sistema SMED para acortar el tiempo de preparación de máquinas, intentando hacer lotes de menor tamaño.

El desarrollo del concepto SMED tardó 19 años en total; está basado en la teoría y años de experimentación práctica. “Es una aproximación científica a la reducción del tiempo de preparación de máquinas que puede ser aplicada en cualquier fábrica y en cualquier máquina”.



Gracias a la aplicación del sistema SMED en *Toyota Motor Company*, el tiempo de preparación interna de una máquina de hacer tornillos, que antes era de ocho horas, se redujo hasta cincuenta y ocho segundos; en *Mitsubishi Heavy Industries*, el tiempo de preparación interna de una taladradora de seis ejes, que antes era de veinticuatro horas es de dos minutos y cuarenta segundos.

### 3.2 Aplicación de SMED

Esta técnica permite disminuir el tiempo que se pierde en las máquinas e instalaciones debido al cambio de utillaje necesario para pasar de producir un tipo de producto a otro [Shigeo Shingo (1990)]. Algunos de los beneficios que aporta esta herramienta son:

- Reducir el tiempo de preparación y pasarlo a tiempo productivo
- Reducir el tamaño del inventario.
- Reducir el tamaño de los lotes de producción.
- Producir en el mismo día varios modelos en la misma máquina o línea de producción.

Esta mejora en el acortamiento del tiempo aporta ventajas competitivas para la empresa ya que no tan solo existe una reducción en los costos, si no que aumenta la flexibilidad o capacidad de adaptarse a los cambios en la demanda; al permitir la reducción en el tamaño de lote colabora en la calidad ya que al no existir *stocks*<sup>1</sup> innecesarios no se pueden ocultar problemas en la fabricación.

Algunos de los tiempos que tenemos que eliminar aparecen como despilfarros habitualmente de la siguiente forma:

- Las cuchillas, bloques, matrices, etc. no están en condiciones de funcionamiento.

---

<sup>1</sup> Productos existentes.



- Algunas partes que no se necesitan se llevan cuando la máquina todavía no está funcionando.
- Faltan tornillos, piezas o herramientas, o simplemente no aparecen cuando se necesitan durante el cambio.

SMED, asociado al proceso de mejora continua, va a tratar de eliminar todos los desperdicios anteriores.

### 3.3 Importancia de SMED en las Empresas

Actualmente, los clientes desean una amplia variedad de productos en cantidades limitadas de cada tipo cuando las necesitan; esperan elevada calidad, buen precio y entregas rápidas. El SMED ayuda a las empresas a satisfacer esas necesidades con menos desperdicios haciendo efectiva en costo a la producción de artículos en pequeñas cantidades, o lotes.

#### 3.3.1 Dificultades de la Producción en Grandes Lotes

Muchas empresas producen artículos en grandes lotes simplemente porque los tiempos de cambio de útiles y preparación de las máquinas hacen demasiado costoso cambiar frecuentemente de serie de producto. (<http://www.emagister.com/smed-cambio-rapido-moldes-utillajes-2447004.htm>)

La producción en grandes lotes en respuesta a los grandes pedidos está bien, pero, de hecho, la mayor parte de la producción en grandes lotes resulta de la combinación de pedidos repetidos de pequeños volúmenes de productos, que hacen crecer en exceso la producción anticipada; las existencias son consideradas a menudo un mal necesario, puesto que hay muchas ventajas asociadas a ellas; sin



embargo, no debe olvidarse que independientemente de lo necesarias que puedan parecer, siempre es un mal.

En la tabla 3.1 se puede observar un comparativo entre ventajas y desventajas de la producción de grandes lotes.

**Tabla 3.1** Ventajas y Desventajas de la Producción de Grandes Lotes  
 [Fuente: Elaboración propia basada en información expuesta por Shigeo Shingo (1990)]

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<p>1.- Puesto que la relación entre el tiempo de preparación al de la operación principal es más baja, las horas-hombre de operación aparentes se reducen.</p> <p>2.- La combinación de operaciones de preparación reduce el número de estas, aumenta la tasa de trabajo e incrementa la productividad proporcionalmente.</p> <p>3.- La existencia de inventario facilita una carga de trabajo nivelada.</p> <p>4.- Las existencias sirven de colchón, amortiguando problemas cuando aparecen defectos o la máquina falla.</p> <p>5.- Las existencias pueden ser usadas para responder ante pedidos urgentes.</p>	<p>1.- Las tasas de rotación del capital caen, aumentando las cargas financieras.</p> <p>2.- Las existencias por sí mismas no producen valor añadido, con lo que el espacio físico que ocupan es desperdiciado.</p> <p>3.- Almacenar existencias requiere instalación de estantes, pallets, y demás, lo que aumenta costos.</p> <p>4.- El transporte y almacenamiento del stock requiere horas-hombre de manipulación.</p> <p>5.- La calidad de los stocks se deteriora a largo tiempo.</p> <p>6.- Los lotes grandes de producción suponen plazos de ejecución mayores, como resultado aparecen discrepancias con respecto a la demanda proyectada. Más aún, los tiempos largos de ejecución pueden retrasar los pedidos nuevos.</p>



### 3.3.2 Beneficios de SMED Para las Empresas

SMED cambia el supuesto de que los cambios de útiles requieren mucho tiempo; cuando los cambios de útiles pueden hacerse rápidamente, se hacen siempre que es necesario. Esto significa que las empresas pueden producir en pequeños lotes. (<http://bdigital.eafit.edu.co/bdigital/PROYECTO/P621.9023B326>).

La producción en lotes pequeños tiene muchas ventajas:

- Flexibilidad: Las empresas pueden satisfacer cambiantes demandas de clientes sin necesidad de mantener grandes stocks.
- Entregas rápidas: La producción en pequeños lotes significa plazos de fabricación más cortos y menos tiempos de espera para los clientes.
- Producción más elevada: Tiempos de preparación y cambios de útiles más cortos reducen los tiempos de paro de los equipos, lo que eleva la producción.

### 3.3.3 Beneficios de SMED Para el Personal

Los cambios de útiles más rápidos también benefician a todos los empleados de la empresa.

Primero, las preparaciones y cambios de útiles más rápidos apoyan la seguridad del trabajo reforzando la competitividad de la empresa; además, los cambios rápidos resultado de SMED fluidifican el trabajo diario de producción como consecuencia de que:

- Los cambios de útiles más simples hacen las seguras las preparaciones de máquinas, con menos estrés físico y menos riesgo de accidentes.
- Menos *stocks* significa menos aglomeración de objetos en los lugares de trabajo, lo que hace más fácil y segura la producción.



- Las herramientas, útiles y plantillas de los cambios se estandarizan y combinan, lo que significa que hay que manejar menos elementos.

### 3.4 Funcionamiento de SMED

Para entender la importancia de esta técnica con un ejemplo sencillo se plantea que, cambiar la llanta de un vehículo en 15 minutos es aceptable, sin embargo la elevada competencia y continua pugna por el ahorro de tiempo lleva a los preparadores de fórmula uno a efectuar el cambio en 7 segundos.

Para reducir el tiempo de cambio en un 50% sin inversiones importantes, Shigeo Shingo en 1950 descubrió dos tipos de operaciones al estudiar el tiempo de cambio en una prensa de *Mazda*:

- Operaciones internas: aquellas que se realizan con la máquina parada.
- Operaciones externas: pueden realizarse con la máquina en marcha.

El objetivo es analizar todas estas operaciones, clasificarlas, y ver la forma de pasar operaciones internas a externas, estudiando también la forma de acortar las operaciones internas con la menor inversión posible.

Una vez parada la máquina, el operario no debe apartarse de ella para hacer operaciones externas; el objetivo es estandarizar las operaciones de modo que con la menor cantidad de movimientos se puedan hacer rápidamente los cambios de tal forma que se vaya perfeccionando el método y forme parte del proceso de mejora continua de la empresa.

La aplicación de sistemas de cambio rápido de utillaje se convierte en una técnica de carácter obligado en aquellas empresas que fabriquen series cortas y con



gran diversidad de referencias. Tradicionalmente el tamaño de los lotes ha sido el siguiente:

- Lote pequeño: 500 piezas menos.
- Lote medio: 501-5000 piezas.
- Lote grande: más de 5000 piezas.

Actualmente se exigen lotes pequeños y la frecuencia de entregas es menor; en ocasiones se produce en exceso para evitar piezas defectuosas, aumentando los inventarios.

### 3.5 Procedimiento de Preparación de SMED

Generalmente los procedimientos de preparación son muy variados, dependiendo del tipo de operación y del tipo de equipo empleado; Sin embargo, analizando esos procedimientos desde un punto de vista diferente, se observa que todas las operaciones comprenden una determinada secuencia.

En la tabla 3.2 Se aprecia la distribución de las operaciones de cambio de formato tradicionales y la proporción de tiempo equivalente de cada actividad.

**Tabla 3.2** Proporción de Tiempo de Actividades de Preparación de Máquinas  
[Fuente: Información extraída del libro de Shigeo Shingo (1990)]

Operación	Proporción del Tiempo
Preparación, ajuste post-proceso y verificación de materiales, herramientas, troqueles, plantillas, calibres, etc.	30%
Montar y desmontar herramientas, etc.	5%
Centrar, dimensionar y fijar otras condiciones.	15%
Producción de piezas de ensayo y ajuste.	50%



**Preparación, ajuste post-proceso y verificación de materiales, herramientas, troqueles, plantillas, calibres, etc.** Este primer paso sirve para asegurarse que todos los componentes y herramientas están donde deben funcionando correctamente; en este paso se incluye el retirar y guardar, además de limpiar la maquinaria.

**Montar y desmontar herramientas.** Este paso comprende todas las medidas y calibraciones necesarias para realizar una operación de producción, como centrado, dimensionado, medición de presión y temperatura, etc.

**Producción de piezas de ensayo y ajuste.** Los ajustes se efectúan tras realizar una pieza de prueba; Los ajustes serán más fáciles cuanto mayor sea la precisión de las medidas y calibraciones del aparato anterior.

La frecuencia y duración de las pruebas y ajustes dependen del ingeniero de preparación. La mayor dificultad estriba en el correcto ajuste del equipo y la gran proporción del tiempo empleado en las pruebas, deriva de los problemas de ajuste, si se desea facilitar y reducir las pruebas y ajustes, el procedimiento más efectivo es incrementar la precisión en las mediciones y calibraciones realizadas en la etapa precedente.

### 3.6 Procedimiento de Aplicación de SMED

La implantación del proyecto SMED consta de cuatro etapas [Shigeo Shingo (1990)]:

- Etapa preliminar (Fase Mixta): Estudio de la operación de cambio.
- Primera etapa (Fase División): Separar tareas internas y externas.
- Segunda etapa (Fase Transferida): Convertir tareas internas en externas.
- Tercera etapa (Fase Mejorada): Perfeccionar las tareas internas y externas.



En la figura 3.1 podemos observar gráficamente las etapas conceptuales de la metodología SMED involucradas en las mejoras de preparación:

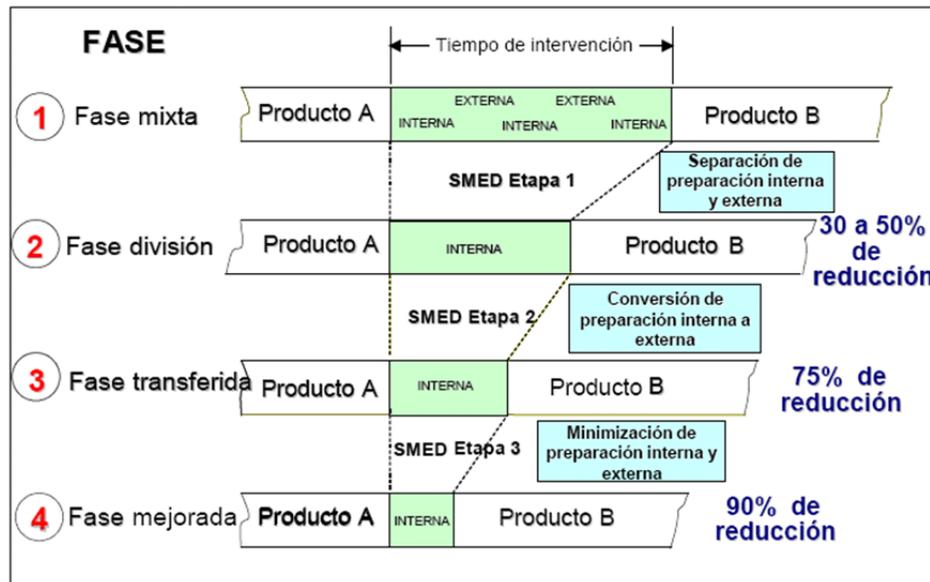


Figura 3.1 Diagrama de Etapas Conceptuales de SMED  
[Fuente: Shigeo Shingo (1990)]

### 3.6.1 Etapas de Implementación del Proyecto SMED

1) **Etapa Preliminar**: No están diferenciadas las preparaciones internas y externas

Shingo (1990) menciona que: En las operaciones de preparación tradicionales, se confunde la preparación interna con la externa y lo que puede realizarse externamente se hace internamente, permaneciendo, como consecuencia, las máquinas paradas durante grandes periodos de tiempo. Al planificar como llevar a la práctica el sistema SMED, se deben estudiar con detalle las condiciones reales de la fábrica.

Algunas técnicas que facilitan la identificación de tareas a través del estudio de las condiciones actuales del proceso de cambio son:

- Análisis con cronómetro



- Entrevista con operarios
- Grabar video
- Sacar fotografías

Esta etapa es más útil de lo que se cree, y el tiempo que se invierta en el estudio puede evitar posteriores modificaciones del método al no haber descrito la dinámica de cambio inicial de forma correcta.

2) **Primera Etapa:** Separación de la preparación interna y externa

El paso más importante en la realización del sistema SMED es la diferenciación entre la preparación interna y la externa; en esta fase se detectan problemas de carácter básico que forman parte de la rutina del trabajo:

- Se sabe que la preparación de las herramientas, piezas y útiles no deben hacerse con la máquina parada, pero se hace.
- Los movimientos alrededor de la máquina y los ensayos se consideran operaciones internas.

Es muy útil realizar una lista de comprobación con todas las partes y pasos necesarios para una operación, incluyendo nombres, especificaciones, herramientas, parámetros de la máquina, etc.; a partir de esa lista se realizará una comprobación para asegurarse de que no hay errores en las condiciones de operación, evitando pruebas que conducen a tiempos perdidos.

3) **Segunda Etapa:** Convertir la preparación interna en externa

Para alcanzar los objetivos de SMED es preciso convertir el mayor número de actividades con máquina parada a actividades que puedan realizarse con la máquina en marcha. Dicha conversión comprende dos conceptos muy importantes:



- Revaluación de operaciones para ver si alguno de los pasos esta erróneamente considerado como interno.
- Búsqueda de formas para convertir esos pasos en internos.

La idea es hacer todo lo necesario en preparar el utillaje, ensamble de piezas, etc. fuera de la máquina en funcionamiento para que cuando esta se pare se proceda a realizar el cambio necesario, de modo de que se pueda comenzar a funcionar lo más rápido posible.

La eliminación de ajustes es una parte fundamental para la aplicación de la segunda etapa; ya que las operaciones de ajuste suelen representar del 50 al 70% del tiempo de preparación interna; es muy importante reducir este tiempo de ajuste para acortar el tiempo total de preparación.

Se partirá de la base de que los mejores ajustes son los que no se necesitan, por eso recuren a fijar las posiciones, se buscan recrear las mismas circunstancias que la de la última vez; como muchos ajustes pueden ser hechos como trabajo externo se requiere fijar las herramientas.

Los ajustes normalmente se asocian con la posición relativa de piezas y troqueles, pero una vez hecho el cambio se demora un tiempo en lograr que la primera pieza del siguiente lote salga bien; se llaman ajustes en realidad a las no conformidades que a base de prueba y error van llegando hasta hacer el producto de acuerdo a las especificaciones (además se emplea una cantidad extra de material, mermas).

#### 4) **Tercera Etapa:** Perfeccionar todos los aspectos de la operación de preparación

El objetivo de esta etapa es optimizar los aspectos de la operación de preparación; “Aunque el nivel de los diez minutos se puede alcanzará algunas veces



simplemente convirtiendo la preparación interna en externa, no es así en la mayoría de los casos. Esta es la razón por la que se deben concentrar esfuerzos para perfeccionar las operaciones elementales que constituyen las preparaciones interna y externa. Consecuentemente, la tercera etapa necesitará un análisis detallado de cada operación elemental”.

La segunda y la tercera etapa no necesitan ser llevadas a cabo en ese orden, pudiendo ser prácticamente simultáneas, aunque es importante llevar a cabo la identificación de análisis y realización.

### **3.7 Herramientas Útiles Para la Aplicación del Sistema SMED**

A continuación se presentan algunas técnicas muy efectivas para asegurar que las operaciones se pueden efectuar externamente, es decir, cuando la máquina está en marcha.

#### **3.7.1 Empleo de una Lista de Comprobación**

Es necesario realizar un listado de comprobación con todas las partes y pasos necesarios para una operación, incluyendo:

- Nombre
- Especificaciones
- Número de piezas y otras variables

Basándose en esta lista, se estará realizando una doble comparación para asegurar que no haya errores en las condiciones de operación; procediendo de esta forma, se pueden evitar muchos errores y pruebas que hacen perder el tiempo.



El uso de una mesa de comprobación es también muy cómodo; la mesa de comprobación es una mesa sobre la que se realizan dibujos de todas las piezas y herramientas necesarias para la preparación. Las piezas se colocan sobre los dibujos respectivos, y con un simple vistazo, podremos cerciorarnos de la falta de alguna pieza; es una técnica de control visual muy efectiva, su única limitación es la inutilidad de la mesa de comprobación para verificar las condiciones de operación en sí mismas; sin embargo, un buen complemento de la lista de comprobación.

Es muy importante establecer una lista y una mesa de comprobación específicas para cada máquina, y evitar el empleo de una única lista para toda la fábrica; si esto sucede, las listas pueden resultar confusas, tienden a hacer perder tiempo y, consecuentemente, con frecuencia se ignoran.

### 3.7.2 Utilización de Las 5 S's

Se llama estrategia de las 5 S's porque representan acciones que son principios expresados con cinco palabras japonesas que comienza por S; cada palabra tiene un significado importante para la creación de un lugar digno y seguro donde trabajar. En la figura 3.2 se ilustra las cinco palabras que son:

- Clasificar. (Seiri)
- Orden. (Seiton)
- Limpieza. (Seiso)
- Limpieza Estandarizada. (Seiketsu)
- Disciplina. (Shitsuke)



Figura 3.2 Estrategia 5S's



La estrategia de las 5 S's es un concepto sencillo que a menudo las personas no le dan la suficiente importancia.

<http://www.lajapyme.com/las5s/?gclid=CMe9urLnm6UCFRBL2godSzJnKQ>.

Para una fábrica limpia y segura esta estrategia permite orientar a la empresa y los talleres de trabajo hacia las siguientes metas importantes; a continuación, se enlistan algunas de ellas:

- Dar respuesta a la necesidad de mejorar el ambiente de trabajo, eliminación de desperdicios producidos por el desorden, falta de aseo, fugas, contaminación, etc.
- Buscar la reducción de pérdidas por la calidad, tiempo de respuesta y costos con la intervención del personal en el cuidado del sitio de trabajo e incremento de la moral por el trabajo.
- Facilitar crear las condiciones para aumentar la vida útil de los equipos, gracias a la inspección permanente por parte de la persona quien opera la maquinaria.
- Mejorar la estandarización y la disciplina en el cumplimiento de los estándares al tener el personal la posibilidad de participar en la elaboración de procedimientos de limpieza, lubricación y ajuste.
- Hacer uso de elementos de control visual como tarjetas y tableros para mantener ordenados todos los elementos y herramientas que intervienen en el proceso productivo.
- Conservar del sitio de trabajo mediante controles periódicos sobre las acciones de mantenimiento de las mejoras alcanzadas con la aplicación de las 5 S's.
- Poder implantar cualquier tipo de programa de mejora continua de producción Justo a Tiempo, Control Total de Calidad y Mantenimiento Productivo Total.
- Reducir las causas potenciales de accidentes y se aumenta la conciencia de cuidado y conservación de los equipos y demás recursos de la compañía.

### 3.7.2.1 Seiri

*Seiri* o clasificar con ejemplo en la figura 3.3; significa eliminar del área de trabajo todos los elementos innecesarios y que no se requieren para realizar una labor; frecuentemente las empresas se “lleanan” de elementos, herramientas, cajas con productos, carros, útiles y elementos personales y después cuesta trabajo pensar en la posibilidad de realizar el trabajo sin estos elementos.

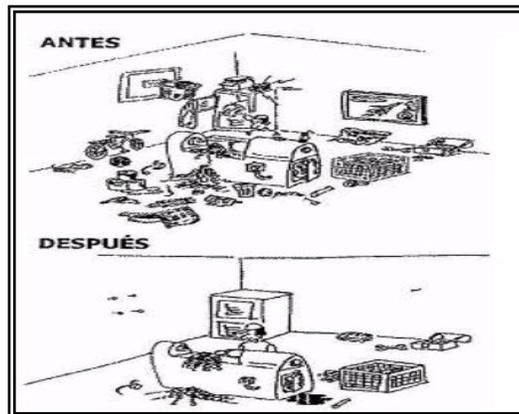


Figura 3.3 Seiri

Se busca tener alrededor elementos o componentes pensando que harán falta para el próximo trabajo; con este pensamiento se crean verdaderos *stocks* reducidos en proceso que molestan, quitan espacio y estorban, estos elementos perjudican el control visual del trabajo, impiden la circulación por las áreas de trabajo, induce a cometer errores en el manejo de materias primas y en numerosas oportunidades pueden generar accidentes en el trabajo.

La primera "S" de esta estrategia aporta métodos y recomendaciones para evitar la presencia de elementos innecesarios. El *Seiri* consiste en:

- Separar en el sitio de trabajo las cosas que realmente sirven de las que no sirven.
- Clasificar lo necesario de lo innecesario para el trabajo rutinario.
- Mantener lo que se necesita y eliminar lo excesivo



- Separar los elementos empleados de acuerdo a su naturaleza, uso, seguridad y frecuencia de utilización con el objeto de facilitar la agilidad en el trabajo.
- Organizar las herramientas en sitios donde los cambios se puedan realizar en el menor tiempo posible.
- Eliminar elementos que afectan el funcionamiento de los equipos y que pueden conducir a averías.
- Eliminar información innecesaria y que puede conducir a errores de interpretación o de actuación.

### 3.7.2.2 Seiton

*Seiton* consiste en organizar los elementos que se han clasificado como necesarios de modo que se puedan encontrar con facilidad; figura 3.4.

Una vez que se han eliminado los elementos innecesarios, se define el lugar donde se deben ubicar aquellos que se necesitan con frecuencia, identificándolos para eliminar el tiempo de búsqueda y facilitar su retorno al sitio una vez utilizados (es el caso de la herramienta).

Beneficios:

- Disponer de un sitio adecuado para cada elemento utilizado en el trabajo de rutina para facilitar su acceso y retorno al lugar.
- Disponer de sitios identificados para ubicar elementos que se emplean con poca frecuencia.
- Disponer de lugares para ubicar el material o elementos que no se usarán en el futuro.
- En el caso de maquinaria, facilitar la identificación visual de los elementos de los equipos, sistemas de seguridad, alarmas, controles y sentidos de giro.



- Lograr que el equipo tenga protecciones visuales para facilitar su inspección autónoma y control de limpieza.
- Identificar y marcar todos los sistemas auxiliares del proceso como tuberías, aire comprimido, combustibles.
- Incrementar el conocimiento de los equipos por parte de los operadores de producción.

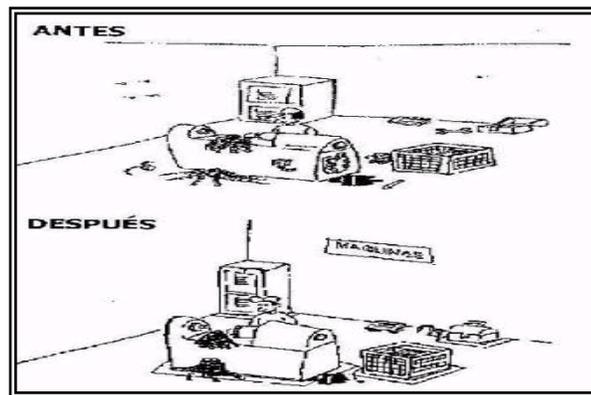


Figura 3.4 Seiton

### 3.7.2.3 Seiso

*Seiso* significa eliminar el polvo y suciedad de todos los elementos de una fábrica; desde el punto de vista del TPM<sup>2</sup>, *Seiso* implica inspeccionar el equipo durante el proceso de limpieza.

Beneficios:

- Reduce el riesgo potencial de que se produzcan accidentes.
- Mejora el bienestar físico y mental del trabajador.
- Se incrementa el la vida útil del equipo al evitar su deterioro por contaminación y suciedad.
- Las averías se pueden identificar más fácilmente cuando el equipo se encuentra en estado óptimo de limpieza.

<sup>2</sup> Mantenimiento Productivo Total.



- La limpieza conduce a un aumento significativo de la Efectividad Global del Equipo.
- Se reducen los despilfarros de materiales y energía debido a la eliminación de fugas y escapes.
- La calidad del producto se mejora y se evitan las pérdidas por suciedad y contaminación del producto y empaque.

La palabra japonesa *seiso* significa defecto o problema existente en el sistema productivo; la figura 3.5 ejemplifica el significado de esta.

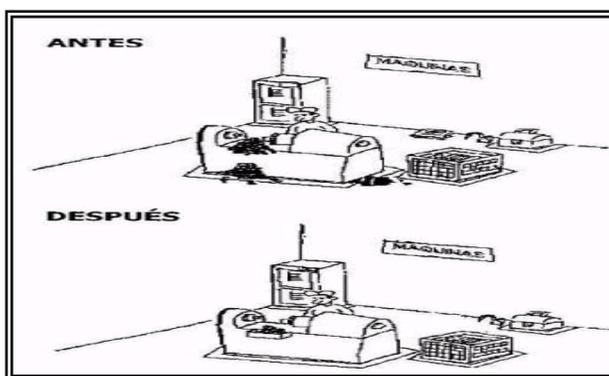


Figura 3.5 Seiso

### 3.7.2.4 Seiketsu

*Seiketsu* es parte de la metodología que permite mantener los logros alcanzados con la aplicación de las tres primeras 5s's. Si no existe un proceso para conservar los logros, es posible que el lugar de trabajo nuevamente llegue a tener elementos innecesarios y se pierda la limpieza alcanzada con nuestras acciones.

#### Beneficios

- Se guarda el conocimiento producido durante años de trabajo.
- Se mejora el bienestar del personal al crear un hábito de conservar impecable el sitio de trabajo en forma permanente.



- Los operarios aprenden a conocer en profundidad el equipo.
- Se evitan errores en la limpieza que puedan conducir a accidentes o riesgos laborales innecesarios.
- La dirección se compromete más en el mantenimiento de las áreas de trabajo al intervenir en la aprobación y promoción de los estándares.
- Se prepara el personal para asumir mayores responsabilidades en la gestión del puesto de trabajo.
- Los tiempos de intervención se mejoran y se incrementa la productividad de la planta.

En la figura 3.6 se ejemplifica el significado de *Seiketsu*.

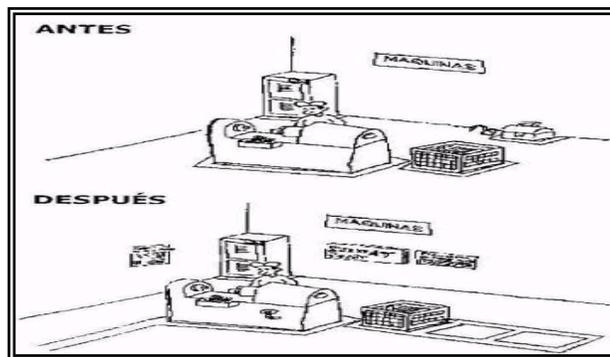


Figura 3.6 Seiketsu

### 3.7.2.5 Shitsuke

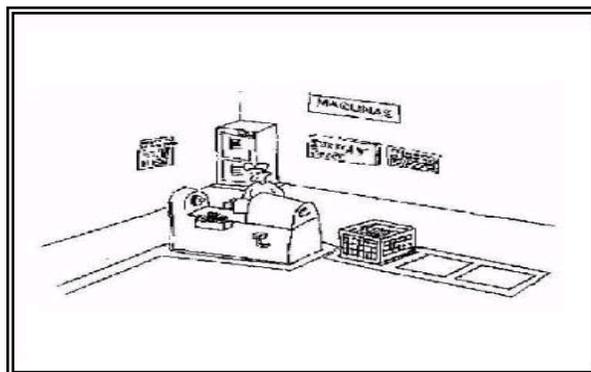
*Shitsuke* significa convertir en hábito el empleo y utilización de los métodos establecidos y estandarizados para la limpieza en el lugar de trabajo; se aprecia en la figura 3.7.

Se pueden obtener los beneficios alcanzados con las primeras "S" por largo tiempo si se logra crear un ambiente de respeto a las normas y estándares establecidos.



#### Beneficios:

- Se crea una cultura de sensibilidad, respeto y cuidado de los recursos de la empresa.
- La disciplina es una forma de cambiar hábitos.
- Se siguen los estándares establecidos y existe una mayor sensibilización y respeto entre personas.
- La moral en el trabajo se incrementa.
- El cliente se sentirá más satisfecho ya que los niveles de calidad serán superiores debido a que se han respetado íntegramente los procedimientos y normas establecidas.
- El sitio de trabajo será un lugar donde realmente sea atractivo llegara cada día.



**Figura 3.7** Shitsuke

# **Capítulo 4**

---

## **MÉTODO PROPUESTO**



## 4.1 Etapas Para la Reducción de Tiempos de Cambio de Formato

En la figura 4.1 se aprecian las etapas y el desarrollo del sistema SMED para cambio de herramienta.

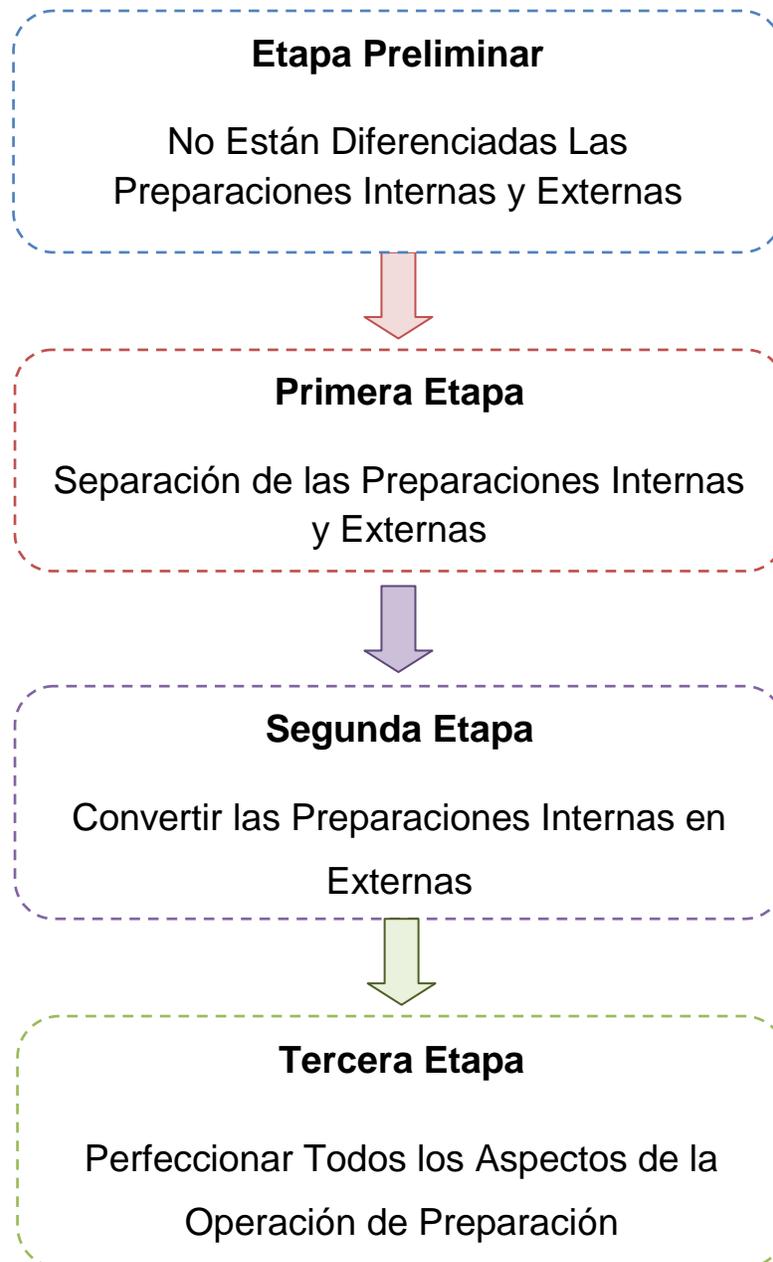


Figura 4.1 Desarrollo de las Etapas del Sistema SMED



**Etapa Preliminar** (No están diferenciadas las preparaciones internas y externas): En las operaciones de preparación, se confunde la preparación interna con la externa y lo que puede realizarse externamente se hace internamente, permaneciendo, como consecuencia, las máquinas paradas durante grandes periodos de tiempo.

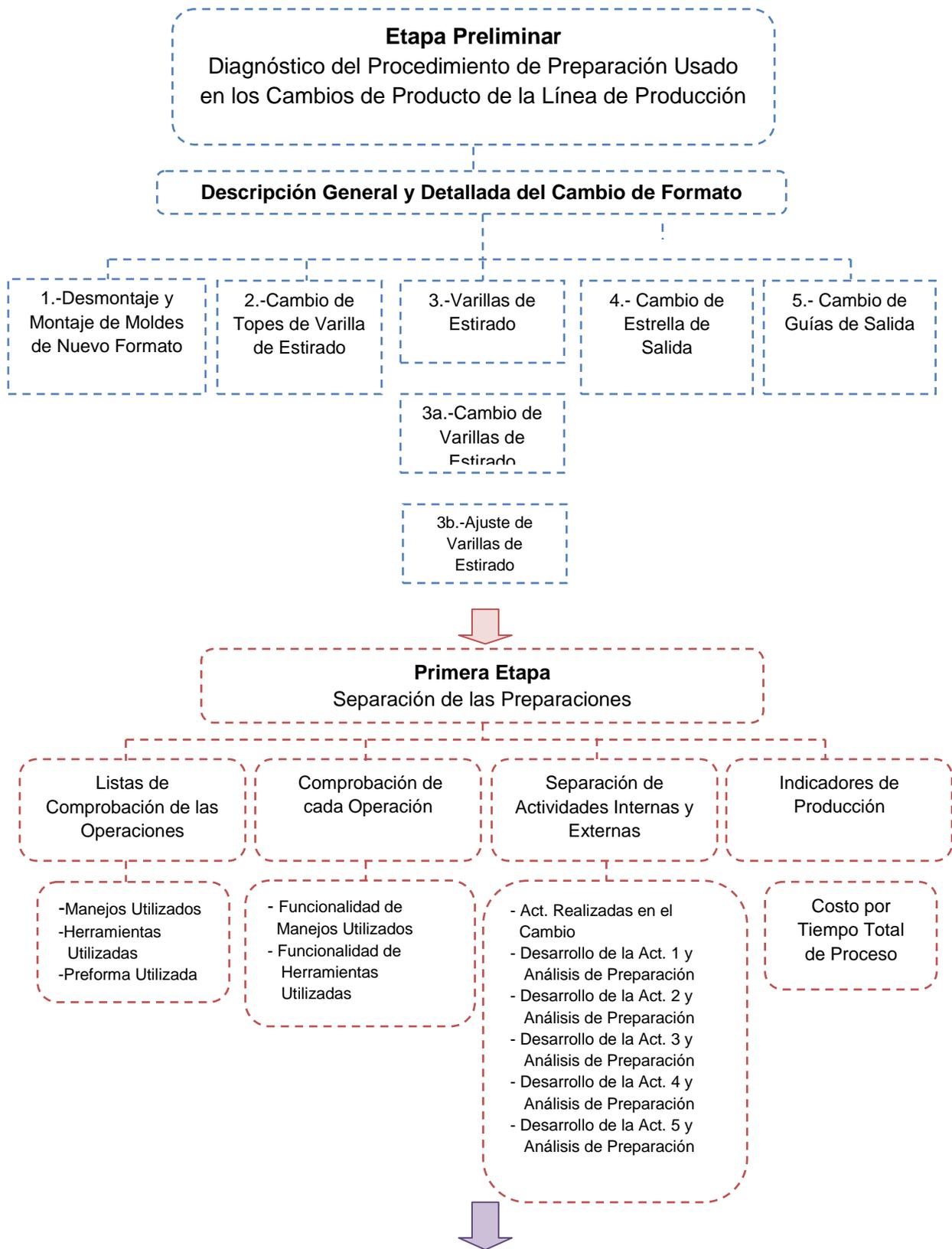
**Primera Etapa** (Separación de las preparaciones internas y externas): Se hace la diferenciación entre la preparación interna y la externa; en esta fase se detectan problemas de carácter básico que forman parte de la rutina del trabajo.

**Segunda Etapa** (Convertir la preparación interna en externa): Se convierten el mayor número de actividades con máquina parada a actividades que puedan realizarse con la máquina en marcha; La idea es hacer todo lo necesario en preparar fuera de la máquina en funcionamiento para que cuando esta se pare se proceda a realizar el cambio necesario, ahorrando tiempo.

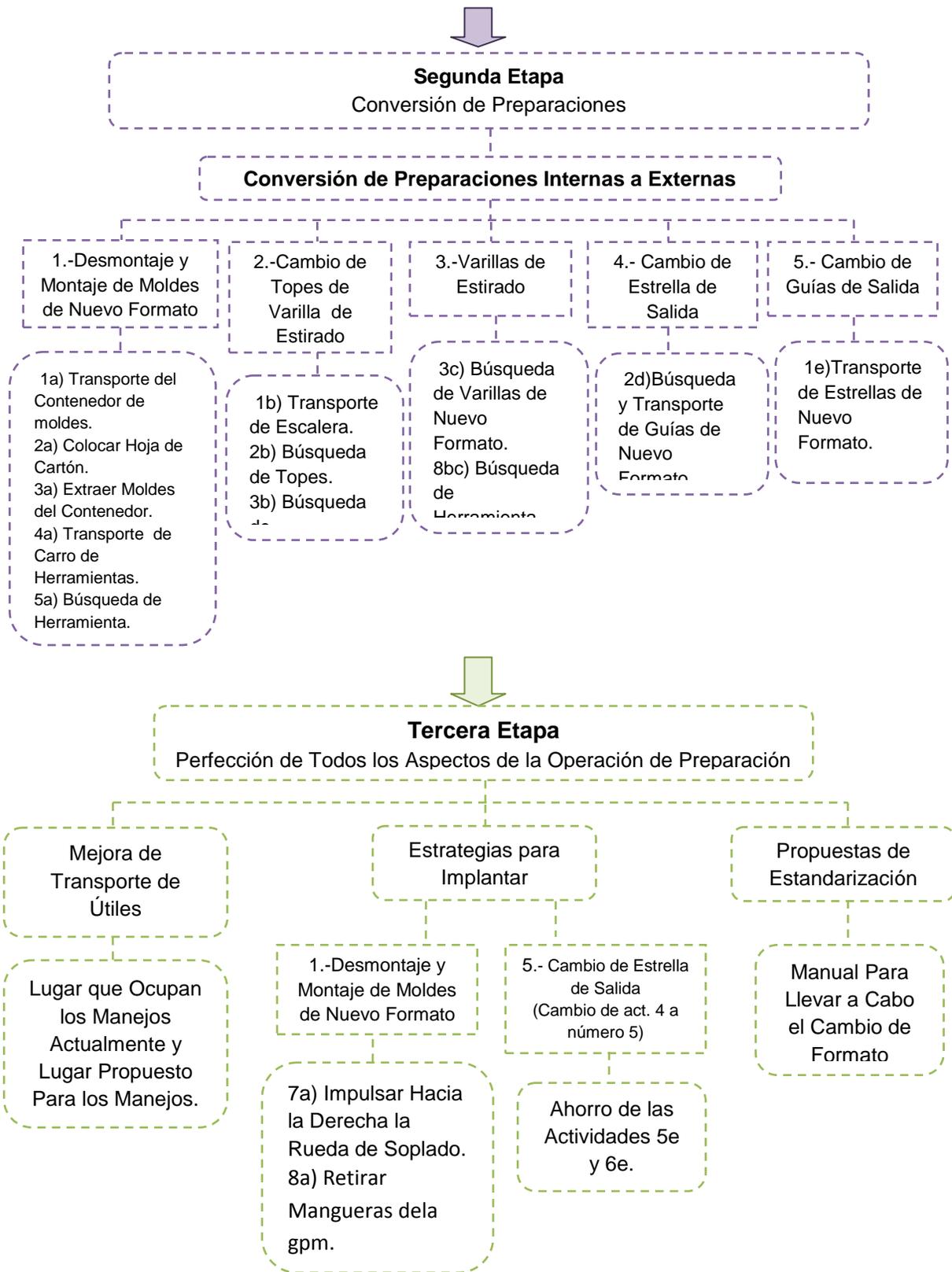
**Tercera Etapa** (Perfeccionar todos los aspectos de la operación de preparación): El objetivo de esta etapa es optimizar los aspectos de la operación de preparación; esta es la razón por la que se deben concentrar esfuerzos para perfeccionar las operaciones que constituyen las preparaciones interna y externa.

### 4.2 Etapas Para la Reducción de Tiempos de Cambio de Formato de la Sopladora

En la figura 4.2 se muestran las cuatro etapas del sistema SMED y se desarrolla cada una de ellas para realizar el cambio de herramental en la primer máquina del proceso de producción, en la Sopladora Sidel SBO 12, encargada del soplado de preforma.



**Figura 4.2** Desarrollo de las Etapas SMED para la Sopladora



**Figura 4.2** Desarrollo de las Etapas SMED para la Sopladora (continuación)



### 4.3 Etapa Preliminar SMED (Sopladora): Diagnóstico del Procedimiento de Preparación Usado en los Cambios de Producto en la Línea de Producción

En este capítulo principalmente se busca implementar la metodología SMED para reducir los tiempos de cambio de herramienta en la Sopladora, máquina correspondiente al primer procedimiento en la línea para el embotellado de bebidas de la planta; se decide el enfoque a dichas máquina ya que es uno de los procedimientos que involucran más tiempo de cambio de formato en la línea de producción.

Durante el desarrollo del Diagnóstico del procedimiento de preparación usado en los cambios de productos en la línea de producción; se llevó a cabo la toma de tiempo durante el cambio de formato, logrando obtener el tiempo real del cambio, resultando improductivo y deficiente para el logro de una producción más elevada de diferentes productos en menor tiempo. Por lo que la primer máquina que se elige es la encargada de Soplado.

Se cita a continuación el tiempo de cambio de herramienta inicial de la Sopladora, en la tabla 4.1.

**Tabla 4.1** Tiempo de Cambio en Sopladora  
(Fuente: Elaboración propia basada en datos de la empresa)

Máquina	Tiempo de Cambio
Sopladora SIDEL SBO 12	02°42'30"

Durante esta fase se observa y analiza detenidamente la línea de producción cuando está operando para conocer a fondo el proceso de embotellado, esto colabora con la familiarización de las máquinas que integran el proceso y el



funcionamiento que desempeñan en la línea, así como también examinar cómo están conformadas en su estructura interna y la importancia que cada parte desarrolla integralmente en su actividad; se analiza también el procedimiento de preparación usado en los cambios de productos de cada equipo en repetidas ocasiones, cuando está y no produciendo, con el objetivo de apreciar de forma más detallada errores en el sistema.

Con el diagnóstico obtenido se busca transformar el proceso en un evento sistemático, no dejando nada al azar; la idea es cambiar el tiempo de las funciones internas a funciones externas del proceso de Soplado de envases de PET; a continuación en la figura 4.1 se muestra el SMED de la Sopladora con el desarrollo de cada etapa del sistema aplicado a la primera máquina del proceso.

### 4.3.1 Descripción General del Proceso de Soplado

La sopladora SIDEL SBO 12 es la primera etapa del proceso de producción de la empresa “Embotelladora Valle de Oaxaca S.A de C.V”.

[Sidel (2001)] Todo el proceso inicia cuando un montacargas transporta desde el almacén de producto terminado hacia el área de producción y deposita un gaylor<sup>3</sup> dentro de la volteadora de la SBO12 que eleva completamente el gaylor y lo voltea sobre la tolva depositando únicamente las preformas<sup>4</sup> dentro de ella; las preformas pasan a través de una banda de alabes y ascienden por medio del elevador de preforma de manera inclinada, llegando a la parte superior de éste.

Las preformas caen en los rodillos orientadores de preforma, a continuación se encuentra un ventilador que retira las preformas que vienen mal acomodadas evitando cuellos de botella, y las regresa por la banda de retorno de preforma a la

---

<sup>3</sup> Contenedor de preforma.

<sup>4</sup> PET para soplado de botellas.



tolva; las preformas que llegan en la posición correcta, dentro de los rodillos orientadores, se deslizan por el brazo de alimentación de preforma descendiendo, hasta entrar al plato de alimentación de preforma que se encuentra dentro de la máquina SBO 12.

Al girar el plato de alimentación deposita cada una de las preformas a la cadena de túnelas que tiene un recorrido en “u” conformado de seis hornos, en donde la preforma sigue un recorrido horizontal continuamente hacia los tres primeros hornos llamados de penetración, donde la preforma absorbe calor para aumentar su temperatura, continúa la trayectoria ejerciendo una vuelta en “u” y se reincorporan linealmente para pasar por los tres hornos restantes, llamados de distribución, que distribuye el calor uniformemente por el cuerpo de la preforma.

Dejando atrás los hornos cada preforma es sujeta por pinzas de transferencia de preforma para depositarlas una a una dentro de cada molde, de los doce que forman parte de la rueda de soplado que está girando constantemente.

Cuando la preforma está dentro del molde baja la tobera y el pistón, empieza el presoplado y enseguida el soplado, una vez formada la botella el molde se abre para que el cuello de esta sea sujeta por las pinzas de transferencia de botella que giran 180° hacia la izquierda para encontrarse sincronizadamente con las molduras de la estrella de salida que toma la botella, gira a la izquierda y enseguida la deposita en la guías de salida para que las conduzca a los transportadores aéreos para continuar la fase de etiquetado.

A continuación, en la figura 4.3 se presenta la sopladora SIDEL SBO 12 de la línea de embotellado, encargada del soplado de botellas; primera etapa dentro de la línea de producción.



Figura 4.3 Sopladora SIDEL SBO 12

#### 4.3.2 Descripción Detallada del Cambio de Formato de la Sopladora

##### 1) Desmontaje y Montaje de Moldes de Nuevo Formato

El operador en turno de la sopladora abre las puertas de acceso cuatro y cinco que están ubicadas del lado izquierdo de la SBO 12; mientras el operario B transporta el carrito metálico o contenedor de moldes frente a las puertas de la sopladora.

El operador abre las puertas del carrito, el operario B coloca sobre el piso frente al contenedor de moldes una hoja de cartón y ambos operarios extraen los moldes y ubican sobre el cartón en dos líneas rectas procurando respetar la secuencia por la numeración de los moldes; en la primer línea los moldes con los números uno al seis y en la segunda línea los moldes números siete al doce.

Ambos operadores ejecutan fuerza, impulsando hacia la derecha la rueda de soplado, para que esta gire y posicione frente a ellos las unidades de portafolio o sea los espacios designados para los moldes uno y dos; el operario de la sopladora se



dirige al carrito de herramientas y lo trae consigo poniéndolo al lado derecho de la puerta cuatro de la máquina para tener a su alcance las herramientas.

El operario retira las dos mangueras de agua tres de entrada y tres de salida que abastecen a la gpm<sup>5</sup> que contiene al molde número uno; toma la llave allen de 5mm y con la mano derecha haciendo presión y empujando hacia arriba bota el seguro que se encuentra en la parte media inferior del portafolio, este se abre con el cuerpo del molde **a** y **b** a los lados y la base tiende a bajar; dejando visible todo el interior donde se encuentra el molde.

El operario comienza a desatornillar los dos tornillos de 5mm que se encuentran en la parte superior derecha del cuerpo derecho del molde para aflojar la placa que mantiene seguro el primer cuerpo del molde, saca los tornillos y coloca sobre la base metálica que se encuentra en el marco de las puertas de la SIDEL, retira el seguro, lo coloca en la misma base junto a los tornillos, extrae el cuerpo del molde derecho lo deja sobre la hoja de cartón

Después de desarmar el molde completo número uno del nuevo formato, toma el cuerpo derecho lo posiciona en el lugar que le corresponde de la máquina, le coloca el seguro, sitúa los tornillos y procede a atornillarlos con la llave allen; ahora desatornilla los tornillos de 5 mm del cuerpo izquierdo del molde retira el seguro y los pone sobre la base, extrae el molde lo deja sobre el cartón junto al cuerpo derecho, toma el cuerpo izquierdo del molde de nuevo formato lo posiciona coloca el seguro y los tornillos y atornilla estos.

Toma la pistola de aire de utillaje que esta posicionada en la esquina interna de la SBO 12 entre las puertas de acceso cinco y seis y la coloca en la entrada de aire que se encuentra en la parte inferior en medio de las dos mangueras de agua de la base del molde, para que por medio de presión el aire impulse la base para salir,

---

<sup>5</sup> Gran unidad de portafolio.



sostiene la base del molde con la mano derecha y la deposita del lado de los cuerpos correspondientes sobre la hoja de cartón, toma la base del nuevo formato la posiciona y hace presión hacia abajo, entonces retira la manguera de aire a presión de la toma de aire del molde y colocar nuevamente en su lugar.

Mientras el operario B efectúa la misma operación en el molde número dos, cuando los dos operarios concluyen la tarea de colocar el molde uno y dos.

Ambos proceden a ejercer una fuerza sobre la rueda de soplado de la máquina haciéndola girar hacia la derecha para posicionar frente a ellos las unidades de portafolio correspondiente al molde dos; uno de los operadores continúa así, sucesivamente con las doce unidades de portafolio.

El operario de la SBO 12 realiza todos los cambios de los números impares situado en la puerta de acceso número cuatro y el operario B se encuentra posicionado al lado izquierdo inmediato del operario en turno en la puerta número cinco ejecutando todos los cambios de los moldes de número par, hasta concluir con los portafolios once y doce.

En los cambios de formato 3L, 2.5L, 2L y 600ml se lleva a cabo la actividad anterior; existe un molde diferente para cada capacidad; doce moldes por formato y un total de cuarenta y ocho moldes que satisfacen los cuatro cambios de formato.

### **2) Cambio de Topes de Varilla de Estirado**

Existen dos tipos de topes, los primeros que son cortos, para presentación 3L, 2.5L y 2L que no cambian entre cada uno de los tres formatos; y, los topes largos que son aquellos utilizados en formato 600 ml. En total se cuenta con doce topes largos y doce topes cortos.



- En los cambios de formato de (3L, 2.5L O 2L) a 600ml o viceversa, se llevan a cabo las actividades descritas a continuación:

El operador de la SBO12 de frente a las puertas de seguridad cuatro y cinco, toma del carro de herramientas una llave allen 8mm, se coloca frente a un molde de numero indiferente debido a que en este cambio los números consecutivos no alteran el resultado; se dirige a la escalera metálica y la transporta frente a la puertas de seguridad y posiciona; sobre la escalera y con la herramienta procede a desatornillar el tornillo que se encuentra debajo del tope; retira el tornillo de cabeza allen y el separador, y coloca en la base de las puertas, con la mano derecha gira hacia la izquierda el tope y lo libera.

Entrega la pieza al operario B que se encontraba detrás del operador en turno, para que se dirija al contenedor de moldes que tiene sobre los doce topes útiles para el cambio de formato deja el tope que sostiene sobre la parte superior del contenedor de moldes y toma uno de los topes de nuevo formato, regresa entonces para posicionarse frente al operario en turno que espera sobre la escalera; le entrega el tope de nuevo formato, el operador coloca el tope y le da un giro hacia la derecha con la mano, coloca el tornillo y el separador, e introduce ambos en el lugar correspondiente, utiliza la llave Allen para apretar el tornillo.

Posteriormente ambos operadores ejercen una fuerza sobre la rueda de soplado de la máquina haciéndola girar hacia la derecha para posicionar frente a ellos la siguiente unidad.

Las actividades descritas anteriormente se ejecutan para los doce topes; los operarios realizan continuamente las mismas operaciones con cada uno de los doce topes pertenecientes a cada molde.



- Para los cambios de formato de 3L, 2.5L o 2L no importando el orden en que estos cambios se realicen entre si; los topes cortos no se cambian por topes largos, únicamente se realiza un ajuste en ellos; se omite esta actividad e inmediatamente después de realizar el cambio de moldes actividad **1**, se procede al ajuste de las varillas de estirado inciso **b** de la actividad **3**.

### 3) Varillas de Estirado

#### 3a) Cambio de Varillas de Estirado

Hay en existencia dos tipos de varillas de estirado, las primeras que son de estirado, usadas para presentación 3L, 2.5L O 2L que no cambian entre cada uno de los tres formatos; y, las varillas con punta de aguja, aquellas utilizadas únicamente en formato 600 ml. En total existen doce varillas de estirado y doce varillas de estirado con punta de aguja.

- En los cambios de formato de (3L, 2.5L O 2L) a 600ml o viceversa, se llevan a cabo las actividades descritas a continuación:

El cambio de las varillas de soplado se lleva a cabo al concluir el cambio de topes de las varillas; inicia cuando el operario B toma de la parte superior del carro contenedor de moldes las doce varillas útiles para realizar el cambio, se dirige a las puertas de seguridad número seis y siete; coloca las varillas sobre el lado derecho de una repisa de metal que se instaló a nivel de la parte inferior de las puertas de seguridad, como apoyo para los cambios o mantenimiento.

El operario B sube a la repisa de manera que alcance mayor altura y al extender hacia arriba los brazos pueda realizar el cambio de varillas que se encuentran más arriba que los topes; haciendo caso omiso a los números de



los moldes debido a que las varillas no respetan ninguna numeración, el operario B procede a usar tres dedos de su mano izquierda y jalar hacia afuera un botón que se encuentra en la parte izquierda del carro de estirado, mientras con la mano derecha gira de manera horizontal a la izquierda una palanca pequeña color roja que es el seguro de las varillas, cuando este seguro se bota deja de jalar el botón y concluye el giro de la palanca hasta que esta tope; lo que indica que la varilla ya está libre.

El operario B toma con la mano derecha la parte media de la varilla, posteriormente el anillo de la tobera y hace presión hacia arriba a modo que los topes individuales con que cuenta cada una de las varillas desembonen de su lugar asignado, por consiguiente extiende el brazo hacia arriba del carro de estirado, toma con la mano izquierda el extremo superior de la varilla de estirado y la sube hasta la válvula de estirado; la coloca en diagonal hacia la izquierda, extiende el brazo derecho y la retira jalando hacia afuera y deja sobre la repisa la varilla liberada.

Acción continua del operario es tomar una de las varillas del nuevo cambio de formato y colocar la varilla ligeramente en diagonal, extiende los brazos hacia arriba y hace pasar la varilla arriba de la válvula de estirado empujando hacia adentro procurando que pase casi todo el cuerpo de la varilla; antes de que pase la punta de ella, el operario la toma con la mano derecha, la coloca en posición vertical y la desliza hacia abajo haciéndola pasar por todo el carro de estirado, la tobera y parte de la gpm.

Cuando el tope individual que contiene la varilla que se encuentra en la parte superior choca con un tope de la máquina que se encuentra sobre la válvula de soplado; el operario B procede a tomar con la mano derecha la varilla por la parte que está entre el carro de estirado y la tobera y gira muy despacio por ambas direcciones hasta que el tope de la varilla se acomoda en el lugar destinado.



El operario B procede a usar tres dedos de su mano izquierda y jalar hacia afuera un botón que se encuentra en la parte izquierda del carro de estirado, mientras con la mano derecha gira de manera horizontal a la derecha el seguro de las varillas, deja de jalar el botón y sigue girando la palanca hasta que esta realice un sonido que indique que la varilla esta asegurada correctamente.

El operador B efectúa el cambio de dos varillas, inmediatamente después recurre al operador de la SBO 12 que deja la tarea de cambio de estrella de salida para girar la manivela que se encuentra a la izquierda de la puerta de seguridad número uno y así la rueda de soplado rote en dirección derecha posicionando frente al operario dos unidades nuevas para el cambio de varillas; esta actividad se lleva a cabo seis veces hasta que el operador B concluye el cambio de varillas de soplado.

Al concluir el cambio de varillas de soplado a varillas de soplado con punta de aguja o viceversa ambos operarios se encargan del ajuste de cada una de ellas; actividad **3b** descrita a continuación.

### **3b) Ajuste de Varillas de Estirado**

- Ajuste de varillas de soplado para los cambios de formato de 3L, 2.5L 0 2L, sin importar la secuencia en que estas se ejecuten.

En las capacidades 3L, 2.5L 0 2L las varillas de estirado no se cambian, únicamente se ajustan después de colocar los moldes, omitiendo el paso de cambio de topes, actividad **2**, debido a que los topes para esos formatos no son reemplazados por otros.

A continuación de llevar a cabo la actividad **1** “cambio de moldes”, o, la actividad **3a** “cambio de varillas”, el operario en turno de la SBO 12 toma del carrito



de herramientas un tornillo de 13mm y lo atornilla en el fondo de la gran unidad de portafolio para que cuando proceda a abrirla, la base del molde que efectúa un movimiento vertical hacia abajo no lo realice y se quede en la misma posición que tiene aun cuando se encuentra cerrada.

El operador de la SBO12 frente a las puertas de seguridad cuatro y cinco posiciona la escalera metálica frente a una unidad cualesquiera y toma del carro de herramientas un cincel de ½” en la mano izquierda y un martillo en la mano derecha, sube a la escalera, se coloca frente al tope de número indiferente, posiciona el cincel en una de las tres ranuras con las que cuenta la circunferencia del tope por uso de herramienta inadecuada y procede a martillar hacia la izquierda para aflojarlo.

Una vez que el primer tope esta flojo el operario B que se encuentra de bajo de la escalera y al lado derecho del operador, toma con la mano izquierda la punta y hace presión en posición vertical hacia arriba la varilla que se encuentra dentro del molde para que introduzca con la una moneda de \$1.00 en medio de la base del molde, a modo de que cuando la varilla baje tope con la moneda y no con la base del molde.

Ahora el operario de la SBO 12 martilla nuevamente pero en dirección derecha para ir apretando poco a poco el tope mientras el operario B checa que al apretar el tope la moneda no quede aprisionada entre la varilla y la base del molde; de tal manera que la moneda pueda salir fácilmente, entonces se martilla el tope hasta quedar segura la varilla y el operario B procede a retirar con la mano derecha la moneda.

El operario B cierra la unidad de portafolio y baja la mano derecha para desenroscar el tornillo de 13 mm que se colocó al principio y que la unidad de portafolio vuelva a su posición original.



Ambos operarios continúan la acción ejecutando una fuerza para impulsar hacia la derecha la rueda de soplado, así esta gire y posicione frente a ellos el siguiente portafolio; estas actividades son constantes para las siguientes once unidades de portafolio, en donde ambos operadores ejecutaran sucesivamente las mismas acciones con cada tope hasta concluir la tarea.

#### **4) Cambio de Estrella de Salida**

Mientras el operario B se encuentra realizando el cambio de varillas el operador en turno de la SBO 12 se dirige a un contenedor de moldes que contiene en la parte superior las piezas necesarias que conforman la estrella de transferencia de nuevo formato; toma las cuatro piezas y las transporta frente a las puertas de seguridad número dos y tres, deja las piezas sobre el piso, debido a que las puertas principales no cuentan con repisas.

El operario se transporta hacia las puertas seis y siete donde se encuentra el carrito de herramientas y toma de él un desarmador y una matraca con el dado 13mm, se dirige frente a la puerta de seguridad número tres frente a la estrella de transferencia y con el desarmador plano gira de izquierda a derecha el seguro que se encuentra en la base del soporte, extrae la pieza de su sitio y coloca sobre el piso debajo de la puerta número tres.

Con ayuda de la matraca y el dado de 13mm procede a desatornillar los dos primeros tornillos de la primer mitad de la estrella de la parte superior, extrae ambos tornillos y retira la primer mitad de la estrella; desatornilla la segunda mitad de la estrella superior los dos tornillos que la mantienen fija, extrae los tornillos y retira la segunda pieza de la estrella superior; el operario continúa ahora desatornillando los tornillos que mantienen sujeta la estrella inferior, retira las dos piezas y deja las cuatro partes sobre el suelo.



El operador toma las partes de nuevo formato de la estrella de transferencia y coloca una a una las piezas, posicionando y apretando los tornillos para fijar la estrella superior e inferior; cuando ambas estrellas de nuevo formato se encuentran armadas sobre su base, el operario levanta la estrella de transferencia armada de nuevo de formato y posiciona en su sitio; al estar la base del soporte en su sitio girar el seguro con el desarmador plano de izquierda a derecha para fijar la estrella.

### 5) Cambio de Guías de Salida

El operario A al concluir la actividad 4 “cambio de estrella de salida” procede al cambio de guías; frente a la puerta de seguridad número tres retira con el desarmador plano el seguro de la estrella de transferencia, la extrae de su sitio y coloca sobre el piso debajo de la puerta número tres.

El operario toma del carrito de herramientas la llave allen 13mm y procede a desatornillar los dos tornillos que mantienen sujeta la primer guía que se encuentra al fondo de la puerta número tres, retira los tornillos y extrae la primer guía; desatornilla los dos tornillos que mantienen sujeta la segunda guía, extrae los tornillos y retira la segunda guía de formato anterior.

El operario se dirige al contenedor de moldes y toma de la parte superior de las guías de nuevo formato las transporta frente a la puerta de seguridad número tres y procede a colocar ambas guías e instala los dos tornillos en cada guía y con la llave allen aprieta cada uno hasta que las dos guías queden fijas.

Cuando las guías de salida se encuentran fijas el operario se coloca frente a la puerta de salida de botella para ajustar la salida de la botella dejando una tolerancia en cada una de 0.5 mm al las; al finalizar el cambio de guías el operador regresa a la puerta número tres, levanta y posiciona la estrella de salida en su sitio y gira el seguro con el desarmador plano de izquierda a derecha para fijar la estrella.



### 4.3.3 Primera Etapa de SMED: Separación de las Preparaciones de Soplado

Durante la primera etapa de SMED la preparación se divide en preparaciones internas y externas debido a que gran parte del tiempo se pierde pensando en lo que hay que hacer después o esperando a que la máquina se detenga; por esa razón planificar las tareas a realizar durante cada actividad reduce el tiempo (el orden de las partes, cuando los cambios tienen lugar, que herramientas y equipamiento es necesario, qué personas intervendrán y los materiales de inspección necesarios) conveniente para el desarrollo de otras tareas o funciones; haciendo más flexible la producción a la empresa.

#### 4.3.3.1 Listas de Comprobación de las Operaciones Realizadas en la Sopladora

A continuación se observa una relación de las piezas requeridas para el cambio de formato, dentro de esta lista de comprobación tabla 4.2.

Existen algunas piezas que no requieren cambiarse pero si requieren de ajuste para adecuarse al cambio de presentación.

**Tabla 4.2** Manejos Utilizados en el Cambio de Formato de la Sopladora  
(Fuente: Elaboración propia basada en datos de la empresa)

Nº	Nombre de la pieza	Núm. De Piezas	Actividad	Frecuencia de cambio
1	Cuerpo de molde mitad izquierda	12	Cambio	De 3 l, 2 ½ l ,2 l y 600 ml
	Cuerpo de molde mitad derecha	12	Cambio	De 3 l, 2 ½ l ,2 l y 600 ml
	Fondo de molde		Cambio	De 3 l, 2 ½ l ,2 l y 600 ml
2	Amortiguadores de topes	12	Cambio	Cuando se necesite
		12	Cambio	Para formato 600 ml
3	Topes de varilla de estirado		Ajuste	Para formato 3l, 2 ½ l y 2 l



**Tabla 4.2** Manejos Utilizados en el Cambio de Formato de la Sopladora (continuación)  
(Fuente: Elaboración propia basada en datos de la empresa)

Nº	Nombre de la pieza	Núm. De Piezas	Actividad	Frecuencia de cambio
4	Varilla de estirado	12	<b>Cambio</b>	Para formato 600 ml
			<b>Ajuste</b>	Para formato 3l, 2 ½ l y 2 l
5	Estrella de transferencia	1	<b>Cambio</b>	Para cada formato
6	Guía de salida corta	1	<b>Cambio</b>	Para cada formato
	Guía de salida larga	1	<b>Cambio</b>	Para cada formato

Las herramientas utilizadas para poder llevar a cabo el cambio de herramental se pueden ver en la siguiente lista de comprobación; representada en la tabla 4.3.

**Tabla 4.3** Herramientas Utilizadas en el Cambio de Formato de la Sopladora  
(Fuente: Elaboración propia basada en datos de la empresa)

Nº	Actividad	Herramienta
1	Colocar cuerpo de molde mitad izquierda	<b>Llave Allen de ¾ "o 5mm</b>
2	Colocar cuerpo de molde mitad derecha	<b>Llave Allen de ¾ "o 5mm</b>
3	Ubicar el fondo de molde	<b>Presión de aire</b>
4	Topes de varilla de estirado	<b>Martillo y cincel</b>
		<b>Escalera</b>
5	Ajuste de varilla de estirado	<b>Un tornillo milimétrico de 13 mm, Una moneda de \$1.00 y una escalera</b>
6	Montar estrella de transferencia	<b>Desarmador plano, matraca y dado de 13mm</b>
7	Guía corta	<b>Llave de ½" o 13 mm</b>
8	Guía larga	<b>Llave de ½" o 13 mm</b>

La preforma utilizada después de cada cambio de formato debe cumplir con lineamientos basados en las necesidades de cada presentación; los que pueden observarse en la siguiente lista de comprobación, de la tabla 4.4.



**Tabla 4.4** Tipo de Preforma Utilizada en el Cambio de Formato  
(Fuente: Elaboración propia basada en datos de la empresa)

Presentación	Proveedor	Resina	Piezas por Gaylor	Gramaje por pieza
600 ml	Amcor	Cristal	12, 960	25 gr
		Verde	12,960	25 gr
2 L	Amcor	Cristal	6,048	52 gr
		Verde	6,048	52 gr
	Envases universal	Cristal	6,000	52 gr
2.5 L	Amcor	Cristal	5,568	56 gr
	Envases universal	Cristal		
3 L	Amcor	Cristal	6,000	60 gr
	Envases Universal			

#### 4.3.3.2 Comprobaciones Funcionales de Cada Operación

Después de saber que las herramientas y manejos están donde deben estar, es necesario comprobar que éstas se encuentran en buen estado y de esta manera asegurar que no se perderá tiempo en reparaciones y cambio durante el proceso de preparación.

La tabla 4.5 muestra la funcionalidad de los manejos osadas para el cambio de formato de la máquina SIDEL SBO 12.

**Tabla 4.5** Funcionalidad de Manejos de la Sopladora Utilizados en el Cambio de Formato  
(Fuente: Elaboración propia basada en datos de la empresa)

Nº	Nombre de la pieza	Núm. total de Piezas	Piezas 600 ml	Piezas 2 L	Piezas 2 ½ L	Piezas 3 L	Total de piezas en mal estado
1	Cuerpo de Molde Mitad Izquierda	48	12	12	12	12	Dos moldes por mal manejo de materiales.



**Tabla 4.5** Funcionalidad de Manejos de Sopladora Utilizados en el Cambio de Formato (continuación)  
(Fuente: Elaboración propia basada en datos de la empresa)

Nº	Nombre de la pieza	Núm. total de Piezas	Piezas 600 ml	Piezas 2 L	Piezas 2 ½ L	Piezas 3 L	Total de piezas en mal estado
	Cuerpo de Molde Mitad Derecha	48	12	12	12	12	-
	Fondo de Molde	48	12	12	12	12	-
2	Amortiguadores de Topes	24	12	Utiliza los mismos que 2 ½ L y 3 L	Utiliza los mismos que 2 L y 3L	Utiliza los mismos que 2 L Y 2 ½ L	La rosca de 10 amortiguadores esta barrida.
3	Topes de Varilla de Estirado	24	12	Utiliza misma varilla que 2 ½ L y 3 L	Utiliza misma varilla que 2 L y 3 L	Utiliza misma varilla que 2 L Y 2 ½ L	La contratuerca de todos los topes esta dañada por uso de herramienta inadecuada.
4	Varilla de Estirado	25	12	Utiliza mismo tope que 2 ½ L y 3 L	Utiliza mismo tope que 2 L y 3L	Utiliza mismo tope que 2 L Y 2 ½ L	-
5	Estrella de Transferencia	3	1	Utiliza misma estrella que 2 ½ L	Utiliza misma estrella que 2 L	1	Los tornillos de la base de estrellas están degollados.
6	Guía de Salida Corta	3	1	Utiliza misma guía que 2 ½ L	Utiliza misma guía que 2 L	1	-
	Guía de Salida Larga	3	1	Utiliza misma guía que 2 ½ L	Utiliza misma guía que 2 L	1	-

En la tabla 4.6 puede apreciarse la funcionalidad de las herramientas usadas para el cambio de formato de la Sopladora.



**Tabla 4.6** Funcionalidad de Herramientas de Sopladora Utilizadas en el Cambio de Formato  
(Fuente: Elaboración propia basada en datos de la empresa)

Nº	Actividad	Herramienta Usada	Herramienta Adecuada Para efectuar la Actividad	Estado de herramienta existente	Lugar Asignado
1	Colocar cuerpo de molde mitad izquierda	<b>Llave Allen de 3/4 "o 5mm</b>	✓	<b>Kit de llaves Allen en buen estado.</b>	Carro de herramientas
2	Colocar cuerpo de molde mitad derecha	<b>Llave Allen de 3/4 "o 5mm</b>	✓	<b>Kit de llaves Allen en buen estado.</b>	Carro de herramientas
3	Ubicar el fondo de molde	<b>Pistola de presión de aire</b>	✓	<b>Pistola y compresor en buen estado.</b>	A lado de la puerta de seguridad 5
4	Topes de varilla de estirado	<b>Martillo y cincel</b>	Llaves de nariz hn 7, hnid-ii	<b>Buen estado</b>	Carro de herramientas
		<b>Escalera</b>	✓	<b>Buen estado</b>	De tras de la puerta de acceso a la máquina.
5	Ajuste de varilla de estirado	<b>Un tornillo milimétrico de 13 mm y una moneda de \$1.00.</b>	Escantillón circular de 17.6 mm de espesor por 47.8mm de diámetro de acero inox. y Escantillón de 1.8 mm de espesor en forma circular de 21.6 mm de diámetro de acero inox.	<b>Tornillo en buen estado.</b>	La moneda debe llevarla el operario al que le corresponda efectuar el cambio; el tornillo se encuentra en carro de herramientas.
6	Montar estrella de transferencia	<b>Desarmador plano, matraca y dado de 13mm</b>	✓	<b>Matraca en mal estado con dado barrido. Desarmador en buen estado.</b>	Carro de herramientas
7	Guía corta	<b>Llave de 1/2" o 13 mm</b>	✓	<b>Buen estado</b>	Carro de herramientas
8	Guía larga	<b>Llave de 1/2" o 13 mm</b>	✓	<b>Buen estado</b>	Carro de herramientas

### 4.3.3.3 Separación de Actividades Internas y Externas Para la Sopladora

Durante esta actividad se definen los ajustes internos y externos; después de analizar y describir el proceso se analizan los ajustes que el operador puede llevar a cabo cuando la máquina se encuentra parada y cuando se encuentra operando;



analizando las consecuencias que conlleve el efectuar cada actividad de manera interna o externa.

Actividades realizadas por el operario durante un cambio de formato se muestran en la tabla 4.7.

**Tabla 4.7** Actividades Realizadas Durante el Cambio de Formato de la Sopladora  
(Fuente: Elaboración propia basada en datos de la empresa)

No.	Actividad
1	Desmontaje y montaje de moldes de nuevo formato.
2	Desmontaje y montaje de topes para varillas de soplado.
3	Desmontaje y montaje varillas de soplado.
	Ajuste de varillas de soplado.
4	Desmontaje y montaje de guías de salida.
5	Desmontaje y montaje de estrellas de salida.

Los datos presentados de la tabla 4.8 a la 4.12 fueron obtenidos haciendo un promedio simple de tres tomas de tiempos durante un cambio completo de formato en la máquina SIDEL SBO 12; en cada tabla puede apreciarse el desarrollo de cada una de las actividades con sus respectivas subactividades realizadas en el cambio, el número de operarios involucrados en ellas y el tiempo en el que el proceso se lleva a cabo.

**Tabla 4.8** Desarrollo de Actividad Número Uno y Análisis de Preparación  
(Fuente: Elaboración propia basada en datos de la empresa)

No. Actividad	Actividad	No. Desarrollo	Desarrollo	Tiempo de Proceso	No. de operarios	Tipo de Preparación
1	Desmontaje y Montaje de moldes	1 a	Transportar el contenedor de moldes metálico frente a puertas de seguridad 4 y 5.	00°02'53"	1	Interna
		2 a	Colocar una hoja de cartón frente a puertas de seguridad 4 y 5.	00°06'31"	1	Interna



**Tabla 4.8** Desarrollo de Actividad Número Uno y Análisis de Preparación (continuación)  
(Fuente: Elaboración propia basada en datos de la empresa)

No. Actividad	Actividad	No. Desarrollo	Desarrollo	Tiempo de Proceso	No. de operarios	Tipo de Preparación
		3 a	Extraer los moldes del contenedor metálico y colocar sobre la hoja de cartón.	00°02'26"	2	Interna
		4 a	Transportar el carro de herramientas frente a puertas de seguridad 4 y 5.	00°01'53"	1	Interna
		5 a	Búsqueda de llave Allen 5mm.	00°00'22"	1	Interna
		6 a	Apertura de las puertas de seguridad 4 y 5.	00°00'16"	1	Interna
		7 a	Impulsar hacia la derecha la rueda de soplado.	00°01'48"	2	Interna
		8 a	Retirar las dos mangueras de agua que abastecen a la gran unidad.	00°07'30"	2	Interna
		9 a	Botar el seguro y abrir gpm.	00°02'12"	2	Interna
		10 a	Destornillar, retirar seguro, extraer primer cuerpo de molde y dejar sobre la hoja de cartón.	00°12'54"	2	Interna
		11 a	Buscar nuevo cuerpo, colocar, asegurar y atornillar primer cuerpo de molde.	00°13'18"	2	Interna
		12 a	Destornillar, retirar seguro, extraer segundo cuerpo de molde y dejar sobre la hoja de cartón.	00°13'24"	2	Interna
		13 a	Buscar nuevo cuerpo, colocar, asegurar y atornillar segundo cuerpo de molde.	00°11'48"	2	Interna



**Tabla 4.8** Desarrollo de Actividad Número Uno y Análisis de Preparación (continuación)  
(Fuente: Elaboración propia basada en datos de la empresa)

No. Actividad	Actividad	No. Desarrollo	Desarrollo	Tiempo de Proceso	No. de operarios	Tipo de Preparación
		14 a	Situar conexión de aire y retirar molde.	00°04'54"	2	Interna
		15 a	Buscar nuevo fondo, colocar y retirar conexión de aire.	00°06'00"	2	Interna
		16 a	Instalar las dos mangueras de agua que abastecen a la gran unidad.	00°11'18"	2	Interna

**Tabla 4.9** Desarrollo de la Actividad Número Dos y Análisis de Preparación  
(Fuente: Elaboración propia basada en datos de la empresa)

No. Actividad	Actividad	No. Desarrollo	Desarrollo	Tiempo de Proceso	No. de operarios	Tipo de Preparación
2	Desmontaje y montaje de topes para varillas de soplado.	1 b	Transportar la escalera frente a las puertas de seguridad 4 y 5.	00°01'05"	1	Interna
		2 b	Buscar y colocar la gaveta industrial que contiene los topes de nuevo formato sobre el contenedor de moldes metálico en uso.	00°01'00"	1	Interna
		3 b	Buscar llave Allen 8mm	00°00'18"	1	Interna
		4 b	Desatornillar y retirar el tornillo que esta de bajo del tope.	00°01'30"	2	Interna
		5 b	Impulsar carro de estirado, retirar tope, soltar carro de estirado y dejar tope sobre el contenedor de moldes.	00°03'48"	2	Interna
		6 b	Buscar tope, impulsar carro de estirado, colocar nuevo tope y soltar carro de estirado.	00°05'18"	2	Interna
		7 b	Buscar tornillo retirado posicionar en su sitio y apretar.	00°01'58"	2	Interna



**Tabla 4.10** Desarrollo de Actividad Número Tres y Análisis de Preparación  
(Fuente: Elaboración propia basada en datos de la empresa)

No. Actividad	Actividad	No. Desarrollo	Desarrollo	Tiempo de Proceso	No. de operario	Tipo de Preparación
<b>3</b>		1 c	Transportar la escalera frente a las puertas de seguridad 6 y 7.	00°00'44"	1	Interna
		2 c	Apertura de las puertas de seguridad 6 y 7.	00°00'19"	1	Interna
		3 c	Buscar y colocar las varillas de nuevo formato sobre la repisa metálica con la que cuenta la puerta de seguridad 6 y 7.	00°01'26"	1	Interna
<b>3 a</b>	Cambio de varillas de estirado.	4ac	Jalar hacia afuera el hongo de la tobera girando la palanca roja al mismo tiempo para botar el seguro de la varilla.	00°01'00"	2	Interna
		5ac	Retirar la varilla y dejar sobre la repisa metálica.	00°03'54"	2	Interna
		6ac	Tomar una varilla de nuevo formato, colocarla y posicionarla en su lugar.	00°04'18"	2	Interna
		7ac	Jalar hacia afuera el hongo de la tobera girando la palanca roja al mismo tiempo para fijar la varilla	00°01'12"	2	Interna
<b>3b</b>	Ajuste de varillas de estirado.	8bc	Buscar martillo, cincel Y escantillón.	00°00'11"	1	Interna
		9bc	Aflojar contratuerca de tope.	00°02'36"	2	Interna
		10bc	Colocar escantillón en fondo de molde y abrir gpm.	00°03'06"	2	Interna
		11bc	Presionar desfogue, colocar moneda en la parte interna del molde y ajustar varilla.	00°03'54"	2	Interna
		12bc	Apretar contratuerca de tope.	00°03'48"	1	Interna



**Tabla 4.11** Desarrollo de Actividad Número Cuatro y Análisis de Preparación  
(Fuente: Elaboración propia basada en datos de la empresa)

No. Actividad	Actividad	No. Desarrollo	Desarrollo	Tiempo de Proceso	No. de operarios	Tipo de Preparación
<b>4</b>	Cambio de guías de salida	1 d	Apertura de las puertas de seguridad 2 y 3 .	00°00'17"	1	Interna
		2 d	Buscar y transportar las guías de nuevo formato frente a las puertas de seguridad 2 y 3.	00°00'32"	1	Interna
		3 d	Buscar llave 13 mm.	00°00'14"	1	Interna
		4 d	Destornillar primera y segunda guía, extraer y dejar sobre el piso.	00°01'19"	1	Interna
		5 d	Tomar, posicionar y atornillar primer guía de nuevo formato.	00°00'49"	1	Interna
		6 d	Tomar, posicionar y atornillar segunda guía de nuevo formato.	00°00'56"	1	Interna
		7 d	Ajuste y verificación con botella de nuevo formato.	00°01'42"	1	Interna

**Tabla 4.12** Desarrollo de Actividad Número Cinco y Análisis de Preparación  
(Fuente: Elaboración propia basada en datos de la empresa)

No. Actividad	Actividad	No. Desarrollo	Desarrollo	Tiempo de Proceso	No. de operarios	Tipo de Preparación
<b>5</b>	Desmontaje y montaje de estrellas de salida.	1 e	Transportar las estrellas de nuevo formato frente a las puertas de seguridad 2 y 3.	00°00'50"	1	Interna
		2 e	Buscar un desarmador plano.	00°00'12"	1	Interna
		3 e	Girar el seguro, extraer la pieza y posicionar sobre el suelo.	00°00'26"	1	Interna
		4 e	Tomar matraca y dado de 13 mm	00°00'19"	1	Interna
		4 e	Desatornillar los cuatro tornillos de la primer estrella, sustituir por estrellas de nuevo formato y atornillar.	00°06'47"	1	Interna



**Tabla 4.12** Desarrollo de Actividad Número Cinco y Análisis de Preparación (continuación)  
(Fuente: Elaboración propia basada en datos de la empresa)

No. Actividad	Actividad	No. Desarrollo	Desarrollo	Tiempo de Proceso	No. de operarios	Tipo de Preparación
		5 e	Desatornillar los cuatro tornillos de la segunda estrella, sustituir por estrellas de nuevo formato y atornillar.	00°06'42"	1	Interna
		6 e	Posicionar en su sitio pieza armada y girar el seguro para fijarla.	00°00'33"	1	Interna

#### 4.3.3.4 Indicadores de Producción Respecto al Área de Soplado

Los indicadores del área de soplado son las cinco actividades que conforman el proceso de producción de la sopladora Sidel SBO12; el tiempo que el operador emplea en efectuar cada una de ellas representa un costo para la empresa, puede apreciarse la información descrita anteriormente en la tabla 4.13.

**Tabla 4.13** Costo por Tiempo Total de Proceso de Soplado  
(Fuente: Elaboración propia basada en datos de la empresa)

No. Actividad	Actividad	Tiempo Total de Proceso	Costo por Tiempo de Proceso
1	Desmontaje y montaje de moldes de nuevo formato.	01°39'27"	\$ 62,061.57
2	Desmontaje y montaje de topes para varillas de soplado.	00°14'57"	\$ 9,329.52
3	Desmontaje y montaje varillas de soplado.	00°26'28"	\$ 16,516.47
4	Desmontaje y montaje de guías de salida.	00°05'49"	\$ 3,629.88
5	Desmontaje y montaje de estrellas de salida.	00°15'49"	\$ 9,870.36.



#### **4.3.4 Segunda Etapa de SMED: Conversión de Preparaciones de la Sopladora**

A través de la observación y el análisis se identificaron las actividades internas y externas del procedimiento actual de cambio; cabe mencionar que no todos los cambios son iguales, ya que no existe un procedimiento estándar para llevar a cabo el cambio de formato.

Cada operador realiza el cambio con base en su habilidad y en lo que le han enseñado los demás operadores con más experiencia; por lo que se torna complicado realizar una lista de comprobación en el orden que cada uno realiza sus tareas, pero tomando en cuenta que aunque los procedimientos difieran unos de otros en cuanto a la secuencia de actividades, se realizan las mismas en cada cambio.

El estudio de movimientos y tiempos permitirá encontrar el camino más rápido y mejor para encontrar el tiempo interno remanente. Las tuercas y tornillos son unos de los mayores causantes de demoras, la unificación de medidas y de herramientas permite reducir el tiempo; duplicar piezas comunes para el montaje permitirá hacer operaciones de forma externa ganando este tiempo de operaciones internas.

##### **4.3.4.1 Conversión de Preparaciones Internas a Externas**

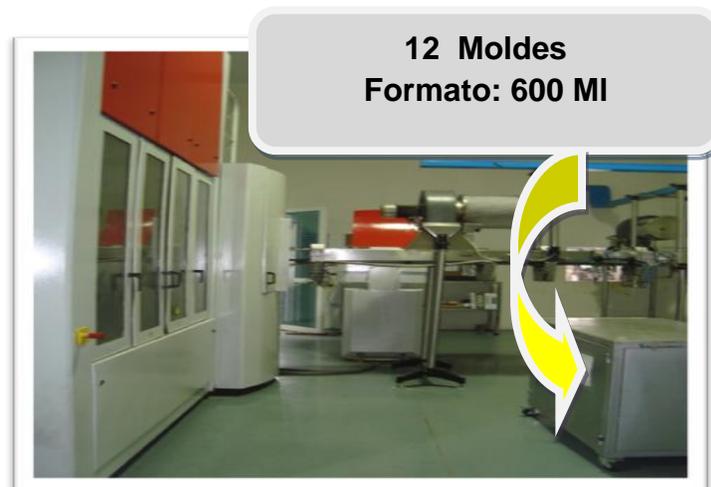
###### **1) Desmontaje y Montaje de Moldes de Nuevo Formato**

**1a)** Transportar el contenedor de moldes metálicos frente a puertas de seguridad número 4 y 5



Propuesta: Rotular con ayuda de plantillas y spray color negro una de las puertas de los cuatro contenedores metálicos que contienen los moldes; el rotulo especificará el formato ya sea (600 ml, 2L, 2.5L, 3L), contenido y el número total de moldes que el contenedor metálico tiene dentro. Ejemplo:

En la figura 4.4 se estructura el rótulo y especifica el lugar en que el contenedor de moldes debe tenerlo.



**Figura 4.4** Rótulo para Contenedor de Moldes

Esta actividad facilitará la identificación de los moldes necesarios para el nuevo cambio, contribuyendo a la disminución del tiempo que el operador necesita para corroborar chequeando dentro de cada contenedor.

La actividad 1a es interna; para cambiarla a actividad externa es necesario:

Antes de parar la máquina para efectuar el cambio de herramienta; después de que el jefe de línea indica a cada operador a que formato será el cambio; el operario de la SIDEL SBO 12 se dirige directamente al contenedor metálico necesario, que antes ubicó con ayuda de los rótulos, desliza de un extremo con ayuda de las llantas del contenedor y dirige hacia las puertas de seguridad número cuatro y cinco de la sopladora posicionándolo frente a ellas.



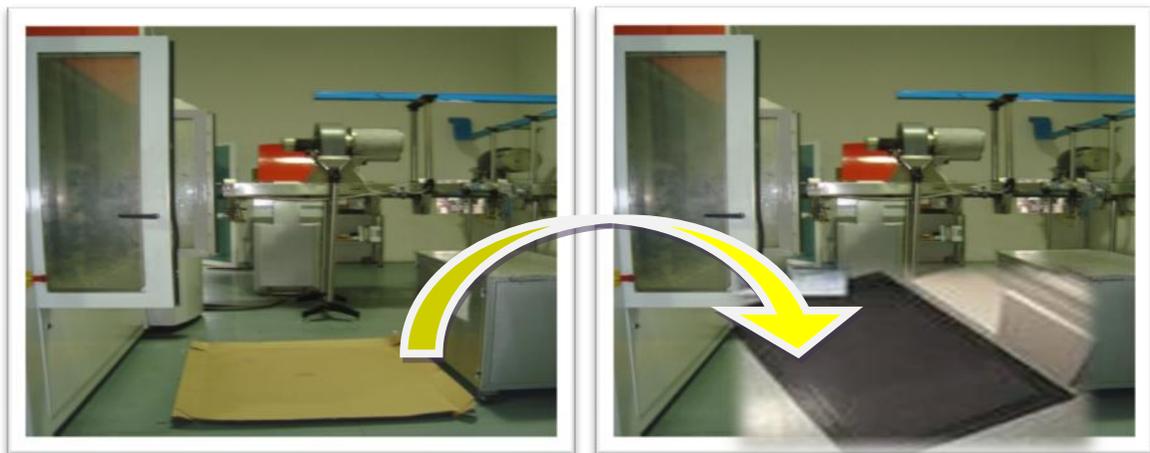
**2a) Colocar una hoja de cartón frente a puertas de seguridad 4 y 5**

Propuesta: Para esta se propone la obtención de un tapete de hule industrial de 2M x 1.5M que sustituya el uso de hojas de cartón, que además de ser estorbosas, por las dimensiones que tienen, no pueden mantenerse dentro del área destinada para los manejos de la máquina, si no, fuera de ella.

Las hojas de cartón se encuentran en el almacén de refacciones lo que atrasa al operario durante el cambio de formato, ya que tiene que dirigirse al almacén y traer consigo la hoja hasta el área de soplado, desaprovechando el tiempo a consecuencia de realizar esta actividad cuando la máquina se encuentra parada.

El costo de cada pieza de cartón es de \$5.00, gasto no redituable ya que la hoja de cartón es desechada después del cambio, es decir, no se usa nuevamente.

En la figura 4.5 se aprecia la sustitución de la hoja de cartón por el tapete industrial de hule.



**Figura 4.5** Tapete de Hule Industrial Sustituyendo a la Hoja de Cartón

La ventaja del tapete de hule es que el operador lo mantendrá enrollado al lado de los manejos y cuando lo necesite lo tendrá al alcance, desenrollará sobre el



lugar en el que será usado y lo utilizará sin necesidad de moverse del área de la sopladora.

El tapete de hule industrial tiene un costo de \$549.00, será utilizado durante cada cambio en el lapso de tiempo de su vida útil que en este caso es de cuatro meses.

La actividad 2a es interna; para cambiarla a actividad externa es necesario:

Para hacer externa esta actividad; después de que el jefe de línea indica a cada operador a que formato será el cambio y el operario posiciona el contenedor de moldes metálicos frente a las puertas de seguridad tres y cuatro.

El operador se dirige hacia el tapete metálico que se encontrará enrollado y en posición vertical en la primera esquina del lado derecho del área de soplado, al lado de los contenedores de moldes, lo tomará, llevará frente a las puertas de seguridad número tres y cuatro y desenrollará en el espacio comprendido entre el contenedor con los nuevos formatos y las puertas.

### **3a) Extraer los moldes del contenedor metálico y colocar sobre la hoja de cartón**

Propuesta: Rotular cada una de las tres piezas que conforma el molde, con ayuda de plantillas y spray color negro, en la parte posterior de las caras tanto izquierda como derecha del molde y por la parte inferior del fondo de molde; el rótulo, únicamente tendrá un número correspondiente al lugar que ocupa del molde dentro de la sopladora, seguido de la presentación a la que corresponde. Ejemplo:

En la figura 4.6 pueden observarse la estructura correcta del rótulo y los sitios indicados para colocarlos en los moldes.

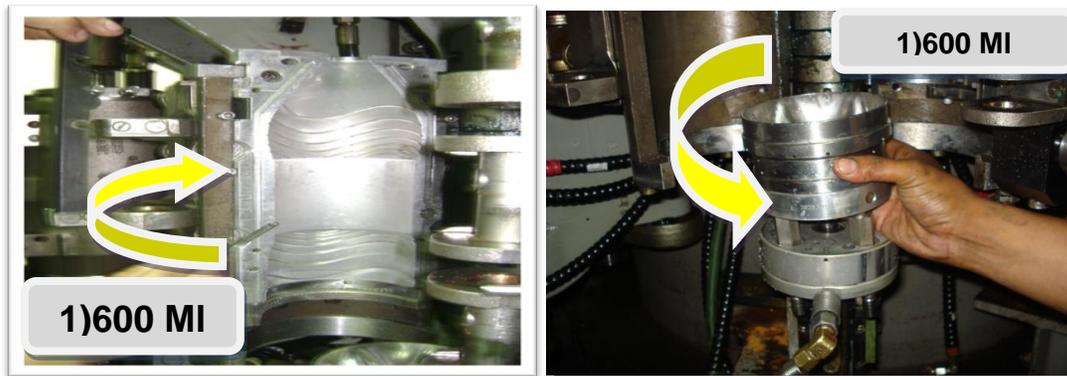


Figura 4.6 Rótulo Para Moldes

Además, colocar etiquetas dentro del contenedor de moldes metálicos, entre cada departamento de los doce que lo integran, que especifique el número de molde; de esta forma cada pieza contará con un lugar específico dentro del contenedor, que facilite su búsqueda dentro de él y lo haga más accesible e identificable para cuando se requiera. Ejemplo:

En la figura 4.7 se observa el diseño y color de la etiqueta; que serán utilizados para los departamentos del contenedor de moldes.



Figura 4.7 Etiqueta Interna Para Departamentos de Contenedor de Moldes

La actividad 3a es interna; para transformarla a actividad externa es necesario:

Esta actividad será continua a colocar en el sitio de utilización el tapete de hule industrial, mismo que servirá de base para la colocación de moldes.

Ambos operadores abrirán las puertas del contenedor de moldes metálicos y conforme a la numeración de departamentos que ocupa cada molde, extraerán uno a uno y los colocarán divididos en dos filas sobre el tapete.

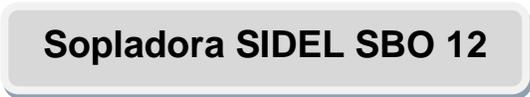


En la primera fila estarán los moldes que cuenten con la numeración uno al seis y en la segunda fila los moldes correspondientes a los números siete al doce; los rótulos colocados en la pieza, facilitarán la búsqueda de cada parte que conforma el molde a la hora de desmontar y montar en el caso del cambio de formato.

**4a) Transportar el carro de herramientas frente a puertas de seguridad**

Propuesta: Rotular el carrito de herramientas, con ayuda de spray color negro y plantillas, en la parte exterior; el rótulo, indicará la máquina a la que pertenecen las herramientas que el carrito contiene. Ejemplo:

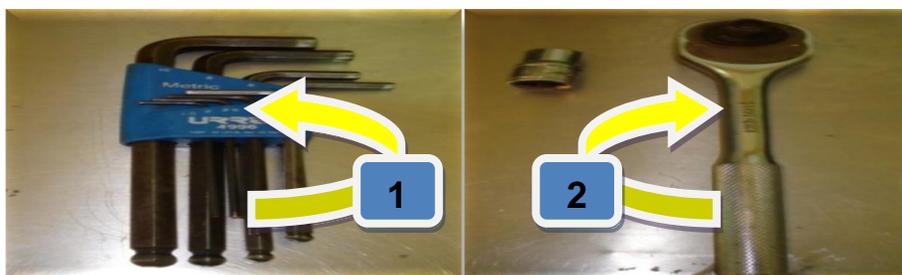
En la figura 4.8 se observa el diseño que será utilizado para los carritos de herramientas.



**Figura 4.8** Rótulo Para Carrito de Herramientas

Otra propuesta es el colocar etiquetas de colores, asignando un color por equipo, para etiquetar uniformemente y con numeración las herramientas correspondientes a una máquina; para efectuar su propio cambio de formato. Ejemplo:

En la figura 4.9 se observa el diseño de las etiquetas para colocar a cada una de las herramientas útiles para el cambio.



**Figura 4.9** Etiqueta Para Herramientas



Así, el operador logra la identificación de su herramienta, ya que el kit de cambio proporcionado por la empresa a cada equipo es único y completo, y a falta de un elemento del kit el costo es cobrado al operador encargado del turno en que la pérdida se realiza.

La actividad 4a es interna; para transformarla a actividad externa es necesario:

Esta actividad será continua a extraer uno a uno y colocar divididos en dos filas sobre el tapete de hule los moldes aptos para el cambio de formato.

El operador en turno se dirigirá a la puerta de entrada del área de soplado, en donde se encuentra el carrito de herramientas; tomará de un extremo y deslizará por el suelo, posicionándolo frente a las puertas de seguridad número cuatro y cinco; entonces lo desplegará y corroborará que toda la herramienta que necesita se encuentra dentro, para que pueda disponer fácilmente de ella.

### 5a) Búsqueda de llave Allen 5mm

Propuesta: Al colocar etiquetas de colores con números y situar la herramienta dentro del carrito, no dejándola en otro sitio, ni prestarla, debido a que cada operario cuenta con su kit de herramientas completo; se contribuye a la fácil adquisición de la herramienta en el momento que se necesite; sin la necesidad de que el operador comience a dar vueltas dentro del área de soplado tratando de recordar en que sitio dejó la llave allen o a que operador se la prestó; evitando de esta manera pérdida de tiempo durante el cambio.

La actividad 5a se realiza de manera interna; para transformarla a actividad externa es necesario:

Mediante la conversión de la actividad **4a** a externa, automáticamente esta actividad pasa a ser externa también, debido a que el operario al desplegar el carrito



de herramientas corrobora por etiquetas de colores con numeración que toda su herramienta está completa y lista para el cambio; lo que evita retrasos por búsqueda de herramienta.

## 2) Desmontaje y Montaje de Topes Para Varillas de Estirado

### 1b) Transportar la escalera frente a las puertas de seguridad 4 y 5

Propuesta: La escalera de tijera se mantendrá plegada en la primera esquina izquierda del área de soplado, al lado del estante que contiene los manejos al lado del estante con los manejos hasta que haya cambio de formato o mantenimiento, es decir, necesite usarse. Ejemplo:

En la figura 4.10 se muestra la escalera desplegada frente a las puertas de seguridad número 4 y 5 de la sopladora.



**Figura 4.10** Escalera Frente a Puertas de Seguridad 4 y 5

La actividad 1b es interna; para transformarla a actividad externa es necesario:

La actividad será continua a posicionar frente a las puertas de seguridad número cuatro y cinco el carrito de herramientas con toda la herramienta necesaria.

El operador, antes del paro de la máquina, se dirigirá a la primera esquina izquierda del área de soplado, al lado del estante que contiene los manejos, en



donde se encuentra la escalera de tijera plegada y la traerá consigo hasta las puertas de seguridad número cuatro y cinco, en donde comenzará la primera actividad de cambio de formato y procederá a desplegarla para usarla en cuanto la necesite.

**2b)** Buscar y colocar la gaveta industrial que contiene los topes del nuevo formato sobre el contenedor de moldes metálicos en uso

Propuesta: Algunos de los topes del nuevo formato se encuentran sueltos sobre cualesquiera de los cuatro contenedores metálicos para moldes, y otros, dentro de gavetas; lo que dificulta su manejo durante los cambios de formato; al igual que, entorpece el cambio cuando se utiliza el contenedor de moldes metálicos sobre el que se encuentren, ya que se pierde tiempo al retirar los topes y llevarlos hacia otro contenedor para poder mover el primero.

Los topes no cuentan con un espacio designado por lo que sería importante introducirlos dentro de las gavetas industriales, para que no se dañen por manejo inadecuado, además, estas necesitan una etiqueta para su identificación, que indique el nombre de las piezas, número de piezas que contiene la gaveta y presentación de las piezas contenidas en ella. Ejemplo:

En la figura 4.11 muestra las gavetas industriales con sus respectivas etiquetas y los topes que serán el contenido de ellas.



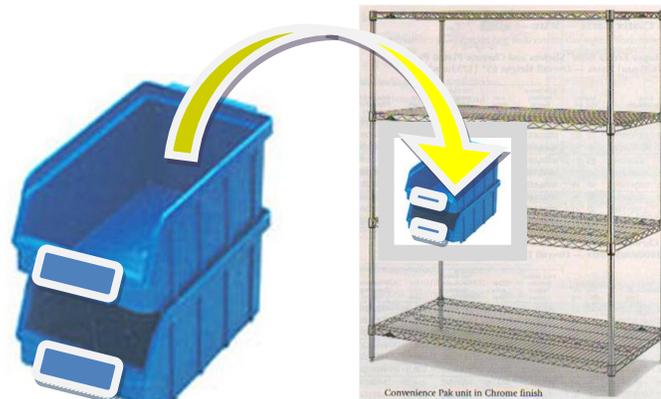
**Figura 4.11** Gavetas Industriales Etiquetadas Para Topes



A las gavetas también tendría que asignárseles un estante para que sea más fácil su localización y se evite el cambio de los manejos de un lugar hacia otro, cuando un contenedor de moldes se requiera.

El estante debe ser industrial de cuatro niveles, reforzado y con las siguientes dimensiones 1.53 m Largo x 0.61 m Profundidad x 1.89 m Alto; marca METRO.

La figura 4.12 muestra el estante que será útil para colocar las gavetas industriales con los manejos para el cambio de formato de la sopladora.



**Figura 4.12** Gavetas Industriales Etiquetadas, Dentro de Estante.

La actividad 2b es interna; para transformarla a actividad externa es necesario:

Esta actividad es continua a desplegar la escalera de tijera frente a las puertas de seguridad número cuatro y cinco para su uso.

El operador, antes del paro de la máquina, se dirigirá frente a las puertas de seguridad seis y siete, donde estará ubicado el estante industrial y tomará de él la gaveta de topes, que reconocerá fácilmente por las etiquetas que ellas tienen al frente, en donde se especifica el nombre del manejo para su sencilla identificación; lo que evita pérdida de tiempo durante el cambio de herramienta.



### 3b) Buscar llave Allen 8mm

Propuesta: Al colocar etiquetas de colores con números y situar la herramienta dentro del carrito; se contribuye a la fácil adquisición de la herramienta en el momento que se necesite; evitando de esta manera pérdida de tiempo durante el cambio.

La actividad 3b se realiza de manera interna; para transformarla a actividad externa es necesario:

Mediante la conversión de la actividad **4a** en externa, esta actividad al igual que la **5a** serán externas, debido a que el operario al desplegar el carrito de herramientas corrobora por etiquetas de colores con numeración que toda su herramienta está completa y lista para el cambio; evitando búsqueda de herramienta.

### 3) Cambio y Ajuste de Varillas de Estirado

**3c)** Buscar y colocar las varillas de nuevo formato sobre la repisa metálica con la que cuenta la puerta de seguridad 6 y 7

Propuesta: La mayoría de la varillas de estirado se encuentran sueltas sobre cualesquiera de los cuatro contenedores metálicos para moldes, y otras, dentro de gavetas; lo que dificulta su manejo durante los cambios de formato; al igual que, entorpece el cambio cuando se utiliza el contenedor de moldes metálicos sobre el que se encuentren, ya que se pierde tiempo al retirar las varillas y transportarlas hacia otro contenedor para poder mover el primero.

Las varillas no cuentan con un espacio designado, por lo que sería importante introducirlos dentro de las gavetas industriales con las que el área cuenta, para que estas no se dañen por manejo inadecuado, las gavetas necesitarán una etiqueta



para su identificación, que indique el nombre de las piezas, número de piezas que contiene la gaveta y presentación de las piezas contenidas en ella. Ejemplo

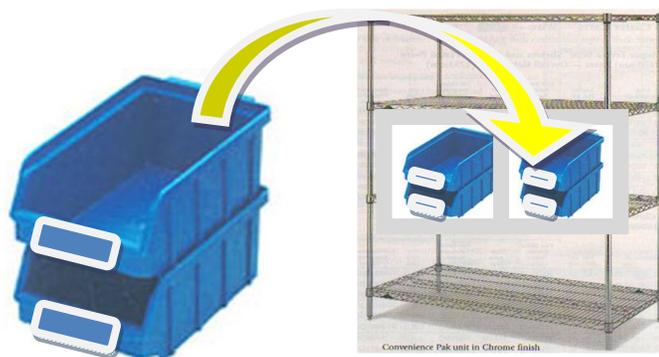
En la figura 4.13 muestra las gavetas industriales con sus respectivas etiquetas y las varillas que serán el contenido de ellas.



**Figura 4.13** Gavetas industriales etiquetadas, para varillas de estirado.

A las gavetas tendría que asignárseles un estante para que sea más fácil su localización y se evite el cambio de los manejos de un lugar hacia otro, cuando un contenedor de moldes se requiera; las especificaciones y lugar que ocupará el estante se encuentran en la propuesta de la actividad número **2b**.

La figura 4.14 muestra el estante que será útil para colocar las gavetas industriales con los manejos para el cambio de formato de la sopladora.



**Figura 4.14** Gavetas industriales etiquetadas para varillas, dentro de estante.



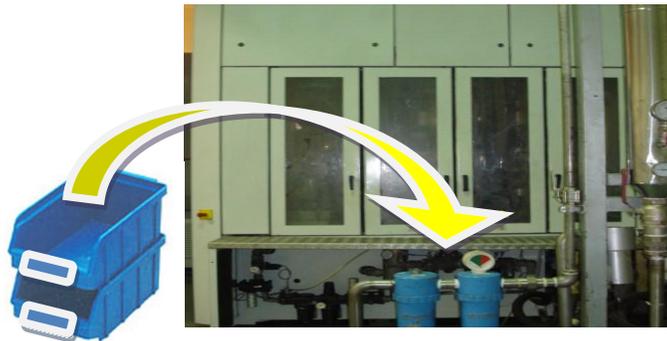
La actividad 3c es interna; para transformarla a actividad externa es necesario:

Esta actividad es continua a abrir las puertas de seguridad número seis y siete, actividad **2c**.

El operador, antes del paro de la máquina, se dirigirá frente a las puertas de seguridad seis y siete, donde estará ubicado el estante industrial y tomará de él la gaveta de varillas, que reconocerá fácilmente por las etiquetas que ellas tienen al frente, en donde se especifica el nombre del manejo para su sencilla identificación; lo que evita pérdida de tiempo durante el cambio de herramental.

Con la gaveta de varillas el operador se dirigirá a la repisa metálica de las puertas 6 y 7; dejando sobre ella las varillas de nuevo formato dentro de la gaveta industrial.

En la figura 4.15 muestra la gaveta de las varillas, sobre la repisa de las puertas de seguridad número seis y siete.



**Figura 4.15** Gavetas industriales para varillas, sobre repisa metálica.

**8bc)** Buscar martillo, cincel y escantillón.

Al colocar etiquetas de colores con números y situar la herramienta dentro del carrito; se contribuye a la fácil adquisición de la herramienta en el momento que se necesite; evitando de esta manera pérdida de tiempo durante el cambio.



La actividad 8bc se realiza de manera interna; para transformarla a actividad externa es necesario:

Mediante la conversión de la actividad **4a** a externa, esta actividad al igual que será externa, por que el operador corroborará a la apertura del carrito de herramientas si su herramienta se encuentra completa.

#### 4) Cambio de Guías y Ajuste con Botella

**2d)** Buscar y transportar las guías de nuevo formato frente a las puertas de seguridad 2 y 3

Propuesta: Las guías se encuentran sueltas sobre cualesquiera de los cuatro contenedores metálicos para moldes, lo que hace complicado su manejo durante los cambios de formato, entorpeciendo también el cambio cuando se utiliza el contenedor de moldes metálicos sobre el que se encuentren, ya que se pierde tiempo al retirar las guías y colocarlas sobre otro contenedor.

Estas guías necesitan rotularse con ayuda de plantillas y spray color fluorescente, debido a que el fondo es color negro; se coloca directamente sobre la pieza; el rótulo especificará el formato ya sea (600 ml, 2L, 2.5L, 3L) y número de guía.

En vista que esta propuesto anteriormente, las guías también ocuparan un lugar dentro de él, para que sea más fácil su localización y se evite el cambio de los manejos de un lugar hacia otro, cuando un contenedor de moldes se requiera; las especificaciones y lugar que ocupará el estante se encuentran en la propuesta de la actividad número **2b**. Figura 4.15.



En la figura 4.16 se estructura el rótulo que debe tener cada guía de salida de botella.

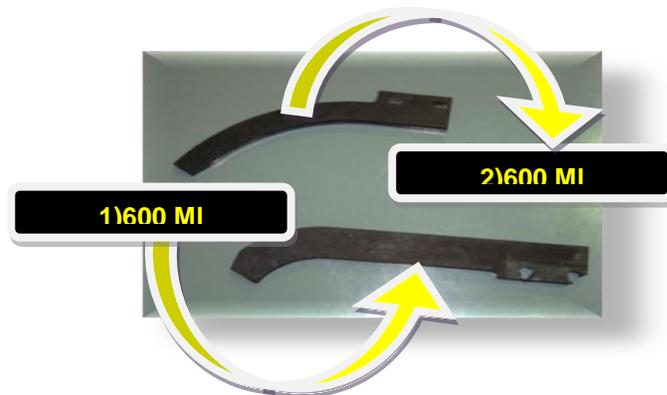


Figura 4.16 Guías de salida de botella con rótulo.

En la figura 4.17 muestra el estante que será útil para colocar las guías con los manejos para el cambio de formato de la sopladora.

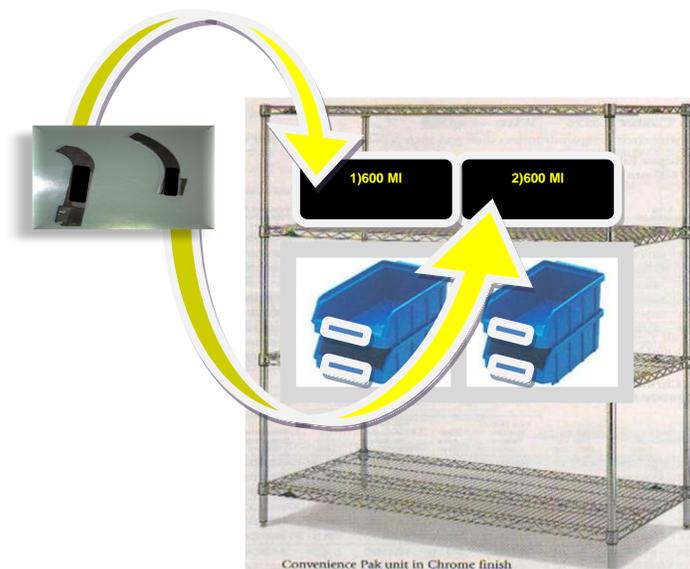


Figura 4.17 Guías de salida de botella dentro del estante.

La actividad **2d** es interna; para transformarla a actividad externa es necesario:

Esta actividad es continua a abrir las puertas de seguridad número dos y tres, actividad 1d.



El operador, antes del paro de la máquina, se dirigirá frente a las puertas de seguridad seis y siete, donde estará ubicado el estante industrial y tomará de él las guías de nuevo formato, que serán fácil de identificar, por el rótulo que estas tienen, en donde se especifica el formato y número de guía para su sencilla detección.

Con los manejos de nuevo formato, el operador se dirigirá frente a las puertas 2 y 3; dejando sobre el piso, frente a ellas las nuevas guías.

### 5) Desmontaje y Montaje de Estrellas de Salida

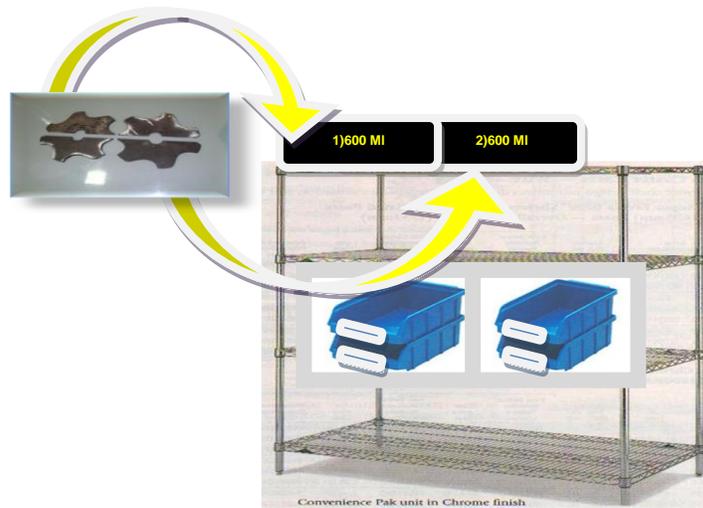
**1e)** Transportar las estrellas de nuevo formato frente a las puertas de seguridad dos y tres

Propuesta: Las estrellas se encuentran sueltas sobre cualesquiera de los cuatro contenedores metálicos para moldes, lo que hace complicado su manejo durante los cambios de formato, entorpeciendo también el cambio cuando se utiliza el contenedor de moldes metálicos sobre el que se encuentren, ya que se pierde tiempo al retirar las guías y colocarlas sobre otro contenedor.

Las estrellas necesitan rotularse con ayuda de plantillas y spray color fluorescente; se coloca directamente sobre la pieza; el rótulo especificará el formato y número de estrella.

En vista que esta propuesto anteriormente, las guías también ocuparan un lugar dentro de él, para que sea más fácil su localización y se evite el cambio de los manejos de un lugar hacia otro, cuando un contenedor de moldes se requiera; las especificaciones y lugar que ocupará el estante se encuentran en la propuesta de la actividad número **2b**.

En la figura 4.18 se estructura el rótulo que debe tener cada estrella, además, se muestra el lugar que le corresponde dentro del estante.



**Figura 4.18** Rótulo de estrellas y lugar que ocupan en el estante.

Otra de las propuestas es la adquisición de un soporte con base para estrella de salida; con este, el operario no tendrá que desarmar y armar la estrella cada vez que el formato cambie; es decir, contarán con una estrella extra y únicamente tendrá que desmontar estrella y colocar la de nuevo formato.

La actividad 1e es interna; para transformarla a actividad externa es necesario:

Esta actividad es continua a ajuste y verificación con botella de nuevo formato, actividad **7d**.

El operador, antes del paro de la máquina, se dirigirá frente a las puertas de seguridad seis y siete, lugar donde estará ubicado el estante industrial y tomará de él, el soporte con base armado con las estrellas de nuevo formato.

El operador podrá identificar fácilmente las estrella que requiere para armar la de nuevo formato, por el rótulo que estas tienen, en donde se especifica el formato y número de estrella para su sencilla localización.



Con los manejos de nuevo formato, el operador se dirigirá frente a las puertas 2 y 3; dejando sobre el piso, frente a ellas la nueva estrella.

En la figura 4.19 muestra el lugar que le corresponde al soporte con base para estrellas, dentro del estante.

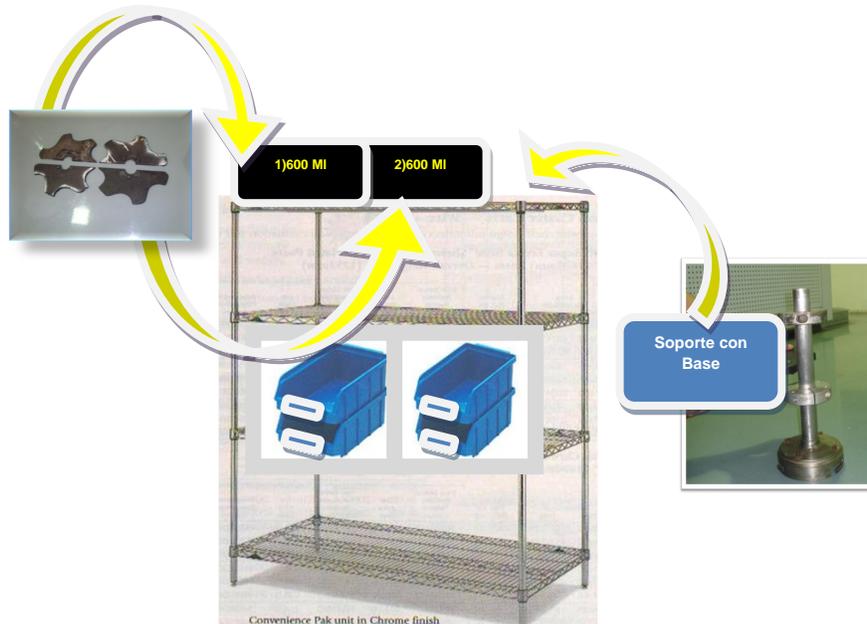


Figura 4.19 Rótulo de soporte de estrellas y lugar que ocupan en el estante

### 4.3.5 Tercera Etapa de SMED: Perfección de Todos los Aspectos de la Operación de Preparación de la Sopladora

#### 4.3.5.1 Mejora en el Transporte de Útiles y Otras Piezas de la Sopladora

Con esta actividad se busca asegurar que el transporte de piezas y herramientas se realice como elemento externo. Para esto las herramientas, útiles y dispositivos necesarios para los montajes y desmontajes se deben llevar a la máquina mientras ésta en funcionamiento, ya sea que lo haga el operario u otra persona asignada.



En el caso de la sopladora los manejos se encuentran dentro del área correspondiente a la maquinaria, lo que eleva la accesibilidad a ellos y facilita su manejo durante los cambios de formato.

Todas las herramientas requeridas se encuentran dentro de un carro de herramientas dentro también del área de SIDEL pueden observarse en la Tabla 4.14.

**Tabla 4.14** Lugar que Ocupa Cada Manejo de la Sopladora Utilizado Para Cambio de Formato  
(Fuente: Elaboración propia basada en datos de la empresa)

Nº	Nombre de la pieza	Lugar que ocupa Actualmente	Lugar Propuesto a Ocupar
1	Cuerpo de molde mitad izquierda	Dentro de contenedor metálico de moldes para 12 piezas	Dentro de contenedor metálico de moldes para 12 piezas
	Cuerpo de molde mitad derecha	Dentro de contenedor metálico de moldes para 12 piezas	Dentro de contenedor metálico de moldes para 12 piezas
	Fondo de molde	Dentro de contenedor metálico de moldes para 12 piezas	Dentro de contenedor metálico de moldes para 12 piezas
2	Amortiguadores de topes	Gaveta industria sobre, contenedor metálico para moldes.	Gaveta industrial dentro de estante de acero para manejos.
3	Topes de varilla de estirado	Gaveta industrial, sobre contenedor metálico para moldes.	Gaveta industrial dentro de estante de acero para manejos.
4	Varilla de estirado	Sobre cualesquier contenedor metálico de moldes.	Gaveta industrial dentro de estante de acero para manejos.
5	Estrella de transferencia	Sobre cualesquier contenedor metálico de moldes	Sobre estante de acero para manejos.
6	Guía de salida corta	Sobre cualesquier contenedor metálico de moldes	Sobre estante de acero para manejos.
	Guía de salida larga	Sobre cualesquier contenedor metálico de moldes	Sobre estante de acero para manejos.



### 4.3.5.2 Creación de Estrategias Para Implantar al Proceso

Para mejorar el cambio de formato efectuado de cuatro formas diferentes debido a los distintos operadores que lo ejecutan; se propone la reducción del tiempo de algunas actividades internas; estas, no podrán efectuarse cuando la máquina se encuentra en movimiento debido a que la sopladora necesita estar parada para poder abrirse, pero si se logra la disminución considerable del tiempo en el desarrollo de las siguientes actividades.

#### 1) Desmontaje y Montaje de Moldes de Nuevo Formato

Esta actividad la llevaba a cabo un solo operador, por lo que tenía que repetir la misma operación doce veces; debido a que existen doce unidades de portafolio dentro de la sopladora, el tiempo de una de las actividades al comenzar el desmontaje y montaje era multiplicado por doce, lo que aumentaba demasiado el tiempo de cambio de formato.

Son necesarios para el cambio de herramental a dos operarios; regularmente, cuando uno de ellos cambiaba los moldes, el otro realizaba el cambio de guías y estrella.

Se propone que ambos operadores lleven a cabo ala primera actividad al mismo tiempo, una ventaja es que las puertas de seguridad son muy amplias y al abrirlas, dejan expuestas dos unidades de portafolio, lo que no crearía incomodidad para ningún operador.

La ventaja más importante es que el tener a dos operadores realizando en cambio reduce a la mitad las actividades (7a) a la (15a) de desarrollo de la actividad número uno.



### **7a) Impulsar hacia la derecha la rueda de soplado**

Además, después de cada cambio de molde el operador procede a impulsar hacia la derecha la rueda de soplado; considerando a un solo operador, durante el cambio, este suele efectuar once veces el giro; si ambos operarios realizan el cambio, las vueltas a la rueda de soplado disminuyen a solo cinco, por cambio de moldes.

### **8a) Retirar las dos mangueras de agua que abastecen a la gran unidad**

Esta actividad se realizaba retirando seis mangueras de agua del sistema de enfriamiento que abastecen a la gran unidad de portafolio; debido a que las únicas mangueras que obstruyen el cambio de fondo de molde, son las dos mangueras de enfriamiento que abastecen el fondo de molde; durante la actividad el operador evita retirar de cada uno de las doce unidades de portafolio seis mangueras.

El operador retiraba un total de 72 mangueras, mismas que tenía que colocar en su sitio nuevamente; al retirar únicamente las mangueras que impiden el cambio de fondo de molde; el operador retira y coloca nuevamente solo 24 mangueras, lo que agiliza y disminuye del tiempo de desarrollo durante esta actividad.

Las estrellas se encuentran sueltas sobre cualesquiera de los cuatro contenedores metálicos para moldes, lo que hace complicado su manejo durante los cambios de formato, entorpeciendo también el cambio cuando se utiliza el contenedor de moldes metálicos sobre el que se encuentren, ya que se pierde tiempo al retirar las guías y colocarla.

## **5) Desmontaje y Montaje de Estrella de Salida**

Esta actividad requería del desmontaje de estrellas de la base con soporte, cada vez que existía un cambio de formato; el operador desmontaba una a una las



estrellas y montaba las estrellas de nuevo formato, lo que hace que la actividad sea lenta; sin embargo, al adquirir un soporte con base el operador puede tener armada la estrella de nuevo formato y no desmontar durante el cambio.

El operador ahorrará durante esta actividad, la actividad de desarrollo número (5e) y (6e), únicamente retirará la pieza con el desarmador plano, montará estrella de nuevo formato y girará nuevamente con el desarmador plano para asegurar.

### 4.3.5.3 Propuesta de Estandarización de Funciones de la Sopladora

La propuesta de estandarización para el cambio de formato de la sopladora SIDEL SBO 12; se basa en la reducción de tiempos y optimización de actividades, para lograr la reducción significativa del tiempo total del cambio de formato y lograr una forma eficiente de hacerlo, fue necesario la propuesta de estandarización de funciones mediante un manual para el cambio de formato; En el que se logra reducir de manera considerable el tiempo de cambio además de considerar en el la mejor forma de efectuarlo y las herramientas necesarias para hacerlo.

A continuación se presenta como propuesta, el manual para el cambio de formato de la sopladora SIDEL SBO 12 en la línea de producción de EVOSA.



# Sopladora SIDEL SBO12





**PARA REALIZAR EL CAMBIO DE FORMATO EN LA SOPLADORA, RESPETANDO LAS NORMAS DE SEGURIDAD Y PARA PROTECCION DEL OPERADOR, ESTE, NECESITARÁ EL SIGUIENTE EQUIPO.**



-  **COFIA**
-  **CUBRE BOCA**
-  **CASCO**
-  **LENTES DE SEGURIDAD**
-  **UNIFORME**
-  **ZAPATOS INDUSTRIALES**



## Cambio de Formato Sopladora SIDEL SBO 12

### A) PIEZAS DE CAMBIO PARA FORMATO 3L, 2.5L 2L Y 600 ML

Nº	PIEZA	ACCIÓN	FRECUENCIA DE CAMBIO
1	CUERPO DE MOLDE MITAD IZQUIERDA	CAMBIO	DE 3 L, 2 ½ L, 2 L y 600 ml
	CUERPO DE MOLDE MITAD DERECHA	CAMBIO	DE 3 L, 2 ½ L, 2 L y 600 ml
	FONDO DE MOLDE	CAMBIO	DE 3 L, 2 ½ L, 2 L y 600 ml
2	AMORTIGUADORES DE TOPES	CAMBIO	CUANDO SE NECESITE
3	TOPES DE VARILLA DE ESTIRADO	CAMBIO	PARA FORMATO 600 ml
		AJUSTE	PARA FORMATO 3L, 2 ½ L Y 2 L
4	VARILLA DE ESTIRADO	CAMBIO	PARA FORMATO 600 ml
		AJUSTE	PARA FORMATO 3L, 2 ½ L Y 2 L
5	ESTRELLA DE TRANSFERENCIA	CAMBIO	PARA CADA FORMATO
6	GUIA DE SALIDA CORTA	CAMBIO	PARA CADA FORMATO
	GUIA DE SALIDA LARGA	CAMBIO	PARA CADA FORMATO

### B) HERRAMIENTAS NECESARIAS PARA EL CAMBIO

Nº	ACTIVIDAD	HERRAMIENTA
1	COLOCAR CUERPO DE MOLDE MITAD IZQUIERDA	LLAVE ALLEN DE ¾ "O 5MM
2	COLOCAR CUERPO DE MOLDE MITAD DERECHA	LLAVE ALLEN DE ¾ "O 5MM
3	UBICAR EL FONDO DE MOLDE	PRESION DE AIRE
4	TOPES DE VARILLA DE ESTIRADO	LLAVES DE NARIZ HN 7, HNID-II
		ESCALERA
5	AJUSTE DE VARILLA DE ESTIRADO	UN TORNILLO MILIMETRICO DE 13 MM Y UNA MONEDA DE \$1.00, ESCALERA
6	MONTAR ESTRELLA DE TRANSFERENCIA	DESARMADOR PLANO, MATRACA Y DADO DE 13MM
7	GUIA CORTA	LLAVE DE ½" O 13 MM
8	GUIA LARGA	LLAVE DE ½" O 13 MM

### C) OPERARIOS EMPLEADOS PARA EL CAMBIO

Nº	RESPONSABLE	ACTIVIDADES
1	OPERADOR DE SOPLADORA SBO 12 EN TURNO	TODOS LOS CAMBIOS Y AJUSTES DE LA ETIQUETADORA
2	OPERARIO B EN TURNO	AUXILIAR DE OPERADOR



A) PIEZAS DE CAMBIO A UTILIZAR PARA FORMATO 3L, 2.5L 2L Y 600 ML



**1. CUERPO Y BASE DE MOLDE DE BOTELLA**



**2.- AMORTIGUADORES DE TOPES**



**3. TOPES**



**4. VARILLAS DE ESTIRADO**



**5. ESTRELLAS DE SALIDA DE BOTELLA**



**6. GUÍAS DE SALIDA**



B) HERRAMIENTAS UTILES PARA CAMBIO DE FORMATO 3L, 2.5L 2L Y 600 ML



**ESCALERA METÁLICA DE TIJERA**



**ESCANTILLON DE 13MM**



**KIT DE LLAVES ALLEN**



**MATRACA Y DADO DE 13 MM**



**LLAVES DE NARIZ HN 7, HNID-II**



**DESARMADOR PLANO**



## ACTIVIDADES NECESARIAS PARA EL CAMBIO DE FORMATO

**1.- Ubicarse frente a las puertas de Seguridad número 4 Y 5.**



**2**



**2.-Transportar el contenedor metálico de moldes frente a las puertas de Seguridad 4 y 5.**

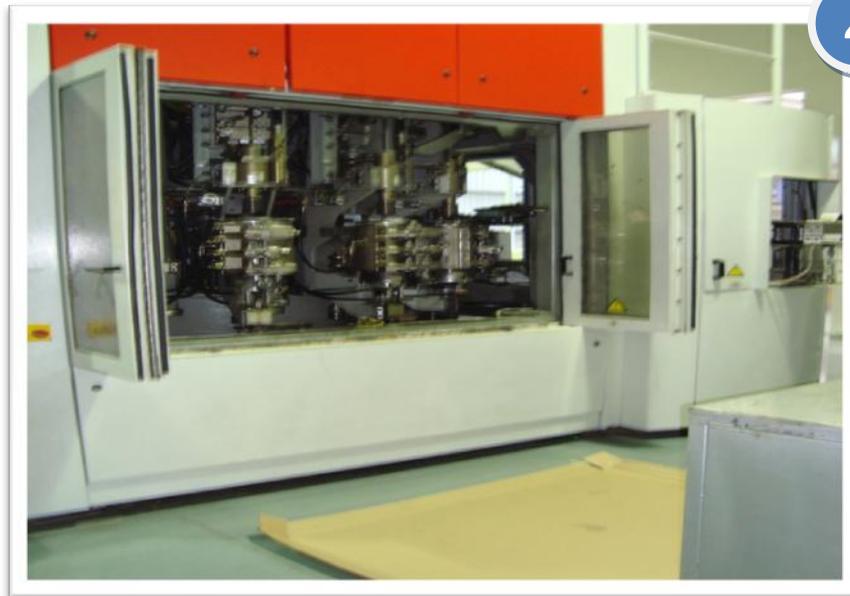
**3.- Colocar una hoja de cartón sobre el piso, frente a las puertas de Seguridad.**



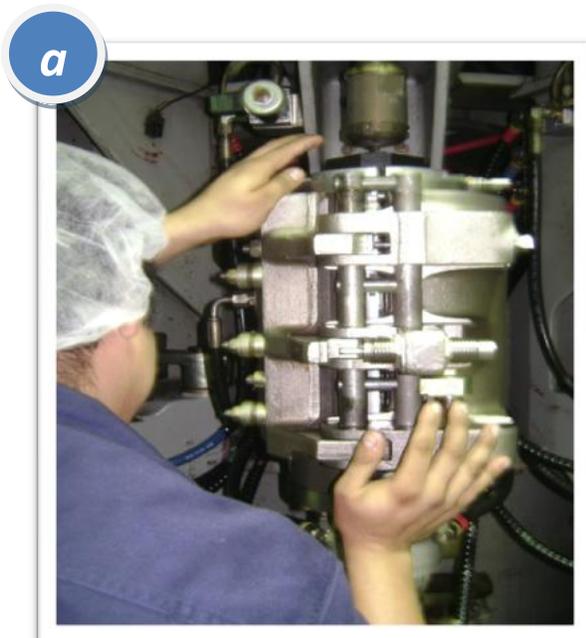
**3**



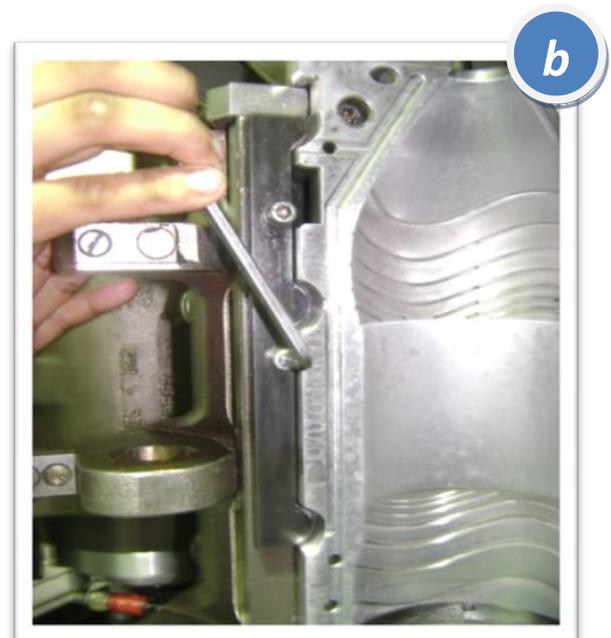
4.- Abrir las Puertas de seguridad número 4 y 5



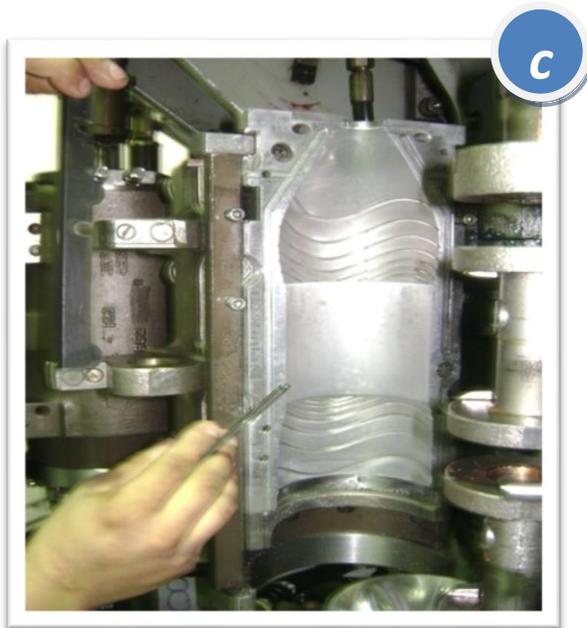
5. Desmontaje y Montaje de moldes de nuevo formato



Abrir la gran unidad de portafolio.



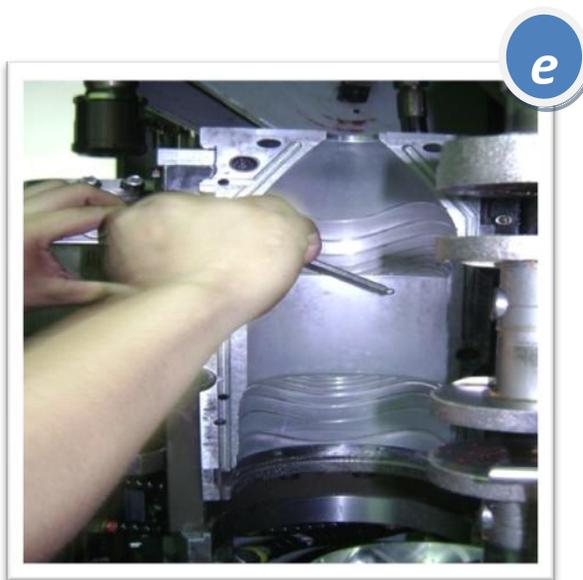
Desatornillar con allen 5 mm, dos tornillos de cada cuerpo de molde.



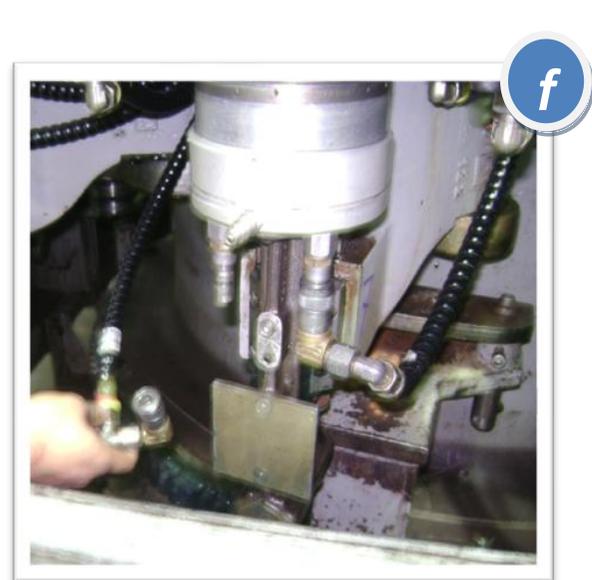
**Retirar el seguro de cada cuerpo de molde.**



**Extraer ambos cuerpos de molde.**



**Colocar, asegurar y atornillar cuerpos de molde de nuevo**



**Retirar las dos mangueras del sistema de enfriamiento que abastecen el fondo de molde.**



**a**



**Situar la conexión rápida de aire sobre la entrada de presión del fondo de la unidad de**

**h**



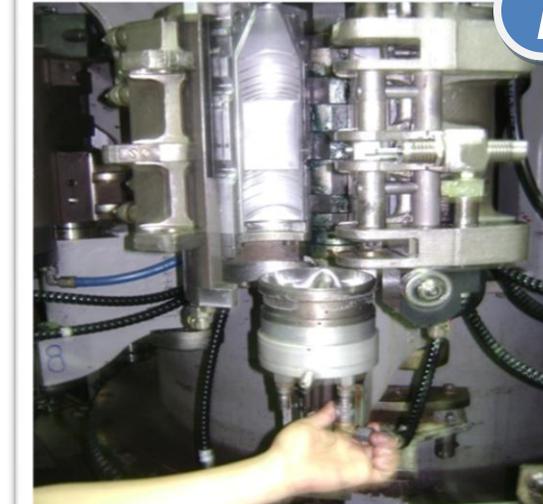
**Retirar el fondo de molde.**

**i**



**Colocar molde de nuevo formato y retirar la conexión rápida de presión de aire.**

**i**



**Instalar las dos mangueras del sistema de enfriamiento y cerrar la unidad de portafolio.**



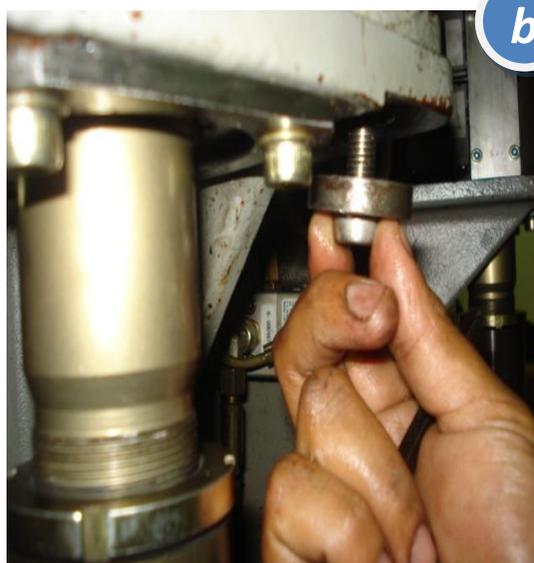
## 6. Cambio de Topes de varillas de soplado

(Para esta actividad la escalera frente a las puertas de seguridad 3 y 4 será una herramienta necesaria)

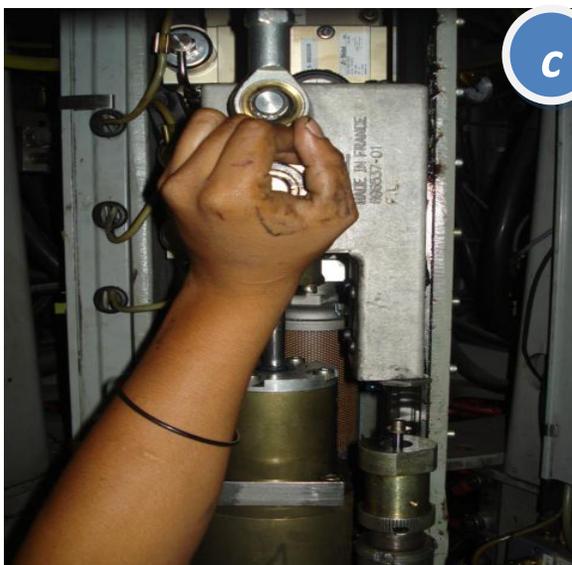
- Para los cambios de formato de (3L, 2.5L o 2L) a 600 ml o viceversa se realiza esta actividad (6).
- Para el cambio de 3L, 2.5L o 2L no importando el orden en que estos cambios se realicen entre si; los topes no se cambian, únicamente se realiza un ajuste en ellos para las varillas de estirado; actividad (7A).



**Desatornillar con allen 8 mm, el tornillo que se encuentra de bajo del tope.**



**Retirar el tornillo.**



**Impulsar el carro de estirado hacia arriba para liberar el tope.**

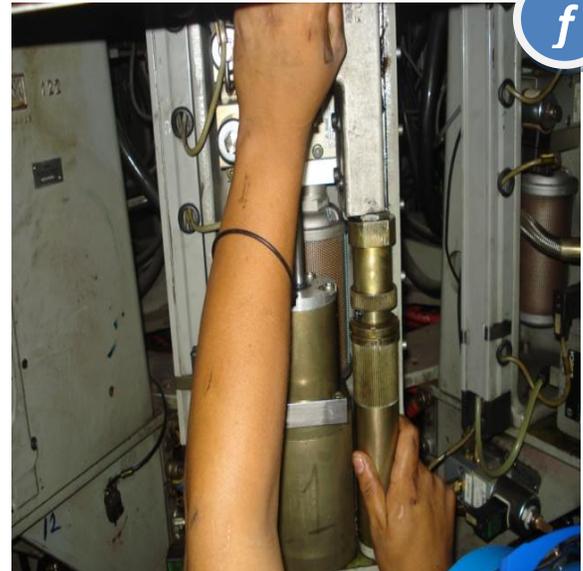


**Retirar el tope y soltar el carro de estirado.**



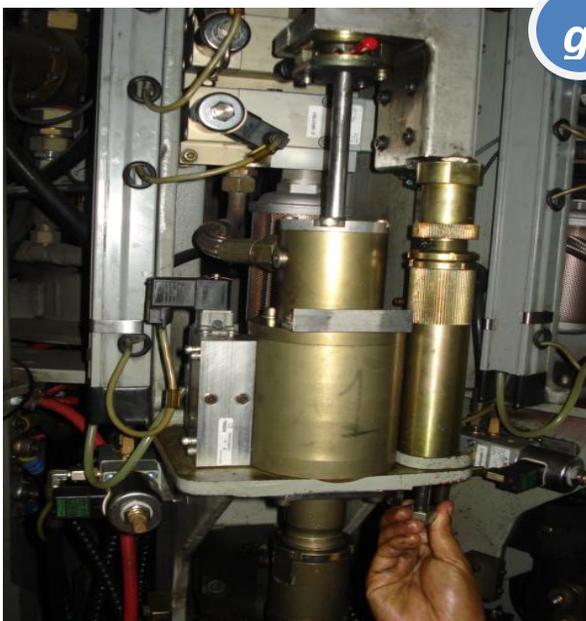
e

**Impulsar el carro de estirado hacia arriba para introducir el tope de nuevo formato.**



f

**Después de posicionar el tope soltar el carro de estirado.**



g

**Colocar el tornillo retirado en el paso (b), en la parte de abajo del tope.**



h

**Con la llave allen 8 mm apretar el tornillo, para fijar en su lugar el tope.**

## 7.-Cambio o Ajuste de varillas de estirado

### 7A.- CAMBIO DE VARILLAS

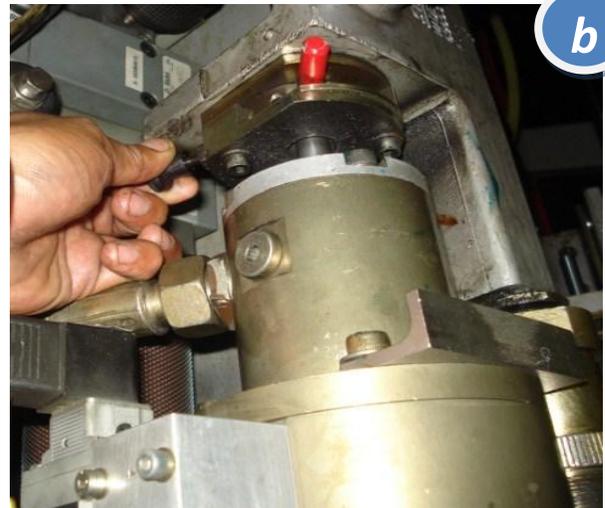
(Para esta actividad la escalera frente a las puertas de seguridad 6 y 7 será una herramienta útil para subir a la repisa metálica)

Para los cambios de formato de (3L, 2.5L o 2L) a 600 ml o viceversa se realiza esta actividad (7B).



**a**

Esta actividad se realiza frente a las puertas de seguridad 6 y 7 sobre la repisa metálica con la que cuentan.



**b**

Jalar hacia afuera el botón color negro que se encuentra detrás de la tobera, para soltar el seguro.



**c**

Sin dejar de jalar el botón de la actividad (b), girar la palanca de seguridad color roja totalmente hacia la izquierda; para botar el seguro que aprisiona la varilla.



d



**Cuando la varilla se encuentra libre, jalarla hacia arriba y colocarla diagonalmente, jalar entonces hacia afuera y retirar la varilla.**



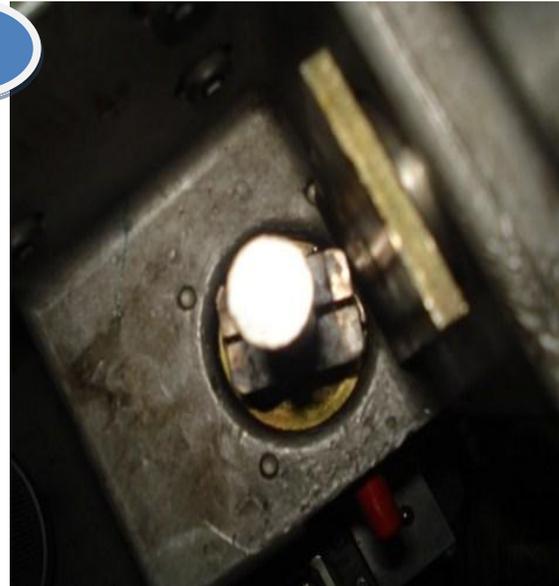
e



**Introducir en forma diagonal por la parte de arriba y luego bajar lentamente la varilla de nuevo formato.**



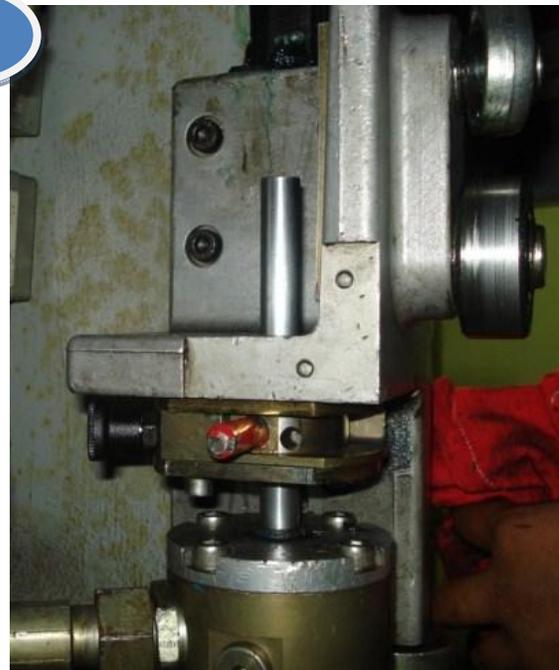
*f*



**Cuando la varilla halla bajado en su totalidad, comprobar por la parte de atrás que la nuez de la varilla coincida con el espacio destinado para ella.**



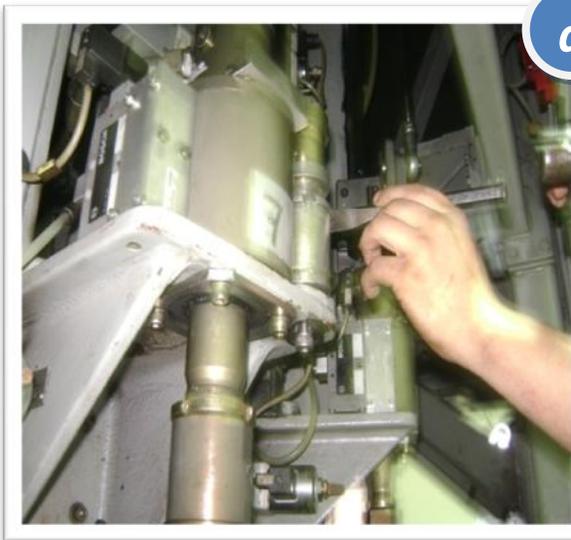
*g*



**Jalar el botón de la actividad (b) al mismo tiempo que se gira la palanca de seguridad color roja totalmente hacia la derecha; para fijar la varilla de estirado en su lugar.**



**7B.- AJUSTE DE VARILLAS DE ESTIRADO**



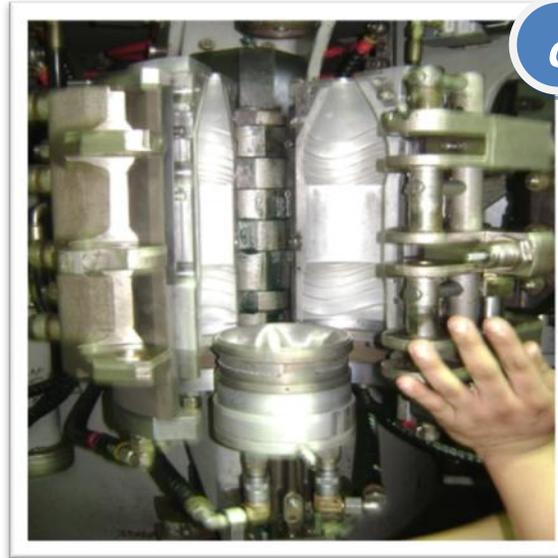
**a**

**Aflojar la contratuerca del tope con el cincel y martillo; hacia la izquierda, para poder ajustar la varilla de estirado.**



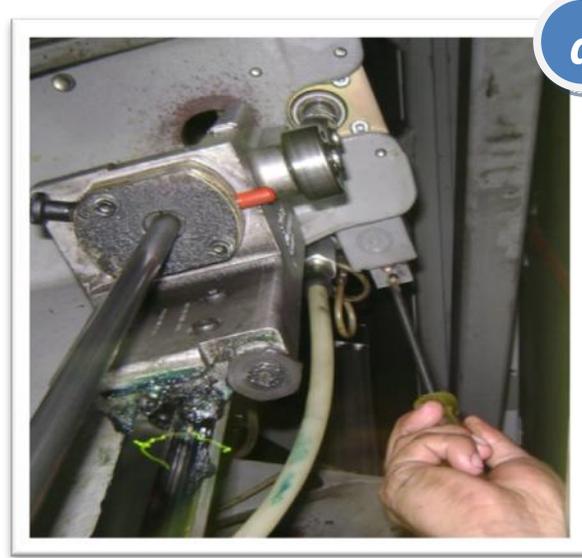
**b**

**Colocar escantillón de 13 mm en la parte baja del portafondo, para que el fondo de molde no proceda a bajar durante el ajuste de la varilla.**



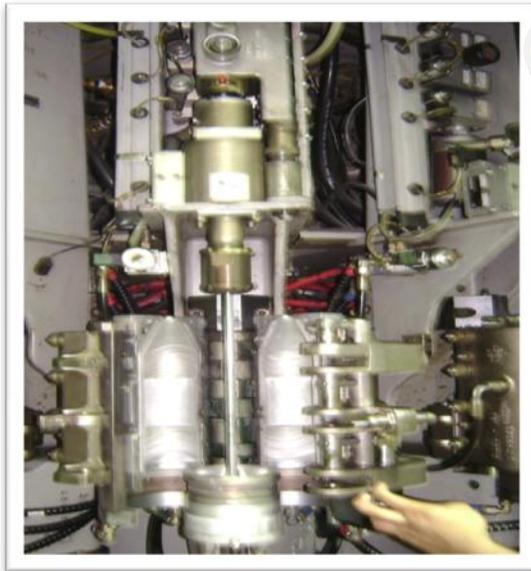
**c**

**Abrir la unidad de portafolio.**



**d**

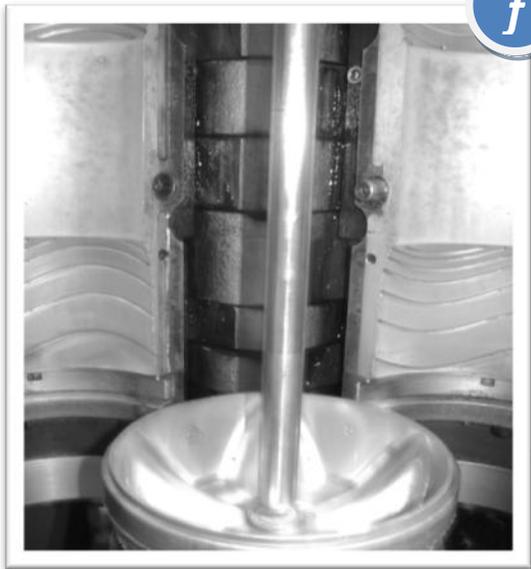
**Presionar el botón de desfogue de aire color amarillo de la parte superior de las unidades de portafolio, para que el carro de estirado baje.**



e

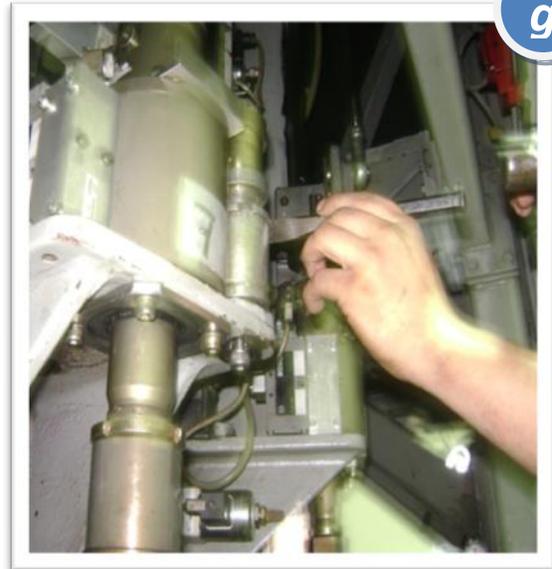


Cuando el carro de estirado haya bajado, colocar un escantillón circular en la parte media interna de la base del molde.



f

Ajustar la varilla de estirado dejando la tolerancia del espesor del escantillón entre la varilla y el fondo de molde.



g

Apretar contratuerca del tope con el cincel hacia la derecha hasta apretar, para que la varilla quede ajustada.

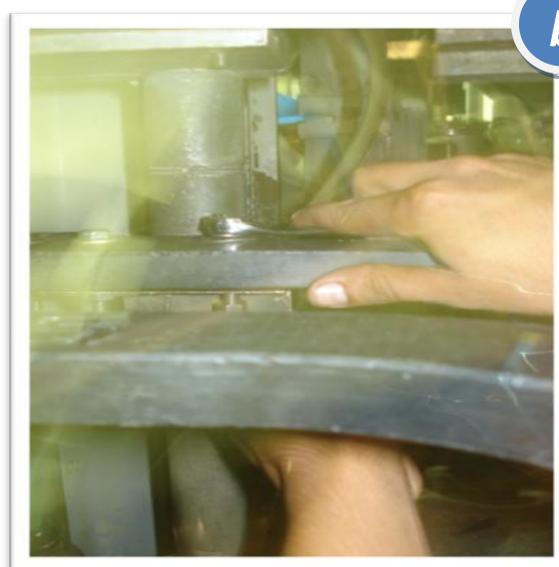


## 8.-Cambio de Guías de Salida y Ajustar con Botella



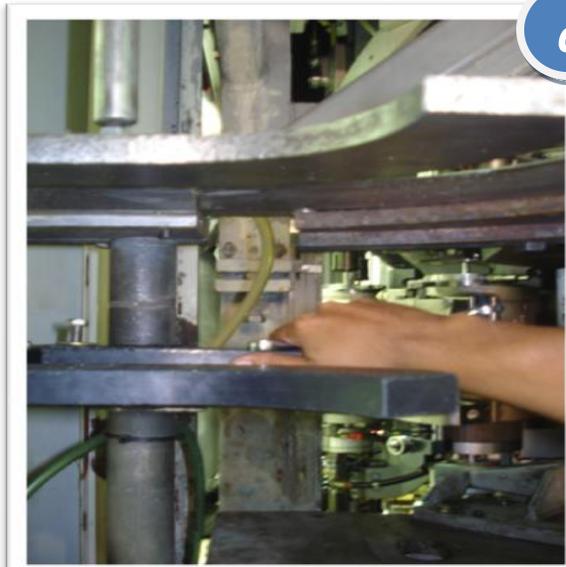
**a**

**Abrir las puertas de seguridad número 2 y 3; para poder efectuar el cambio.**



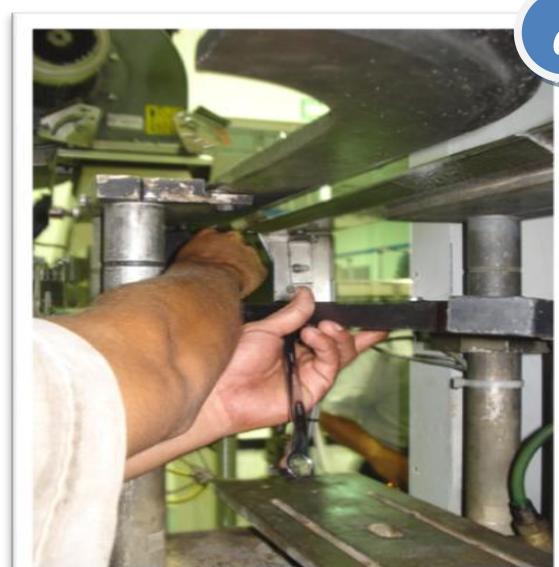
**b**

**Con la llave 13mm, proceder a desatornillar los dos tornillos de la primera guía, que se encuentra al fondo de la puerta numero 3.**



**c**

**Retirar los tornillos y extraer la primera guía.**



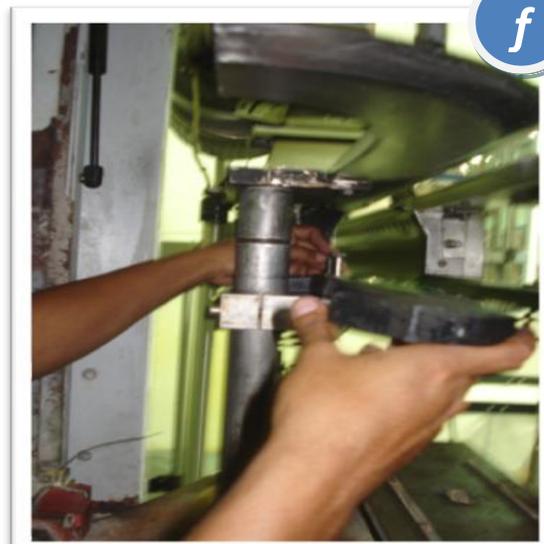
**d**

**Destornillar los dos tornillos de la segunda guía, que se encuentra frente a la puerta de seguridad numero 3.**



**e**

**Retirar la segunda guía del formato anterior.**



**f**

**Posicionar primer guía de nuevo formato en su lugar, colocar los dos tornillos y apretarlos, para que la guía quede fija.**



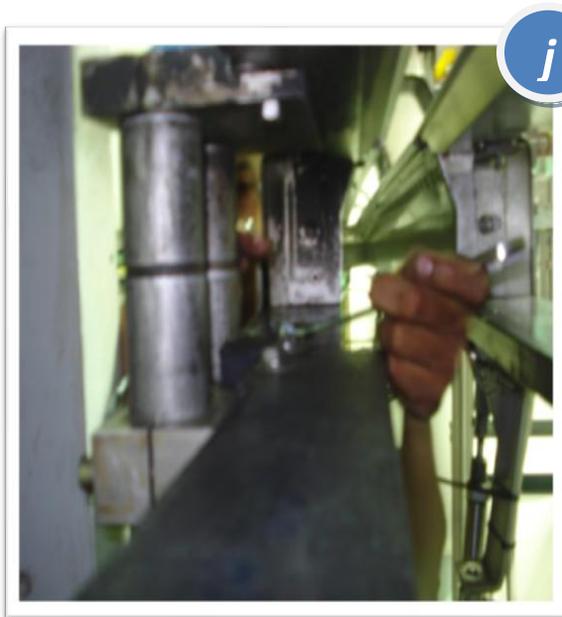
**h**

**Posicionar la segunda guía de nuevo formato en su lugar, colocar los dos tornillos y apretarlos, para que la guía quede fija.**



**i**

**Cuando las guías de salida están fijas; colocarse frente a la puerta de salida de botella.**



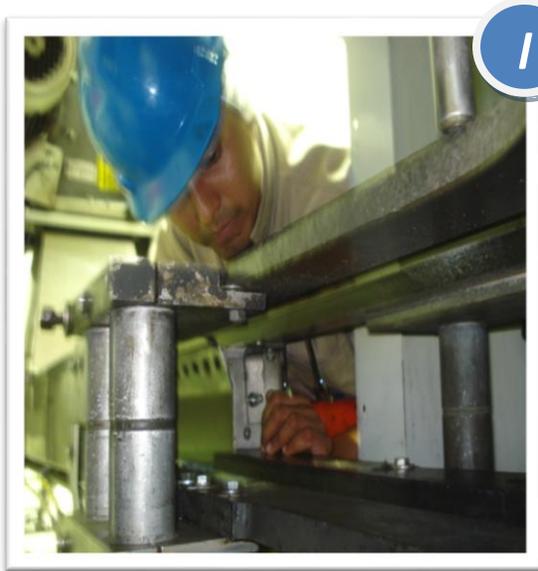
*j*

**Aflojar con la llave 13mm, los tornillos de la primer y segunda guía de cuello de botella; para ajustar la salida de la botella.**



*k*

**Al ajustar las guías de salida de botella, dejar una tolerancia a los lados de cada una de 0.5 mm.**



*l*

**Después de ajustar las guías; apretar con la llave 13mm, para que las guías queden fijas.**



*m*

**Checar con ayuda de una botella de nuevo formato si esta pasa sin obstrucciones entre las guías; de lo contrario, ajustar nuevamente.**



## 9.-Cambio de Estrella de Salida de Botella



a

**Abrir las puertas de seguridad número 2 y 3; para poder efectuar el cambio.**



b

**Con un desarmador plano, girar el seguro que se encuentra en la base del soporte.**



c

**Extraer la pieza de su sitio, para desmontar estrellas.**



d

**Con la matraca y el dado de 13mm, destornillar los dos primeros tornillos de la mitad de la estrella de la parte superior.**



e

**Extraer los tornillos y retirar la primera mitad de la estrella.**



f

**Desatornillar de la segunda mitad de la estrella superior los dos tornillos que la mantienen fija.**



g

**Extraer los tornillos flojos y retirar la segunda pieza de la primera estrella.**



h

**Desatornillar los dos tornillos de la primera pieza de la segunda estrella para retirarla.**



i

**Desatornillar los dos tornillos de la segunda pieza de la segunda estrella, y retirarla.**



j

**Colocar las piezas que conforman las estrellas de nuevo formato y fijarlas.**



k

**Cuando la estrella de nuevo formato se encuentra armada; posicionarla en su sitio.**



l

**Cuando la estrella esté en posición, girar el seguro con un desarmador, para fijar la estrella.**

**Nota: antes del arranque checar con una botella que la estrella quede a tiempo, esto se logra, cuando al girar la estrella coincide con las pinzas de la rueda de botella.**



### 4.4 Etapas Para la Reducción de Tiempos de Cambio de Formato de la Etiquetadora

En la figura 4.20 se muestran las cuatro etapas del sistema SMED para la Etiquetadora PKD

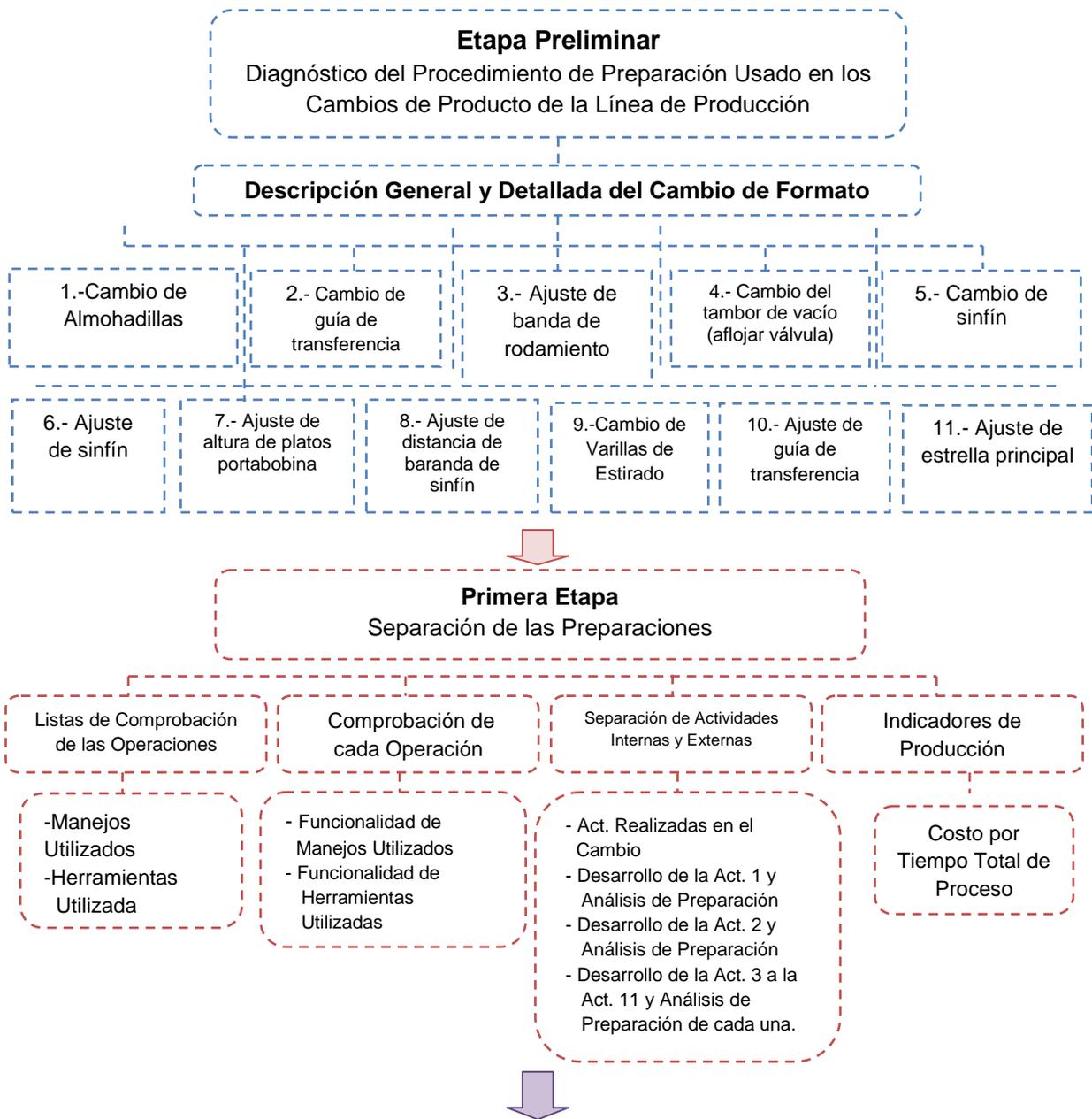
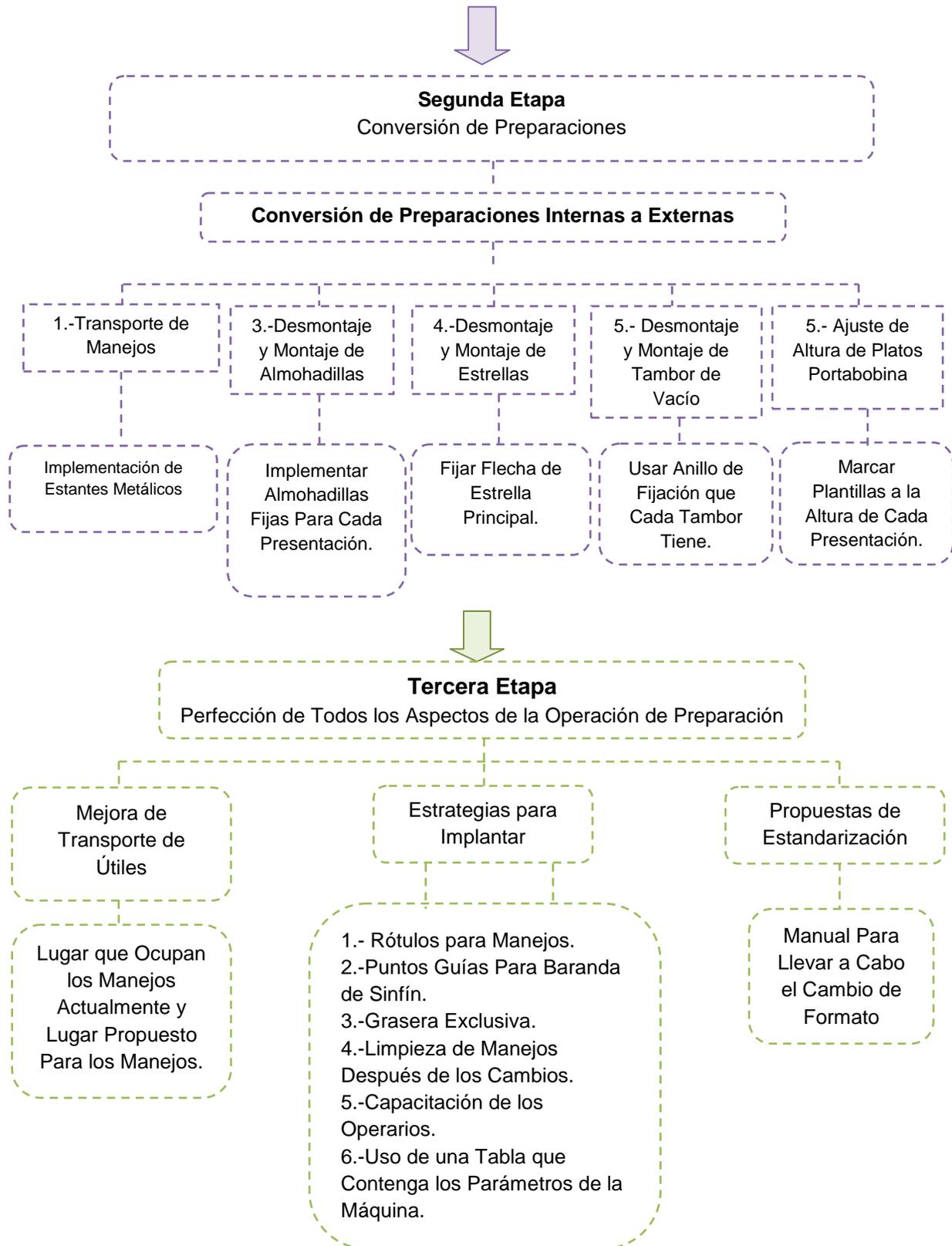


Figura 4.20 Desarrollo de las Etapas SMED para la Etiquetadora (continuación)



**Figura 4.20** Desarrollo de las Etapas SMED para la Etiquetadora (continuación)



#### 4.5 Etapa Preliminar SMED (Etiquetadora): Diagnóstico del Procedimiento de Preparación Usado en los Cambios de Producto en la Línea de Producción

Durante el desarrollo del Diagnóstico del procedimiento de preparación usado en los cambios de productos en la línea de producción; se llevó a cabo la toma de tiempo durante el cambio de formato, logrando obtener el tiempo real del cambio, resultando improductivo y deficiente para el logro de una producción más elevada de diferentes productos en menor tiempo. Por lo que se elige también la máquina encargada de Etiquetar la botella; la Etiquetadora es la etapa siguiente al Soplado en la línea de producción.

Se cita a continuación el tiempo de cambio de herramental inicial de la Sopladora y Etiquetadora, en la tabla 4.15.

**Tabla 4.15** Tiempo de Cambio en Etiquetadora  
(Fuente: Elaboración propia basada en datos de la empresa)

Máquina	Tiempo de Cambio
<b>Etiquetadora B&amp;H 8000</b>	01°40'46"

Durante esta fase se observa y analiza detenidamente la línea de producción cuando está o no operando.

Con el diagnóstico obtenido se busca cambiar el tiempo de las funciones internas a funciones externas del proceso de Etiquetado de envases de PET, para agilizar el proceso de producción; a continuación en la figura 4.18 se muestra el SMED de la Etiquetadora con el desarrollo de cada etapa del sistema aplicado a la segunda máquina del proceso



### 4.5.1.1 Descripción General del Proceso de Etiquetado

En secuencia al proceso de Soplado se explica de manera detallada el proceso de Etiquetado.

[PKD (1997)] La fase de etiquetado es la segunda etapa del proceso de producción bebidas carbonatadas de esta planta, ésta comienza cuando los envases llegan a la etiquetadora por medio de los transportadores aéreos; los envases son dosificados por medio de un tornillo o sinfín alimentador, el que los separa gradualmente a la distancia correcta, y a su vez absorbe la presión de la línea de envases evitando atascamientos.

Opuesto al sinfín está la guía del sinfín de alimentación y la compuerta de entrada; saliendo del sinfín de alimentación los envases son tomados por la estrella de transferencia cuyo único propósito es el de cambiar la dirección de movimiento de los envases y entregarlos a la estrella principal; al término del sinfín se encuentra el Sensor de Entrada de Envase que es un dispositivo que emite una señal al sistema de corte para que envíe una etiqueta por cada botella que entra al sistema de etiquetado.

El sinfín va depositando las botellas en la estrella de transferencia, la que está complementada con una estrella de principal, ambas sujetan la botella y la dirigen al tambor de vacío, apoyadas por una guía de transferencia que permite la estabilidad de la botella, evitando vibraciones o cualquier clase de movimientos erráticos durante su tránsito en la banda transportadora.

Para que las etiquetas lleguen cortadas al tambor de vacío se inicia el procedimiento desde el plato porta rollo, en donde son colocadas las bobinas o rollos de etiquetas, después la cinta de etiquetas es guiada a través del primer set de guías el que consiste en dos barras paralelas horizontales que permiten el desplazamiento de la etiqueta en forma rectilínea aún cuando el plato porta rollo presente oscilación,



también podemos encontrar aquí un Sensor Detector de Etiquetas, el envía una señal en caso de que la tira de etiquetas se rompa o en caso de echar a andar la máquina sin antes haber pasado la cinta por los rodillos.

La cinta de etiquetas pasa alrededor del rodillo del brazo danzante, luego a través del segundo set de guías o mecanismo opcional de control de nivel, del rodillo de etiquetas pasan alrededor del rodillo del sensor de registro el las reconoce y ordena la longitud de la misma al sistema de corte y es entregada a la cuchilla mediante el rodillo alimentador mismo que abastece el sistema de corte y un rodillo de presión es utilizado para asegurar que la etiqueta no se deslice.

El sistema de corte está compuesto de una navaja fija, la que al menor contacto con la navaja rotatoria permite el corte de la etiqueta, para dirigirla al tambor de vacío, después de dejar la unidad cortadora existe un elaborado sistema de presión y vacío que las coloca sobre el tambor de vacío, el transfiere la etiqueta al rodillo engomador, que forma parte del sistema de engomado, entre el rodillo engomador y el tambor de vacío se encuentran seis cuerdas de guitarra, que permiten que la etiqueta que va en el tambor no se adhiera al rodillo engomador.

En el proceso el rodillo engomador aplica una fina capa de adhesivo *Hot Melt*<sup>6</sup> al principio y al final de la etiqueta y continúa siendo transportada hasta que su borde delantero entra en contacto con el envase que se la envolverá mientras rota sobre el tambor de vacío; la etiqueta se adhiere y envuelve al envase hasta que el borde trasero entre en contacto con él, terminando la aplicación.

Las botellas siguen su curso, pasando por las almohadillas primaria y secundaria, que son las que adecuan el espacio del transportador según el formato a producir; después de ello, nuevamente entran al transportador aéreo para pasar a la siguiente fase de la producción.

---

<sup>6</sup> Adhesivo para etiqueta de botella.

En la figura 4.21 puede apreciarse la máquina etiquetadora B&H 800.



Figura 4.21 Etiquetadora B&H 8000

#### 4.5.1.2 Descripción Detallada del Cambio de Formato de la Etiquetadora

El cambio de formato es realizado según el programa de producción semanal de la planta, el que es elaborado por el área de logística; este programa marca las fechas y las horas en que se ha de llevar el cambio de formato, el mantenimiento preventivo y el cambio de sabor; dichos cambios se basan en la cantidad de producto que requiere el Departamento de Logística para satisfacer la demanda de los clientes.

Para estimar el tiempo necesario, así como la cantidad de insumos para embotellado se realiza un cálculo con base en las unidades de jarabe que se tengan que producir, ya sean éstas cortas o largas; ya que los jefes de línea cuentan con dicha información, comunican a los operarios que el cambio se aproxima, que es necesario comenzar con el alistamiento de máquinas y herramientas.

En el cambio de formato se realiza el cambio de manejos para la siguiente presentación a producir, ya sea 600ml, 2lt, 2.5lt y 3 lt, aunque existe la posibilidad



de que únicamente sea cambio de sabor y lo único que se cambie sea la etiqueta del producto, este cambio es muy rápido ya que los únicos ajustes que se realizan son los relacionados a la etiqueta.

Enfocándonos al cambio de presentación, podemos ver a continuación la descripción detallada del procedimiento actual de cambio de formato de la Etiquetadora: Mientras el equipo está en producción el operario se dirige al taller de mantenimiento, en donde se encuentran almacenados los manejos de cada presentación para los cambios de formato de la etiquetadora, dichos manejos se encuentran almacenados en un estante sin un orden consistente, el estante no tiene rótulos que permitan identificar la ubicación de las piezas.

Los operarios ubican visualmente los correspondientes a la presentación requerida gracias a la experiencia que poseen; una vez que los encuentra, los toma y los sube en una tarima que transporta hacia la máquina con la ayuda de un gato de patín para transportarlos a la máquina, coloca todos los manejos cerca de la máquina, en el suelo o sobre un cartón y toma el tambor de vacío, ya que tiene que retirar la grasa que quedó de la última vez que fue usado, así como el adhesivo y suciedad que pueda tener por la parte interna, a la vez que lo lubrica con grasa XHP222. Muchas veces el operario lubrica hasta que finaliza la operación, esto depende del tiempo que haya tomado antes del paro.

El operario limpia la máquina cuando aún está en operación, esto lo hace con desengrasante líquido dieléctrico<sup>7</sup> que ayuda a eliminar de forma rápida los restos de goma que se puedan adherir a las piezas de la máquina; de igual forma limpia los manejos que serán instalados a continuación, si el tiempo se lo permite, si no, realiza estas actividades hasta cuando la máquina está parada. Dichos manejos son:

1. Tambor de vacío
2. Estrella principal

---

<sup>7</sup> No conductor de electricidad.



3. Estrella de transferencia
4. Almohadilla primaria
5. Almohadilla secundaria
6. Guía de transferencia
7. Soporte o guía de entrada de botellas
8. Sinfín alimentador

Cuando se da la orden de paro el operario detiene la máquina, inhabilita el rodillo engomador, retira todos los envases que quedaron dentro de ella y los que quedaron en el sinfín depositándolos dentro de una caja, también retira la etiqueta que quedó entre los rodillos y en el tambor de vacío; procede a buscar la herramienta que le será útil para el cambio como lo son:

- Llaves mixtas  $\frac{3}{4}$ ",  $\frac{1}{2}$ ",  $\frac{9}{16}$ ",  $\frac{7}{16}$ ",  $1 \frac{1}{4}$ ",  $\frac{5}{8}$ "
- Llave perica
- Matraca con extensión larga
- Dados  $\frac{9}{16}$ ",  $\frac{3}{4}$ ",  $\frac{1}{2}$ "
- Dado Allen  $\frac{5}{16}$ "
- Martillo de goma

Las ubica sobre el carrito de herramientas y acerca el mismo a la máquina para facilitar el transporte y uso de las herramientas.

El cambio comienza cuando el operario reaprieta la tuerca de  $\frac{3}{4}$ " de cada almohadilla que marcan la ubicación del diámetro de la botella en las almohadillas para facilitar su ajuste y su correcta colocación en el siguiente cambio de formato; entonces procede a extraer los dos tornillos de  $\frac{3}{4}$ " que fijan la almohadilla secundaria con la ayuda de una llave mixta, coloca los tornillos sobre la mesa de la etiquetadora, ya que son esos tornillos los que servirán para montar la nueva almohadilla, el procedimiento es el mismo para extraer la almohadilla primaria,



extraer los dos tornillos de  $\frac{3}{4}$ ", quitar la almohadilla y dejar cerca los tornillos; lleva las piezas a un área donde no obstruyan sus actividades.

Se procede a remover la estrella principal, la que únicamente es levantada de su área por el operador quién se sube a la mesa de la etiquetadora para que la aplicación de fuerza sea más fácil, cabe mencionar que la estrella se conforma por dos partes a excepción de la de la presentación de 2.5 lt, que es una sola pieza, la pieza es llevada a donde se pusieron las almohadillas, posteriormente se retira la guía de entrada de botellas, lo que se realiza por medio del giro de una perilla que permite extraerla de forma sencilla y sin necesidad de utilizar herramientas adicionales, el operario deja la pieza sobre la mesa.

La extracción de la guía de transferencia se lleva a cabo con la ayuda de una llave mixta de  $\frac{3}{4}$ ", la que es utilizada para quitar el único tornillo de sujeción que tiene dicha guía, y la lleva a donde puso las demás piezas junto con la guía de entrada.

Para la extracción del tambor de vacío es necesario comenzar con el retiro de las 2 mangueras corrugadas de succión de 1 1/8" de manera completamente manual, es decir, sin necesidad de utilizar herramientas; posteriormente con la ayuda de una llave mixta de 9/16" se extrae el tornillo que sujeta la barra de fijación o posición de la válvula plato, tanto la pieza como el tornillo se colocan cerca de la máquina ya que son las piezas que se volverán a utilizar posteriormente.

Realizadas las tareas mencionadas, es posible desmontar el tambor de vacío, para lo que el operario se pone de pie sobre la máquina y levanta el tambor de vacío, cuidadosamente baja de la máquina apoyando el tambor sobre la mesa de la etiquetadora y lo pone en el suelo sobre un cartón para evitar su contaminación, una vez que ha bajado el tambor, el operario retira la válvula plato que se encuentra en el interior del tambor y procede a limpiarla extrayendo todo residuo de goma, polvo y etiqueta que pueda tener para después lubricarla con grasa EP 222; ensambla la válvula plato dentro del tambor que se pondrá para la nueva presentación.



El montaje del tambor de vacío se realiza con un procedimiento parecido al de desmontaje, ya que el operario se sube a la mesa de la etiquetadora, apoyando el tambor sobre la misma y lo inserta en su base, posicionándolo al mismo tiempo con la navaja de corte rotativa. Se fija el tambor insertando la barra de fijación la que es sujeta con el tornillo de 9/16” extraído durante el proceso de desmontaje; se insertan al tambor las dos mangueras corrugadas de succión.

Se inserta la estrella de entrada en la base y se coloca la guía de transferencia con la ayuda de una botella de la nueva presentación para realizar el ajuste correcto, se calcula que las barras de la guía queden al centro de la botella, una vez que se tiene la altura deseada se fija la guía con el tornillo de 3/4” y con la ayuda de una llave mixta; se coloca nuevamente la guía de entrada de botellas.

El operario procede a montar la almohadilla primaria, ajustando a su vez la altura por medio del riel con ayuda de una botella, buscando que la almohadilla pase por el centro de la botella a la que llaman cintura, una vez que se ha logrado esto se sujeta la almohadilla con los dos tornillos de 3/4” que se dejaron sobre la mesa durante la extracción de la almohadilla anterior; se sigue el mismo procedimiento para instalar la almohadilla secundaria usando la botella para ajustar su altura y fijándola posteriormente con 2 tornillos de 3/4”; en ambas almohadillas se utiliza la llave mixta para sujetarlas; el operador inserta la estrella principal en su base, la que será de una o dos piezas dependiendo del formato.

Si es necesario modificar la base de la estrella principal, esta debe moverse por la parte de abajo de la máquina, aflojando a los tornillos que la sujetan, al estar libre se procede a recorrer la cadena que da movimiento del motor principal a la estrella.

Se introducen los parámetros de la nueva etiqueta en el PLC, los cuales son:

- **SET LABEL:** Parámetro que indica la longitud de la etiqueta para que al paso por el tambor de vacío la navaja corte a la distancia correcta.



- *GLUE OFF*: Este parámetro marca la distancia a la que el sistema de engomado aplicará la goma al final de la etiqueta.
- *GLUE ON*: Este parámetro marca la distancia a la que el sistema de engomado aplicará la goma al inicio de la etiqueta.

El ajuste de platos porta bobinas se realiza para todos los formatos, ya que, aunque sea poca, siempre existirá una diferencia en la altura de las etiquetas, el operario sube o baja el plato dependiendo del formato por medio de una tuerca de ½” y una llave mixta; una vez obtenida la altura deseada, la que se encuentra por algunas marcas que los operarios han pintado y otras veces suponiendo con base en su experiencia, insertan la etiqueta en su recorrido a través de los rodillos de la etiquetadora hasta llegar al tambor y entrada del rodillo cortador.

Se procede a tomar el registro lo que se hace colocando la etiqueta dentro del rodillo cortador y posicionando el sensor de registro en la marca de registro que traen las etiquetas para que el sensor detecte cuantas etiquetas entran al tambor de vacío; se verifica que dicho registro sea correcto, en caso de que no sea así, se debe ajustar el parámetro *SET LABEL* de acuerdo a la longitud de la etiqueta.

Se inserta la etiqueta en el rodillo cortador para comprobar su altura con respecto al tambor de vacío, verificando a su vez que la posición de la etiqueta sea correcta con base en los cojines de rastreo, los cuales son útiles para ubicar el inicio y el fin de la misma en el tambor.

La estrella de principal debe ser adaptada conforme al giro del tambor, lo que se logra ubicando la parte inicial de la etiqueta (tomando como referencia el cojín de rastreo) enfrente de la estrella y deslizando a su vez una botella por la banda transportadora, buscando que la botella haga contacto con el tambor y 4 mm después con el inicio de la etiqueta.



Una vez puesta a tiempo la estrella principal, es necesario realizar la misma acción para la de entrada, y esto se logra con la ayuda de una matraca, una extensión y un dado de  $\frac{1}{2}$ ", se aflojan los 4 tornillos de la estrella de entrada y mediante el giro de la estrella con una botella insertada en una de sus cavidades se busca el óptimo ensamble de estrellas; una vez encontrado, se aprietan los tornillos.

En cuanto al ajuste de la "baranda" del sinfín alimentador, éste se realiza con base en altura y distancia; en cuanto a la altura se busca que la pieza quede a la mitad de la botella, logrando este movimiento por medio de 2 mariposas que permiten aflojar y apretar la pieza; en cuanto a distancia, por medio de 2 tornillos de  $\frac{9}{16}$ " se recorren a través de un riel para permitir el paso de los envases entre la baranda y el sinfín logrando que la baranda quede exactamente debajo de la estrella de transferencia, justo donde inicia la cavidad para la botella.

El sinfín se acopla a la estrella de entrada por medio de una tuerca de entrabamiento ubicada en uno de los extremos de la pieza, esta tuerca se afloja con una llave mixta, y lo que se busca es que el envase entre correctamente y a tiempo a la estrella: con ayuda de una botella colocada en la proximidad de dicha estrella se gira el sinfín, al encontrar el momento preciso en que el envase entra en la estrella sin ser forzada se procede a apretar la tuerca de fijación del mismo.

Para efecto de adecuar la distancia entre el sinfín y la baranda se aflojan dos tornillos allen de  $\frac{5}{16}$ " buscando que la botella no quede apretada pero tampoco suelta mediante su paso por estas piezas.

Cuando es necesario cambiar el sinfín (de 600 ml a presentaciones grandes y viceversa) éste se retira extrayendo con un dado allen un tornillo de 14 mm; al retirar el tornillo podemos extraer el sinfín del eje o flecha y se hala para desprenderlo del otro extremo.



Para montar el nuevo sinfín éste se inserta en el eje fijo y al ir introduciendo el tornillo Allen se va fijando la pieza hasta que queda completamente asegurada; entonces se ajusta por medio del tornillo de 1 ¼” mediante el procedimiento explicado anteriormente explicado.

La altura de la “banda blanca” se adapta únicamente cuando existe un cambio de 600 ml a presentaciones grandes y viceversa, ya que se puede usar la misma altura para formatos de 2, 2.5 y 3 lts.

La diferencia de altura de la banda varía poco y podemos pasar por alto este ajuste; para poder realizar esta modificación es necesario retirar la cubierta que asegura a dicha banda quitándola al extraer dos tornillos de 9/16” con ayuda de una llave mixta o de una matraca y un dado, se retira la cubierta y se desmonta la banda.

Posteriormente se ajusta la altura de la guía de la banda por medio de un tornillo de ½” ubicado por debajo del eje, la guía de la banda se adapta por medio de un tornillo de 9/16” que se encuentra sobre el lado derecho y el otro extremo de la banda conocido como nariz, se adapta mediante un tornillo de 9/16”; una vez obtenido el nivel requerido en el ajuste, buscando que dicha banda pase por la parte media de una botella, según la presentación de ella, se fijan los tornillos y se coloca nuevamente la cubierta de la banda, insertando nuevamente sus respectivos dos tornillos de 9/16”.

Durante la observación y análisis de las actividades realizadas durante los cambios de formato, pudo observarse que no existe un procedimiento para la realización de las actividades implicadas durante este proceso; ninguno de los cuatro turnos de los operadores de la etiquetadora realiza el cambio de la misma manera, ni en el mismo orden; cada operario posee una forma propia de realizar sus tareas, la que ha ido desarrollando con base en el conocimiento adquirido a través de su experiencia.



## 4.5.2 Primera Etapa de SMED: Separación de las preparaciones de Etiquetado

### 4.5.2.1 Listas de Comprobación de las Operaciones Realizadas en la Etiquetadora

A continuación se observa la relación de las piezas requeridas para el cambio de formato.

Los datos que se encuentran dentro de la lista de comprobación de la tabla 4.16 corresponden a los manejos utilizados durante el cambio de formato de la etiquetadora; dentro de ellos, existen algunas piezas que no requieren cambiarse pero si requieren de ajuste para adecuarse al cambio de presentación.

**Tabla 4.16** Manejos Utilizados en el Cambio de Formato Para la Etiquetadora  
(Fuente: Elaboración propia basada en datos de la empresa)

Nº	Nombre de la pieza	Núm. De Piezas	Actividad	Frecuencia de cambio
1	Almohadilla primaria	1	<b>Cambio</b>	Para cada formato
2	Almohadilla secundaria	1	<b>Cambio</b>	Para cada formato
3	Estrella principal	1	<b>Cambio</b>	Para cada formato
4	Estrella de transferencia	1	<b>Cambio</b>	Para cada formato
5	Guía curva de transferencia	1	<b>Cambio</b>	Para cada formato
6	Guía de entrada de botellas	1	<b>Cambio</b>	Para cada formato
7	Sinfín alimentador	1	<b>Cambio</b>	De 3, 2 ½ y 2 lt a 600 ml y viceversa
			<b>Ajuste</b>	Entre presentaciones de 3, 2 ½ y 2 lt
8	Tambor de vacío	1	<b>Cambio</b>	Para cada formato
9	Banda de rodamiento secundario	1	<b>Ajuste</b>	Para cada formato



La tabla 4.17 presenta las herramientas utilizadas para poder llevar a cabo el cambio de herramental de la etiquetadora.

**Tabla 4.17** Herramientas Utilizadas en el Cambio de Formato de la Etiquetadora  
(Fuente: Elaboración propia basada en datos de la empresa)

Nº	Actividad	Herramienta
1	Cambio o ajuste de almohadilla primaria	Llave mixta de 3/4" 0 19 mm
2	Cambio o ajuste de almohadilla secundaria	Llave mixta de 3/4" 0 19 mm
3	Cambio de estrella principal	No utiliza herramienta
	Ajuste de estrella principal	Matraca, extensión, dado de 1/2"
4	Cambio de estrella de transferencia	No utiliza herramienta
5	Cambio de guía curva de transferencia	Llave mixta de 3/4" 0 19 mm
6	Cambio de guía de entrada de botellas	No utiliza herramientas, cuenta con perilla
7	Ajuste de sinfín alimentador	Matraca, dado Allen de 5/16"
	Cambio de sinfín alimentador	Matraca, dado Allen de 14 mm
8	Cambio de tambor de vacío	Llave mixta de 9/16"
9	Ajuste de banda de rodamiento secundario	Llave mixta de 9/16" y de 1/2"
10	Ajuste de baranda de sinfín	Llave mixta de 9/16"

#### 4.5.2.2 Comprobaciones Funcionales de Cada Operación.

Cuando los manejos y herramientas se encuentran en el lugar que deben, se comprueba por medio de comprobaciones funcionales, si el estado en que se encuentran es bueno; asegurando así, el óptimo desempeño de manejos y herramientas durante cambios de formato.

La tabla 4.18 presenta la funcionalidad de los manejos de la Etiquetadora.



**Tabla 4.18** Funcionalidad de Manejos Utilizados en el Cambio de Formato de Etiquetadora  
(Fuente: Elaboración propia basada en datos de la empresa)

Nº	Nombre de la pieza	Núm. total de Piezas	Piezas 600 ml	Piezas 2 L	Piezas 2 ½ L	Piezas 3 L	Piezas en mal estado
1	Almohadilla primaria	4	1	1	1	1	Algunas se encuentran desgastadas por el uso y la fricción con las botellas
2	Almohadilla secundaria	4	1	1	1	1	Algunas se encuentran desgastadas por el uso y la fricción con las botellas
3	Estrella principal	4	1	1	1	1	Tienen mala apariencia por la frecuencia de uso pero totalmente funcionales
4	Estrella de transferencia	4	1	1	1	1	-
5	Guía curva de transferencia	4	1	1	1	1	
6	Guía de entrada de botellas	4	1	1	1	1	-
7	Sinfín alimentador	4	1	1	1	1	-
8	Tambor de vacío	4	1	1	1	1	Desgastados por el uso pero funcionales

La tabla 4.19 presenta la funcionalidad de las herramientas usadas durante el cambio de formato de la Etiquetadora.

**Tabla 4.19** Funcionalidad de Herramientas Utilizadas en el Cambio de Formato de la Etiquetadora  
(Fuente: Elaboración propia basada en datos de la empresa)

Nº	Actividad	Herramienta Usada	Herramienta Adecuada Para efectuar la actividad	Estado de herramienta existente	Lugar Asignado
1	Cambio de almohadillas	Llave mixta de 3/4 "o 19mm	✓	Buen estado	Carro de herramientas



**Tabla 4.19** Funcionalidad de Herramientas Utilizadas en el Cambio de Formato de Etiquetadora  
(continuación)

(Fuente: Elaboración propia basada en datos de la empresa)

Nº	Actividad	Herramienta Usada	Herramienta Adecuada Para efectuar la actividad	Estado de herramienta existente	Lugar Asignado
2	Cambio de guía de transferencia	Llave mixta de 3/4 "o 19mm	✓	Buen estado	Carro de herramientas
3	Ajuste de banda de rodamiento secundaria	Llave mixta de 9/16"	✓	Buen estado	Carro de herramientas
4	Cambio del tambor de vacío (aflojar válvula plato)	Llave mixta de 9/16"	✓	Buen estado	Carro de herramientas
5	Cambio de sinfín	Matraca, dado Allen de 14 mm	✓	Buen estado	Carro de herramientas
6	Ajuste de sinfín	Llave perica, Matraca, dado Allen de 5/16"	✓	Buen estado	Carro de herramientas
7	Ajuste de altura de platos portabobina	Llave de 1/2" o 13 mm	✓	Buen estado	Carro de herramientas
8	Ajuste de distancia de baranda de sinfín	Manivelas	✓	Buen estado	Parte de la m
9	Ajuste de amplitud de baranda de sinfín	Llave mixta de 9/16"	✓	Buen estado	Carro de herramientas
10	Ajuste de guía de transferencia	Llave mixta de 3/4 "o 19mm	✓	Buen estado	Carro de herramientas
11	Ajuste de estrella principal	Matraca, extensión, dado de 1/2"	✓	Buen estado	Carro de herramientas



### 4.5.2.3 Separación de Actividades Internas y Externas Para la Etiquetadora

Durante esta actividad se definen los ajustes internos y externos, después ajustes que el operador puede llevar a cabo estando la máquina parada u operando, se deben analizar las consecuencias al cambiar las actividades.

La tabla 4.20 muestra las actividades que el operario realiza durante un cambio de formato.

**Tabla 4.20** Actividades Realizadas Durante el Cambio de Formato de la Etiquetadora  
(Fuente: Elaboración propia basada en datos de la empresa)

No.	Actividad
1	Transporte de manejos a la máquina
2	Ubicar herramientas y colocarlas junto a la máquina
3	Desmontaje y montaje de almohadillas, primaria y secundaria
4	Desmontaje y montaje de estrellas, principal y de transferencia
5	Desmontaje y montaje de tambor de vacío
6	Desmontaje y montaje de curva de transferencia
7	Desmontaje y montaje de guía de entrada de botellas
8	Ajuste o cambio de sinfín alimentador
9	Ajuste de banda de rodamiento secundario
10	Poner a tiempo la máquina
11	Ajuste de platos portabobinas
12	Realizar ajustes para óptimo etiquetado

Los datos de la tabla 4.21 a la 4.32 fueron obtenidos haciendo un promedio simple de tres tomas de tiempos de cambio completo de formato en la máquina B&H 8000.



**Tabla 4.21** Desarrollo de Actividad Número Uno y Análisis de Preparación

(Fuente: Elaboración propia basada en datos de la empresa)

No.	Actividad	No.	Desarrollo	Tiempo de Proceso	No. de operarios	Interna/Externa Actual
<b>1</b>	Transporte de manejos a la máquina	1 a	Dirigirse al taller a buscar los manejos	00°00´44”	1	Interna
		2 a	Ubicar los manejos en los estantes	00°00´23”	1	Interna
		3a	Colocar los manejos en una tarima o diablito	00°01´12”	1	Interna
		4a	Buscar la grasa para lubricar tambor	00°00´19”	1	Interna
		5a	Colocarla sobre la tarima o diablito	00°00´09”	1	Interna
		6a	Llevar los manejos y grasa junto a la máquina	00°00´47”	1	Interna
		7a	Ubicar una hoja de cartón y llevarla junto a la máquina	00°01´02”	1	Interna
		8a	Colocar los manejos sobre la hoja de cartón	00°00´50”	1	Interna

**Tabla 4.22** Desarrollo de Actividad Número Dos y Análisis de Preparación

(Fuente: Elaboración propia basada en datos de la empresa)

No.	Actividad	No.	Desarrollo	Tiempo de Proceso	No. de operarios	Interna/Externa Actual
<b>2</b>	Ubicar herramientas y colocarlas junto a la máquina	1 a	Acercar carro de herramientas a la máquina	00°00´14”	1	Interna
		2 a	Ubicar herramientas necesarias para el cambio y colocarlas en la parte superior del carro de herramientas	00°00´49”	1	Interna

**Tabla 4.23** Desarrollo de Actividad Número Tres y Análisis de Preparación

(Fuente: Elaboración propia basada en datos de la empresa)

No.	Actividad	No.	Desarrollo	Tiempo de Proceso	No. de operarios	Interna/Externa Actual
<b>3</b>	Desmontaje y montaje de almohadillas	1a	Limpiar las almohadillas a colocar con dieléctrico	00°01´07”	1	Interna
		2a	Transportar almohadillas a la máquina	00°00´14”	1	Interna
		3a	Ubicar llave mixta	00°00´07”	1	Interna
		4a	Reapretar tornillos para asegurar distancia y altura de almohadilla primaria	00°00´09”	1	Interna



**Tabla 4.23** Desarrollo de Actividad Número Tres y Análisis de Preparación (continuación)  
(Fuente: Elaboración propia basada en datos de la empresa)

No.	Actividad	No.	Desarrollo	Tiempo de Proceso	No. de operarios	Interna/Externa Actual
		5a	Destornillar almohadilla primaria	00°00'24"	1	Interna
		6a	Extraer almohadilla y colocarla junto a la máquina	00°00'11"	1	Interna
		7a	Reapretar tornillos para asegurar distancia y altura de almohadilla secundaria	00°00'10"	1	Interna
		8a	Destornillar almohadilla secundaria	00°00'22"	1	Interna
		9a	Extraer almohadilla y colocarla junto a la máquina	00°00'13"	1	Interna
		10a	Llevar almohadillas con los demás manejos	00°00'12"	1	Interna

**Tabla 4.24** Desarrollo de Actividad Número Cuatro y Análisis de Preparación  
(Fuente: Elaboración propia basada en datos de la empresa)

No.	Actividad	No.	Desarrollo	Tiempo de Proceso	No. de operarios	Interna/Externa Actual
<b>4</b>	Desmontaje y montaje de estrellas	1a	El operario se sube a la máquina	00°00'06"	1	Interna
		2a	Extrae primer mitad de la estrella principal	00°00'04"	1	Interna
		3a	Coloca junto a la máquina primer mitad de estrella principal	00°00'03"	1	Interna
		4a	Extrae segunda mitad de la estrella principal	00°00'04"	1	Interna
		5a	Colocar junto a la máquina primer mitad de estrella principal	00°00'03"	1	Interna
		6a	Llevar ambas partes de estrella al cartón de manejos	00°00'29"	1	Interna
		7a	Traer la nueva estrella y colocarla junto a la máquina	00°00'24"	1	Interna
		8a	Subir nuevamente a la máquina	00°00'05"	1	Interna
		9 a	Colocar primer mitad de estrella	00°00'09"	1	Interna
		10 a	Colocar segunda mitad de estrella	00°00'10"	1	Interna
		11 a	Extraer estrella de transferencia y colocarla junto a la máquina	00°00'09"	1	Interna
		12 a	El operario baja de la máquina	00°00'04"	1	Interna
		13 a	Llevar estrella con los demás manejos	00°00'11"	1	Interna



**Tabla 4.25** Desarrollo de Actividad Número Cinco y Análisis de Preparación  
(Fuente: Elaboración propia basada en datos de la empresa)

No.	Actividad	No.	Desarrollo	Tiempo de Proceso	No. de operarios	Interna/Externa Actual
<b>5</b>	Desmontaje y montaje de tambor de vacío	1a	Retirar mangueras corrugadas de succión	00°00'06"	1	Interna
		2a	Ubicar llave mixta de 9/16"	00°00'04"	1	Interna
		3a	Extraer tornillo sucesor de barra de fijación	00°00'09"	1	Interna
		4a	Colocar llave y tornillo sobre la máquina	00°00'03"	1	Interna
		5a	Subir a la máquina	00°00'05"	1	Interna
		6a	Desmontar tambor de vacío y colocarlo junto a la máquina	00°00'13"	1	Interna
		7a	Bajar de la máquina y llevar el tambor con los demás manejos	00°00'33"	1	Interna
		8a	Limpiar tambor de vacío y lubricarlo	00°02'49"	1	Interna
		9a	Ensamblar tambor de vacío y llevarlo a la máquina	00°00'31"	1	Interna
		10 a	Subir a la máquina e inserta tambor en la base posicionándolo con la navaja	00°00'41"	1	Interna
		11 a	Ubicar llave 9/16"	00°00'05"	1	Interna
		12 a	Insertar barra de fijación y atornillar	00°00'48"	1	Interna
		13 a	El operario baja de la máquina	00°00'04"	1	Interna
		14 a	Insertar mangueras corrugadas	00°00'07"	1	Interna

**Tabla 4.26** Desarrollo de Actividad Número Seis y Análisis de Preparación  
(Fuente: Elaboración propia basada en datos de la empresa)

No.	Actividad	No.	Desarrollo	Tiempo de Proceso	No. de operarios	Interna/Externa Actual
<b>6</b>	Desmontaje y montaje de curva de transferencia	1a	Ubicar llave mixta de 3/4"	00°00'04"	1	Interna
		2a	Destornillar guía curva de transferencia	00°00'07"	1	Interna
		3a	Ubicar llave y tornillo sobre la máquina	00°00'03"	1	Interna
		4a	Extraer guía curva y llevarla junto con los manejos	00°00'18"	1	Interna



**Tabla 4.26** Desarrollo de Actividad Número Seis y Análisis de Preparación (continuación)  
(Fuente: Elaboración propia basada en datos de la empresa)

No.	Actividad	No.	Desarrollo	Tiempo de Proceso	No. de operarios	Interna/Externa Actual
		5a	Tomar nueva guía y llevarla a la máquina	00°00'16"	1	Interna
		6a	Insertar la guía curva	00°00'10"	1	Interna
		7a	Ajustar altura con ayuda de una botella	00°00'54"	1	Interna
		8a	Asegurar guía con tornillo y llave mixta	00°00'12"	1	Interna

**Tabla 4.27** Desarrollo de Actividad Número Siete y Análisis de Preparación  
(Fuente: Elaboración propia basada en datos de la empresa)

No.	Actividad	No.	Desarrollo	Tiempo de Proceso	No. de operarios	Interna/Externa Actual
7	Desmontaje y montaje de guía de entrada de botellas	1a	Girar la perilla que sostiene la guía de entrada hasta que ésta quede libre	00°00'09"	1	Interna
		2a	Extraer guía de entrada de botellas	00°00'04"	1	Interna
		3a	Lleva guía con los demás manejos y toma la nueva guía de entrada	00°00'17"	1	Interna
		4a	Coloca guía de entrada	00°00'06"	1	Interna
		5a	Sujeta guía mediante el giro de la perilla hasta quedar segura	00°00'11"	1	Interna

**Tabla 4.28** Desarrollo de Actividad Número Ocho y Análisis de Preparación  
(Fuente: Elaboración propia basada en datos de la empresa)

No.	Actividad	No.	Desarrollo	Tiempo de Proceso	No. de operarios	Interna/Externa Actual
8	Ajuste de sinfín alimentador	1a	Ubicar llave Allen 5/16"	00°00'08"	1	Interna
		2a	Aflojar los dos tornillos Allen	00°00'22"	1	Interna
		3a	Colocar una botella y ajustar sinfín	00°00'39"	1	Interna
		4a	Apretar tornillos Allen	00°00'21"	1	Interna
	Cambio de sinfín alimentador	5a	Ubicar dado Allen de 14 mm	00°00'06"	1	Interna
		6a	Retirar tornillo	00°00'13"	1	Interna
		7a	Jalar la flecha extrayendo sinfín	00°00'07"	1	Interna



**Tabla 4.28** Desarrollo de Actividad Número Ocho y Análisis de Preparación (continuación)  
(Fuente: Elaboración propia basada en datos de la empresa)

No.	Actividad	No.	Desarrollo	Tiempo de Proceso	No. de operarios	Interna/Externa Actual
		8 a	Llevar sinfín con los demás manejos y ubicar el nuevo sinfín	00°00'21"	1	Interna
		9 a	Llevar el nuevo sinfín a la máquina	00°00'19"	1	Interna
		10a	Insertar sinfín en la flecha	00°00'11"	1	Interna
		11a	Apretar tornillo Allen con dado	00°00'13"	1	Interna

**Tabla 4.29** Desarrollo de Actividad Número Nueve y Análisis de Preparación  
(Fuente: Elaboración propia basada en datos de la empresa)

No.	Actividad	No.	Desarrollo	Tiempo de Proceso	No. de operarios	Interna/Externa Actual
<b>9</b>	Ajuste de banda de rodamiento secundario	1a	Ubicar llave mixta de 9/16"	00°00'04"	1	Interna
		2a	Extraer los dos tornillos de la cubierta superior	00°00'17"	1	Interna
		3a	Dejar tornillos y llave mixta	00°00'03"	1	Interna
		4a	Desmontar la banda	00°00'14"	1	Interna
		5a	Ubicar llave mixta de 1/2"	00°00'03"	1	Interna
		6a	Ajustar altura de banda por medio del tornillo de 1/2"	00°00'27"	1	Interna
		7a	Ubicar llave mixta de 9/16"	00°00'02"	1	Interna
		8a	Ajustar guía de la banda por medio del tornillo de 9/16"	00°00'16"	1	Interna
		9a	Colocar cubierta	00°00'09"	1	Interna
		10a	Ubicar y colocar tornillos de 9/16"	00°00'14"	1	Interna
		11a	Apretar tornillos	00°00'12"	1	Interna

**Tabla 4.30** Desarrollo de Actividad Número Diez y Análisis de Preparación  
(Fuente: Elaboración propia basada en datos de la empresa)

No.	Actividad	No.	Desarrollo	Tiempo de Proceso	No. de operarios	Interna/Externa Actual
<b>10</b>	Poner a tiempo estrella principal	1 a	Ubicar la parte inicial del cojín de rastreo del tambor	00°00'08"	1	Interna



**Tabla 4.30** Desarrollo de Actividad Número Diez y Análisis de Preparación (continuación)  
(Fuente: Elaboración propia basada en datos de la empresa)

No.	Actividad	No.	Desarrollo	Tiempo de Proceso	No. de operarios	Interna/Externa Actual
		2 a	Colocar una botella entre la estrella principal y el tambor de vacío	00°00'10"	1	Interna
		3ª	Buscar que la botella haga contacto con el tambor y 4 mm después con el inicio de la etiqueta	00°01'37"	1	Interna
		4ª	Aflojar tornillos de base de estrella encontrar su óptima posición	00°01'58"	1	Interna
		5ª	Tensar cadena	00°03'07"	1	Interna
		6ª	Reapretar tornillos	00°01'43"	1	Interna
	Poner a tiempo estrella de transferencia	7ª	Ubicar matraca, extensión y dado de ½"	00°00'16"	1	Interna
		8ª	Aflojar 4 tornillos de la estrella de transferencia	00°00'33"	1	Interna
		9ª	Colocar una botella y buscar el óptimo ensamble de las estrellas	00°00'27"	1	Interna
		10ª	Reapretar tornillos	00°00'29"	1	Interna
	Poner a tiempo sinfín alimentador	11ª	Ubicar llave mixta	00°00'05"	1	Interna
		12ª	Aflojar tuerca de entrabamiento	00°00'11"	1	Interna
		13ª	Ajustar con una botella la entrada a la estrella de transferencia	00°00'22"	1	Interna
		13ª	Reapretar tuerca	00°00'11"	1	Interna

**Tabla 4.31** Desarrollo de Actividad Número Once y Análisis de Preparación  
(Fuente: Elaboración propia basada en datos de la empresa)

No.	Actividad	No.	Desarrollo	Tiempo de Proceso	No. de operarios	Interna/Externa Actual
<b>11</b>	Ajuste de platos portabobina	1a	Ubicar llave mixta de ½"	00°00'06"	1	Interna
		2a	Aflojar tornillo de ½"	00°00'09"	1	Interna
		3a	Encontrar altura adecuada de plato	00°03'29"	1	Interna
		4a	Reapretar tornillo	00°00'08"	1	Interna
		5a	Ajustes a la altura	00°07'04"	1	Externa



**Tabla 4.32** Desarrollo de Actividad Número Doce y Análisis de Preparación  
(Fuente: Elaboración propia basada en datos de la empresa)

No.	Actividad	No.	Desarrollo	Tiempo de Proceso	No. de operarios	Interna/Externa Actual
12	Ajustes generales para el óptimo etiquetado	1a	Revisar altura y distancia de almohadillas	00°02'33"	1	Interna
		2a	Ajustar almohadillas	00°11'45"	1	Interna
		3a	Revisar tiempo de tambor de vacío	00°02'57"	1	Interna
		4a	Mover con gancho de fierro el tiempo del tambor	00°10'09"	1	Interna
		5a	Modificar altura de platos portabobina	00°07'21"	1	Interna
		6a	Pruebas y ajustes	00°18'39"	1	Interna

#### 4.5.2.4 Indicadores de Producción Respecto al Área de Etiquetado

Los indicadores responden a las actividades que completan el cambio de formato de la Etiquetadora, dentro de la tabla 4.33 se explica el tiempo de cada una de ella; además del costo por tiempo de proceso

**Tabla 4.33** Costo por Tiempo Total de Proceso  
(Fuente: Elaboración propia basada en datos de la empresa)

No. Actividad	Actividad	Tiempo Total de Proceso	Costo por Tiempo de Proceso
1	Transporte de manejos a la máquina	00°05'26"	\$339.38
2	Ubicar herramientas y colocarlas junto a la máquina	00°01'03"	\$655.39
3	Desmontaje y montaje de almohadillas, primaria y secundaria	00°03'09"	\$1,966.17
4	Desmontaje y montaje de estrellas, principal y de transferencia	00°02'01"	\$1,258.77
5	Desmontaje y montaje de tambor vacío	00°06'18"	\$3,932.33



**Tabla 4.33** Costo por Tiempo Total de Proceso (continuación)  
(Fuente: Elaboración propia basada en datos de la empresa)

No. Actividad	Actividad	Tiempo Total de Proceso	Costo por Tiempo de Proceso
6	Desmontaje y montaje de curva de transferencia	00°02'04"	\$1,289.97
7	Desmontaje y montaje de guía de entrada de botellas	00°00'47"	\$488.94
8	Ajuste o cambio de sinfín alimentador	00°03'00"	\$1,872.54
9	Ajuste de banda de rodamiento secundario	00°02'01"	\$1,258.77
10	Poner a tiempo la máquina	00°11'17"	\$7,042.83
11	Ajuste de platos portabobinas	00°10'56"	\$6,824.37
12	Realizar ajustes para óptimo etiquetado	00°53'24"	\$33,331.21

### 4.5.3 Segunda Etapa de SMED: Conversión de Preparaciones de Etiquetadora

#### 4.5.3.1 Conversión de Preparaciones Internas a Externas

##### 1) Transporte de Manejos a la Máquina

**1a)** Implementar el uso de estantes para almacenar los manejos junto a la máquina (ver diseño en Anexo N°1)

Propuesta: Construir dos estantes de acero inoxidable de dimensiones 85 cm de largo, 65 cm de ancho y 108 cm de altura en acero inoxidable de 1/8" de espesor, los estantes cuentan con dos puertas para asegurar la limpieza de los manejos, cada



estante con tres entrepaños para colocar de manera ordenada las piezas y con rodajas de 3" de diámetro para transportarlos fácilmente. Se propone que los estantes se coloquen junto a la máquina para eliminar las acciones de ir al taller, ubicar manejos, transportar manejos y utilizar hojas de cartón. Ejemplo:

En el anexo puede apreciarse claramente el diseño que tendrá, la cotización se realizó con el proveedor LUMUS S.A. de C.V. ya que son proveedores de la empresa; el costo de dichos estantes será de \$29,100.00 haciendo un total de \$58,200.00 por los dos estantes que se necesitan.

Cada puerta de los estantes contendrá un rótulo que indique qué manejos se encuentran ahí para facilitar su ubicación y ahorrar tiempo; se propone acero inoxidable ya que los manejos son pesados y así podrá soportar el peso por más tiempo de uso.

Esta actividad facilitará la identificación de los manejos necesarios para el nuevo cambio, contribuyendo a la disminución del tiempo que el operador necesita en dirigirse al taller, buscar los manejos, buscar una tarima o diablito y transportarlos de nuevo hacia la máquina; con esta implementación es posible eliminar el uso de cartón que a la empresa cuesta alrededor de \$5.00, ya que el operario colocará los manejos en la parte superior del estante.

La actividad 1a es interna, para cambiarla a actividad externa es necesario:

Antes de parar la máquina se acerque el estante correcto a la máquina y ubicar los correspondientes manejos frente a la máquina para ahorrar tiempos, colocar los manejos sobre el estante, ensamblar y lubricar tambor de vacío, de esa manera, cuando se dé la orden de paro para cambio de formato, todos los materiales estén listos.



### 3) Desmontaje y Montaje de Almohadillas

1) Implementar el uso de almohadillas fijas para cada presentación (ver cotización en Anexo N°2

Propuesta: Adquirir con el proveedor PKD un juego de almohadillas para cada presentación, dichas almohadillas se encuentran fijas al poste que las sujeta, es decir ya no será necesario realizar el ajuste cada vez que se utilicen, pues bastará con hacer el ajuste una sola vez para que ésta se mantenga en su posición; la extracción de las almohadillas será completa incluyendo el poste, el cual será asegurado a la máquina por medio de un tornillo colocado en la parte superior de la pieza que se gira con la mano para sujetar la pieza a la máquina prescindiendo de herramientas.

En la figura 4.22 puede observarse el diseño de la pieza.



**Figura 4.22** Poste de Almohadilla

Con la implementación de dicha propuesta se reducirá notablemente el tiempo de cambio, pero en especial el ajuste que se realiza en estas piezas y que en la actualidad lleva mucho tiempo encontrar tanto la altura como la distancia óptima para el paso de las botellas en el transportador a través de las almohadillas, tanto primaria como secundaria; se propone adquirir un juego de almohadillas para



cada presentación, dicho juego de almohadillas tiene un costo de \$896.76 dlls por almohadilla, sumando las 8 almohadillas que se necesitarían (una para cada presentación) hacen un total de \$7,174.08 dlls.

Se necesitan dos tornillos que son los que sujetarán las almohadillas de todas las presentaciones \$418.72 dlls y se suma el costo de 2 montajes para almohadillas de \$1,793.52 dlls, el costo total de esta mejora es de \$9,386.32 dlls.

#### 4) Desmontaje y Montaje de Estrellas

1) Fijar la flecha de la estrella principal a la máquina para evitar recorrer o tensar la cadena para cada presentación y eliminar el ajuste y puesta a tiempo. (ver cotización en Anexo N°2).

Propuesta: Adquirir con el proveedor *PKD* una estrella principal para cada presentación, dicha estrella cuenta con un diámetro específico para que no sea necesario mover la base de la estrella, el proveedor fijará la flecha de la estrella a cierta distancia para que las cuatro estrellas no necesiten moverse, sino únicamente insertarlas y con la base que el proveedor pondrá tampoco será necesario poner a tiempo, ya que cuenta con topes que facilitan la óptima posición de la estrella. El nuevo diseño de la estrella puede verse en la figura 4.23.



**Figura 4.23** Estrella principal propuesta



En la siguiente figura 4.24 se puede observar el modelo de la cruceta de la estrella que no necesita ajustes para poner a tiempo.



**Figura 4.24** Base de estrella principal propuesta

Como puede verse en la figura anterior la base de la estrella no posee tornillos, pues ya no requiere de ajustes, asimismo puede observarse la parte donde la estrella entra sin necesidad de ajustar, pues posee topes que permiten el fácil acceso y posicionamiento de la estrella.

Para entender mejor el ensamble de ambas partes se muestra en la figura 4.25 el centro de la estrella.



**Figura 4.25** Centro de estrella propuesta

Con la implementación de estas propuestas se obtendrá una significativa reducción de tiempos en el cambio de formato. El costo total de implementación de la mejora es de \$17,250 dls.

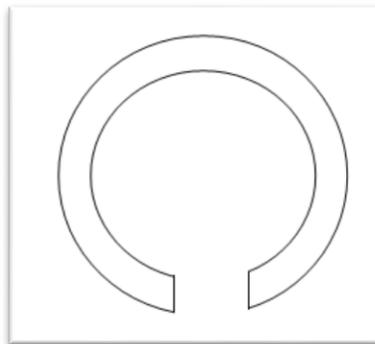


### 5) Desmontaje y Montaje de Tambor de Vacío

1) Hacer uso del anillo de fijación que cada tambor de vacío tiene para asegurar su óptima posición en la base y eliminar el ajuste y puesta a tiempo.

Propuesta: Utilizar el anillo de fijación con el que cuenta cada tambor de vacío, el anillo es colocado en el tambor una vez que éste ha sido puesto a tiempo, el anillo cuenta con una ranura que se coloca en la flecha de la base del tambor. Al colocar este anillo es necesario poner a tiempo el tambor únicamente una vez y de ahí en adelante se podrá colocar el tambor insertándolo en la base eliminando la actividad de poner a tiempo, dando como resultado una evidente reducción de tiempos.

En la figura 4.26 se puede observar la forma del anillo de fijación:



**Figura 4.26** Anillo de fijación

### 6) Ajuste de Altura de Platos Portabobina

1) Colocar puntos guía en el eje de los platos portabobina para facilitar el ajuste de altura.

Propuesta: Marcar con plantillas y spray la altura óptima de cada presentación en el eje de los platos portabobina, ya que actualmente se pierde mucho tiempo buscando la altura correcta; cuando la máquina esté funcionando correctamente es



preciso marcar dicho eje para que las siguientes ocasiones el ajuste sea exacto y sobre todo rápido. Como se muestra en la figura 4.27.

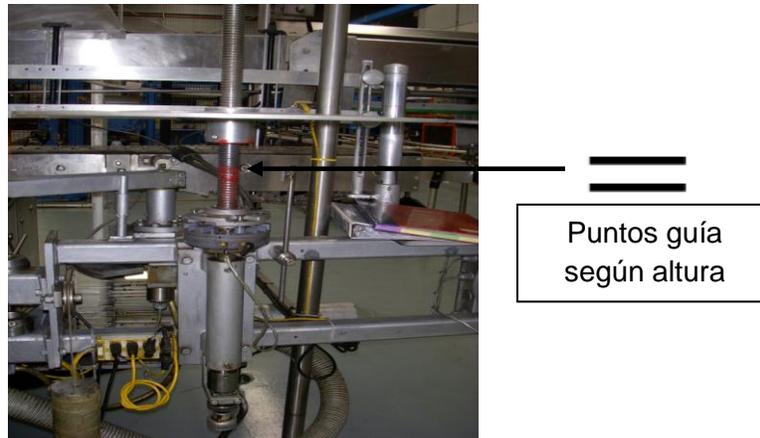


Figura 4.27 Marcar puntos guía en eje de platos portabobina

#### 4.5.4 Tercera Etapa de SMED: Perfección de Todos los Aspectos de la Operación de Preparación de la Etiquetadora

##### 4.5.4.1 Mejora en el Transporte de Útiles y Otras Piezas de la Etiquetadora

Se puede relacionar esta etapa con la antes propuesta, la cual se refiere a la implementación de estantes que se ubiquen junto a la máquina para eliminar el transporte desde el Taller Mecánico; se puede observar el modelo propuesto en el Anexo 1.

##### 4.5.4.2 Creación de Estrategias Para Implantar al Proceso

###### a) Rotular manejos de todas las presentaciones

Esta actividad nos es útil aún cuando no se hayan implementado las mejoras propuestas, si bien los operarios conocen los manejos y puede observarse que su mayoría cuenta el rótulo, pero no son tan visibles, por lo que se plantea que se



realice con la ayuda de plantillas y pintura leyendas más visibles para facilitar la acción de ubicar los manejos; la figura 4.28 muestra el ejemplo.

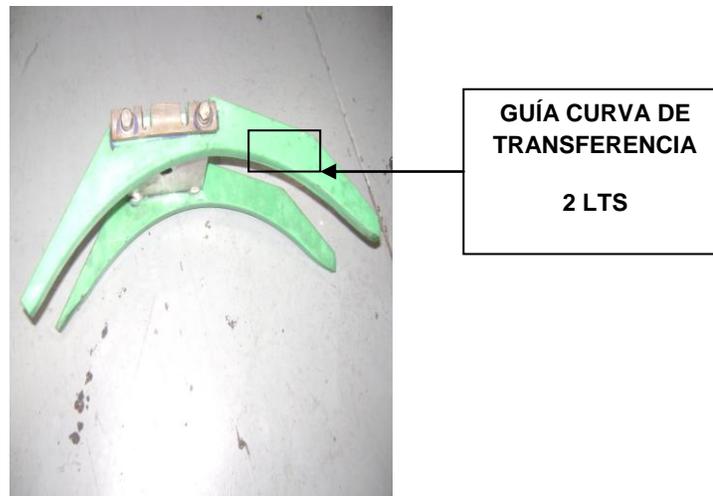


Figura 4.28 Rótulos de manejos

### b) Colocar Puntos Guía en Baranda de Sinfín

La actividad de ajustar baranda de sinfín es sencilla ya que no se requiere de herramientas, pero puede hacerse aún más fácil se colocan puntos guía que ayuden a identificar la altura óptima requerida para cada presentación, en la siguiente figura 4.29 podemos ver un ejemplo de cómo pueden marcarse los puntos guía.

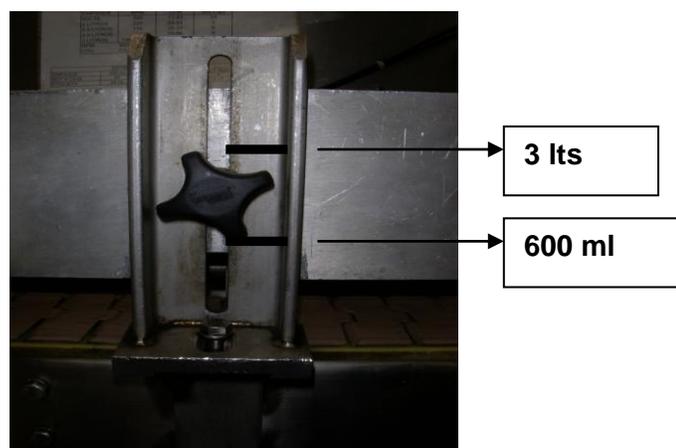


Figura 4.29 Puntos guías para banda de sinfín



### **c) Adquirir e Implementar una Grasea Exclusiva Para la Etiquetadora**

Durante el desarrollo del proyecto pudo observarse que una de las actividades que agregan más tiempo a los cambios de formato es la de encontrar las herramientas necesarias, este es el caso de la grasea ya que no se cuenta con una para cada máquina, por lo que los operarios suelen perder mucho tiempo en encontrar una disponible, vaciarla si acaso la grasa que contiene no es la que ellos necesitan, limpiarla, llenarla de la grasa adecuada para la máquina.

Se propone destinar una grasea exclusiva para la etiquetadora que contenga la grasa óptima para lubricar el tambor de vacío.

### **d) Limpieza de Manejos Como una Actividad Externa Antes o Después de los Cambios de Formato**

La mayoría de las actividades de preparación para el cambio de formato de la máquina se realizan con la máquina parada, esto se traduce en pérdida de tiempos, por lo que se propone indicar a los operarios llevar a cabo la limpieza de los manejos que hayan de utilizarse posteriormente, o bien, al terminar el cambio de formato dejar los manejos completamente limpios de polvo, suciedad, grasa, etc. cuando la máquina ya esté en marcha para ahorrar tiempo.

### **e) Capacitar a los Operarios en el Funcionamiento de la Etiquetadora**

Se propone dicha mejora con el fin de familiarizarse con las piezas, nombres y tomar decisiones en un futuro, no sólo con respecto al cambio, sino para mejorar el desempeño de su trabajo; se ha visto que los operarios no saben el nombre correcto de las partes de la máquina, lo que provoca una baja eficiencia, no todos los operarios han tenido la oportunidad de capacitarse en el funcionamiento de la máquina; si bien los operarios tienen experiencia y han ido aprendiendo muchas



cosas con base en el tiempo que han llevado junto a la etiquetadora, pero se sabe que no es la forma correcta de operar una máquina de tal importancia.

Esto sin duda alguna ayudará a mejorar el rendimiento y la eficiencia como operarios, en tomar decisiones que repercutirán en la productividad.

### **f) Implementar el Uso de Una Tabla que Contenga los Parámetros Electrónicos Óptimos Para Cada Presentación**

En la actualidad los operarios no cuentan con los parámetros estándar que la máquina requiere para el etiquetado de cada presentación, por lo que se realiza “tanteando” con base en su experiencia, ellos han aprendido a realizar esta actividad con base en su experiencia, puede notarse que algunos han tomado nota de los parámetros electrónicos en el momento en el que la máquina está trabajando sin ningún problema, pero no todos cuentan con dicha información; se propone que se realice una tabla que esté permanentemente en la máquina y que indique los parámetros electrónicos correctos para insertar en el *display* en el cambio de presentación.

### **g) Apoyo de la Administración Para la Implementación de Mejoras Propuestas**

Los operarios comentan que no existe mucha comunicación entre ellos y la parte administrativa de la planta, por lo que muchas veces no existe la confianza para ventilar los problemas que se encuentran y tratan de resolverlos ellos solos, lo que muchas veces da buenos resultados, pero en otras las consecuencias no son tan buenas, lo que repercute en la eficiencia y productividad de la empresa.

Se recomienda que exista mayor comunicación, se sabe que la gerencia está abierta a propuestas pero es necesario que los operarios sientan esa confianza para exponer sus puntos de vista, que sin duda alguna muchos de ellos serán buenos por la experiencia con la que ellos cuentan.



### 4.5.4.3 Estandarización de Funciones de la Etiquetadora

A continuación se presenta el manual propuesto para realizar cambio de formato de la Etiquetadora B&H; segunda etapa en el proceso de producción de la línea.



# Etiquetadora B&H





**PARA REALIZAR EL CAMBIO DE FORMATO EN LA ETIQUETADORA, RESPETANDO LAS NORMAS DE SEGURIDAD Y PARA PROTECCION DEL OPERADOR, ESTE, NECESITARA EL SIGUIENTE EQUIPO.**



-  COFIA
-  CUBRE BOCA
-  CASCO
-  LENTES DE SEGURIDAD
-  UNIFORME
-  ZAPATOS INDUSTRIALES



## Cambio de Formato Etiquetadora

### A) PIEZAS DE CAMBIO PARA FORMATO 3L, 2.5L 2L Y 600 ML

Nº	PIEZA	ACCIÓN	FRECUENCIA DE CAMBIO
1	GUSANO ALIMENTADOR	CAMBIO	DE 3, 2 ½ Y 2 LT A 600 ML Y VICEVERSA
2	ESTRELLA DE TRANSFERENCIA	CAMBIO	PARA CADA FORMATO
3	ESTRELLA PRINCIPAL	CAMBIO	PARA CADA FORMATO
4	GUÍA DE ENTRADA	CAMBIO	PARA CADA FORMATO
5	GUÍA DE TRANSFERENCIA	<b>CAMBIO</b>	<b>PARA CADA FORMATO</b>
6	TAMBOR DE VACÍO	CAMBIO	PARA CADA FORMATO
7	ALMOHADILLA PRIMARIA	CAMBIO	PARA CADA FORMATO
8	ALMOHADILLA SECUNDARIA	CAMBIO	PARA CADA FORMATO
10	PLATOS PORTABOBINA	AJUSTE	PARA CADA FORMATO

### B) HERRAMIENTAS NECESARIAS PARA EL CAMBIO

Nº	ACTIVIDAD	HERRAMIENTA
1	CAMBIO DE ALMOHADILLAS Y DE GUÍA	LLAVE MIXTA DE ¾" O 19 MM
2	CAMBIO DE BANDA DE RODAMIENTO SECUNDARIO	LLAVE MIXTA DE 9/16" Y DE ½"
3	EXTRACCIÓN DEL TAMBOR DE VACÍO	GANCHO DE FIERRO
4	CAMBIO DE GUSANO ALIMENTADOR	DADO ALLEN DE 14 MM
5	AJUSTE DE GUSANO ALIMENTADOR	LLAVE PERICA
6	AJUSTE DE ALTURA DE PLATOS PORTABOBINA	LLAVE DE ½" O 13 MM

### C) OPERARIOS EMPLEADOS PARA EL CAMBIO

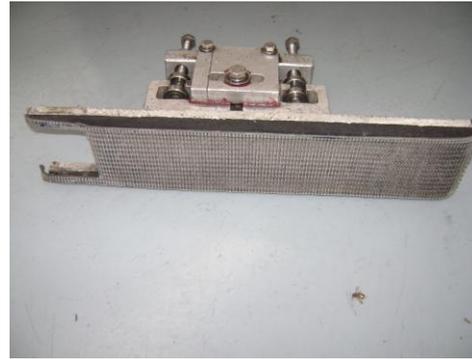
Nº	RESPONSABLE	ACTIVIDADES
1	<b>OPERADOR DE ETIQUETADORA EN TURNO</b>	TODOS LOS CAMBIOS Y AJUSTES DE LA ETIQUETADORA
2	<b>OPERARIO B EN TURNO</b>	AUXILIAR DE OPERADOR



A) PIEZAS DE CAMBIO A UTILIZAR PARA FORMATO 3L,2.5L 2L Y 600 ML



**1.- Almohadilla  
Primaria**



**2.- Almohadilla  
Secundaria**



**3.- Estrella  
Principal**



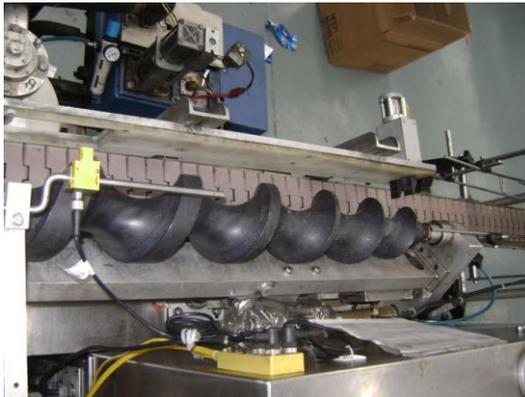
**4.- Estrella de  
Transferencia**



**5.- Guía curva de  
Transferencia**



**6.- Tambor de Vacío**



**7.- Sinfín alimentador  
de botellas**



**8.- Platos  
Portabobina**



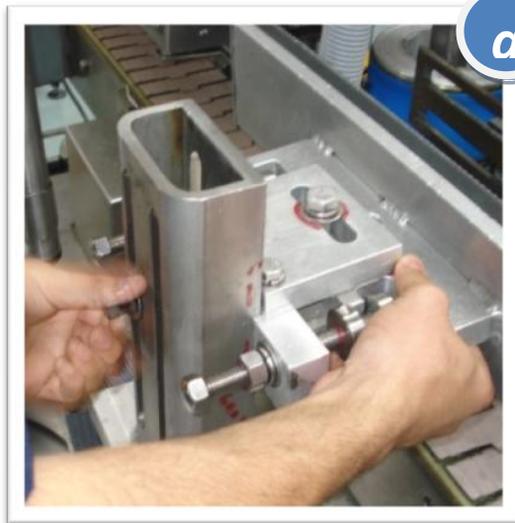
**9.- Guía de entrada de  
botellas**

**A) HERRAMIENTAS UTILES PARA CAMBIO DE FORMATO 3L,2.5L 2L Y 600 ML**

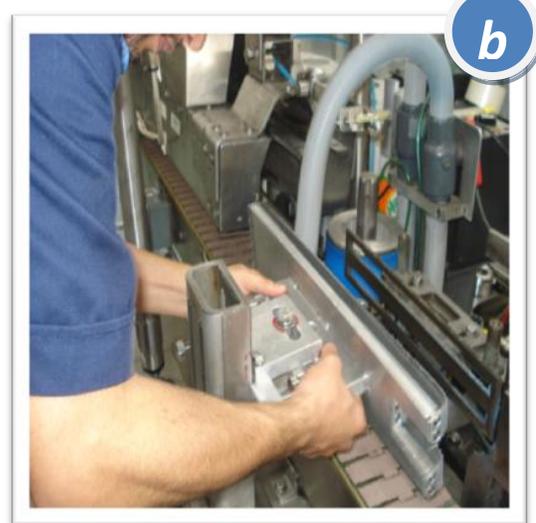


## ACTIVIDADES NECESARIAS PARA EL CAMBIO DE FORMATO

### 1.-Desmontaje de Almohadilla Secundaria

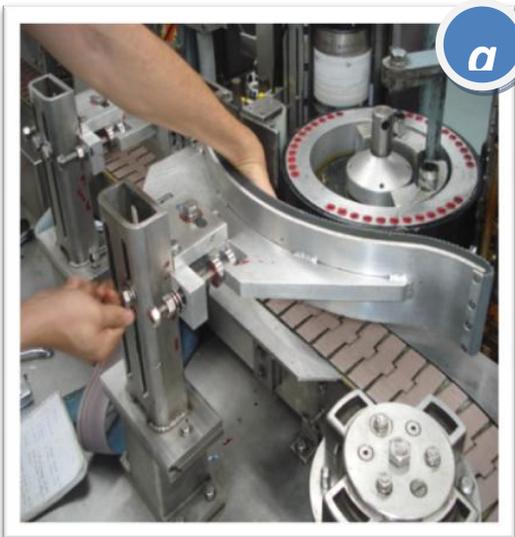


Con la llave 3/4 destornillar los dos tornillos externos de la almohadilla.

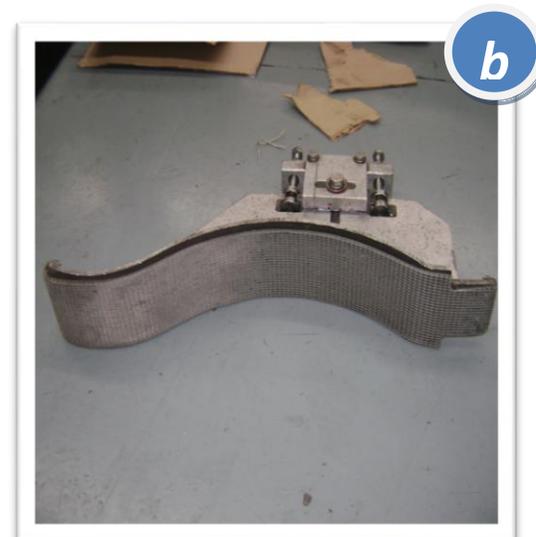


Retirar los tornillos y extraer almohadilla secundaria.

### 2.-Desmontaje de la Almohadilla Primaria



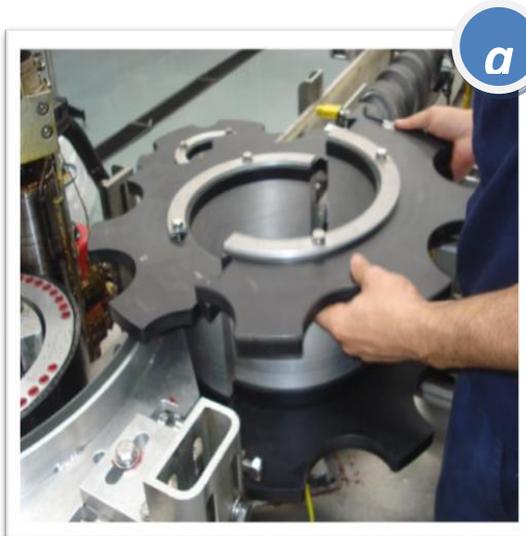
Destornillar dos tornillos de la almohadilla secundaria con la llave 3/4 .



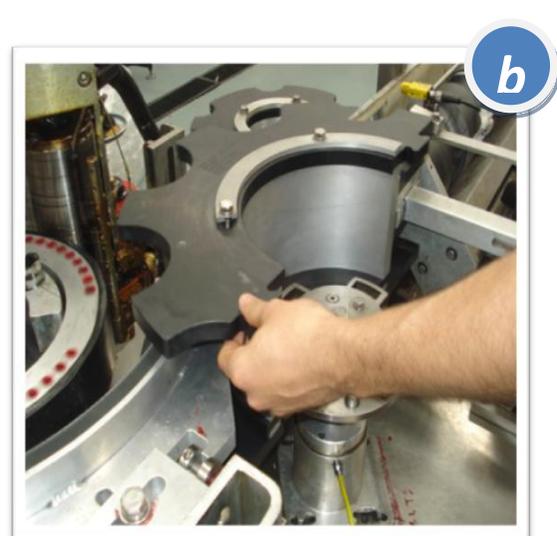
Retirar ambos tornillos y extraer la almohadilla primaria.



### 3. Desmontar la Estrella Principal



**Desmontar la primera mitad de la estrella principal, jalando hacia arriba.**

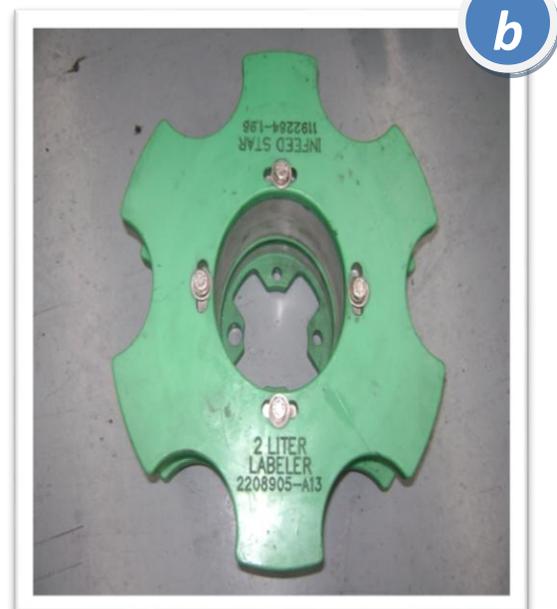


**Retirar la segunda parte de la estrella principal; jalando hacia arriba.**

### 4. Desmontar la Estrella de Transferencia



**Retirar la estrella de transferencia, jalando hacia arriba.**



**Depositar la estrella de transferencia sobre el piso.**



## 5. Desmontar la Guía Curva de Transferencia

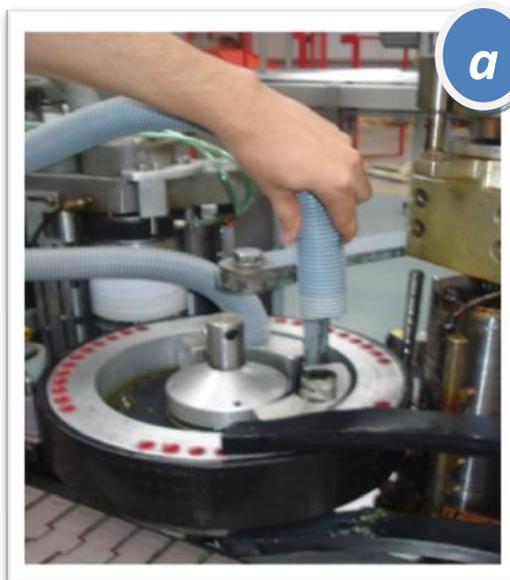


Destornillar con dado  $\frac{3}{4}$  y matraca el tornillo de la parte interna a la base de la guía.

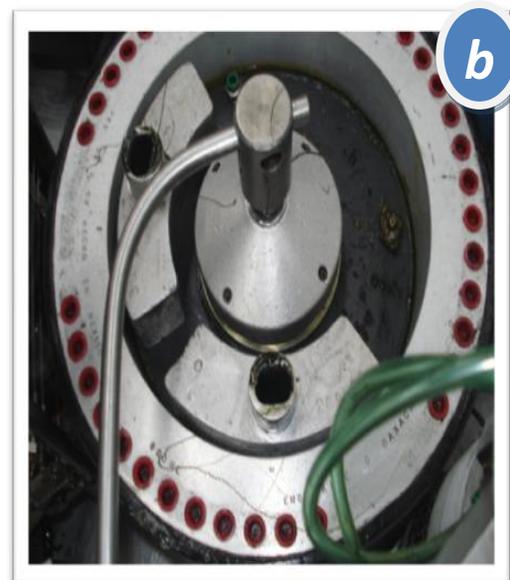


Retirar el tornillo y extraer la guía hacia el frente.

## 6. Desmontar Tambor de Vacío



Retirar las dos mangueras de la válvula plato.



Con el gancho de hierro aflojar el tornillo central de tambor de vacío.



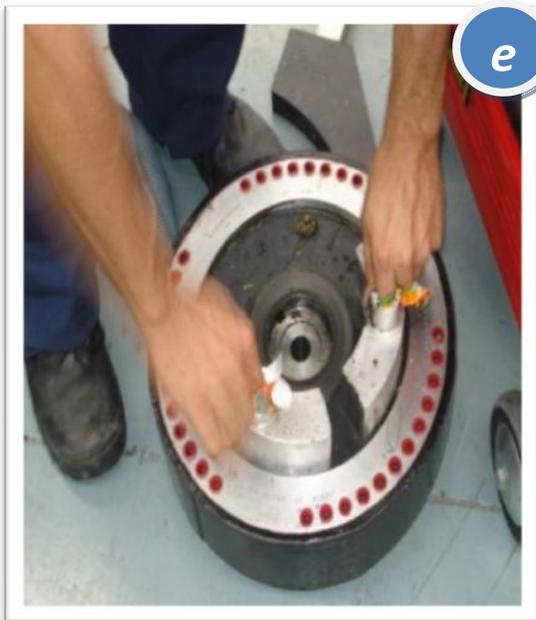
c

Destornillar con llave 9/16 el tornillos del brazo de posición de la válvula y retirar hacia arriba.



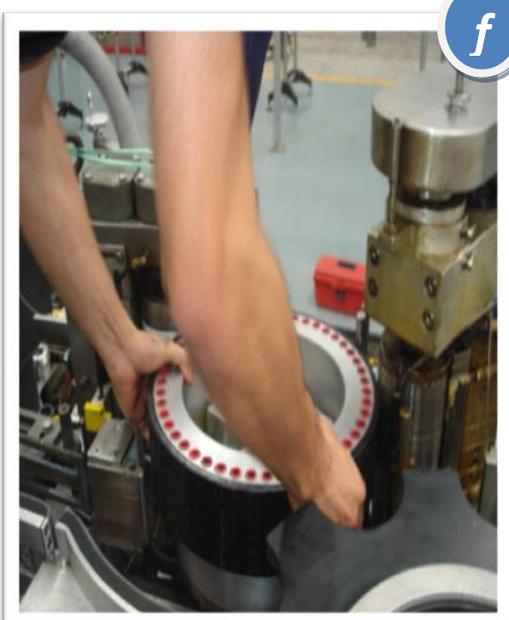
d

Extraer de su sitio el tambor de vacío; jalando hacia arriba.



e

Retirar para limpiar y lubricar las tres partes internas de la válvula; e insertar nuevamente dentro del tambor.



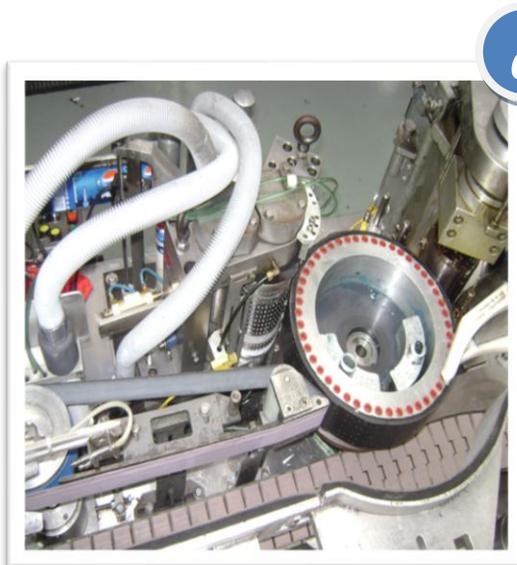
f

Una vez armado el tambor; colocarlo nuevamente en el sitio que le corresponde.

Nota: La lubricación del paso (e) se realiza con MOBIL GREASE HP 220



## 7.-Poner a Tiempo el Tambor de Vacio con la Navaja del Rodillo Cortador



**Colocar de Frente la navaja rotativa con la parte final del cojín de rastreo de etiqueta.**



**Verificar la exactitud del inicio de la etiqueta con una botella.**

## 8. Colocar Guía Curva de Transferencia



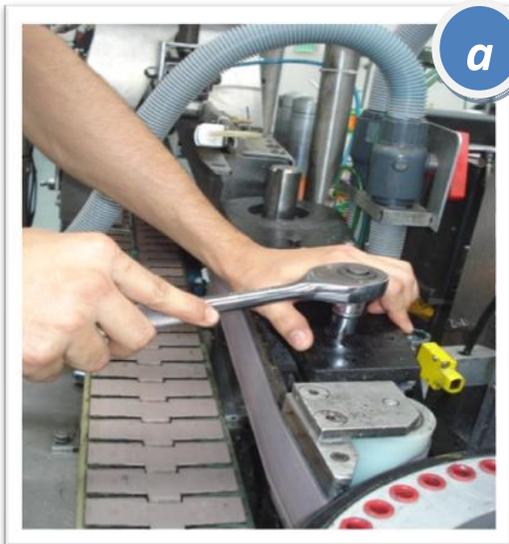
**Posicionar pieza en la altura marcada en la parte posterior de la base de aluminio; haciendo coincidir ambas.**



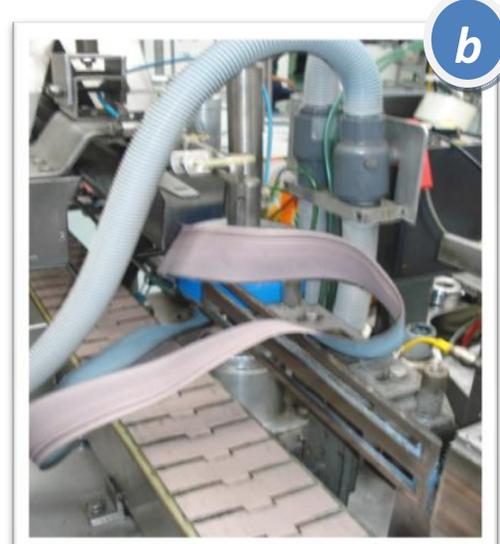
**Apretar dado  $\frac{3}{4}$  el tornillo hexagonal para fijar la guía a modo que al tomar la botella esta pase de forma paralela.**



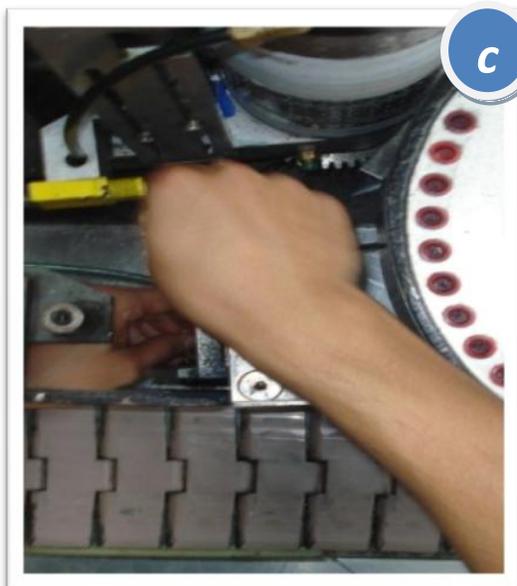
## 9. Ajustar Altura de la Banda de Rodamiento Secundaria



Retirar la cubierta superior de la banda; destornillando con matraca y dado 9/16 los dos tornillos que la sujetan.



Retirar la banda de rodamiento secundaria de su lugar.



Aflojar los dos tornillos que se encuentran en la base de la nariz con la llave 9/16.



Retirar la cubierta y desmontar la banda.



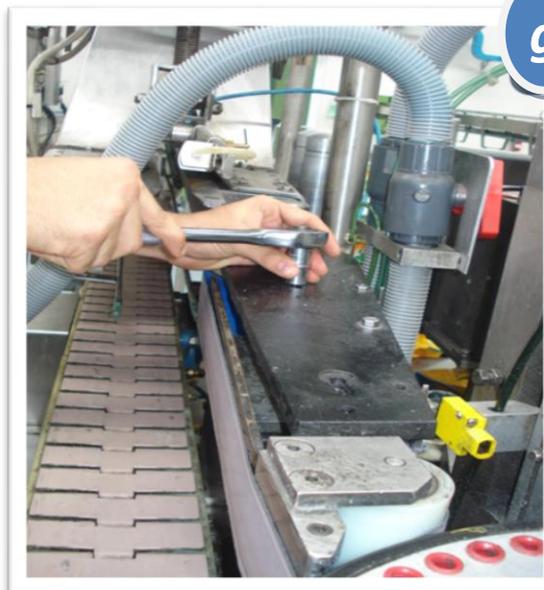
e

**Ajustar la altura de la guía por medio de un tornillo de 1/2" ubicado por debajo del eje.**



f

**Adaptar la banda por medio de dos tornillos de 9/16" ubicados a los extremos de la banda.**

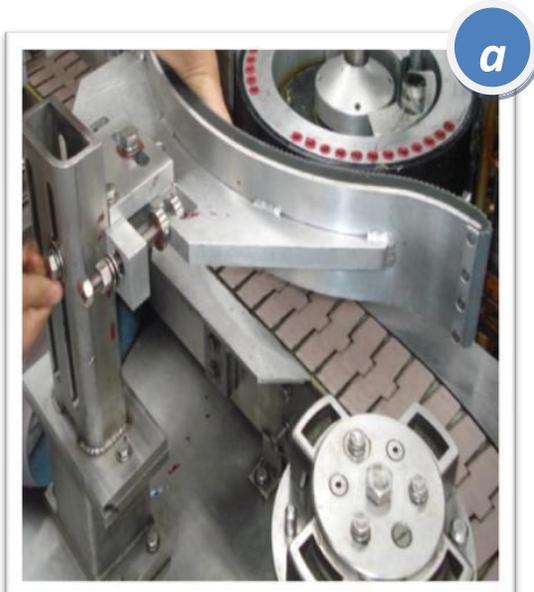


g

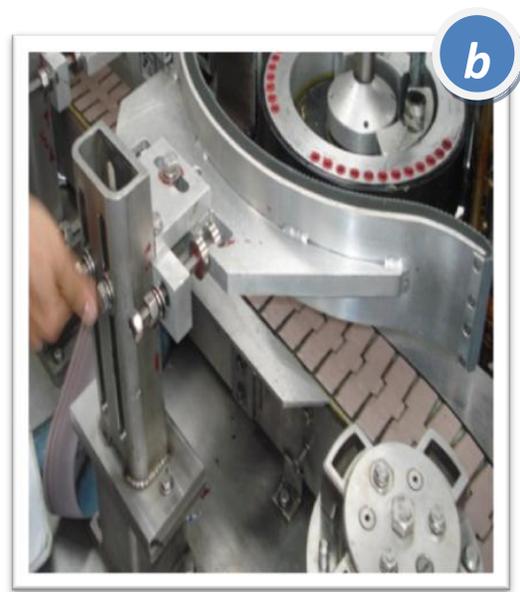
**Se coloca nuevamente la cubierta de la banda y se fijan los tornillos de 9/16".**



### 10.- Colocar y Ajustar Almohadilla Primaria

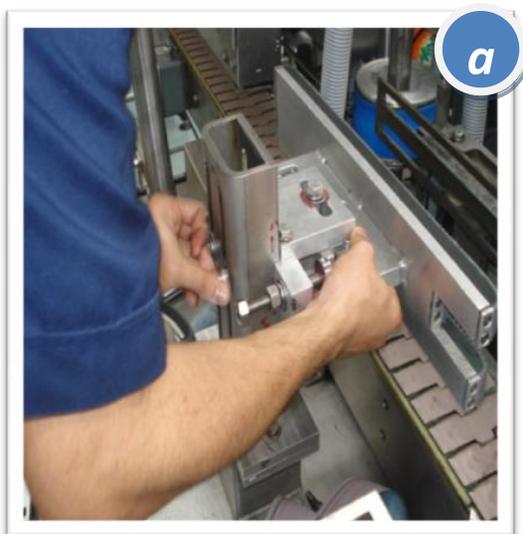


**Insertar la almohadilla ajustando a la altura deseada.**

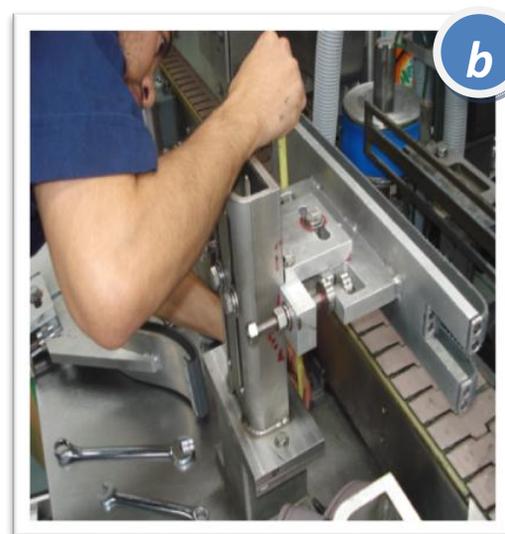


**Apretar los tornillos de 19 mm con la ayuda de una llave mixta.**

### 11. Colocar y Ajustar Almohadilla Secundaria



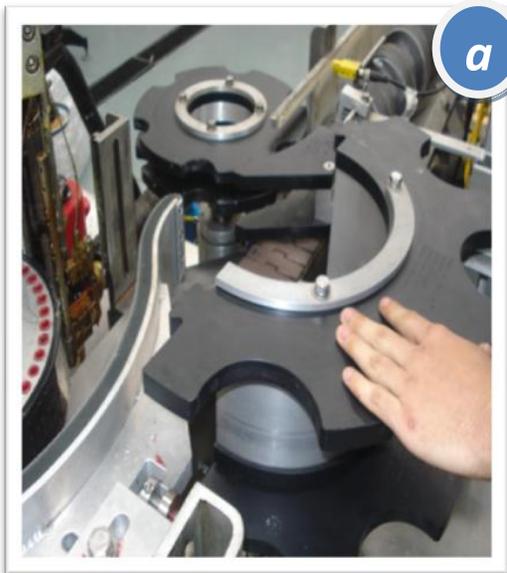
**Insertar la almohadilla ajustando a la altura deseada.**



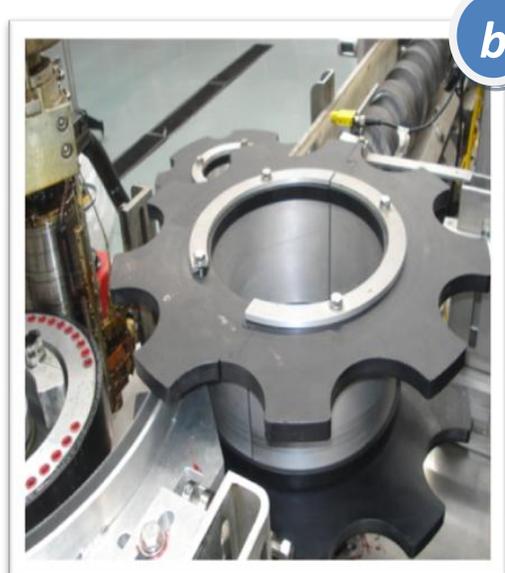
**Apretar los tornillos de 19 mm con la ayuda de una llave mixta.**



## 12. Colocar Estrella Principal



Insertar la primera mitad de la estrella principal en las guías



Insertar la segunda mitad de la estrella principal en las guías

## 13. Colocar Estrella de Transferencia



Insertar estrella de transferencia en la base.



Poner a tiempo la estrella con ayuda de una matraca, extensión y dado de 1/2".



## 14. Ajuste de la Guía del Gusano



**a**

**Aflojar los dos tornillos allen de 5/16”.**



**b**

**Poner a tiempo sinfín alimentado con estrella de transferencia y reapretar tornillos.**

## 15. Colocar guía de respaldo



**a**

**Ajustar la distancia de la baranda por medio de los dos tornillos de 9/16”**



**b**

**Ajustar distancia de sinfín tomando como referencia un envase de la nueva presentación**



## 16. Ajuste de Altura de los Platos Porta-Bobina



Con ayuda de una matraca y dado se afloja el tornillo de  $\frac{1}{2}$ ".



Sube o baja el plato calculando la altura correcta.



Reaprieta el tornillo de  $\frac{1}{2}$ " con ayuda de una matraca y un dado.



## 17. Cambio de Sinfín Alimentador de Botellas



Extraer dado allen de 14mm para desprender el sinfín de la flecha.



Inserta el nuevo sinfín y reapretar el tornillo de cabeza allen hasta quedar asegurado.

## 18.- Ingresar Parámetros en el Display



Ingresar en el display los parámetros SET LABEL, GLUE ON Y GLUE OFF correspondientes a la presentación a producir.





## 19.- Hacer Lectura de Registro



**Colocar la etiqueta dentro del rodillo cortador.**



**Posicionar el sensor de tal manera que el registro de la etiqueta sea detectado por éste.**



### 4.6 Perfección de Todos los Aspectos de la Operación de Preparación del Taller

#### 4.6.1 Desarrollo de los Principios de Las 5 S's

El área donde se busca aplicar la Metodología 5 S's es el Taller mecánico Industrial, ya que es donde los operarios encuentran las herramientas y productos para realizar las actividades de mantenimiento tanto preventivo como correctivo, por lo que constantemente se realizan movimientos en el área, tanto de herramientas como de refacciones y consumibles (grasa, pegamento, tornillería, huata, aceite, etc.); pero principalmente se desea realizar en el taller porque es el lugar donde también se almacenan los manejos necesarios para los cambios de formato de las máquinas; y para los cuales no existe orden y lugar definidos.

Se busca mejorar el aspecto del lugar, pero sobre todo que exista un orden que ayude a mejorar los procedimientos, el ahorro de tiempo en la búsqueda de refacciones y herramientas generar un ambiente agradable de trabajo al llegar al lugar y poder realizar las actividades de manera más limpia y ordenada; por otra parte también se busca aplicar la metodología en los carros de herramienta de cada máquina, ya que existe mucho desorden, lo que provoca la pérdida de tiempo en ubicar las herramientas necesarias en el momento preciso.

Cabe aclarar que al implementar los principios de 5 S's en las herramientas se colaborará en la reducción de tiempos perdidos en los cambios de formato de todas las máquinas, pues la actividad de ubicar los elementos necesarios llevará menos tiempo.

La implementación de las 5 S's dentro del taller mecánico se llevará a cabo por fases, según los pasos de la metodología, mediante la siguiente forma:



### 1.- Seiri (Separar)

- **Identificar Elementos Innecesarios**

Para realizar la clasificación de elementos en el lugar de trabajo se decidió utilizar la Técnica Tarjetas de Color, en donde se pretende utilizar pequeñas tarjetas o etiquetas para distinguir de forma gráfica y más sencilla los elementos innecesarios dentro de las áreas de trabajo.

En el transcurso de un día normal fue preciso dirigirse al taller mecánico industrial para pegarle una pequeña etiqueta de color a todos aquellos objetos que no son útiles en el área, es decir, todos aquellos objetos que corresponden a otras áreas de trabajo pero que por alguna razón se encuentran en el taller, aunque en el desarrollo del trabajo se pudo percibir que era demasiado el material que se desecharía y en algunos casos las partes eran muy pequeñas; por lo que se decidió no colocar etiquetas ya que representaba un costo elevado; se decidió seleccionar aquellas herramientas y refacciones que ya no se encuentran en condiciones de operación, por desgaste, falla, desajuste, etc..

Asimismo todos los objetos que no son útiles o que para esta área son considerados como basura; para dichas acciones fue necesario el apoyo del área de mantenimiento para facilitar la clasificación, así como para solicitar su autorización en las acciones que se implementarán.

Al llevar a cabo la inspección para la clasificación de material se observó que existían muchos objetos que únicamente disminuyen el espacio en el taller y que no servirán en lo posterior, al menos no en esta área, además de otros que no están debidamente acomodados y que aparte de dar un mal aspecto atentan contra la seguridad de los trabajadores.



A continuación se muestra un listado de objetos innecesarios que se encontraron en el área:

- Tarimas de madera
- Refacciones inservibles (rotas, quebradas, desgastadas, etc.)
- Cajas de cartón vacías
- Tornillos barridos
- Basura
- Herramientas desgastadas
- Suciedad (polvo, grasa, rebabas, etc.)
- Cubetas de grasa vacías
- Recipientes inservibles
- Guarda de seguridad de llenadora
- Malla de seguridad de la Paletizadora
- Artículos de limpieza
- Cartones
- Sensores y piezas electrónicas inservibles

En las figuras 4.30 A la 4.32 se muestra el estado inicial del taller mecánico industrial.



**Figura 4.30** Vista General del Taller Mecánico



Figura 4.31 Mesa de Trabajo y Anaquel de Lubricantes



Figura 4.32 Anaqueles de Refacciones



- **Plan de Acción Para Retirar los Elementos**

De acuerdo al método propuesto para retirar los elementos innecesarios del área de trabajo es preciso dar seguimiento a tres actividades que ayudarán a hacerlo de la manera más adecuada.

Para llevar a cabo estas acciones fue necesario involucrar al Área de Mantenimiento para poder valorar la utilidad de cada artículo así como para designar el curso que se le daría a cada elemento, además del apoyo para la supervisión de los trabajadores.

Con ayuda del diagrama de clasificación de elementos figura 4.33 es más fácil la toma de decisiones para dicha clasificación.



Figura 4.33 Diagrama de Decisiones



#### 1a.- Mover el elemento a una nueva ubicación dentro de la planta

Esto aplica en aquellos elementos que son útiles para otras áreas dentro de la misma empresa; las cosas que no tengan un uso futuro evidente y que no tengan valor específico, se descartan. Ejemplo:

- Guardas de seguridad de llenadora
- Malla de seguridad de paletizadora
- Soplador de tapas
- Artículos de limpieza (escobas, trapeadores)
- Motores de máquinas que no se sabía si estaban descompuestos o no.

Lo que se realizó en esta primera etapa fue que todas aquellas partes que tienen un uso definido pero en otra área que no es el taller mecánico se llevaron a su lugar correspondiente, en el caso de las guardas y malla de seguridad se instalaron en la llenadora y paletizadora respectivamente.

Los artículos de limpieza se pusieron en otro lugar dentro del mismo taller, ya que mediante pláticas con la gerencia de manufactura y por requerimientos del área de Aseguramiento de la Calidad se procedería a instalar gabinetes para uso exclusivo del material de limpieza del área de manufactura; y, en el caso de los motores se pidió el apoyo del área técnica electrónica para verificar el funcionamiento de los mismos para posteriormente etiquetar los que ya están reparados y los que aún faltan por reparar, así como también rotular las especificaciones de cada motor y a qué máquina corresponden con el objetivo de tener un orden y mejor funcionamiento del taller.

#### 2a.- Almacenar al elemento fuera del área de trabajo

Se aplica en todos aquellos elementos que son útiles para el área pero que por cuestiones de espacio, frecuencia de uso, naturaleza del producto, etc.,



necesitan ser almacenados en otra área, pero sabiendo que en lo sucesivo servirán; Las cosas que no se vayan a necesitar en los próximos 30 días pero que podrían utilizarse en algún momento en el futuro, se llevan a sus correspondientes lugares.

Por ejemplo:

- Tablillas de transportadores de botellas
- Refacciones de uso controlado de Llenadora
- Refacciones de uso controlado de Sopladora
- Refacciones de uso controlado para fines generales
- Lubricantes y grasas
- Trapo industrial
- Dieléctrico
- Tambos vacíos

Lo que se realizó en esta parte fue clasificar todos aquellos materiales que son funcionales y de uso continuo para el área pero que por razones de orden y espacio no se pueden tener en un taller de mantenimiento; se separaron todos estos materiales, se realizó un inventario de ellos y fueron llevados al almacén de materia prima, donde actualmente existe un espacio designado para refacciones del área de Manufactura.

La encargada de almacén dio de alta en el sistema todas estas piezas para tener un control de salida y de uso, para que el mismo sistema cuando detecte baja de nivel en algún material dé una señal para ordenar más insumos con los respectivos proveedores.

A continuación podemos observar en la siguiente lista algunos de los materiales que fueron enviados al almacén:

- ✓ Rodamientos (diferentes medidas)
- ✓ Retenes (diferentes medidas)
- ✓ O-ring



- ✓ Capuchones de tórnela para SIDEL
- ✓ Moldes de sopladora
- ✓ Electroválvulas
- ✓ Rodamientos Torrington
- ✓ Cajas de tablillas para transportadores
- ✓ Cadenas P-50-2

En la figura 4.34 en secuencia, se observan los elementos que fueron inventariados para llevar al almacén, su nueva ubicación.



**Figura 4.34** Material llevado a almacén

### 3a.- Eliminar el elemento

Una vez que se pudieron reconocer todos los elementos ajenos al área se procedió a eliminar todo aquello que no será útil como la basura, las piezas o refacciones que ya no podrán ser reparadas, la tornillería inservible, cartones, etc..

Por ejemplo:

- Tornillería barrida
- Cartones



- Botes vacíos
- Envases de producto
- Cajas de cartón
- Bolsas de plástico y de papel
- Papel de limpieza de manos sucio
- Trapo industrial sucio
- Plástico inservible

Se procedió a retirar todos aquellos elementos inservibles (obsérvese Figura 4.35), para el área de manufactura por desgaste o fallas, se clasificó en dos partes:

- Basura: todos aquellos cartones, plásticos que no tienen otro uso a menos que se reciclen, fueron enviados al área destinada como basurero de la planta para esperar la llegada del camión colector.
- Chatarra industrial: fierros, cadenas, tornillos, metales, acero inoxidable, etc., ya que al ser vendidos como “fierro viejo” se puede obtener alguna utilidad para el uso del mismo taller.

Después de haber realizado las actividades correspondientes para la clasificación de los objetos almacenados en el taller se observó que se incrementa la flexibilidad del espacio y que el mismo podrá ser útil para almacenar debidamente lo que quedará en este espacio y delimitar las áreas de trabajo.



**Figura 4.35** Basura y Chatarra Industrial Encontrada en el Taller Mecánico



Con la aplicación de la 1S's se obtienen los siguientes beneficios:

- ✓ Más espacio en el área de trabajo: ya que se despejaron muchos espacios ocupados por elementos inservibles.
- ✓ Mejor control de inventario: si el lugar está ordenado es posible identificar qué elementos están próximos a terminar y es necesario solicitar más.
- ✓ Eliminación del despilfarro: se utilizan las refacciones y consumibles de manera ordenada, sin desperdicios.

### 2.- Seiton (Ordenar)

Una vez que se ha realizado la clasificación de objetos, se cuenta únicamente con los materiales propios al área de mantenimiento industrial, por lo que es más fácil identificar el fin que se le dará a cada uno de los objetos, refacciones, herramientas, piezas y demás que se encuentran en el taller.

Se busca ubicar los elementos necesarios en sitios donde se puedan encontrar con facilidad para que de igual forma se puedan devolver después de utilizarlos; esto, aparte de dar una mejor imagen a clientes y proveedores que visitan la planta nos ayuda a mejorar el control del stock de refacciones y materiales, lo que dará como resultado una mejor coordinación para el desempeño de los trabajos.

- **Implementación del Orden**

Debido a la falta de tiempo del personal de mantenimiento, que son los que tienen la última palabra en cuanto a las acciones que se tomarían para la reubicación del taller, se optó por platicar con ellos para que nos dijeran como era factible reubicar las cosas, se dieron diferentes nuestros puntos de vista y se decidió colocar un anaquel con todas las refacciones de la Sopladora, Etiquetadora, Enjuagadora, Llenadora, Envolvedora y Paletizadora; así como un anaquel para los manejos de la Etiquetadora, uno para la Llenadora y los de la envolvedora por ser de poco volumen se colocarían en donde nos quedara algún espacio en los demás anaqueles.



También se designó un espacio donde se colocarían los motores debidamente etiquetados para identificar a qué máquina pertenecen y el estado en el que se encuentran para ubicarlos de manera más rápida y eficaz; se colocaron dos estantes más en el área de producción para tener cerca los instrumentos de limpieza pero sin dar mal aspecto ni alterar la seguridad del lugar.

Como se mencionó anteriormente en pláticas con la gerencia de manufactura se llegó al acuerdo de adquirir unos estantes que pudieran cerrarse para dar un mejor aspecto, pero sobre todo llevar un mejor control de los materiales de limpieza y saneamiento.

Cabe mencionar que al decir Mantenimiento industrial se refiere al área de manufactura en general, incluyendo oficinas, pasillos, taller, áreas de equipos auxiliares, etc., y en Calidad se refiere exclusivamente al área donde se encuentran la Enjuagadora y la Llenadora, ya que los elementos para realizar el saneamiento de esta área no deben ser utilizados para otros lugares y viceversa.

- **Orden y Estandarización**

Después de la implementación del orden podemos proceder a asignar controles visuales; lo que se realizó para cumplir con esta parte fue colocar letreros en la parte superior de los anaqueles para identificar más fácilmente las refacciones de cada máquina, así como piezas eléctricas y motores; esto también servirá para que los operarios devuelvan lo que utilicen a su respectivo lugar y mantener el orden del taller.

Pueden observarse los letreros que se colocaron en la figura 4.36; asimismo se rotularon los motores, indicando la máquina a la que pertenecen y si ya están reparados o no para saber si ya se puede hacer uso de ellos en algún momento en el que sea necesario, lo que podemos observar en la siguiente figura 4.37.



Figura 4.36 Letreros Colocados en los Anaqueles

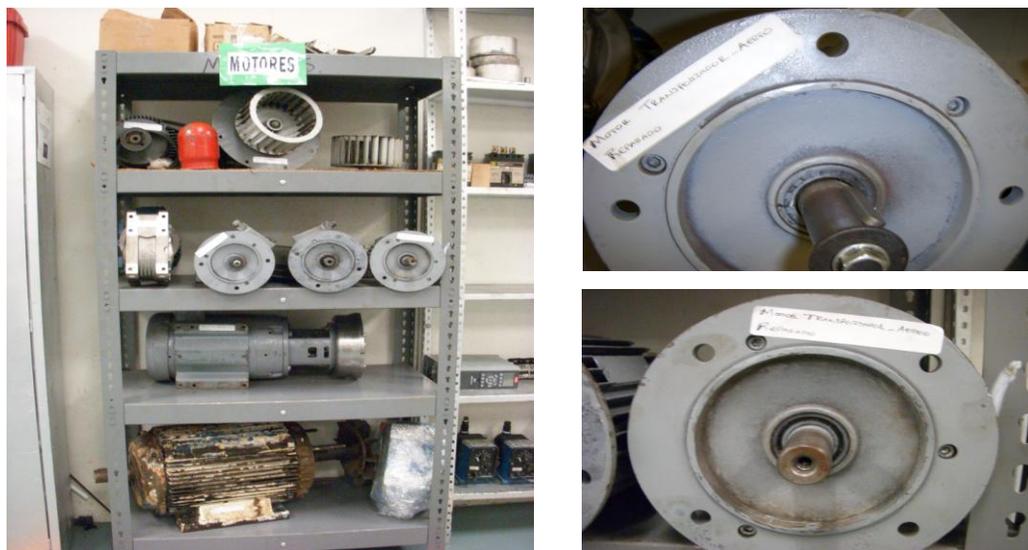


Figura 4.37 Motores Rotulados

Se realizó la delimitación creando líneas que señalen la división entre áreas de trabajo y movimiento dentro del taller para ubicar el área de taladro industrial, esmeril, mesa de trabajo, anaqueles, estantes; esto se hizo con pintura amarillo tráfico que es la utilizada dentro de la industria para seguridad de los operarios y visitantes, como se muestra en la figura 4.38.



**Figura 4.38** Delimitación de Áreas del Taller Mecánico Industrial

De la implementación de la 3 S's se obtuvieron los siguientes beneficios:

- ✓ Es posible encontrar fácilmente refacciones u objetos de trabajo, economizando tiempos y movimientos
- ✓ Es más fácil regresar a su lugar los objetos que se han utilizado
- ✓ Ayuda a identificar cuando falta algo
- ✓ Da al taller una mejor apariencia

### 3.- Seiso (Limpiar)

Mantener la limpieza del área es mucho más fácil ahora que está ordenada. Se ha platicado con el personal de mantenimiento y con los jefes de línea, que son los encargados de las cuadrillas para llegar a un acuerdo que facilite la limpieza del taller, es decir que se pueda realizar en poco tiempo; la clave de ello es no dejar que la suciedad o basura se acumule, lo que se logrará limpiando el lugar después de trabajar en él.

- **Implementación**

Para implementar la limpieza permanente del taller, hay que mantener el estándar alcanzado al día de la jornada inicial, pasando por las siguientes etapas:



**Planificar el mantenimiento:** debido a la constante rotación del personal se llegó al acuerdo de que no había mejor forma de llevar a cabo la asepsia del lugar realizándola al final de utilizar el área.

La empresa trabaja de la siguiente forma: existen 4 cuadrillas de operarios, una para cada turno del día y una que cubre los descansos de las otras tres; los turnos se rotan cada cuatro semanas; no todos los operarios hacen uso del taller en un día normal, solo lo utilizan aquellos que han presentado algún problema con sus máquinas o los días de mantenimiento general de la planta, por lo que se convino que cada persona que use el taller tiene la responsabilidad de limpiar el área, regresar lo que haya utilizado a su lugar, barrer e inspeccionar que no haya algún faltante en el área.

**Preparar elementos para la limpieza:** Aquí se puede encontrar apoyo en la segunda S, el orden a los elementos de limpieza, almacenados en lugares fáciles de encontrar y devolver; para lo que haremos uso de los estantes colocados dentro del taller, los cuales contienen los artículos para la limpieza, estos estarán siempre en ese lugar para encontrarlos más fácilmente y asegurar la limpieza del taller. Se hace hincapié a los jefes de línea acerca del empleo y uso correcto de estos elementos desde el punto de vista de la seguridad y conservación de estos.

**Ejecución de la limpieza:** Retirar polvo, aceite, grasa sobrante de los puntos de lubricación, asegurar la limpieza de la suciedad de las grietas del suelo, paredes, cajones, maquinarias, etc..

Es responsabilidad de todos los usuarios del taller industrial; fue necesario remover capas de grasa y mugre existentes en los equipos, se pintó el taller para darle una mejor apariencia y se dejó todo en orden para que sea más práctico limpiar únicamente el espacio que se utilice.



Después de realizar la campaña de limpieza se obtienen los siguientes beneficios:

- ✓ Aumento de la vida útil del equipo e instalaciones
- ✓ Menos probabilidad de contraer enfermedades
- ✓ Menos accidentes
- ✓ Mejor aspecto

#### 4.- Seiketsu (Sistematizar o Estandarizar)

En esta etapa se tiende a conservar lo que se ha logrado aplicando estándares a la práctica de las tres primeras “S”. Esta cuarta S está fuertemente relacionada con la creación de los hábitos para conservar el lugar de trabajo en condiciones perfectas.

Se trata de mantenerse trabajando continuamente en las primeras tres “S” , mantener la limpieza de la persona por medio del uso de equipo de seguridad; por lo que también se colocaron letreros para recordar la importancia de utilizar el equipo para prevenir enfermedades y/o accidentes.

A continuación se observan los letreros colocados, figura 4.39.



**Figura 4.39** Letreros de Seguridad Colocados en el Área



Asimismo para recordar que es necesario mantener el orden y la limpieza del área se colocaron letreros en color amarillo para ser vistos con más facilidad, tal como se muestra en la figura 4.40.



**Figura 4.40** Letreros de Seguridad Colocados en el Área

La estandarización tiene como objetivo mantener constantemente el estado de orden, limpieza e higiene de nuestro sitio de trabajo, por medio de las siguientes actividades:

- ✓ Limpiar con la regularidad establecida
- ✓ Mantener todo en su sitio y en orden
- ✓ Establecer procedimientos y planes para mantener orden y limpieza.

### 5.- Shitsuke (Autodisciplina)

La práctica de la disciplina pretende lograr el hábito de respetar y utilizar correctamente los procedimientos, estándares y controles previamente desarrollados; la disciplina no es visible y no puede medirse a diferencia de las otras S's que se explicaron anteriormente; existe en la mente y en la voluntad de las personas y solo la conducta demuestra la presencia, sin embargo, se pueden crear condiciones que estimulen la práctica de la disciplina.

*Shitsuke* puede traducirse también como acostumbrarse a aplicar las 5'S en nuestro sitio de trabajo y a respetar las normas con rigor se mediante sencillas tareas como:

- Respetar a los demás



- Respetar y hacer respetar las normas del sitio de trabajo
- Llevar puesto el equipo de protección
- Tener el hábito de la limpieza
- Convertir estos detalles en hábitos reflejos

En lo que se refiere a la metodología 5´S, la disciplina es muy importante ya que sin ella, el desarrollo de las cuatro primeras S´s, se deteriora rápidamente; por lo que cuando se platicó con la gerencia se destacó la importancia de la supervisión y de dar seguimiento a lo que hasta aquí se ha alcanzado.

Después de la aplicación y desarrollo integral de la autodisciplina con las etapas anteriores se podrán obtener los siguientes beneficios:

- ✓ Evitar reprimendas y sanciones
- ✓ Mejorar la eficacia
- ✓ El personal es más apreciado por los jefes y compañeros
- ✓ Mejora nuestra imagen

### **Se Propone a la Gerencia**

- Organizar un concurso entre los trabajadores; posteriormente, éste puede revisar el estado de las 5´S en cada lugar de trabajo y seleccionar el mejor y el peor. El mejor puede recibir un premio u otro reconocimiento, buscando siempre establecer un sistema de incentivos para que los trabajadores se sientan comprometidos y motivados a esforzarse con el objetivo de ser la diferencia.

Con el fin de revisar el progreso alcanzado, se debe realizar una evaluación en forma regular. Solamente después de aprobado el trabajo en el primer paso, los trabajadores podrán seguir al paso siguiente. Este proceso proporciona un sentimiento de logro.

# **Capítulo 5**

---

## **RESULTADOS**



## 5.1 Costos Propuestos del Tiempo de Preparación de la Sopladora

En la tabla 5.1 se aprecia el tiempo propuesto y el tiempo de preparación actual por actividad para el cambio de formato en la sopladora.

**Tabla 5.1** Tiempo de Preparación Actual vs. Tiempo de Preparación Propuesto  
(Fuente: Elaboración propia basada en datos de la empresa)

No. Actividad	Actividad	Tiempo Total de Preparación	Tiempo de Preparación Propuesto
1	Desmontaje y montaje de moldes de nuevo formato.	01°39'27"	01°05'22"
2	Desmontaje y montaje de topes para varillas de soplado.	00°14'57"	00°12'34"
3	Desmontaje y montaje varillas de soplado.	00°26'28"	00°24'07"
4	Desmontaje y montaje de guías de salida.	00°05'49"	00°05'03"
5	Desmontaje y montaje de estrellas de salida.	00°15'49"	00°00'59"

En la tabla 5.2 se observa el costo de preparación total actual y el costo total propuesto para realizar el cambio de formato en la sopladora.

**Tabla 5.2** Costo por Tiempo Total Actual vs. Costo por Tiempo Total Propuesto  
(Fuente: Elaboración propia basada en datos de la empresa)

Tiempo Total de Actual de Preparación	Costo por Tiempo Total Actual de Preparación	Tiempo Total Propuesto de Preparación	Costo por Tiempo Total Actual de Preparación
02°42'30"	\$ 101,407.80	01°48'05"	\$ 67,449.18

El ahorro esperado que la empresa obtendrá si adopta las mejoras propuestas, es de \$ 6,661.91 por cada cambio de formato realizado en la sopladora SIDEL SBO 12.



## 5.2 Valor Presente Neto (VPN) de la Sopladora

En la tabla 5.3 se pueden observar los datos que arroja el Análisis Costo – Beneficio realizado con las cotizaciones solicitadas y con base en la Inflación y Premio al Riesgo actuales.

**Tabla 5.3** Análisis Costo – Beneficio de las Propuestas para Sopladora  
(Fuente: Elaboración propia basada en datos de la empresa)

TASA DE RENDIMIENTO	
Inversión inicial	\$16,847.10
Incremento en la ganancia mensual	\$116,848.31
Incremento en la ganancia a 5 años	\$4,857,532.57
Punto de equilibrio	0.246657324

## 5.3 Costos Propuestos del Tiempo de Preparación de la Etiquetadora

En la tabla 5.4 se aprecia el tiempo propuesto y el tiempo de preparación actual por actividad para el cambio de formato en la Etiquetadora.

**Tabla 5.4** Tiempo de Preparación Actual vs. Tiempo de Preparación Propuesto  
(Fuente: Elaboración propia basada en datos de la empresa)

No. Actividad	Actividad	Tiempo Total de Preparación	Tiempo de Preparación Propuesto
1	Transporte de manejos a la máquina	00°05'26"	00°00'30"
2	Ubicar herramientas y colocarlas junto a la máquina	00°01'03"	00°01'03"
3	Desmontaje y montaje de almohadillas, primaria y secundaria	00°03'09"	00°01'30"
4	Desmontaje y montaje de estrellas, principal y de transferencia	00°02'01"	00°01'10"
5	Desmontaje y montaje de tambor de vacío	00°06'18"	00°06'18"



**Tabla 5.4** Tiempo de Preparación Actual vs. Tiempo de Preparación Propuesto  
(Fuente: Elaboración propia basada en datos de la empresa)

No. Actividad	Actividad	Tiempo Total de Preparación	Tiempo de Preparación Propuesto
6	Desmontaje y montaje de curva de transferencia	00°02'04"	00°02'04"
7	Desmontaje y montaje de guía de entrada de botellas	00°00'47"	00°00'47"
8	Ajuste o cambio de sinfín alimentador	00°03'00"	00°03'00"
9	Ajuste de banda de rodamiento secundario	00°02'01"	00°02'01"
10	Poner a tiempo la máquina	00°11'17"	00°08'40"
11	Ajuste de platos portabobinas	00°10'56"	00°03'00"
12	Realizar ajustes para óptimo etiquetado	00°53'24"	00°20'43"

En la tabla 5.5 se observa el costo de preparación total actual y el costo total propuesto para realizar el cambio de formato en la etiquetadora.

**Tabla 5.5** Costo por Tiempo Total Actual vs. Costo por Tiempo Total Propuesto  
(Fuente: Elaboración propia basada en datos de la empresa)

Tiempo Total de Actual de Preparación	Costo por Tiempo Total Actual de Preparación	Tiempo Total Propuesto de Preparación	Costo por Tiempo Total Actual de Preparación
01°40'46"	\$ 62,883.23	00°50'53"	\$ 31,680.83

#### 5.4 Valor Presente Neto (VPN) de la Etiquetadora

En la tabla 5.6 se pueden observar los datos que arroja el Análisis Costo – Beneficio realizado con las cotizaciones solicitadas y con base en la Inflación y Premio al Riesgo actuales.



**Tabla 5.6** Análisis Costo – Beneficio Propuesto Para Etiquetadora  
(Fuente: Elaboración propia basada en datos de la empresa)

TASA DE RENDIMIENTO	
Inversión inicial	\$438,441.34
Incremento en la ganancia mensual	\$58,301.64
Incremento en la ganancia a 5 años	\$1,993,637.68
Punto de equilibrio	7.520222967

En la Tabla 5.7 se puede analizar el ahorro aproximado de etiquetas que se tendrá al implementar las mejoras propuestas.

**Tabla 5.7** Ahorro de Etiquetas que se Logrará con las Propuestas  
(Fuente: Elaboración propia basada en datos de la empresa)

Ahorro de Etiquetas	
Porcentaje de merma reducido	70%
Cantidad de etiquetas	787,026
Ahorro	\$53,123.70

# **Capítulo 6**

---

## **Conclusiones y Recomendaciones**



## 6.1 Conclusiones

Después del tiempo que se ha invertido en la elaboración del proyecto y a través de la observación se han notado muchas necesidades que la planta tiene en la actualidad, quizás por ser prácticamente nueva, pero que sin duda alguna si se le da especial atención a esos focos de mejora, el desempeño tanto de los operarios como de la producción en general.

La capacitación impartida para la estandarización de actividades para el cambio de formato a los operarios, mediante el manual para cambios de formato de las dos máquinas que requieren mayor tiempo, ayudará a llevar a cabo procesos definidos de cambio en cada una de ellas, ayudando a la empresa a lograr aumentar su flexibilidad.

Para el cambio en la Sopladora, tomando en cuenta que el tiempo inicial total era de 02°42'30" se logró reducir a 01°48'05", tiempo propuesto total de cambio de formato, lo que representa una disminución de 00°54'25", reduciendo a su vez el costo mensual de cambio de formato de \$ 101,407.80 a \$ 67,449.18; equivalente a un 66.51% menos tiempo-dinero.

La Etiquetadora, con el tiempo inicial total de 01°40'46" se logró reducir a 00°50'53" tiempo propuesto total de cambio de formato, que representa 00°49'53" menos tiempo, reduciendo a su vez el costo mensual de cambio de \$ 101,407.80 a \$ 67,449.18; equivalente a un 50.38% menos tiempo-dinero; además reduce las mermas de etiqueta un 70%.

Las propuestas ayudan a que la empresa pueda producir lotes pequeños de los diferentes productos sin impactar severamente en sus costos de producción; obteniendo mejoras para los operadores y mayor ganancia para la empresa a corto plazo.



### 6.2 Recomendaciones

De una manera objetiva, se plantea a la empresa tomar en cuenta las siguientes recomendaciones:

- 4 Mayor apertura a la comunicación trabajador – administración, que ayude en los procedimientos que se tengan que seguir como empresa, buscando siempre la satisfacción al cliente, pero sobre todo incrementar las ganancias de la compañía.
- 5 Aplicar las mejoras aquí propuestas, ya que se ha demostrado que son rentables y que permitirán la flexibilidad de la producción, traducida en mejora de la productividad, respuesta al cliente, eliminación de inventarios, etc. Lo cual puede convertirse en términos monetarios.
- 6 Es necesario implementar filosofías de calidad y mejoras en el resto de las máquinas de la planta para eficientar aún más lo ya obtenido.
- 7 Aplicar la metodología 5 S's en el resto de la planta, ya que sin duda alguna mejora los procedimientos que aquí se realizan y dan una mejor imagen a clientes y proveedores, por lo que se tiene mayor confianza en el producto que se les está ofreciendo.
- 8 Se recomienda trabajar más en el lado humano de los empleados, haciéndoles ver lo importantes que ellos son para la empresa, y asimismo crear un cambio radical de actitud.
- 9 Se ha observado mucha indiferencia por parte de los trabajadores hacia los objetivos de la empresa, por lo que, sin duda alguna es urgente empatar los



objetivos, buscar un punto en donde la sinergia sea la que impere y se mejore tanto la cuestión personal como la empresarial.

- 10 Desarrollar proyectos como el presente que ayudan a dar nuevas ideas de cambio y mejora para la empresa. Actualmente existen muchos campos en los que se puede trabajar para mejorar y muchas veces no se tiene el tiempo necesario para enfocarse en cada uno de ellos, por lo que proyectos como éste pueden ayudar a dar ideas y a implementar pequeños pero significativos cambios.

---

# **Anexos**

**Anexo 1:** Diseño Para Implementar el uso de estantes para almacenar los manejos junto a la máquina, ver documento "B&H1.PDF" en carpeta "Anexos".

**Anexo 2:** Cotización Para Fijar la flecha de la estrella principal a la máquina para evitar recorrer o tensar la cadena para cada presentación y eliminar el ajuste y puesta a tiempo, ver documento "B&H2.PDF" en carpeta "Anexos".

**Anexo 3:** Desarrollo del VPN para las máquinas Sopladora y Etiquetadora, ver documento "VPN.EXCEL" en carpeta "Anexos".

---

# **Referencias Bibliográficas**

## BIBLIOGRAFÍA

- 1.- Shigeo, Shingo, Una Revolución en la Producción: El Sistema SMED. (3era. Edición, Editorial Tecnologías de Gerencia y Producción, S.A., España 1990.), pp 3-140
- 2.- Shigeo, Shingo, Cambio Rápido Para los Operadores: El Sistema SMED. (1era. Edición, Editorial Prensa de la Productividad, S.A., 1996.), pp 20-92
- 3.- Niebel W. Benjamín, Ingeniería Industrial para Métodos, Tiempos y Movimientos. (9na. Edición, Editorial Alfaomega Grupo Editor, S.A.de C.V., México 1998.), pp 8-64
- 4.-Sidel, Manual de Piezas de la Sopladora Sidel SBO 12. (3era. Edición., E.U. 2001), pp305
- 5.-PKD, Manual de Piezas de la Etiquetadora PKD B&H 8000 (España 1997), pp17

## Páginas Web

- <http://bdigital.eafit.edu.co/bdigital/PROYECTO/P621.9023B326/Capitulo1.pdf>
- <http://www.emagister.com/smed-cambio-rapido-moldes-utilidades-2447004.htm>
- <http://www.mftrou.com/shigeo-shingo.html>
- <http://www.lajapyme.com/las5s/?gclid=CMe9urLnm6UCFRBL2godSzJnKQ>
- [http://www.elprisma.com/apuntes/ingenieria\\_industrial/5slascincos/](http://www.elprisma.com/apuntes/ingenieria_industrial/5slascincos/)