

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencia de la  
Producción**

“Mejora en el Cambio de Formato en una Máquina de Pañales  
Aplicando la Metodología SMED para la Reducción de Tiempos  
Perdidos”

**TESIS DE GRADO**

Previo a la obtención del título de:

**INGENIERO INDUSTRIAL**

Presentada por:

Carlos Fabián Larrea Buenaño

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año: 2010

## **AGRADECIMIENTO**

A mi madre por darme  
ese empuje que  
necesitaba para  
emprender este  
desafío y al Ph.D  
Kleber Barcia Director  
de Tesis, por su ayuda  
invaluable.

## **DEDICATORIA**

A DIOS

A MIS PADRES

A MIS AMIGOS

## **TRIBUNAL DE GRADUACION**

---

**Ing. Eduardo Rivadeneira P.  
DECANO DE LA FIMCP  
PRESIDENTE**

---

**Ph.D. Kleber Barcia V.  
DIRECTOR DE TESIS**

---

**Ing. Marcos Buestan B.  
VOCAL**

## **DECLARACION EXPRESA**

**“La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL”**

---

**Carlos Fabián Larrea Buenaño**

## **RESUMEN**

La empresa de estudio es una multinacional líder en el mercado en la venta de pañales de categoría tier 1, 2 y 3, por lo que requiere que los costos fijos de fabricación sean lo más bajos posibles en Ecuador ya que este mercado puede ser cubierto por otras filiales de países vecinos.

La máquina objeto de estudio es la pañalera #2 encargada de realizar pañales tier 3 en dos presentaciones mediano y grande. Se requiere que los tiempos perdidos, desperdicio generado y los gastos generados por consumos sean los más bajos posibles.

El objetivo general del trabajo es el reducir el tiempo de cambio de grado en una máquina pañalera del tamaño grande a mediano y viceversa, esto tiene gran importancia ya que es la máquina que tiene los costos operativos más altos y porque se requiere de mayor volumen para el mercado.

Se realizó un diagnóstico inicial de la empresa y en particular la máquina que tiene los problemas en el cambio, se verificó los tiempos y movimientos que se emplean en cada una de las partes, se verificó los recursos que se emplean para realizar todos los cambios. Se utilizó SMED (Single Minute Exchange of Die) por considerarse una herramienta útil en la identificación de los factores internos y externos que afectan a un efectivo cambio,

Se logró un aumento en el uso de máquina (disminución de tiempo perdido), que el cambio se lo realice de manera efectiva (disminución del desperdicio provocado por el arranque) y sostener una máquina más estable luego del cambio (aumento de la productividad).

# ÍNDICE GENERAL

	Pag.
RESUMEN.....	VI
ÍNDICE GENERAL.....	VIII
ABREVIATURAS.....	XI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XII
ÍNDICE DE TABLAS.....	XIV
INTRODUCCION.....	1
CAPÍTULO 1	
1.GENERALIDADES.....	2
1.1 Planteamiento del Problema.....	2
1.2 Objetivos.....	3
1.2.1 Objetivo General.....	3
1.2.2 Objetivos Específicos.....	3
1.3 Metodología para el Desarrollo de la Tesis.....	4
1.4 Estructura de la Tesis.....	5

## CAPÍTULO 2

2. MARCO TEÓRICO.....	7
2.1 Estudio de Tiempos.....	7
2.1.1 Definición.....	8
2.2 5 S's.....	10
2.2.1 Definición.....	10
2.2.2 Características de 5S's.....	12
2.2.3 Ventajas de Implantar una Política de 5S's.....	12
2.2.4 Desventajas.....	13
2.3 SMED.....	14
2.3.1 Definición.....	14
2.3.2 Historia del SMED.....	14
2.3.3 Pasos Básicos en el Procedimiento de Preparación.....	16
2.3.4 Ventajas.....	23
2.3.5 Casos de Aplicación.....	23
2.4 Importancia de las Cinco "S" en la Aplicación de SMED.....	28

## CAPÍTULO 3

3. ANÁLISIS SITUACIONAL DE LA EMPRESA.....	29
3.1 Descripción del Proceso de Fabricación de Pañales.....	30
3.1.1 Bloque de Formación.....	30
3.1.2 Bloque de Ensamble.....	51
3.1.3 Bloque de Doble y Corte.....	73
3.1.4 Bloque de Empaque.....	77
3.2 Proceso de Cambio de Grado.....	82
3.3 Identificación de las Causas del Problema.....	95
3.4 Análisis de Actividades y Tiempos de Cambios de Formatos.....	96

## CAPÍTULO 4

### 4. MEJORAS APLICANDO

SMED.....¡Error! Marcador no definido.

#### 4.1. Etapa

Preliminar.....¡Error!

**Marcador no definido.**

#### 4.2. Separación de las Actividades Internas y

Externas.....¡Error! Marcador no definido.

#### 4.3. Descripción y Análisis de Actividades

Internas.....¡Error! Marcador no definido.

#### 4.4. Convertir las Preparaciones Internas en

Externas.....¡Error! Marcador no definido.

#### 4.5. Optimización de Actividades

Internas.....¡Error! Marcador no definido.

#### 4.6. Beneficios de la

Implementación.....¡Error! Marcador no  
**definido.**

## CAPÍTULO 5

5.RESULTADOS.....117

5.1 Análisis Costo - Beneficio.....117

5.2 Resultados.....120

## CAPÍTULO 6

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....123

6.1 Conclusiones.....123

6.2 Recomendaciones.....125

## APÉNDICES

### BIBLIOGRAFÍA

## **ABREVIATURAS**

Bar	Bares
CD	Cross Direction
°C	Grados Centígrados
Kg	Kilogramo
Min	Minuto
Mm	Milímetros

## ÍNDICE DE FIGURAS

		Pag.
Figura 1.1	Metodología para el Desarrollo de la Tesis.....	4
Figura 2.1	Diagrama de Etapas de Aplicación de SMED.....	18
Figura 2.2	Estandarización de Cotas Funcionales	24
Figura 2.3	Mejora en la Preparación de Máquina de Moldeo por Inyección.....	25
Figura 2.4	Reducción de Tiempos de Cambios de Útiles.....	26
Figura 2.5	Ejemplo de Cambios Rápidos.....	27
Figura 3.1	Doscificación del Sap.....	34
Figura 3.2	Tolva de Alimentación Sap.....	35

Figura 3.3	Molino.....	37
Figura 3.4	Tambor Formador.....	43
Figura 3.5	Nucleo, Placa y Malla.....	43
Figura 3.6	Tissue Inferior.....	44
Figura 3.7	Debobinador Tissue Inferior.....	45
Figura 3.8	Debobinador Tissue Superior.....	46
Figura 3.9	Tissue Superior.....	47
Figura 3.10	Primera Prensa.....	49
Figura 3.11	Segunda Prensa.....	50
Figura 3.12	Primer Corte.....	51
Figura 3.13	Colero de Adhesivo.....	54
Figura 3.14	Estación de Elásticos.....	56
Figura 3.15	Intermitencias.....	57
Figura 3.16	Estación del Polietileno.....	59
Figura 3.17	Balerino y Fife de Polietileno.....	60
Figura 3.18	Estación del Frontal Tape.....	62
Figura 3.19	Tela Central.....	64
Figura 3.20	Tela Barrera.....	65
Figura 3.21	Estación de Union Tape con Tela Oreja	68
Figura 3.22	Estación ELMER.....	72
Figura 3.23	Entrada a Estación ELMER.....	72
Figura 3.24	Estación de Ultimo Corte.....	74
Figura 3.25	Plegador Transversal.....	76
Figura 3.26	Agrupador.....	78
Figura 3.27	Optima (Empaquetador) .....	80
Figura 3.28	Brazos de Succión y Compresor.....	81
Figura 4.1	Cabezal del Tack Down.....	111
Figura 4.2	Porcentaje Tiempo Operativo.....	114
Figura 4.3	Producción Vs. Desperdicio.....	115

## ÍNDICE DE TABLAS

		<b>Pag.</b>
Tabla 1	Procedimiento General de Un Proceso de Preparación Tradicional.....	17
Tabla 2	Diagrama de Flujo Máquinas Pañaleras.....	31
Tabla 3	Bloques del Flujo del Proceso.....	32
Tabla 4	Diagrama de Flujo Máquina Pañalera (Áreas de Cambio).....	84
Tabla 5	Tiempos de Cambio de Proceso.....	97
Tabla 6	Etapa Preliminar.....	100
Tabla 7	Capacitación al Personal.....	105
Tabla 8	Separación de Actividades Internas y Externas.....	109
Tabla 9	Optimización de Actividades Internas.....	112

Tabla 10	Descripción y Análisis de Actividades Internas.....	113
Tabla 11	Tiempo Operativo Vs. Tiempo de Cambio..	118
Tabla 12	Valores en la Implementación SMED.....	120

# CAPÍTULO 1

## 1. GENERALIDADES

En este capítulo se describe como está estructurada la tesis, su objetivo general y los específicos y el detalle de cada uno de los capítulos.

### 1.1. Planteamiento del Problema

La empresa de estudio es una multinacional líder en el mercado en la venta de pañales de categoría tier 1, 2 y 3, por lo que requiere que los costos fijos de fabricación sean lo más bajos posibles en Ecuador ya que este mercado puede ser cubierto por otras filiales de países vecinos.

La máquina objeto de estudio es la pañalera #2 encargada de realizar pañales tier 3 en dos presentaciones mediano y grande. Se requiere

que los tiempos perdidos, desperdicio generado y los gastos generados por consumos sean los más bajos posibles.

## **1.2. Objetivos**

### **1.2.1. Objetivo General**

El presente trabajo tiene como objetivo general el reducir el tiempo de cambio de grado del tamaño grande a mediano y viceversa en una máquina pañalera, esto tiene gran importancia ya que es la máquina que tiene los costos operativos más altos y porque se requiere de mayor volumen para el mercado.

### **1.2.2. Objetivos Específicos**

Entre los objetivos específicos del proyecto se encuentran:

- Analizar la descripción del proceso de fabricación de pañales.
- Realizar un diagnóstico inicial de la empresa objetivo de estudio con el fin de analizar todas las causas del problema que tengo en la máquina y en el cambio de grado.
- Aplicar la metodología SMED para minimizar los tiempos perdidos.
- Analizar el costo beneficio que tiene el proyecto.

### 1.3. Metodología para el Desarrollo de la Tesis



**FIGURA 1.1 METODOLOGIA PARA EL DESARROLLO DE LA TESIS**

En la figura 1.1 se grafica la metodología para el desarrollo de la tesis, en la primera se realiza un diagnóstico inicial en el cual se detalla todos los problemas existentes en la máquina pañalera objeto de estudio.

En la etapa preliminar no se diferencian los factores que influyen en el cambio y se detallan las condiciones en la que se encuentra la máquina, en esta etapa se pueden encontrar todos los errores que se producen en la operación de la preparación del cambio.

En la etapa 1 se analizan los factores que influyen en el cambio y separan los que son internos (cuando está la máquina parada) y los externos (la máquina en movimiento).

La segunda etapa sirve para convertir todos los factores que se identificaron como internos en externo, esto quiere decir que se reevaluará si fueron bien establecidas las condiciones que fueron identificadas para realizarlas con máquina parada y cambiarlas a preparación con la máquina en movimiento.

En la tercera y última etapa de SMED se optimizaran las actividades que fueron consideradas como internas y además se pondrán mejoras para las operaciones que se realizan de manera externa.

#### **1.4. Estructura de la Tesis**

La presente tesis tiene 6 capítulos los cuales se describen a continuación:

En el capítulo uno se plantea el problema que tiene la empresa objeto de estudio mediante una metodología estructurada para llegar a los objetivos generales y específicos propuestos.

En el capítulo dos se describe las definiciones de 5 S's, estudio de tiempos, SMED con los respectivos casos de aplicación.

En el capítulo tres se detalla la situación de la empresa, el proceso de fabricación de pañales, el método de cambio de grado y se determinará los métodos de mejora para el caso de nuestro estudio.

En el capítulo cuatro se siguen los cuatro pasos importantes que se compone SMED para luego determinar los beneficios que lleva a la implementación.

El capítulo cinco son los resultados obtenidos en los estudios y se detalla el costo beneficio que tiene la implementación.

Capítulo seis son las conclusiones y recomendaciones desde el punto de vista del autor de la tesis.

# CAPÍTULO 2

## 2. MARCO TEÓRICO

En este capítulo se detalla el significado teórico de los métodos utilizados en esta tesis como son el estudio de tiempos y movimiento, 5 S's y el SMED para los cambios de grados y al final se determina la importancia de los mismos.

### 2.1. Estudio de Tiempos

El estudio de tiempos es un conjunto de procedimientos para determinar la cantidad de tiempo requerida, bajo ciertas condiciones estándar de medición, para tareas que implican alguna actividad humana. El resultado de tal medición recibe el nombre de tiempo estándar [1].

El uso primero y fundamental de un tiempo estándar es ayudar a la operación de un ciclo administrativo. El tiempo estándar es un coeficiente numérico para convertir en un estado cuantitativo de la carga

de trabajo en un estado cuantitativo de recursos humanos necesarios. Los costos planificados o estándar también se calcularán a partir de estos mismos datos. Los tiempos estándar proporcionan también una base para la comparación del uso real y el planificado de los recursos humanos.

### **2.1.1. Definición**

Esta técnica de Organización sirve para calcular el tiempo que necesita un operario calificado para realizar una tarea determinada siguiendo un método preestablecido [2].

El conocimiento del tiempo que se necesita para la ejecución de un trabajo es tan necesario en la industria, como lo es para el hombre en su vida social. De la misma manera, la empresa, para ser productiva, necesita conocer los tiempos que permitan resolver problemas relacionados con los procesos de fabricación.

En relación con la maquinaria:

- Para controlar el funcionamiento de las máquinas, departamentos; para saber el % de paradas y sus causas, para programar la carga de las máquinas, seleccionar nueva maquinaria, estudiar la distribución en planta, seleccionar los medios de transporte de materiales, estudiar

y diseñar los equipos de trabajo, determinar los costes de mecanizado, etc.

En relación con el personal:

- Para determinar el número de operarios necesarios, establecer planes de trabajo, determinar y controlar los costes de mano de obra, como base de los incentivos directos, como base de los incentivos indirectos, etc.

En relación con el producto:

- Para comparar diseños, para establecer presupuestos, para programar procesos productivos, comparar métodos de trabajo, evitar paradas por falta de material, etc.

Otros:

- Para simplificar los problemas de dirección, aportando datos de interés que permiten resolver algunos de sus problemas, para mejorar las relaciones con los clientes al cumplirse los plazos de entrega, para determinar la fecha de adquisición de los materiales, para eliminar los tiempos improductivos, etc.

El buen funcionamiento de las empresas va a depender en muchas ocasiones de que las diversas actividades enunciadas estén correctamente resueltas y esto dependerá de la bondad de los tiempos de trabajo calculados.

Además los tiempos calculados han de ser justos porque:

- De su duración depende lo que va a cobrar el operario, y lo que ha de pagar la empresa.
- Unos tiempos de trabajo mal calculados son el caldo de cultivo ideal para el nacimiento de la mayoría de los problemas laborales [2].

## **2.2. 5 S's**

### **2.2.1. Definición**

Organiza y estandariza cualquier lugar de trabajo, creando un ambiente físico adecuado para actividades de mejora, además de influenciar favorablemente el comportamiento de las personas. Por eso es un paso preliminar para la implementación de varios métodos de mejora como SMED e inclusive por técnicas LEAN [3].

## **El significado de 5S's**

A continuación se presenta las fases para la implantación de 5s

SEIRI: sentido de utilización

SEITON: sentido de ordenación

SEISO: sentido de limpieza

SEIKETSU: sentido de salud

SHITSUKE: sentido de autodisciplina

## **Las actividades de 5S**

- Separar lo necesario.- seleccionar todo lo que no es usado en el área de trabajo y eliminar todo lo que no es útil.
- Simplificar el acceso.- disponer los elementos necesarios de manera a facilitar y agilizar el acceso a los mismos, manteniéndolos organizados.
- Sanear el ambiente.- limpiar y mantener limpio todo los recursos y el ambiente de trabajo.
- Sistematizar las practicas.- incorporar las practicas de 5s al trabajo y crear mecanismos visuales para control del ambiente.

- Superar las barreras.- asegurar el cumplimiento de las practicas estandarizadas y mantener el local de trabajo siempre limpio, organizado y en constante mejora.

### **2.2.2. Características de 5S´s**

Dentro de las características de 5S´s están [3]:

- Establece un punto de partida para eliminación del desperdicio.
- Le enseña a todos, en la práctica, los principios básicos de la estandarización del trabajo y control visual.
- Da a los trabajadores autonomía para mejorar su área de trabajo.
- Elimina varios tipos de obstáculos para la mejora, prácticamente sin inversión.
- Estimula la participación del personal con ideas y sugerencias de mejora.

### **2.2.3. Ventajas de Implantar una Política de 5S´s**

Permite al personal participar activamente en la mejora continua de los puestos de trabajo.

Tener una visión inmediata de las anomalías ocurridas para especificar rápidamente las acciones correctivas que se deban aplicar.

#### **2.2.4. Desventajas**

Dentro de las desventajas de utilizar las 5S's están:

- Cuando el mejoramiento se concentra en un área específica de la organización, se pierde la perspectiva de la interdependencia que existe entre todos los miembros de la empresa.
- Requiere de un cambio en toda la organización, ya que para obtener el éxito es necesaria la participación de todos los integrantes de la organización y a todo nivel.
- En vista de que los gerentes en la pequeña y mediana empresa son muy conservadores, el Mejoramiento Continuo se hace un proceso muy largo.
- Hay que hacer inversiones importantes.

## 2.3. SMED

### 2.3.1. Definición

La técnica SMED se fundamenta en la eliminación de los tiempos muertos o desperdicios de tiempo durante la preparación de máquina o de cambios de herramientas para iniciar un nuevo trabajo, esto con el objetivo de mejorar la productividad de las plantas de producción e implantarlo como un sistema de mejora continua [4].

### 2.3.2. Historia del SMED

La técnica SMED fue desarrollada por Shigeo Shing, el desarrollo de esta técnica le tomó alrededor de 19 años, el cual comenzó en el año de 1950 cuando estaba realizando una análisis de mejora en Toyo Industries; durante el desarrollo de este trabajo percibe que había dos clases de operaciones de preparación: **preparación interna (IED)**, que puede realizarse solamente cuando la máquina esta parada, y **preparación externa (OED)**, que se realiza mientras la máquina está en operación. Con esta clasificación de las operaciones logró mejorar la eficiencia de la máquina en un 50% [4].

Posteriormente en 1957 le fue asignado un estudio en los astilleros de Mitsubishi Heavy Industries en el que tenía que aumentar la eficiencia de una máquina cepilladora de bastidores de motores. Luego de realizar un análisis del proceso notó que se podía disminuir el tiempo de marcado para el centrado y dimensionamiento de la bancada del motor instalando una segunda mesa cepilladora y realizando la operación en ella separadamente, ya que esta operación se la realizaba en la misma mesa cepilladora. Con la implantación de esta idea Mitsubishi Heavy Industries logró aumentar en un 40% su productividad, ya que se logra realizar un trabajo de preparación de operación anticipadamente.

En 1969, la planta principal de Toyota Motor Company, en esta ocasión le fue asignado el estudio de reducción del tiempo de preparación de útiles y preparación de una prensa de 1000 toneladas. El tiempo utilizado para esta preparación era de cuatro horas y el objetivo era reducirlo a más del 50% de este tiempo y al cabo de seis meses logra el objetivo reduciendo el tiempo de preparación de útiles a 90 minutos tan solo separando las operaciones externas de las operaciones internas.

Posteriormente a este logro los directores de Toyota Motor Company solicitan reducir aún más el tiempo de preparación de útiles a tres minutos, con esta noticia se la ocurre convertir las IED a OED. Usando este nuevo concepto fue capaz de alcanzar el objetivo de tres minutos en tres meses de trabajo diligente.

Con la idea de que cualquier preparación o cambio de herramental se puede realizar en menos de diez minutos, Shigeo Shingo bautiza este concepto “Cambio de Útiles en Menos de 10 Minutos”, o SMED (Single Minute Exchange Die).

El SMED fue adoptado más tarde por todas las fábricas de la Toyota y continúa evolucionando como uno de los elementos principales del sistema de producción de Toyota.

El SMED 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 a cualquier fábrica y a cualquier máquina.

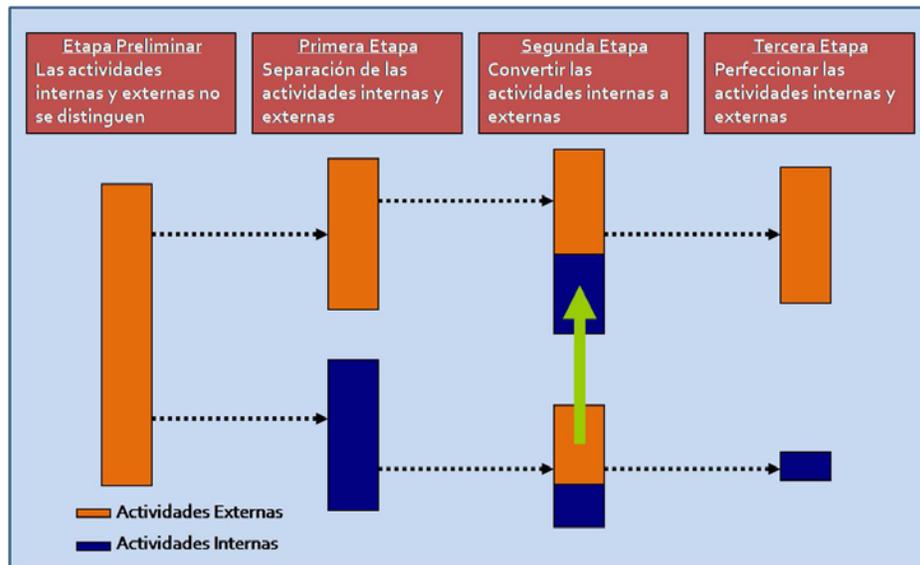
### **2.3.3. Pasos básicos en el procedimiento de Preparación**

Todos los procesos de preparación de útiles o cambios de herramientas siguen una secuencia de pasos, la diferencia radica en el tipo de equipo utilizado para realizar estas

operaciones, sin embargo en general todos los procesos de preparación siguen una secuencia determinada. En la tabla 1 se muestra la distribución de tiempos en operaciones de cambio tradicionales [4].

**TABLA 1**  
**PROCEDIMIENTO GENERAL DE UN PROCESO DE**  
**PREPARACION TRADICIONAL**

<b>Operación</b>	<b>Proporción del Tiempo</b>
Preparación, ajuste post proceso y verificación de materiales.	30%
Montar y desmontar herramientas, etc.	5%
Centrar, dimensionar y fijar otras condiciones.	15%
Producción de piezas de ensayo y ajustes.	50%



**FIGURA 2.1 DIAGRAMA DE ETAPAS DE APLICACIÓN DE SMED[5].**

**Etapa Preliminar:** no están diferenciadas las preparaciones internas y externas [5].

Al planificar como llevar a la práctica el sistema SMED, se deben estudiar en detalle las condiciones reales de la fábrica.

Un análisis de producción continuo llevado a cabo con un cronómetro es probablemente el mejor enfoque. Otra posibilidad es el estudio del trabajo por muestras. El problema que plantea esta opción es que las muestras solo son precisas con procesos muy repetitivos. El estudio puede no ser válido si solo se repiten

unas pocas acciones. Una tercera vía la constituyen las entrevistas a los trabajadores de la fábrica.

Un método aun mejor lo constituye la grabación en video de la operación de preparación completa. Esto es extremadamente efectivo si el video se muestra a los trabajadores inmediatamente después de terminar la operación.

**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 externa. Si se hace un esfuerzo "científico" para tratar la mayor parte posible de la operación de preparación como externa, el tiempo necesario para la preparación interna realizada mientras la máquina no funciona se reducirá usualmente entre un 30 y un 50%.

**Segunda Etapa:** convertir la preparación interna en externa.

La segunda etapa de conversión de preparación interna en externa comprende dos conceptos importantes:

- Revaluación de operaciones para ver si algunos pasos están erróneamente considerados como internos.
- Búsqueda de formas para convertir esos pasos en externos.

**Tercera Etapa:** perfeccionar todos los aspectos de la operación de preparación.

Aunque el nivel de los diez minutos se puede alcanzar algunas veces simplemente convirtiendo la preparación interna en externa, no es así la mayoría de los casos. Esta es la razón por la cual se concentran esfuerzos para perfeccionar todas y cada una de las operaciones elementales que constituyen las preparaciones internas y externas.

Se utilizan en el SMED seis técnicas destinadas a dar aplicación a los cuatro conceptos anteriormente expuestos [6].

**Técnica N° 1:**

Estandarizar las actividades de preparación externa. Las operaciones de preparación de los moldes, herramientas y materiales deben convertirse en procedimientos habituales y estandarizados. Tales operaciones estandarizadas deben recogerse por escrito y fijarse en la pared para que los operarios las puedan visualizar. Después, los trabajadores deben recibir al correspondiente adiestramiento para dominarlas.

**Técnica N° 2:**

Estandarizar solamente las partes necesarias de la máquina. Si el tamaño y la forma de todos los troqueles se estandarizan completamente, el tiempo de preparación se reducirá considerablemente. Pero dado que ello resulta de un costo elevado, se aconseja estandarizar solamente la parte de la función necesaria para las preparaciones.

**Técnica N° 3:**

Utilizar un elemento de fijación rápido. Si bien el elemento de sujeción más difundido es el perno, dado que el mismo sujeta en la última vuelta de la tuerca y puede aflojarse a la primera vuelta, se han ideado diversos elementos que permiten una más eficaz y eficiente sujeción. Entre tales elementos se cuenta con la utilización del orificio en forma de pera, la arandela en forma de U y la tuerca y el perno acanalado.

**Técnica N° 4:**

Utilizar una herramienta complementaria. Se tarda mucho en unir un troquel o unas mordazas directamente a la prensa de troquelar o al plato de un torno. Por consiguiente, el troquel o las mordazas deben unirse a una herramienta complementaria

en la fase de preparación externa, y luego en la fase de preparación interna esta herramienta puede fijarse en la máquina casi instantáneamente. Para hacer ello factible es necesario proceder a la estandarización de las herramientas complementarias. Puede hacerse mención, como ejemplo de ésta técnica, la mesa móvil giratoria.

#### **Técnica N° 5:**

Hacer uso de operaciones en paralelo. Una prensa de troquelar grande o una máquina grande de colada a presión tendrán muchas posiciones de fijación en sus cuatro costados. Las operaciones de preparación de tales máquinas ocuparán mucho tiempo al operario. Pero, si se procede a aplicar a tales máquinas operaciones en paralelo por dos personas, pueden eliminarse movimientos inútiles y reducirse así el tiempo de preparación.

#### **Técnica N° 6:**

Utilización de un sistema de preparación mecánica. Al poner el troquel, podría hacerse uso de sistemas hidráulicos o neumáticos para la fijación simultánea de varias posiciones en cuestión de segundos. Por otra parte, las alturas de los

troqueles de una prensa de troquelar podrían ajustarse mediante un mecanismo electrónico [6].

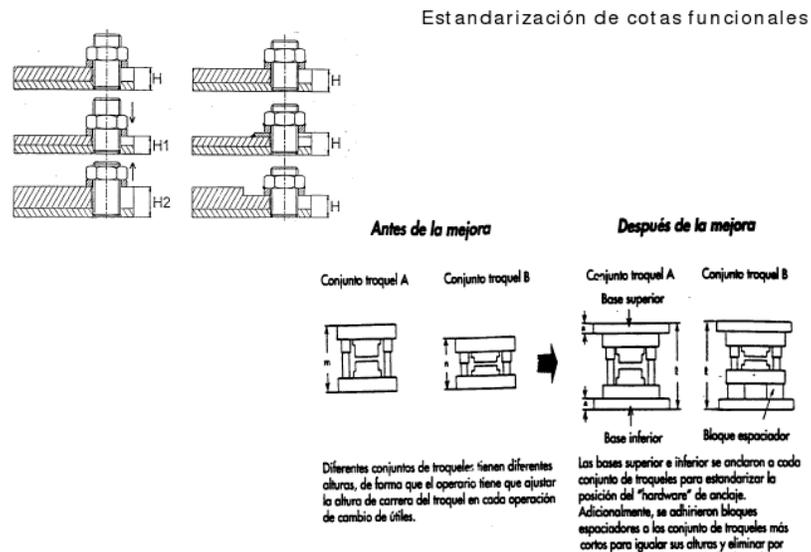
#### **2.3.4. Ventajas**

El método SMED (Single Minute Exchange of Die) permite reducir el tiempo de cambio de herramientas en las máquinas aportando ventajas competitivas para la empresa [7]:

- Reducir el tiempo de preparación en producción.
- Reducir el tamaño del inventario en más del 25%.
- Reducir el tamaño de los lotes de producción.
- Producir en el mismo día varios modelos en la misma máquina o línea de producción.
- Producir lotes pequeños.
- Permitir tiempos de entrega más cortos.
- Tener unos tiempos de cambio más fiables.
- Obtener una carga más equilibrada en la producción diaria.

#### **2.3.5. Casos de Aplicación**

Se muestra ejemplos de aplicación de la metodología SMED [8]:

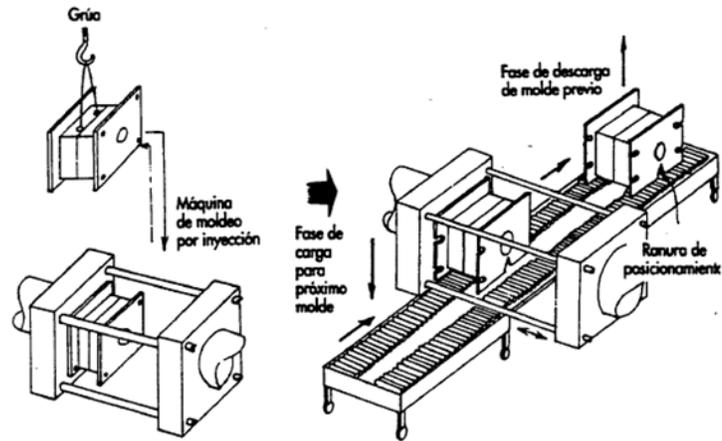


## FIGURA 2.2 ESTANDARIZACION DE COTAS FUNCIONALES

Existen dos troqueles de diferentes alturas y formas que el operario tiene que ajustar la altura de carrera del troquel en cada operación de cambio. Luego de la mejora las bases superior e inferior se anclaron a cada conjunto de troqueles para estandarizar la posición de anclaje. Adicionalmente se adhirió bloques espaciadores a los conjuntos de troqueles más cortos para igualar sus alturas y eliminar por completo el error que se daba en la calibración.

**Antes de la mejora**  
Tiempo total de preparación: 40 minutos.

**Después de la mejora**  
Tiempo total de preparación: 5 minutos



**FIGURA 2.3 MEJORA EN LA PREPARACIÓN DE MÁQUINA DE MOLDEO POR INYECCIÓN.**

En la figura se muestra la mejora de 40 min a 5 min en una máquina de moldeo por inyección en la cual se colocó una mesa transportadora en la cual se coloca el molde y adicionalmente se realizó una ranura de posicionamiento.

Ejemplos de reducción de tiempo de cambio de útiles <sup>1</sup>

Tipo de máquina	Tiempo antes (min)	Tiempo después (min)	Ganancia relativa
Prensa de embutición Muller-Weingarten	285	22	93 %
Torno revolver Bullard	40	10	75 %
Prensa de corte de chapa Spiertz	58	15	74 %
Prensa de moldeo de caucho Desma	120	15	87 %
Prensa de moldeo de plástico DK (200 ton)	120	15	87 %

*Extraído de "Les nouvelles règles de la production", de P. Béranget, Ed. Dunod, 1998.*

**FIGURA 2.4 REDUCCIÓN DE TIEMPOS DE CAMBIO DE ÚTILES.**

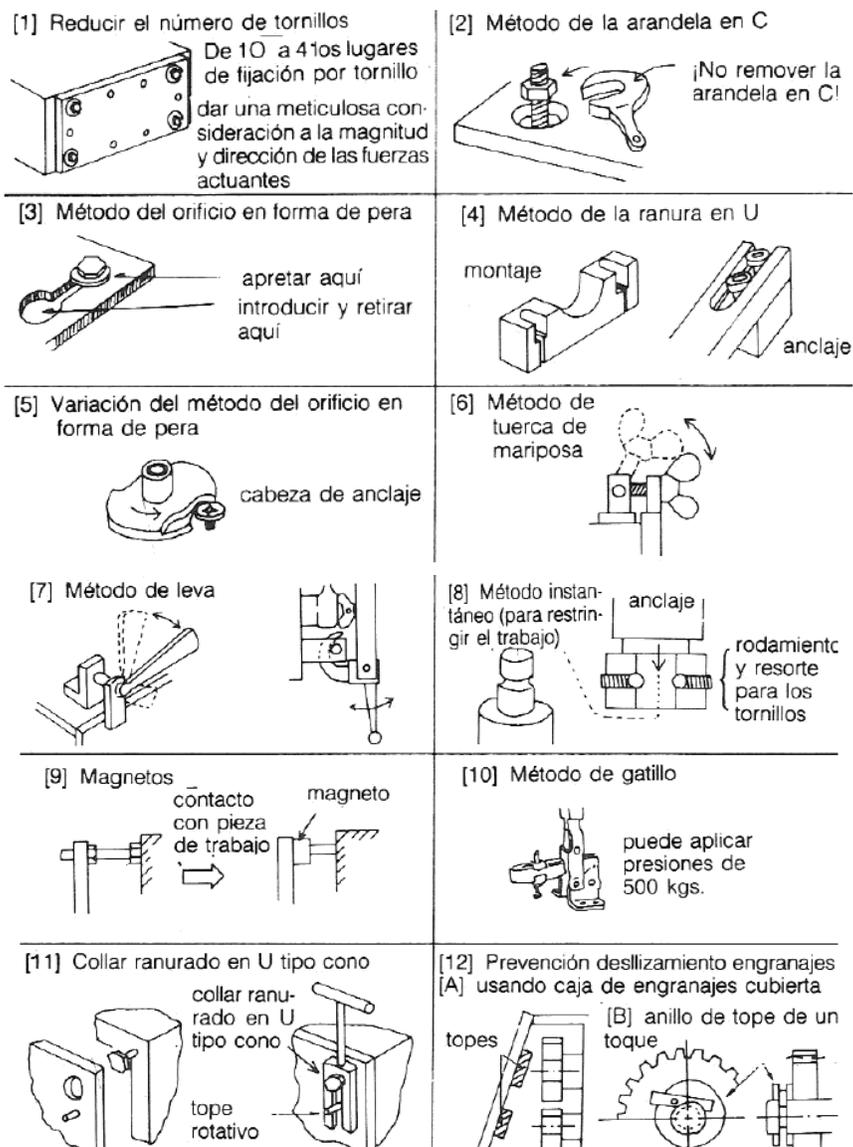


FIGURA 2.5 EJEMPLO DE CAMBIOS RÁPIDOS.

#### **2.4. Importancia de las Cinco “S” en la Aplicación de SMED.**

Las actividades de Organización-Orden-Limpieza-Estandarización y Disciplina son esenciales y fundamentales para una correcta y óptima puesta en funcionamiento del sistema SMED. El poder encontrar rápidamente las herramientas, el disponer de todos los equipos y lugar de trabajo en estado de limpieza, y el disponer de elementos visuales que permitan el mejor ajuste, son beneficios que trae consigo la aplicación sistemática de las Cinco "S" [6].

# CAPÍTULO 3

## 3. ANÁLISIS SITUACIONAL DE LA EMPRESA

En este capítulo se detalla la situación actual de la empresa así como la descripción del proceso de fabricación de pañales y el cambio de formato en la máquina. Se identifica las causas que provocan los problemas en los cambios y se analiza los tiempos que conlleva cada uno de ellos.

En Febrero del 1996 se constituye la empresa como compañía en la ciudad de Quito, ese mismo año el 17 de marzo se inicio la comercialización de los productos y más adelante, en el mes de junio, se realizaron las primeras ventas de productos en el mercado ecuatoriano.

Todos sus productos eran importados de Colombia, pero gracias a su gran aceptación en el mercado y la necesidad de expandirse en Octubre de 1997 realizaron la adquisición de una empresa nacional que comercializaba productos locales.

La empresa cuenta con 800 empleados con una planta en Guayaquil y oficinas y bodegas en Quito y actualmente es líder en el mercado en marcas

de pañales, ofreciendo lo último en innovación, tecnología y la más alta calidad en todos los productos.

La máquina objeto de estudio es una de las dos máquinas pañaleras en la que se produce el principal producto de la empresa por lo que debe mantener los mayores índices de productividad para poder competir en el mercado cada vez más exigente.

### **3.1. Descripción del Proceso de Fabricación de Pañales**

En la tabla 2 se muestra el flujo del proceso de fabricación de pañales en la cual se realizarán las tallas de mediano y grande en tier 3 y luego se describe al detalle todas las partes que conlleva el proceso.

El flujo va detallado por la orientación de la máquina objeto de estudio de derecha a izquierda y está distribuido según se muestra en la tabla 3.

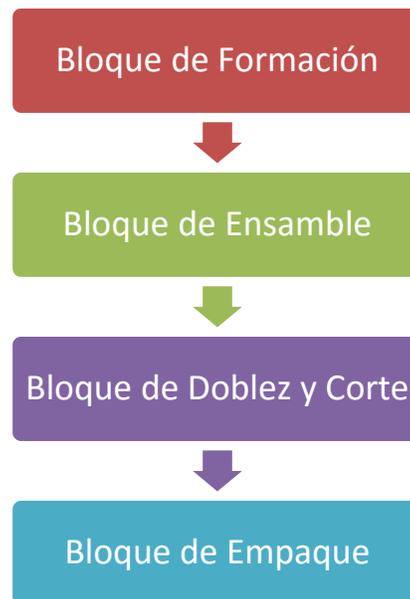
#### **3.1.1. Bloque de Formación**

##### **Dosificación SAP**

El dosificador de SAP tiene como objetivo suministrar material superabsorbente (SAP – Super absorbent polymer) al pañal en las cantidades requeridas de acuerdo a la especificación del producto, tomando en cuenta la velocidad de la máquina establecida.



**TABLA 3**  
**BLOQUES DEL FLUJO DE PROCESO**



Este equipo consta de las siguientes partes:

- Tolva de Alimentación.
- Válvula Venturi
- Tolva de Recepción.
- Válvula Mariposa Siemens.
- Tablero Eléctrico de 230V-400V con Touch Screen.
- Tolva de Dosificación.
- Faja transportadora de SAP.
- Unidad UPS on line – Gamatronic.
- Bomba para transporte de SAP.

- Tubería de Alimentación a Cámara de Formación.

La Tolva de Alimentación recepciona el material directamente de la bolsa de SAP utilizando solamente la fuerza de la gravedad para su llenado, conectándose a la Tolva de Recepción mediante una manguera.

La Tolva de Recepción mediante una válvula Venturi (la cual utiliza la fuerza de succión de vacío) absorbe automáticamente SAP de la Tolva de Alimentación cada vez que el sensor de nivel que posee envíe la señal que el nivel mínimo de SAP se ha sobrepasado. Esta tolva es la que proveerá directamente de Material SAP a la última tolva del dosificador.

La Tolva de Dosificación posee un sensor de peso el cual cada vez se alcanza el peso mínimo de SAP automáticamente activa la válvula mariposa ubicada a la entrada de la misma (parte superior) permitiendo el llenado de SAP.



**FIGURA 3.1 DOSIFICACION DEL SAP (SUPER ABSORVENTE)**

El dosificador SAP funciona mediante un PLC, el cual recibe 2 señales: la velocidad de la máquina y el peso de SAP en tiempo real que envía la balanza electrónica ubicada bajo la Tolva de Dosificación; estas 2 variables las utiliza para programar y variar la velocidad que la faja de transporte del SAP debería tener

para que la dosificación sea la correcta según las especificaciones establecidas para cada tipo de producto, de manera que la relación producto dosificado/número de piezas producido se mantenga constante a cualquier velocidad de máquina.



**FIGURA 3.2 TOLVA DE ALIMENTACION SAP**

### **MOLINO**

La finalidad del molino es separar las capas de fibra de la que está formada la celulosa a través de un rotor que la va impactando, desfibrándola.

Este equipo consta de las siguientes partes:

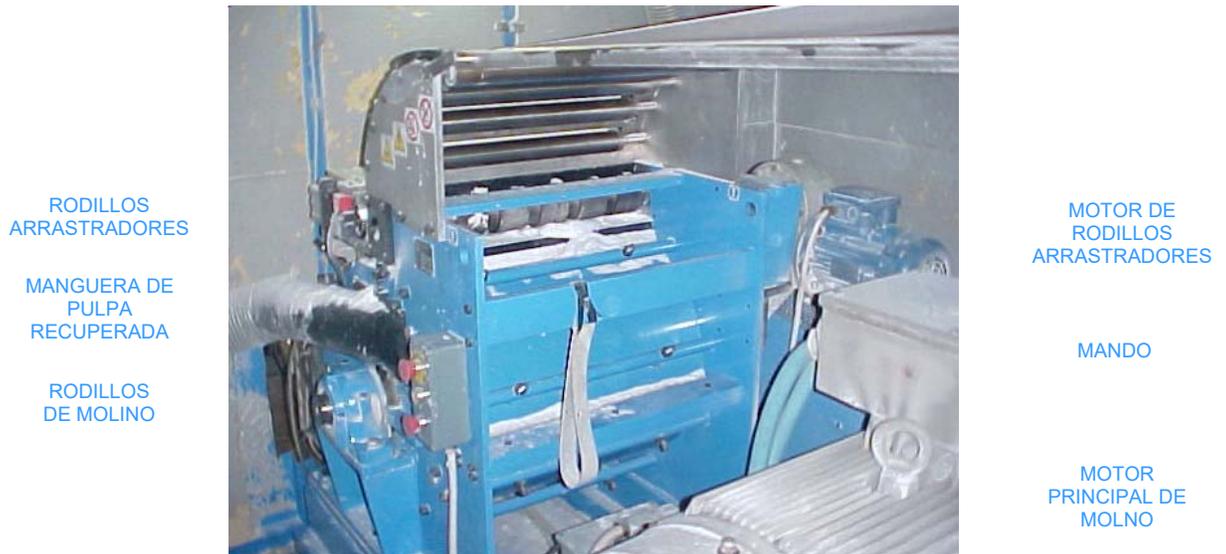
- Rodillos arrastradores.

- Motor de rodillos arrastradores.
- Rodillos de molino.
- Motor de rodillos de molino.
- Manguera de llegada de pulpa recuperada.
- Rotor.

El acceso del material se hace a través de 2 rodillos de arrastre, los cuales son accionados por un motor eléctrico permitiendo la adecuada cantidad de celulosa a procesar. Además la presión ejercida para arrastrar el rollo de celulosa es neumática.

La celulosa es desfibrada mediante martillos fijos, los cuales van unidos al rotor en todo su contorno, que van girando y la van impactando en la contra-cuchilla de acero.

La pulpa generada en esta desfibración es transportada hacia la Rueda de Formación por el ventilador principal de la máquina. Adicionalmente se menciona que hay un ingreso de pulpa recuperada proveniente del Filtro Rotativo. Luego de esta 1ª mezcla, el SAP ingresa en la cantidad exacta de acuerdo a lo que su dosificador entrega.



**FIGURA 3.3 MOLINO**

### **FILTRO ROTATIVO (OSPREY)**

Es un equipo que, tal como su nombre lo dice, filtra el aire que ingresa y elimina partículas extrañas y recicla material reutilizable. También permite que se mantenga el volumen de aire y la presión estática en el sistema.

Este equipo consta de las siguientes partes:

- Tambor rotativo
- Filtro de tambor.
- Tuberías de entrada y salida.
- Ventiladores.

- Boquillas de succión.

Un sistema de ventiladores succiona el aire con residuos sólidos (SAP, celulosa y partículas de polvo) de las diferentes partes de la máquina antes del 1er corte, trasladándolos al filtro rotativo mediante la Tubería de Entrada de manera que lleguen a la cámara del Filtro, donde se encontrará el Filtro Rotativo girando constantemente. El aire succionado atraviesa por el exterior del Tambor Rotativo del equipo, el cual esta forrado de un material utilizado como filtro y que cubre las partes perforadas de este Tambor.

Las partículas extrañas y/o polvo son filtradas y permanecen en el exterior del Tambor Rotativo, en el Filtro; luego y por medio de Boquillas de Succión (llamadas “boca de pato”) la celulosa succionada (mezclada con el SAP) es reciclada y devuelta a la línea de producción a la salida del molino (hay que mencionar que no puede regresar directamente al molino pues el SAP al ser un material muy abrasivo puede dañar este equipo)

El aire filtrado, pero con polvillo fino, es descargado a una “poza” en la que por medio del efecto de Decantación queda en el agua, y el aire limpio desfoga al medio ambiente.

## **TAMBOR FORMADOR Y RUEDA DE TRANSFERENCIA**

### **TAMBOR FORMADOR**

Es el equipo donde se realiza la formación del colchón según la forma y tamaño de las placas y malla que contenga. Hay que señalar que existe una rueda para cada tamaño de producto.

Cuenta con 3 zonas de vacío:

- Zona de alto vacío.
- Zona de bajo vacío.
- Zona sin vacío.

### **RUEDA DE TRANSFERENCIA**

Con este equipo se transfiere el colchón ya formado desde la Rueda de Formación hasta la faja de transporte de la línea de producción. Cuenta con una sola zona de vacío.

La Rueda de Formación está compuesta por 03 partes básicas: el núcleo, la malla, y la placa.

El núcleo es la estructura base o rueda propiamente dicha. Es un anillo de aluminio sobre el cual se montan la malla y las placas. Su diámetro externo define el número y longitud de

“pockets” o cavidades que servirán para formar el colchón de celulosa.

La malla sirve como soporte para la formación del colchón de celulosa, reteniendo las fibras y dejando pasar el flujo de aire que las transporta desde el molino hasta la Rueda de Formación. Su diseño determina la forma tridimensional del colchón.

Hay que mencionar que el aire que atraviesa la malla de la Rueda de Formación contiene partículas finas de celulosa y de SAP.

La placa determina la forma perimétrica del colchón y lleva una marca que permite determinar la fase del pocket.

El conjunto malla y placa determinan la distribución del gramaje de celulosa y SAP en el colchón.

El ducto que transporta la celulosa desde el molino hacia la Rueda de Formación divide al flujo en 2 corrientes: una inferior y una superior.

La corriente inferior que sirve para formar la pre-capas de celulosa. El objetivo de esta pre-capas es evitar el contacto

directo de la malla con las partículas de SAP, debido a que estas pueden quedar atrapadas en la malla y bloquear el paso del aire. La regulación de este flujo del aire se hace con la compuerta ubicada a la salida del molino.

La corriente superior, que es la de mayor volumen, y que contiene la mezcla de celulosa y SAP necesaria para formar el colchón absorbente. La regulación del flujo de aire necesario para transportar la mezcla de celulosa y SAP se hace mediante la compuerta ubicada en la parte posterior de la Rueda de Formación y que conecta las cámaras de vacío con el ventilador principal de la máquina. Es importante tener en cuenta que la formación del colchón no solo depende de la intensidad del vacío sino también de la velocidad del aire que pasa a través de la Rueda de Formación.

Dentro de la cámara de formación se tiene 2 rasquetas que permiten que el colchón formado tenga un espesor uniforme al salir de la cámara de formación (estas rasquetas están hechas de cerdas de nylon y se regulan manualmente mediante manivelas, las cuales van conectadas a los rodillos sin-fin que definen la altura respecto al punto de contacto con el colchón).

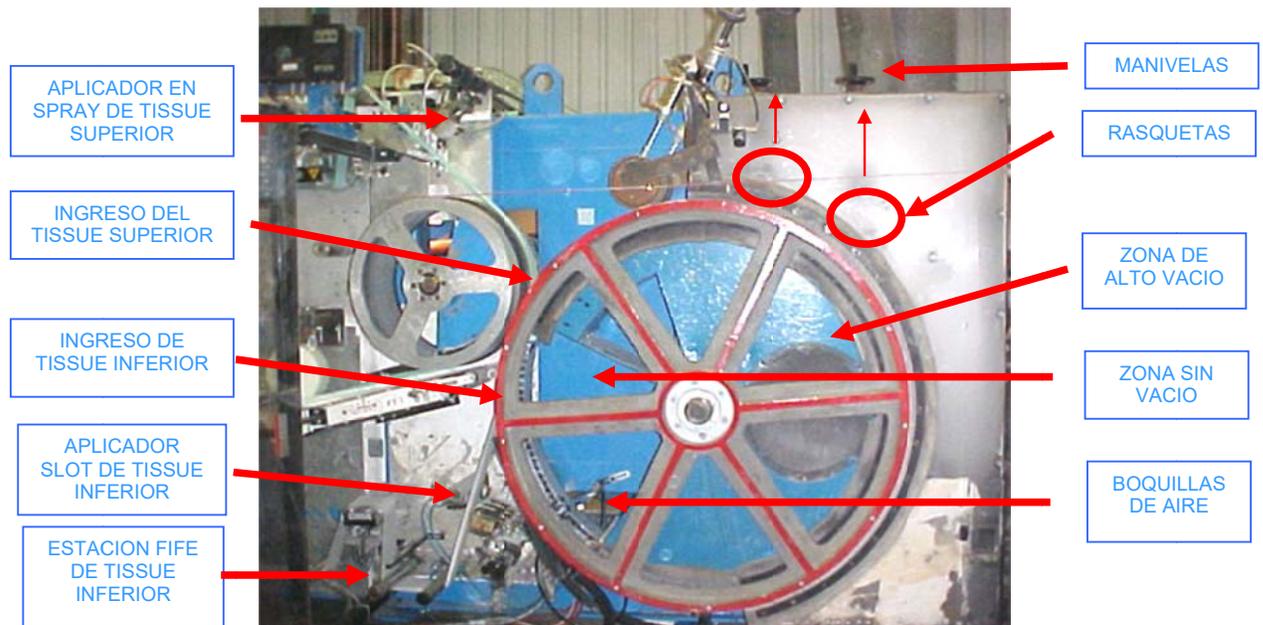
A la salida de la Cámara de Formación se encuentra un rodillo que le da una ligera presión al colchón para su traslado a la Rueda de Transferencia.

La zona sin vacío de la Rueda de Formación sirve para limpiar la malla y dejarla lista para formar nuevamente el colchón absorbente.

La Rueda de Transferencia, que tiene un solo sector de vacío, sirve para “desmoldar” el colchón de la Rueda de Formación y transferirlo a la primera faja de transporte. La intensidad del vacío de la Rueda de Transferencia se regula para evitar que el colchón recién formado se deshaga.

El ventilador principal envía el flujo de aire al Filtro Rotativo el cual separa el polvillo fino del aire, retornándolo al molino.

Finalmente hay que señalar que todas las Ruedas de Formación, se montan de igual manera, en su respectivo eje, y a una misma distancia no regulable para efectos de alineamiento CD (cross direction) del colchón.



**FIGURA 3.4 TAMBOR FORMADOR**

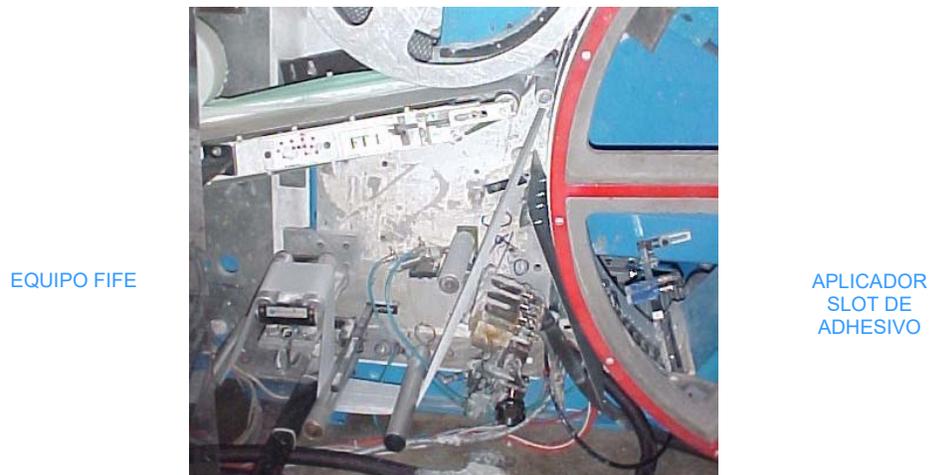


**FIGURA 3.5 NUCLEO, PLACA Y MALLA**

### **ESTACION DE TISSUE INFERIOR**

Es el equipo que se encarga de alimentar el Tissue Inferior a la máquina. Durante su recorrido por el debobinador, el tissue pasa por los siguientes equipos:

- Rodillos debobinadores.
- Balerino.
- Empalmador automático de rollos.
- Equipo FIFE.
- Rodillos “locos”.
- Aplicador de adhesivo.



**FIGURA 3.6 TISSUE INFERIOR**

La estación de Tissue Inferior o Debobinador de Tissue Inferior usa como referencia la velocidad de la máquina para debobinar el rollo montado en el Rodillo Debobinador (rollo alimentador) y lo transfiere al equipo Empalmador Automático de rollos.



**FIGURA 3.7 DEBOBINADOR TISSUE INFERIOR**

### **ESTACION DE TISSUE SUPERIOR**

Es el equipo que se encarga de proveer de Tissue Superior (upper tissue) a la línea de producción de la máquina, deboninándola, para luego tensionarla y alinearla.

Este equipo consta de las siguientes partes:

- Rodillos debobinadores.
- Balerino.
- Empalmador automático de rollos.
- Equipo FIFE.
- Rodillos “locos”.
- Aplicador de adhesivo.



**FIGURA 3.8 DEBOBINADOR TISSUE SUPERIOR**

La estación de Tissue Superior o Debobinador de Tissue Superior usa como referencia la velocidad de la máquina para debobinar el rollo montado en el Rodillo Debobinador (rollo alimentador) y lo transfiere al equipo Empalmador Automático de rollos.



**FIGURA 3.9 TISSUE SUPERIOR**

### **PRIMERA PRENSA Y SEGUNDA PRENSA**

Las estaciones de prensado sirven para darle la densidad especificada al colchón absorbente.

Las prensas constan principalmente de 3 partes:

- Estación.
- Rodillos superior e inferior.
- Pistones neumáticos.

Luego que la Rueda de Transferencia entrega el colchón absorbente a la Primera Faja de Transporte, se une con el Tissue Superior e Inferior.

El conjunto pasa por un Rodillo de Doble ubicados al final de la primera faja de transporte y al inicio de la segunda. La inclinación de ambas fajas y el rodillo facilitan el doblado de los bordes del tissue inferior sobre el colchón y el tissue superior.

Unas Placas de Doble ubicadas sobre la segunda faja de transporte terminan de envolver totalmente el colchón con tissue.

El adhesivo aplicado (en spray y slot) sobre ambos tissues permite mantener el colchón bien envuelto y ayudan a aumentar la integridad.

La segunda faja de transporte posee unas guías que permiten centrar el ingreso del colchón a la Primera Prensa.

### 1ª PRIMERA PRENSA

Compuesta por 2 rodillos lisos, permite dar densidad especificada a la parte frontal del colchón.

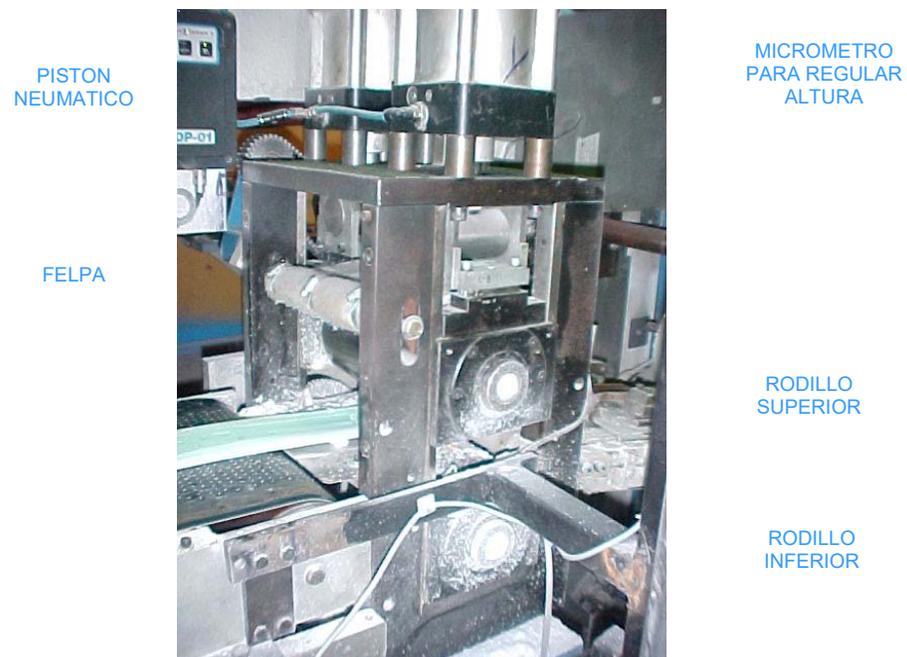
La limpieza de la estación es importante para mantener la densidad constante y evitar atoros.

La regulación del prensado se hace mediante los micrómetros en los pistones neumáticos.

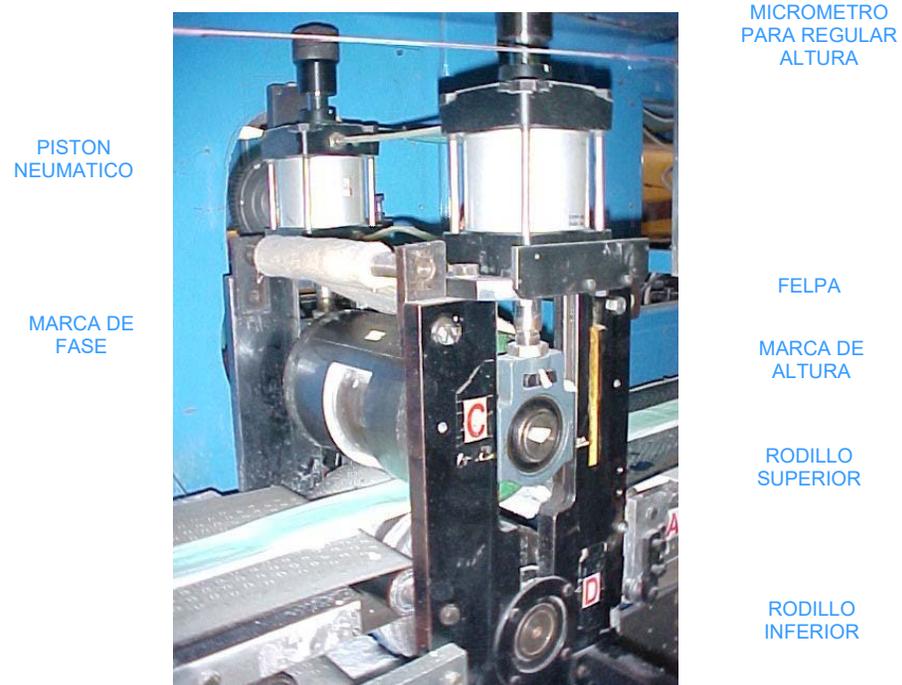
## 2ª PRIMERA PRENSA (DEBULKER)

A la salida de la Primera Prensa, una faja transporta el colchón a la Segunda Prensa, la cual está compuesta por un rodillo en fase que tiene una cavidad que le permite dar la densidad especificada a la parte posterior del colchón, a la vez que imprime una marca de Fase que permite determinar si la cavidad está en fase con el “pocket” del colchón.

Es importante que la altura de ambos lados de la prensa sea la misma para evitar heterogeneidad en la densidad del colchón.



**FIGURA 3.10 PRIMERA PRENSA**



**FIGURA 3.11 SEGUNDA PRENSA**

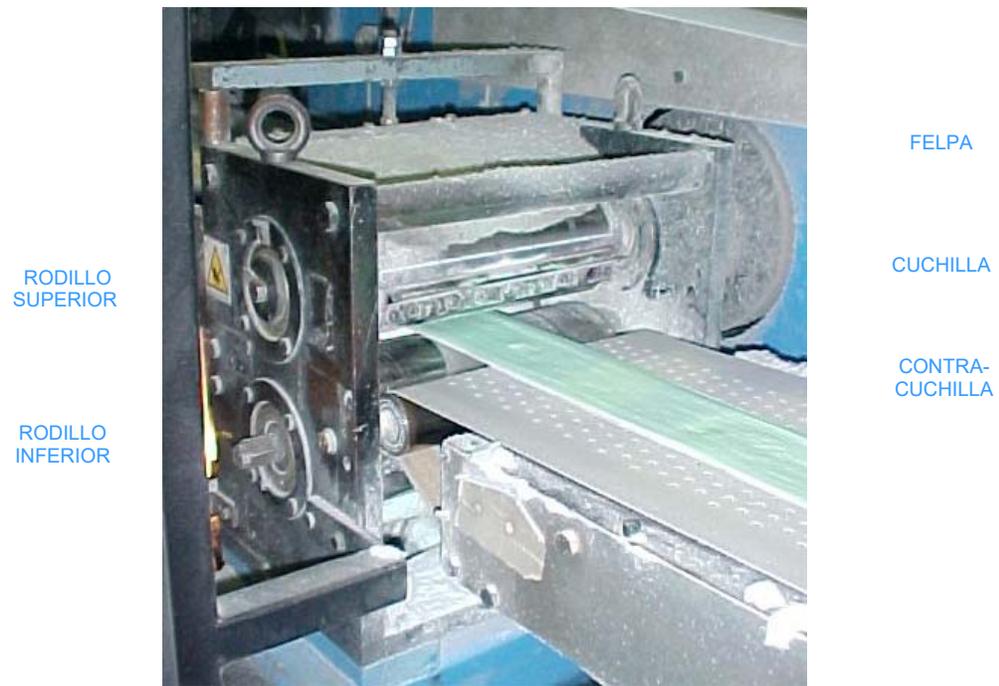
### **ESTACION DE CORTE COLCHON (1ER CORTE)**

La estación del corte colchón posee una cuchilla que corta el colchón continuo que sale de la segunda prensa.

Este equipo consta principalmente de 2 partes:

- Cuchilla (rodillo superior)
- Contra-cuchilla (rodillo inferior)

El rodillo superior tiene opción para colocar 2 cuchillas pero para el proceso se requiere la utilización de solo una.



**FIGURA 3.12 PRIMER CORTE**

### **3.1.2. Bloque de Ensamble**

Dentro de este bloque se encuentran los tres primeros procesos (Adhesivo, Elásticos e Intermitencias) que se encuentran en todo el flujo de producción de pañales pero en este bloque va ser descrito de manera general.

## **PROCESO DE ADHESIVO**

Es una estación que controla y regula el adhesivo que se aplica en las partes del pañal que se requiere unir para su posterior formación. También son llamados Coleros.

Este equipo consta de las siguientes partes:

- Mangueras.
- Filtros.
- Bombas.
- Tanque de Adhesivo.
- Panel de Control.
- Válvula Check.

Las Estaciones de Cola o Coleros poseen un tanque donde el adhesivo, como materia prima, se encuentra en estado sólido y es calentado, mediante resistencias, hasta pasarlo a estado líquido, llegando a una temperatura determinada por el tipo de adhesivo, y el lugar y tipo de aplicación del mismo.

Utilizando una Bomba (o varias, de acuerdo al modelo de la estación de cola utilizado) el adhesivo en estado líquido pasa previamente por los Filtros respectivos y luego es llevado mediante Mangueras a los Aplicadores de adhesivo ubicados

en las diferentes partes de la máquina donde se necesite unir materiales.

Normalmente se utiliza una bomba para inyectar adhesivo a cada manguera pero hay coleros que utilizan la misma bomba para inyectar adhesivo a varias mangueras, estas diferencias se colocan en las descripción de los coleros (por ejemplo un colero Nordson MX3024-2x1 significa que el colero es de marca Nordson, modelo MX3024 y posee 2 mangueras y 1 bomba).

Los adhesivos se encuentran en las siguientes secciones:

- HOOK - ETIQUETAS
- TELA DE BARRERAS , OREJAS Y ELAST. DE BARRERAS
- FRONTAL
- POLY - TELA Y SURGE
- ELASTICO DE PIERNA Y COLCHON
- COLA LINEAL / LAWN
- TISSUE INFERIOR Y TISSUE SUPERIOR

En el Panel de Control se programa y verifica las temperaturas del tanque del colero, de las mangueras (tanto al inicio como al final) y de los aplicadores de adhesivo.



**FIGURA 3.13 COLERO DE ADHESIVO**

### **PROCESOS DE ELASTICOS**

Son los equipos que se encargan de canalizar los elásticos de piernas y de barreras a las estaciones que las requieran para unirlos a la línea de producción.

Este equipo consta de las siguientes partes:

- Nivel Superior.
- Nivel Inferior.

- Rodillos de apoyo.
- Motor.
- Potenciómetro.

Las estaciones de Elásticos funcionan mediante motores independientes que trabajan una velocidad menor a la velocidad del motor principal de la máquina, por lo tanto esto permite dar tensión a la lycra, tanto en las piernas como en las barreras, mediante los Potenciómetros independientes que posee cada debobinador. También poseen rodillos de apoyo que giran de acuerdo a como gira el motor de esta Estación, pues son rodillos “locos”.

Cada Estación de Elástico sirve para cada tipo de aplicación, es decir una estación para el Elástico de Piernas y otra Estación para el Elástico de Barreras.

La Estación para el Elástico de Piernas se ubica de manera independiente y tiene 2 niveles que se utilizan simultáneamente, para los rollos de lycra que se estén utilizando, y cuando se hace un cambio de material, normalmente se cambian todos los rollos.



**FIGURA 3.14 ESTACION DE ELASTICOS**

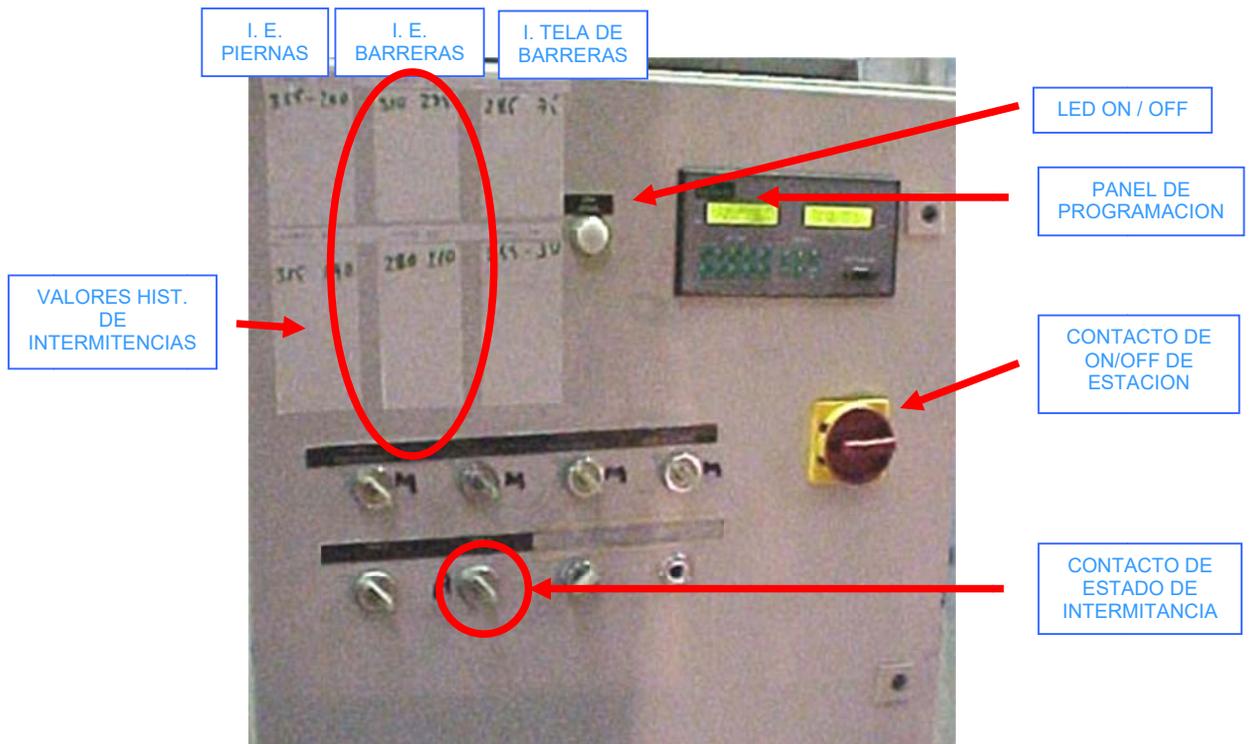
### **PROCESOS DE INTERMITENCIAS**

Es la estación que determina, como su propio nombre lo indica, la intermitencia con la que el aplicador inyecta el adhesivo a las partes que van a ir unidas para formar el pañal.

Este equipo consta de las siguientes partes:

- Panel de Programación.
- Led de on/off.
- Contacto de on/off de Estación de Intermitencia.

- Contactos de Estado de Intermitencia (manual o automático)



**FIGURA 3.15 INTERMITENCIAS**

### **ESTACION DE POLIETILENO**

Es el equipo que se encarga de alimentar de Polietileno a la máquina.

Este equipo consta de las siguientes partes:

- Rodillos debobinadores.
- Empalmador de rollos.

- Equipo FIFE.
- Rodillos “locos”.
- Faja de alimentación.
- Estación de Corte y Aplicación de Frontal (Cut & Place)
- Aplicador de adhesivo.

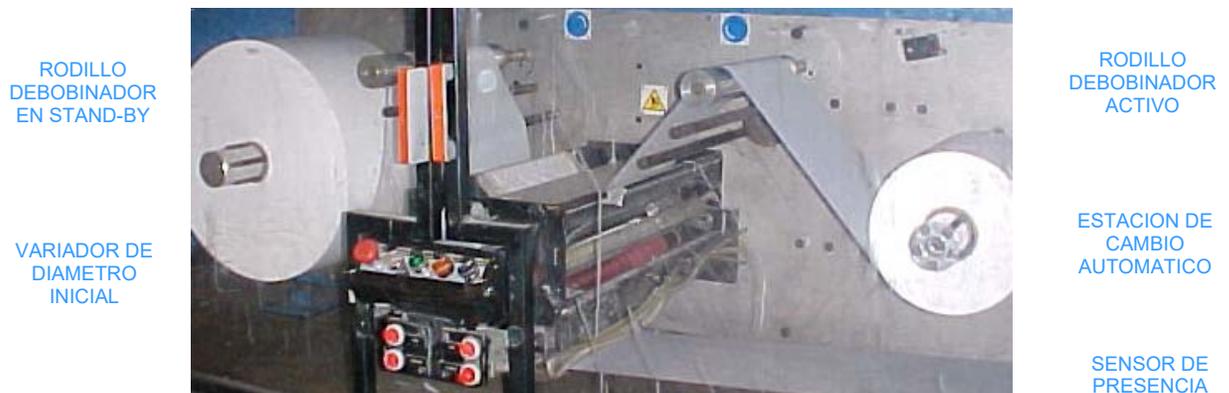
La estación de Polietileno usa como referencia la velocidad de la máquina, para debobinar el rollo en uso (rollo alimentador) y lo transfiere al equipo Empalmador Automático de rollos.

El Polietileno es transferido a un Balerino que se encarga de templar el material para evitar las arrugas y también sirve pulmón en el cambio de rollo alimentador evitando roturas de material por cambios bruscos de velocidad. Este equipo va variando su vaivén de acuerdo a la velocidad de debobinado del rollo alimentador activo. El Balerino se abre y se cierra según la tensión del material reduciendo o aumentando la velocidad de debobinado del rollo activo para aliviar la tensión.

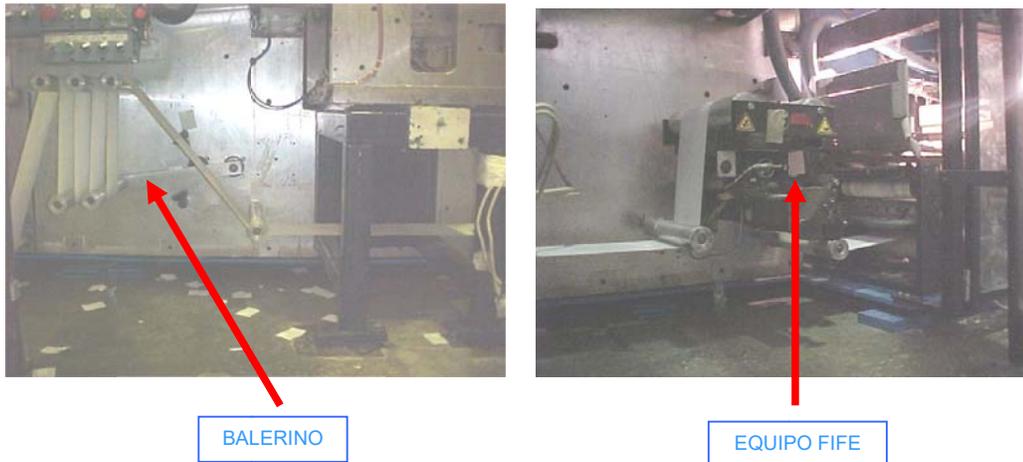
Luego el material se transfiere a un equipo FIFE que se encarga de mantener el material en el centro de máquina automáticamente, y así se traslada a la Estación de Corte y Aplicación de Frontal Tape (Cut & Place) en el que se pega el

Frontal ya cortado de acuerdo a la especificación del producto a fabricar.

A la salida de esta Estación de Corte y Aplicación, a este material primero se le aplica adhesivo mediante un aplicador Slot para su posterior unión al colchón y a la Tela Central (la cual ya viene adherida a la Tela de Barreras); luego, se le aplica adhesivo mediante un aplicador Spray para su inmediata unión al elástico de piernas.



**FIGURA 3.16 ESTACION DE POLIETILENO**



**FIGURA 3.17 BALERINO Y FIFE DE POLIETILENO**

### **ESTACION DE FRONTAL TAPE**

Es el equipo que se encarga de alimentar de Frontal Tape a la máquina.

Este equipo consta de las siguientes partes:

- Rodillos debobinadores.
- Empalmador de rollos.
- Faja de Transporte.
- Aplicador de Adhesivo.

La estación de Frontal Tape usando como referencia la velocidad de la línea de producción de la máquina, debobina el

# CAPÍTULO 4

## 4. MEJORAS APLICANDO SMED

En este capítulo se detalla los pasos de SMED para la implementación en el cambio de producto de la línea de pañales que se describió en el capítulo 3, incluyendo las causas del problema y sus soluciones.

### 4.1. Etapa Preliminar

En esta etapa no se diferencian las actividades internas o externas, solo se detalla la situación real de la máquina con todos los problemas que tiene al realizar un cambio.

Se realizan entrevistas al personal utilizando la técnica de lluvia de ideas e implantando soluciones a los problemas encontrados en el capítulo 3 numeral 3.3, los cuales se detallan con las soluciones al respecto.

- Desconocimiento de las tareas de Operadores y Auxiliares.

**Causa:**

No se encuentra detallado las actividades que realizan cada operador y auxiliar en el cambio.

**Solución:**

Estas tareas fueron establecidas al determinar las responsabilidades en la tabla 6 para todas las actividades de limpieza y cambios.

- Las herramientas no se encuentran ubicadas en la máquina.

**Causas:**

No existe herramientas para la realización de los cambios de formatos y tampoco existe un armario para guardarlos.

**Solución:**

De acuerdo a las necesidades de herramientas descritas en la sección 3.2 en los procesos de cambio de grado, se realiza una compra de herramientas exclusivas para el cambio de formato con las responsabilidades de personal quien lo usa para evitar la pérdida y robo con lo que se compra de igual manera un armario.



- Falta de personal de mantenimiento cuando se realiza el cambio.

**Causa:**

Personal de mantenimiento (2 mecánicos y 1 eléctrico) necesarios para el cambio, están realizando otras actividades planificadas.

**Solución:**

Se dispone de personal exclusivo de mantenimiento para el cambio de formato el cual da soporte durante todo el cambio. Se planifica al personal para el tiempo que tome el cambio como prioridad la máquina pañalera. Ver Apéndice A y B funciones de personal del mantenimiento.

- Falta de repuestos en bodega.

**Causa:**

No se encuentran determinados los repuestos que se requieren en el cambio con mayor rotación.

**Solución:**

Se mantiene un stock de repuestos en bodega adecuado para las necesidades de la máquina, se realiza una lista de los repuestos con mayor rotación y los que se requieren en el cambio.

El departamento de mantenimiento y Supply Chain realiza un inventario de los equipos y partes para tener un stock suficiente en bodega.

- Falta de Montacarguista para el retiro y puesta de Materia Prima en la máquina.

**Causa:**

No existe personal calificado y certificado en el área de pañalera para el manejo de montacargas, por lo que se depende de otras áreas para realizar la tarea de retiro y puesta en máquina la materia prima.

**Solución:**

Se capacita al personal del área de pañaleras en manejo de montacargas para que no se dependa de áreas.

- Mala regulación del pañal.

**Causa:**

No se tiene registros de los cambios y los datos históricos.

**Solución:**

Para este punto se desarrolla lo siguiente:

- Planes de Control en la cual se detalla el historial de cada parte de la máquina con las medidas que deben de ser puestos a punto incluyendo el panel de control. Ver Apéndice C.

En el Apéndice C se describe lo siguiente:

- Códigos del Producto, descripción exacta y la especificación en guía corporativa.
- Objetivos del pañal e indicadores.
- Información técnica de equipos utilizados en cada parte de la máquina.
- Variables del proceso, básicamente la información más importante en el cambio de proceso.
- Actividades de limpieza, frecuencia y responsable.
- Chequeos preventivos, frecuencia y responsable.
- Mantenimientos programados de cada una de las partes de la máquina pañalera con la frecuencia.

- Registros fotográficos para de una manera más didáctica indicar al operario la correcta ubicación de las piezas al volver a montar. Ver Apéndice D.

El Apéndice D describe lo siguiente:

- Lugar exacto del registro fotográfico
  - Velocidad de máquina.
  - Distancia de ubicación de partes y equipos.
- Procedimientos de cambios de formatos tal como se mostro en la sección 3.2.
  - Capacitación a los operadores y auxiliares de la puesta en marcha de cada uno de las partes críticas en la máquina como son ELMER, Optima y Panel de Control. Ver tabla 7 detalle.
- Tambor formador no se encuentra listo.

**Causa:**

No se encontraba definido de quien es la responsabilidad de mantener operativo y limpio el tambor formador.

**Solución:**

El mantener operativo y limpio el tambor formador es a cargo del mecánico de turno que lo tendrá listo para realizar el cambio. Esto es parte de las rutinas de mantenimiento preventivo, se encuentra definido en el Plan de Control. Ver Apéndice C

**TABLA 7**  
**CAPACITACION AL PERSONAL**

NOMBRE	DURACION	TEMAS
ELMER	20 HORAS	AJUSTES MECANICOS (PARTES DE EQUIPO), CAMBIO DE FORMATO, PARAMETROS DE CONTROL, MANTENIMIENTO PREVENTIVO.
OPTIMA	20 HORAS	AJUSTES MECANICOS (PARTES DE MAQUINA), DETECCION DE FALLAS, PROGRAMACION EN EL PANEL DE CONTROL.
PANEL DE CONTROL	8 HORAS	CAMBIO DE PARAMETROS DE CONTROL, DETECCION DE FALLAS
PLAN DE CONTROL	2 HORAS	IDENTIFICACION DE PARTES DE MAQUINA, PARAMETROS DE CONTROL, FRECUENCIA DE CHEQUEOS Y LIMPIEZA, RESPONSABLES.

**4.2. Separación de las Actividades Internas y Externas**

En esta etapa se realizará a separación de actividades internas y externas, se toman los tiempos que se demoran cada una de las

actividades de cambio, la finalidad es disminuir esos tiempos y luego en los estudios posteriores exteriorizarlos para no realizarlos en el cambio.

En la tabla 8 se muestra también las actividades de limpieza y chequeo (externos) que se realizaba durante el cambio que luego del análisis se lo realizará previamente para dedicar los esfuerzos a reducir el tiempo en las actividades internas.

Estos cambios no requirieron de ninguna inversión, en los Planes de Control se detalla las limpiezas y chequeos que se deben realizar con la frecuencia y el responsable.

#### **4.3. Descripción y Análisis de Actividades Internas**

Esta parte requiere que la máquina se encuentre parada para poderla realizar, esto quiere decir que para esto no va a existir producción y son pérdida para la empresa, por esto se debe invertir mayor esfuerzo en estas actividades para poderlo reducir.

De todas las actividades internas identificadas se van a tomar las que más tiempo llevan y generan cuello de botella al realizar el cambio de formato por lo que se van describir y analizar. (Ver sección 3.2 para el detalle del cambio)

- Retiro y Colocación de Materiales

Para esta actividad la persona encargada (auxiliar) debe realizar un conteo general de todos los materiales que quedan en la máquina y gestionar la sacada de los mismos con el personal de Bodega de Materia Prima. Para la realización del mismo la auxiliar debe tener previamente ordenado el área.

- Cambio de Tambor Formador.

Sacar y Poner el nuevo tambor mediante la utilización de un carro transportador y desatornillando los sellos.

Para el cambio del tambor formador es necesario mantener el entrante listo para ser utilizado y puesto en máquina, las herramientas a utilizar en la máquina y utilizar adicional un lubricante que va ser puesto en el eje.

- Cambio de 2da Prensa

Desmontar las chumaceras del rodillo aflojando su tornillo prisionero y mediante la utilización de un tecele grúa sacar la 2da prensa (debulker) de la estación.

En la segunda prensa tener el personal de mantenimiento listo en máquina (2 mecánicos) para realizar esta tarea, el tecele en máquina y el nuevo debulker listo en máquina.

- Cambio y Regulación de Unión Tape y Tela Oreja

Se apaga las bombas de vacío de toda la maquina, se desmontan los pizadores y se monta la polea de la talla que se va a correr.

Para el cambio lo importante es mantener limpia el área, ya que el proceso consiste en seguir y mantener las distancias que se tienen en el plan de control y registro fotográfico.

- Cambio y Regulación de ELMER

Verificar que el filo de las cuchillas se encuentran en buen estado, regular los pizadores, regular el manómetro de acuerdo al plan de control y verificar los vacíos del vacuometro colocado en máquina.

Al igual que el cambio y regulación del unión tape y tela oreja se debe mantener una limpieza previa y seguir las distancias y regulaciones descritas en el plan de control y registros fotográficos.

- Cambio y Regulación de Empaquetador

Para mejorar esta actividad se debe mantener el procedimiento de cambio del empaquetador OPTIMA (ver sección 3.2) y seguir lo descrito en el Plan de Control respecto a las distancias y regulaciones del panel de control.

TABLA 8

## SEPARACION DE ACTIVIDADES INTERNAS Y EXTERNAS

TAREA	PREPARACION	RESPONSABLE	TIEMPO
Limpieza lado máquina	EXTERNA	AUXILIAR 1	30 MIN
Limpieza Mezanine	EXTERNA	AUXILIAR 2	30 MIN
Limpieza lado operador	EXTERNA	AUXILIAR 3	30 MIN
Limpieza de filtros de bombas	EXTERNA	AUXILIAR 3	30 MIN
Limpieza de filtro Rotativo	EXTERNA	AUXILIAR 4	30 MIN
Limpieza de Costales	EXTERNA	AUXILIAR 4	60 MIN
Limpieza de malla rueda de transferencia	EXTERNA	AUXILIAR 5	30 MIN
Regulación de fifes	EXTERNA	ELECTRICO	60 MIN
Chequeo Preventivo Eléctrico	EXTERNA	ELECTRICO	30 MIN
Chequeo de temperaturas de tanques	EXTERNA	ELECTRICO	30 MIN
Chequeo de sensores	EXTERNA	ELECTRICO	30 MIN
Chequeo de Micros	EXTERNA	ELECTRICO	30 MIN
Chequeo Preventivo Mecánico	EXTERNA	MECANICO	60 MIN
Chequeo Preventivo Operador	EXTERNA	OPERADOR 1	60 MIN
Limpieza de estación de corte Etiqueta	EXTERNA	OPERADOR 2	30 MIN
Retiro de materiales	INTERNA	AUXILIAR 1	60 MIN
Colocar materiales	INTERNA	AUXILIAR 1	60 MIN
Cambio de barras de sellado optima	INTERNA	ELECTRICO	30 MIN
Limpieza del Vennturi de SAP y filtro tolva superior	INTERNA	ELECTRICO	30 MIN
Cambio de rodillo 2da prensa (Debulker)	INTERNA	MECANICO	100 MIN
Cambio de transmisiones	INTERNA	MECANICO	30 MIN
Cambio de rodillo construcción superior	INTERNA	MECANICO	30 MIN
Cambio filo cuchilla del frontal	INTERNA	MECANICO	10 MIN
Cambio cuchilla del 1er corte	INTERNA	MECANICO	10 MIN
Cambio cuchilla del corte final	INTERNA	MECANICO	10 MIN
Cambio y Regulación de ELMER	INTERNA	MECANICO	25 MIN
Enhebrado de tela de orejas	INTERNA	OPERADOR 1	10 MIN
Regulación de pisadores de orejas	INTERNA	OPERADOR 1	20 MIN
Cambio y Regulación de Unión Tape y Tela Oreja	INTERNA	OPERADOR 1	20 MIN
Regulación de pañal	INTERNA	OPERADOR 1	180 MIN
Cambio lina del poly	INTERNA	OPERADOR 2	30 MIN
Cambio lina de tack down	INTERNA	OPERADOR 2	25 MIN
Cambio de Empaquetador (Optima)	INTERNA	OPERADOR 2	120 MIN
Regulación cola lineal	INTERNA	OPERADOR 2	15 MIN
Regulación elásticos de piernas	INTERNA	OPERADOR 2	10 MIN
Purga de aplicadores	INTERNA	OPERADOR 2	20 MIN
Cambio de Tambor Formador	INTERNA	OPERADOR 3	60 MIN
Cambio de teflón a rodillos	INTERNA	OPERADOR 3	30 MIN

Tener listo todas las piezas y partes que van a ser cambiadas en la máquina al empezar el cambio, los operadores deben de mantener los valores que se colocaron en el Plan de Control.

- **Regulación del Pañal**

Luego de la realización de todos los cambios comienza la etapa de la regulación del pañal en la cual se deben de tener alineados los materiales y poner los nuevos valores en el Panel de Control.

Se debe utilizar los valores históricos puestos en el Plan de Control con todas las medidas ahí descritas.

#### **4.4. Convertir las Preparaciones Internas en Externas**

Para el caso del presente proyecto no existen actividades internas que puedan ser convertidos en externos ya que todas las actividades que fueron descritas en la tabla 8 son realizadas en el momento correcto.

#### **4.5. Optimización de Actividades Internas**

Como se describió en la sección anterior no se pudo convertir las preparaciones internas en externas pero con un esfuerzo, utilizando SMED y realizando unas inversiones para disminuir los tiempos en cada uno de los cambios se escribe las actividades que se optimizan.

Todos los cambios descritos a continuación se detallan en la Tabla 9.

Como conclusión entre las actividades que se realizaron para minimizar los tiempos de las actividades internas y luego de las reuniones y lluvia de ideas realizados con el personal operativo, mantenimiento y calidad se tiene:

- Mantener una caja y armario seguros de herramientas para realizar el cambio con las herramientas descritas en los procedimientos de cambio para que sea accesible y rápido de uso al empezar el cambio.
- Inversión en la obtención de una nueva barra de sellado para la OPTIMA, dos cabezales para los aplicadores del Poly y Tack Down.



**FIGURA 4.1 CABEZAL DE TACKDOWN**

- Capacitación al personal operativo y mantenimiento respecto a las actividades críticas identificadas (ELMER, Optima y Panel de Control) con utilización de personal especializado de otros países y entrenamientos prácticos.

**TABLA 9**  
**OPTIMIZACION DE ACTIVIDADES INTERNAS**

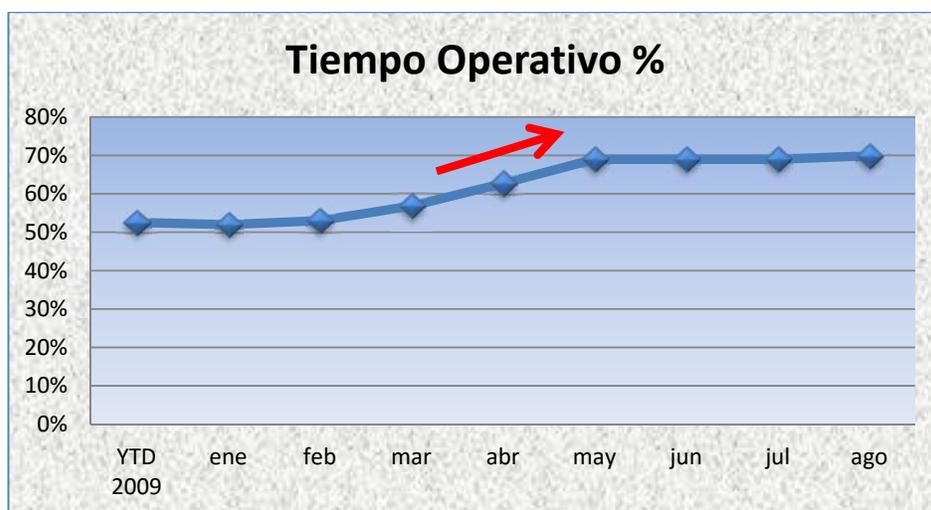
TAREA	TIEMPO	MEJORA	NUEVO TIEMPO
Retiro de materiales	60 MIN		
Colocar materiales	60 MIN		
Cambio de barras de sellado optima	30 MIN	Preparación de nueva barra	12 MIN
Limpieza del Vennturi de SAP y filtro tolva superior	30 MIN		
Cambio de rodillo 2da prensa (Debulker)	100 MIN	Plan de Control/Herramientas	60 MIN
Cambio de transmisiones	30 MIN		
Cambio de rodillo construcción superior	30 MIN		
Cambio filo cuchilla del frontal	10 MIN		
Cambio cuchilla del 1er corte	10 MIN		
Cambio cuchilla del corte final	10 MIN		
Cambio y Regulación de ELMER	25 MIN	Plan de Control /Registro Fotográfico	10 MIN
Enhebrado de tela de orejas	10 MIN		
Regulación de pisadores de orejas	20 MIN		
Cambio y Regulación de Unión Tape y Tela Oreja	60 MIN	Plan de control	45 MIN
Regulación de pañal	180 MIN	Plan de Control	120 MIN
Cambio lana del poly	30 MIN	Preparación de cabezal nuevo	15 MIN
Cambio lana de tack down	25 MIN	Preparación de cabezal nuevo	15 MIN
Cambio de Empaquetador (Optima)	120 MIN	Plan de Control/Capacitación	80 MIN
Regulación cola lineal	15 MIN	Plan de control	10 MIN
Regulación elásticos de piernas	10 MIN	Plan de control	5 MIN
Purga de aplicadores	20 MIN		
Cambio de Tambor Formador	120 MIN	Plan de Control/Herramientas/Capacitación	60 MIN
Cambio de teflón a rodillos	30 MIN		

Capacitación en la utilización de las herramientas dadas en el control de procesos como son el Plan de Control, Procedimientos



#### 4.6. Beneficios de la Implementación

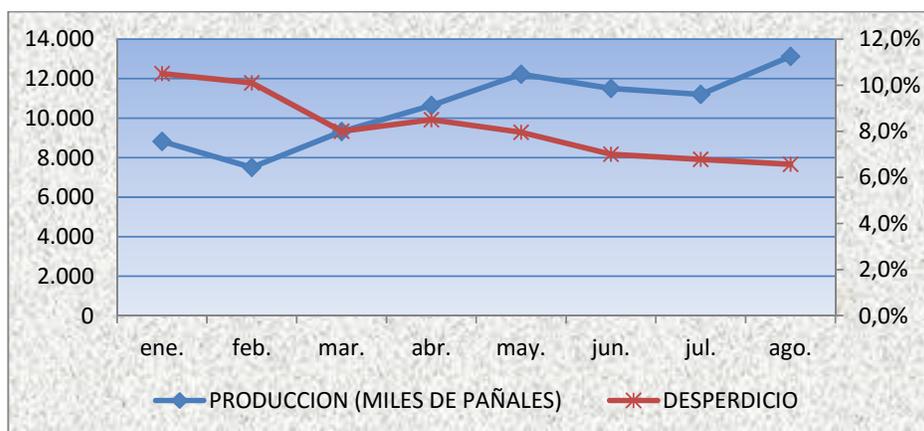
Los beneficios de la implementación de SMED en la línea de pañales fueron la disminución notable en los tiempos de cambio de formato de 46 horas de promedio mensual antes de la implementación a 26 horas de promedio mensual generando 20 horas mensuales) y esto como consecuencia fue el aumento de la productividad (% Tiempo Operativo) que según se muestra en la figura aumenta notablemente. Ver Figura 4.2



**FIGURA 4.2. PORCENTAJE TIEMPO OPERATIVO**

A partir del mes de marzo del 2010 comienza la implementación de SMED dentro de la planta en lo que respecta a los cambios de formato y con los resultados esperados. Se observa un aumento de la

producción y disminuciones en desperdicio por arranque de máquina al cambio de formato. Ver figura 4.3



**FIGURA 4.3 PRODUCCION VS. DESPERDICIO**

Otro beneficio notable en la implementación del SMED fueron los conocimientos adquiridos por todo el personal operativo y de mantenimiento al tener nuevas herramientas de consulta y preparación continua, haciendo que tengan más confianza en la realización de los cambios y también dando opiniones en las reuniones de proceso semanal que se lleva a cabo.

El tener las herramientas de cambio de formato en las cajas y armarios seguros fueron de mucha utilidad para el cumplimiento seguro y a tiempo de las actividades encomendadas.

La distribución de los trabajos (Ver Tabla 10) a los operadores hizo que se tengas auxiliares disponibles para la realización de otras tareas de operación como son contabilización de inventarios y ayuda en los mantenimientos preventivos con el personal de mecánica o eléctrica.

# **CAPÍTULO 5**

## **5. RESULTADOS**

En este capítulo se describe el Análisis de Costo – Beneficio de la implementación de SMED en una Máquina de Pañales con los Resultados.

### **5.1. Análisis Costo – Beneficio**

En el análisis de costo beneficio se expone los costos de las inversiones que se tuvo en todas las partes y se lo compara con las ganancias en tiempo y desperdicio en la máquina.

Para tomar el valor que representa tener la máquina parada se tiene en cuenta los Tiempos Operativos vs el Tiempo de Cambio, con eso se toma los valores sin producción. Ver tabla 11

El costo de mantener la máquina pañalera una hora parada es de \$149,5 (Valor proporcionado del área de finanzas de la empresa), este valor es tomando todos los costos fijos y mano de obra.

El tiempo promedio de cambio mensual antes de la implementación es de 46 horas (dos cambios mensuales). Ver tabla 11.

**TABLA 11**  
**TIEMPO OPERATIVO VS. TIEMPO DE CAMBIO**

	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul
<b>TIEMPO TOTAL DISPONIBLE (HORAS)</b>	744	696	744	720	744	720	744
<b>TIEMPO OPERATIVO (HORAS)</b>	386	368	422	451	513	496	513
<b>TIEMPO DE CAMBIO</b>	50	42	25	20	18	16	17
<b>% TIEMPO CAMBIO</b>	6,72%	6,03%	3,36%	2,78%	2,42%	2,22%	2,28%
<b>RECUPERACION POR IMPLEMENTACION (HORAS)*</b>			21	26	28	30	29
<b>RECUP POR TIEMPO EN CAMBIO</b>			\$3.139	\$3.887	\$4.186	\$4.485	\$4.335
					<b>TOTAL A JULIO 2010</b>		<b>\$20.033</b>

\* RECUPERACION POR IMPLEMENTACION = PROM DE CAMBIO ANTES DE LA IMPLEMENTACION - TIEMPO DE CAMBIO LUEGO DE IMPLEMENTACION

Como se muestra en la tabla anterior la reducción de los tiempos de cambio de formato a partir de marzo fue notable y esto hace que a partir de ese mes se tenga una recuperación por el tiempo de cambio hasta completar hasta el mes de julio \$ 20.033.

**Capacitación**

Estos valores son tomados de las continuas capacitaciones con personal especializado de la misma empresa en la que se toma los valores de movilización, estadía y viáticos. Ver tabla 12.

**Caja y Armario de Herramientas**

Herramientas para todo el cambio con su respectiva caja y adicional dos armarios para poner las herramientas específicas en el área de tambor y Optima.

**Cabezales de Aplicadores**

Con un proveedor externos se envía a manufacturar dos cabezales el del Poly y Tack down.

**Barra de Sellado de Optima**

Con un proveedor externo se envía a manufacturar una barra de sellado para el cambio de la empaquetadora Optima.

**TABLA 12**  
**VALORES EN LA IMPLEMENTACION SMED**

	ENERO	FEBR	MARZ	ABRI	MAYO	JUNIO	JULIO	COSTO TOTAL (\$)
<b>CAPACITACION</b>	\$1000	\$1500	\$1500	\$1200	\$200	\$200	\$200	\$ 5.800
<b>HERRAMIENTAS Y ARMARIO</b>	\$200	\$500			\$150			\$ 850
<b>CABEZALES</b>	\$450	\$450						\$ 900
<b>BARRA DE SELLADO</b>		\$350						\$ 350
<b>TUERCAS</b>			\$500					\$ 500
<b>COSTO TOTAL (\$)</b>	1.650	2.800	2.000	1.200	350	200	200	<b>\$ 8.400</b>

<b>INVERSION ENERO A JULIO 2010</b>	<b>\$8.400</b>
<b><u>RECUPERACION POR DISMINUCION DEL TIEMPO</u></b>	<b><u>\$20.033</u></b>
<b>TOTAL DE BENEFICIO ENERO A JULIO 2010</b>	<b>\$11.633</b>

Para el comienzo de la implementación de SMED en la máquina pañalera se necesitaron \$8.400 de inversión inicial en la cual en comparación al beneficio que se obtiene en tiempo recuperado en el cambio de formato de \$20.033 en los 7 primeros meses del año, en conclusión la recuperación de la inversión se lo realiza en menos de 3 meses.

## 5.2. Resultados

Dentro de los resultados obtenidos en la implementación de SMED se obtuvieron los siguientes:

- Disminución del cambio del tambor formador de 120 a 60 min en la implementación de un procedimiento de cambio, puesta de herramientas en máquina y la responsabilidad de tener el tambor formador listo de parte de los mecánicos.
- Disminución del tiempo de cambio y regulación de unión de tape y orejas con la implementación de un plan de control, procedimientos de cambio y herramientas necesarias. Reducción de 60 a 45 min.
- Disminución del tiempo de cambio y regulación de Empaquetadora Optima, mediante la implementación de Procedimientos de cambio, herramientas, capacitaciones y la compra de una barra de sellado de fundas.
- Cambios Rápidos de ELMER al mantener registros fotográficos, Capacitación y Plan de Control, esta disminución fue de 25 a 10 min.
- La disminución de la regulación en el pañal se lo realiza mediante la implementación de Planes de Control y Registros fotográficos, este tiempo disminuye de 3 a 2 horas.
- Las inversiones de compra de equipos (cabezales, herramientas, cajas de herramientas, barra de sellado y tuercas) y

capacitaciones son recuperadas en menos de 3 meses mediante la disminución de los tiempos de cambios y aumento en la producción.

- La disminución del tiempo total de cambio de formato en una máquina pañalera fue de 8 a 6 horas en cambio.

# CAPÍTULO 6

## 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este capítulo se describe las conclusiones de la implementación de SMED en una máquina pañalera así como las recomendaciones para continuar con el desarrollo del plan de mejora continua en la máquina y demás detalles para la implementación de otras técnicas.

### 6.1. Conclusiones

Dentro de las conclusiones para este proyecto se tienen:

- Con la implementación de SMED se logró una disminución de los tiempos de cambios notablemente, logrando así mejorar la productividad de la Pañalera.

Con esto se cumple el Objetivo General de la Implementación del SMED en una máquina pañalera.

- En el Capítulo 3 se describió el proceso de fabricación de pañales con descripciones específicas de cada una de las partes que comprenden, esto para verificar las partes de los equipos que se realizan el cambio y los que permanecen fijos, esto fue realizado con personal de operación y mantenimiento y nos sirvió de punto de partida en la etapa preliminar en la aplicación de SMED.
- Se realizó un diagnóstico inicial y se analizó todas las causas de problemas que se tienen en la máquina y en el cambio de grado. Esto sirvió de guía para saber que está afectando en el proceso de cambio, se lo realizó mediante la lluvia de ideas con todo el personal y las mejoras fueron llevadas a cabo sin problemas, esto ayudó que se logren disminuir tiempos que afectaban al proceso.
- Se aplicó la metodología SMED para la optimización del cambio de formato en la máquina pañalera dando buenos resultados y se logró disminuir los tiempos en cada uno de los factores internos. Además se obtuvo una disminución del desperdicio por tener mayor conocimiento del proceso de cambios, esto se ha logrado mediante los planes de capacitación continua con personal experto en las áreas críticas del cambio.

- Cambio de mentalidad a la gente en utilizar herramientas de mejora continua como son los Planes de Control, Registros fotográficos, SOP's, y demás materiales para el conocimiento de los procesos de cambio de formato.
- Se realizó un análisis costo beneficio del proyecto y como resultados la inversión se la recupera rápidamente en menos de 3 meses y continúa generando ganancias para la planta. Esto muestra que el proyecto es factible.
- En vista de los resultados obtenidos en esta máquina piloto, se está poniendo en marcha la implementación hacia otros puntos del negocio como es a otra pañalera.

Luego de las conclusiones obtenidas en la implementación de SMED en una Máquina Pañalera se cumplen todos los Objetivos Especificos que se planteó en el Capítulo 1.

## **6.2. Recomendaciones**

Entre las recomendaciones para este proyecto de implementación de SMED en una máquina pañalera se tiene lo siguiente:

- Para que exista la continuidad del proceso de implementación de SMED dentro de la planta se necesita de un grupo

multidisciplinario conformado por el personal operativo, mantenimiento y calidad.

- Por motivos de la rotación que existe en planta se requiere que las capacitaciones se realicen nuevamente en un periodo máximo de 6 meses ya que continuamente se ponen mejoras a la máquina para el aumento de su capacidad.
- Establecer un plan de mantenimiento preventivo a fin de lograr que se realicen reparaciones en el cambio de formato con el personal Operativo en caso de no tener disponible al mecánico o eléctrico en el cambio.
- El involucrar a los líderes de la planta es fundamental para la implementación de SMED ya que esto debe ser llevado como una campaña para que quede en la mente de todo el personal.
- Comenzar la capacitación al personal en otras herramientas de mejora continua como son las Técnicas Lean y TPM.

# BIBLIOGRAFÍA

1. MUNDEL, M. *Estudio de Tiempos y Movimientos*, 1era edición en español de la 5ta en ingles, Abril de 1984
2. \_\_\_\_\_. “Estudio de los Tiempos de Trabajo”. [http://www.elprisma.com/apuntes/ingenieria\\_industrial/organizacion\\_industrialestudiodetiempos/](http://www.elprisma.com/apuntes/ingenieria_industrial/organizacion_industrialestudiodetiempos/). Septiembre 2010.
3. CHABLA, L. “Diagnóstico y Mejoramiento de una Metalmecánica Utilizando los Métodos de Mapeo de la Cadena de Valor (VSM), 5S’s y Cambios Rápidos (SMED)”, Tesis, Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción, Escuela Superior Politécnica del Litoral, 2008.
4. CASTRO, E. “Aplicación de la Técnica SMED como Herramienta para la Reducción de Tiempo de Cambio de Molde en una Fábrica de Artículos Plásticos”, Tesis, Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción, Escuela Superior Politécnica del Litoral, 2004.

5. WIKIPEDIA, "Método Justo a Tiempo"  
[http://es.wikipedia.org/wiki/M%C3%A9todo\\_justo\\_a\\_tiempo#M.C3.A9todo\\_SMED](http://es.wikipedia.org/wiki/M%C3%A9todo_justo_a_tiempo#M.C3.A9todo_SMED), Septiembre 2010.
6. LEFCOVICH, M. "SMED Single Minute Exchange Die"  
<http://www.monografias.com/trabajos57/single-minute-exchange-die/single-minute-exchange-die2.shtml#xconcep>, Marzo de 2008
7. \_\_\_\_\_, "Reducción de los Tiempos de Cambio de Útiles: técnicas SMED". [http://www.eueti.uvigo.es/files/material\\_docente/1230/opctema7smed.pdf](http://www.eueti.uvigo.es/files/material_docente/1230/opctema7smed.pdf), Septiembre 2010
8. DARDON, W. "Implementación de Sistema Single Minute Exchange of Die (Cambio de Útiles en Menos de Diez Minutos) En Una Máquina Sopladora de Botellas". Tesis de Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ingeniería Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_7337.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_7337.pdf), Agosto del 2008.

# APÉNDICE

# APÉNDICE A

## DESCRIPCION DE PUESTO ELÉCTRICOS

	<b>FICHA DE PUESTO DE TRABAJO</b>	Código:	
		Edición:	1
		Fecha:	29/10/10
DENOMINACIÓN DEL PUESTO:			
<b>ELÉCTRICOS</b>			
FUNCIONES:			
<input type="checkbox"/> Compras	<input type="checkbox"/> Contabilidad / Finanzas		
<input type="checkbox"/> Comercial / Atención al cliente	<input type="checkbox"/> RR.HH. / Administración		
<input checked="" type="checkbox"/> Calidad	<input checked="" type="checkbox"/> Mantenimiento & Almacén		
<input type="checkbox"/> Logística externa	<input checked="" type="checkbox"/> Logística interna		
<input checked="" type="checkbox"/> Producción	<input type="checkbox"/> Cambio de utillajes, ajuste de máquinas		
<input type="checkbox"/> Diseño del proceso			
RESPONSABILIDADES:			
<ul style="list-style-type: none"><li>• Mantenimiento eléctrico preventivo y correctivo de la maquinaria y de los servicios generales para garantizar el correcto funcionamiento de la planta.</li><li>• Controlar el plan preventivo de mantenimiento eléctrico mensual para garantizar el correcto funcionamiento de los equipos en planta.</li><li>• Ejecución de los planes de acción para los mantenimientos correctivos.</li><li>• Aplicar los lineamientos de seguridad de la corporación con la finalidad de cumplir con el programa de producción de manera segura, oportuna y eficiente.</li><li>• Cumplimiento de los estándares ambientales tanto corporativos como las autoridades ambientales locales.</li><li>• Ejecución de los cambios de formato de las máquinas</li></ul>			
COMPETENCIA NECESARIA PARA EL PUESTO DE TRABAJO			
FORMACIÓN			
Técnico o Tecnólogo Eléctrico, conocimiento de Utilitarios			
EXPERIENCIA			
2 años de experiencia en cargos similares.			
APTITUDES			
Capacidad de trabajo, responsabilidad, y atención. Orientado al resultado, buena comunicación, relaciones interpersonales.			
OBSERVACIONES:		Firma:	
		Fecha:	_29/10/10

## APÉNDICE C

### PLAN DE CONTROL DE MAQUINA PAÑALERA

PLAN DE CONTROL - MAQUINA PAÑALERA			UNIDAD : FORMACIÓN-MOLINO-FILTRO ROTATIVO		
PRODUCTO			OBJETIVOS		
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIÓN	INDICADOR	UNIDAD	OBJETIVO
30193020	PAÑ HAS CC GDE 8X20	FPS-IC-028	Waste (Desperdicio)	%	≤ 6.5
30204135	PAÑ HAS CC LG 4X48 EXPO	FPS-IC-028	Delay (Tiempo perdido)	%	< 25
30207048	PAÑ HAS GDE 4X30	FPS-IC-028	MDH	%	≥ 22
30193029	PAÑ HAS CC GDE 4X44	FPS-IC-028	Velocidad de producción	PPM	550
30203116	PAÑ HASC GDE 50X1 EXPO	FPS-IC-028	Ti	%	≤ 0.15
			Ci	%	≥ 75
			% de Variables Fuera de control	%	≤ 5
			% de Auditorías	%	≥ 90

#### INFORMACIÓN TÉCNICA



VENTILADOR PRINCIPAL	
TIPO / MODELO	GFM 008010
MARCA	CIMME
FRECUENCIA (motor)	102 A
POTENCIA (motor)	63 KW
RPM (motor)	1775
VOLTAJE (motor)	380-420 V



VENTILADOR DE RETORNO	
TIPO / MODELO	C200LT-2
MARCA (motor)	ELECTRO ADDA
FRECUENCIA (motor)	50 HZ
POTENCIA (motor)	37 HP
RPM (motor)	2960
VOLTAJE (motor)	380/660



MOTOR DE MOLINO N° 2	
TIPO / MODELO	C348762
MARCA	MARELLIMOTORI
FRECUENCIA	60 HZ
POTENCIA	1,75
RPM	1685
VOLTAJE	380/480



MOTOR DE MOLINO	
TIPO / MODELO	1 LA G 310 - 2A C60 315C
MARCA	SIEMENS
FRECUENCIA	50 / 60 HZ
POTENCIA	110 / 123 KW
RPM	2980 / 3580
VOLTAJE	460 V



MOTOR DE CYCLONE RETURN FAN	
TIPO / MODELO	18DEZ07 CF66234
MARCA	WEG
FRECUENCIA	60 HZ
Max Amb	40 °C
RPM	3530
VOLTAJE	220/380/440 V

#### VARIABLES DE PROCESO

Código	Variables de Proceso	Mínimo	Objetivo	Máximo	Unidades	Frecuencia	Responsable
N/A	Velocidad de Trabajo Máquina	500	550	600	PPM	C/ turno	Op
CLI-4FO001	Vacío de Formato	17	20	23	"H20	C/ turno	Op
CLI-4FO010	Vacío de pre-capa	18	22	26	"H20	C/ turno	Op
CLI-4FO011	Vacío de rasqueta	8	11	14	"H20	C/ turno	Op
CLI-4FO012	Vacío de transferencia	25	30	35	"H20	C/ turno	Op
CLI-4FO003	Posición de compuerta de la cámara de formación	310	315	320	mm	C/ Grado	Op
CLI-4FO013	Presion general seccion formacion	5	6	6,5	Bar	semanal	Op
CLI-4FO006	Cantidad de pulpa	120	125	130	gr/10Prod	C/ turno	Op
CLI-4FO007	presión diferencial de Filtro Rotativo	0,2	0,2	1	"H20	C/ turno	Op
CLI-4FO008	Presión de aire de lubricador de Filtro Rotativo	0,5	1	1,5	Bar	C/ Grado	Op
CLI-4FO014	Distancia entre faja 01 rueda de transferencia		10		mm	C/ Grado	Op
CLI-4FO009	Altura de razqueta Sup	15	3	20	mm	C/ Grado	Op

#### ACTIVIDADES DE LIMPIEZA

Código	Descripción	Frecuencia	Responsable
HI-4FO001	Limpieza de rueda de Formación	C/ Grado	Op
HI-4FO002	Limpieza de Filtro Rotativo	c/ 2 días	Op
HI-4FO003	Limpieza de caseta de Molino	diario	Op

#### CHEQUEOS PREVENTIVOS

Código	Descripción	Frecuencia	Responsable
CPI-4FO001	Revisión, limpieza o Cambio de malla de rueda de transferencia (según necesidad)	C/ Grado	Op
CPI-4FO002	Revisar estado de rodillo de traccion	Mantto	Mec
CPI-4FO003	Revisar estado de rodillo pisador	Mantto	Mec
CPI-4FO004	Revisar estado de felpa de formato	C/ Grado - Mantto	Op
CPI-4FO005	Revisión de mangueras de vacío y filtro rotativo	C/ Grado - Mantto	Op

#### MANTENIMIENTO PROGRAMADO

Nº	Descripción	Frecuencia	Responsable
1	Inspección a la rueda de formación	Plan de Mantto	Mecanico

# APÉNDICE D

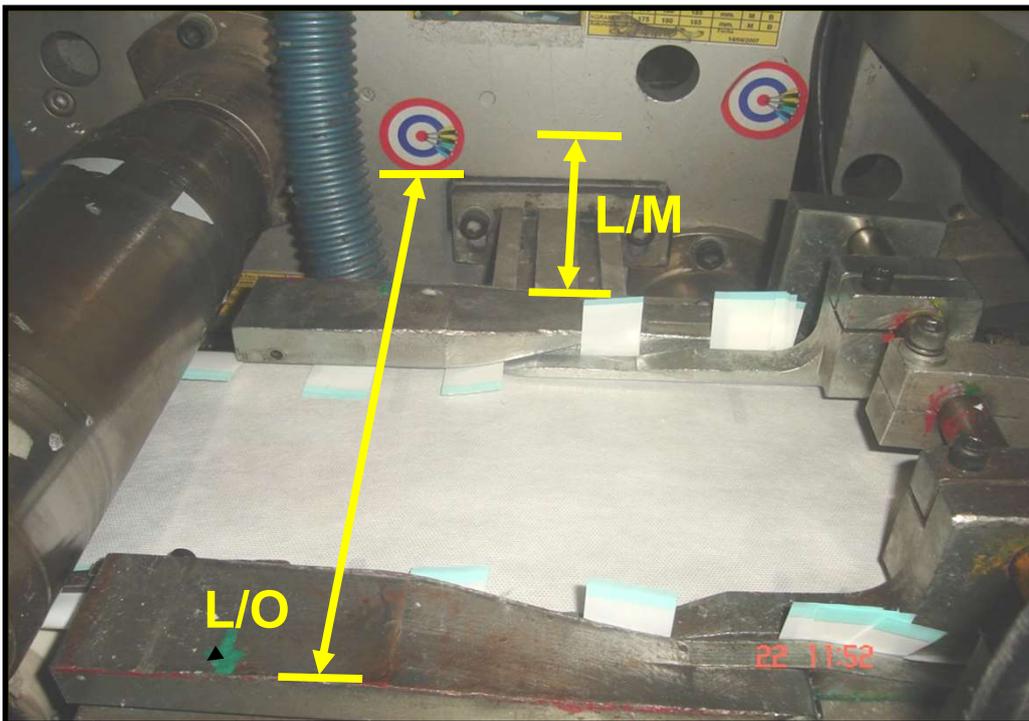
## REGISTROS FOTOGRAFICOS

<b>Distancia de las placas de doblez</b>		Identificación del Documento:	
		Todos los Planes de Control	
Unidad	<b>ETIQUETA</b>	Componente	<b>Placas de doblez</b>
		Máquina:	<b>A</b>
Para producto:		ELABORADO	Ultima fecha de revisión:
<b>TODOS LOS PRODUCTOS</b>		<b>Luis Olaya</b>	<b>17-sep-2010</b>

- 500PPM
- 550PPM
- 600PPM

**CLI-4H0009** Distancia de las placas de doblez L/O  
**CLI-4H0010** Distancia de las placas de doblez L/M

<b>415 mm</b>
<b>190 mm</b>



- Supervisor de Planta
- Líder de máquina
- Operador
- Mecánico
- Eléctrico

**Nomenclatura:**

<b>F Fijo</b>	<b>No se ajusta, solo en cambio de grado</b>
<b>M Móvil</b>	<b>Se ajusta para administrar el proceso</b>
<b>A Crítico</b>	<b>Impacta Directamente al Producto y proceso</b>
<b>B Administrar</b>	<b>Afecta al Proceso pero se administra</b>