



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**APLICACIÓN DE LA METODOLOGIA SMED EN UNA LINEA DE  
EMPAQUE DE FARMACOS**

**TRABAJO PROFESIONAL**

**QUE PARA OBTENER LA LICENCIATURA DE**

**INGENIERIA INDUSTRIAL**

**PRESENTA:**

**MINOR LÓPEZ OSCAR JAIR**

**DIRECTOR**

**M. I. SILVINA HERNÁNDEZ GARCIA**

**CIUDAD UNIVERSITARIA, MÉXICO D.F. JUNIO 2014**

## DEDICATORIAS

Este trabajo profesional se lo dedico con especial mención a dos personas que marcaron mi vida en todos los aspectos, a mi padre Marcos Minor que es mi inspiración y mi guía para seguir creciendo profesional y personalmente, que gracias a el estoy en esta etapa de mi vida que con su ejemplo he llegado tan lejos, y a mi madre Susana López que es mi apoyo incondicional en todas mis etapas escolares y de la vida que aparte de mi mamá es mi amiga y que ambos con su sacrificio, hicieron y hacen todo en la vida para que yo logre mis sueños gracias.

Así como agradezco con todo mi cariño a mi hermano, familia, amigos y a mi novia que gracias a los consejos y apoyo de todos, finalizo una etapa muy importante en mi vida con la presentación de este trabajo.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a la UNAM por ser mi casa de estudios desde el bachillerato y a la Facultad de Ingeniería por formarme como Ingeniero Industrial y darme las herramientas para enfrentarme al mundo laboral e intelectual con el que me topo cada día, así como agradezco a mi jefe Edgar Millán por brindarme los conocimientos y su experiencia para realizar este trabajo profesional.

## INDICE

Índice Ilustraciones.....	1
Índice Tablas.....	2
Índice Graficas.....	3
Planteamiento del problema .....	4
Introducción .....	4
El objetivo del trabajo es: .....	5
<b>CAPITULO 1- MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>6</b>
1.1 SMED .....	7
1.2 Beneficios de SMED.....	8
1.3 Metodología para aplicación de la técnica en línea de empaque de fármacos.....	9
<b>CAPITULO 2- ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN INICIAL .....</b>	<b>16</b>
2.1 Maquina Objetivo.....	16
2.2 Entendiendo el proceso .....	17
2.3 Análisis de las métricas .....	23
2.4 Costos .....	29
2.5 ANALISIS DE ACTIVIDADES .....	38
<b>CAPITULO 3- ESENCIA DE LA METODOLOGÍA SMED: CAMBIAR AJUSTES INTERNOS A EXTERNOS .....</b>	<b>52</b>
3. 1 Balanceo de actividades y clasificación de actividades en internas y externas .....	52
3.2 Documentar actividades del cambio.....	63
<b>CAPITULO 4- REDUCIR TIEMPOS EXTERNOS E INTERNOS CON KAIZEN .....</b>	<b>68</b>
4.1 KAIZEN .....	68
<b>CAPITULO 5- ESTANDARIZACIÓN Y REPORTE DE RESULTADOS .....</b>	<b>81</b>
5.1 Resultados .....	81
5.2 Estandarización .....	106

CONCLUSIONES.....	108
BIBLIOGRAFÍA .....	111

## Índice Ilustraciones

<i>Ilustración 1</i> Tiempo de cambio de herramienta	7
<i>Ilustración 2</i> Capacidad nueva	8
<i>Ilustración 3</i> Actividades sin balancear	12
<i>Ilustración 4</i> Actividades balanceadas	12
<i>Ilustración 5</i> Área de empaque	19
<i>Ilustración 6</i> Diagrama de bloques Área blanca	20
<i>Ilustración 7</i> Áreas de trabajo/Área Blanca	20
<i>Ilustración 9</i> Máquinas área gris	21
<i>Ilustración 8</i> Diagrama de bloques Área Gris	21
<i>Ilustración 10</i> máquinas área gris 2	22
<i>Ilustración 11</i> Zonas de trabajo	23
<i>Ilustración 12</i> Cálculo de OEE	24
<i>Ilustración 13</i> Formato para toma de tiempos	38
<i>Ilustración 14</i> Curso-grama analítico	44
<i>Ilustración 15</i> Diagrama de recorrido empacador	45
<i>Ilustración 16</i> curso-grama empacador	46
<i>Ilustración 17</i> Curso-grama verificador	47
<i>Ilustración 18</i> Diagrama de recorrido verificador	48
<i>Ilustración 19</i> Diagrama de recorrido operador área blanca	49
<i>Ilustración 20</i> Curso-grama analítico operador área blanca	50
<i>Ilustración 21</i> Diagrama de Gantt para secuencia	55
<i>Ilustración 22</i> Tiempo secuencia estado inicial	55
<i>Ilustración 23</i> Diagrama de Gantt otro diseño	56
<i>Ilustración 24</i> Explicación a personal	57
<i>Ilustración 25</i> Equipo 2	57
<i>Ilustración 26</i> Equipo 3	58
<i>Ilustración 27</i> Exposición de actividades	60
<i>Ilustración 28</i> Equipo de trabajo SMED	61
<i>Ilustración 29</i> Primera secuencia empacador	61
<i>Ilustración 30</i> Primera secuencia verificador	62
<i>Ilustración 31</i> Primera secuencia área blanca	62
<i>Ilustración 32</i> Formato Clasificar actividades	63
<i>Ilustración 33</i> Centros bobinas de aluminio	75
<i>Ilustración 34</i> Captura de pesos en almacén	76
<i>Ilustración 35</i> Regleta de aluminio	76
<i>Ilustración 36</i> Tabla de conversiones	77
<i>Ilustración 37</i> Cajas porta tipos y tipos	78
<i>Ilustración 38</i> Tipos de meses	78
<i>Ilustración 39</i> Tipos de años	79
<i>Ilustración 40</i> Diagrama de espaguete verificador	95
<i>Ilustración 41</i> Curso-grama analítico	96
<i>Ilustración 42</i> Diagrama de espaguete empacador	97
<i>Ilustración 43</i> Curso-grama analítico verificador	98

## Índice Tablas

Tabla 1 Casos para hacer un cambio de formato menor.....	18
Tabla 2 Tipo de cambio de formato menor .....	18
Tabla 3 Primer trimestre OEE .....	25
Tabla 4 Componentes OEE primer trimestre .....	26
Tabla 5 Piezas línea mensual.....	28
Tabla 6 Costos .....	29
Tabla 7 Costos por tiempo perdido.....	29
Tabla 8 Matriz de cambio de formato sólidos .....	30
Tabla 9 Tiempos cambio de formato menor primer trimestres 2013 .....	34
Tabla 10 Resultados Análisis de tiempos primer trimestre 2013.....	36
Tabla 11 Análisis disminución de tiempos .....	36
Tabla 12 Primer secuencia de cambio de formato menor .....	42
Tabla 13 Clasificar actividades empacador .....	65
Tabla 14 Clasificar actividades verificador .....	66
Tabla 15 Clasificar actividades área blanca .....	67
Tabla 16 Acciones Kaizen.....	72
Tabla 17 Disminución de tiempos con SMED.....	84
Tabla 18 Tiempos promedio mensual.....	84
Tabla 19 Secuencia final empacador .....	89
Tabla 20 Secuencia final verificador .....	89
Tabla 21 Secuencia final área blanca .....	90
Tabla 22 ANTES Y DESPUES EMPACADOR .....	91
Tabla 23 ANTES Y DESPUES VERIFICADOR.....	92
Tabla 24 ANTES Y DESPUES AREA BLANCA.....	93
Tabla 25 Kaizen actualizado .....	104
Tabla 26 Nueva Matriz de paros de línea .....	105
Tabla 27 Unidades fabricadas por mes .....	105
Tabla 28 Costo por tiempo perdido Abril-Octubre.....	106

## Índice Graficas

<i>Grafica 1 OEE primer trimestre</i> -----	26
<i>Grafica 2 Componentes OEE primer trimestre</i> -----	27
<i>Grafica 3 Análisis datos primer trimestre 2013</i> -----	35
<i>Grafica 4 Resultados de cambio de formato menor primer trimestre 2013 Minitab</i> -----	37
<i>Grafica 5 Tendencia disminución de tiempo en cambio de formato menor primer trimestre 2013</i> -----	37
<i>Grafica 6 Toma de tiempos de ajuste y limpieza</i> -----	86
<i>Grafica 7 Registro de tiempo en cambio de formato menor empaque II análisis en Minitab</i> -----	87
<i>Grafica 8 Tendencia disminución de tiempo al término SMED</i> -----	88

## Planteamiento del problema

Hoy en día, las empresas de manufactura, ensamble y empaque, que presentan muchos cambios en sus máquinas para la realización de diferentes productos en sus líneas de manufactura, empaque y ensamble, como las empresas farmacéuticas, necesitan tener estandarizada esta actividad de cambio de herramientas y ajustes, para tener detenido el menor tiempo posible su equipo, esto da la posibilidad de hacer diferentes productos en una misma máquina o línea de acondicionamiento. Se necesita acortar los tiempos de preparación de sus líneas de producción para lograr tener una empresa flexible que compita en el nuevo mercado global, donde la competencia con un producto similar es muy alta. La Planta al ser flexible, podrá en el mismo tiempo, hacer lotes más pequeños, aumentar la producción y reducir los inventarios

La empresa farmacéutica en México necesita captar mayor fabricación y acondicionamiento de medicamentos de diferentes tipos, con la misma maquinaria con las que ya cuenta, para poder seguir siendo competitiva ante los países emergentes en Latinoamérica.

Poder seguir acondicionando y fabricando medicamentos en nuestro país implica reducir los costos de producción de los mismos, esto se lograra eliminando los costos de inventario excesivo y reduciendo los costos de proceso del producto. Una forma de reducir los inventarios y bajar el costo del producto es mediante la mejora del proceso. Para mejorar el proceso existe una herramienta que ayuda a reducir los tiempos de preparación de la línea y esta herramienta de mejora es la metodología SMED, esta metodología logra que la empresa fabrique lotes más pequeños en un menor tiempo al reducir los tiempos muertos de las máquinas. Se puede implementar la metodología SMED, esta herramienta de mejora ayuda a reducir los tiempos de preparación de la línea, logrando que la empresa fabrique lotes más pequeños en un menor tiempo al reducir los tiempos muertos en las máquinas

## Introducción

Este trabajo abordara la implementación de la metodología SMED en una línea de empaque de medicamentos sólidos (tabletas), atacando un caso: el cambio de formato menor sin cambio, conocido también como set-up.

Daré una explicación de cada uno de los pasos, acciones y herramientas que se utilizaron para lograr la disminución de los tiempos de cambio de formato menor, mostrando los resultados del trabajo en la línea de acondicionamiento Empaque-II.

Así como algunas experiencias en las etapas de capacitación que se tuvieron a lo largo del proceso de implementación de SMED.

Presentare el estado inicial con los tiempos que se obtuvieron en las observaciones, así como en el registro de los cambios de formato menor que se lleva de la línea de Empaque-II que se tiene dentro de la empresa y que contempla la preparación de las líneas al cambio de un lote a otro.

Los resultados finales del trabajo mostraran la efectividad de esta metodología, así como la retroalimentación sobre las situaciones que pueden mejorarse al replicar esta metodología en otra línea de trabajo o en otra empresa, ya que esta primera interacción de la implementación de la metodología SMED dentro de la empresa arrojó datos sobre que se hizo bien y que no pudo implementarse y las razones del porque no se realizaron las mejoras planteadas en las etapas de la metodología SMED. Surgida de las distintas situaciones que podrían mejorarse al replicar esta.

### **El objetivo del trabajo es:**

Reducir los tiempos de limpieza y ajustes en los cambios de formato menor, en una línea de acondicionamiento de sólidos de la empresa de fármacos.

## CAPITULO 1- MARCO TEÓRICO

El primer capítulo aborda los fundamentos y la teoría del sistema SMED.

En este trabajo profesional se presenta la teoría básica de SMED y se mostrará en qué medida es aplicable a las líneas de acondicionamiento de una empresa farmacéutica.

La metodología SMED forma parte del sistema de producción Toyota, el objetivo principal del TPS es aumentar la productividad de la fabricación, utilizando distintas técnicas, tales como, fabricación de lotes más pequeños con un fuerte enfoque en procesos, productos, calidad y mantenimientos preventivos.

Sin embargo, la implementación de técnicas basadas en la innovación de procesos japoneses ha tenido un impacto limitado en México (Lamming, 1993; Nishiguchi, 1994; Freire, 1995; Dyer, 1996).

Se presentará la aplicación de una de las herramientas que se pueden utilizar para lograr la fabricación de lotes más pequeños, haciendo un cambio de herramientas más rápido, es decir, disminuir tanto los tiempos de ajuste y cambio de formato como los de limpieza en una línea de empaque.

El sistema SMED nace como herramienta para alcanzar una producción *Lean*, con el objetivo de poder fabricar lotes cada vez más pequeños y satisfacer las nuevas exigencias del mercado global.

En la primavera de 1950, el ingeniero japonés Shigeo Shingo dirigió un estudio de mejora de eficiencia en la fábrica Toyo Kogyo de Mazda, en Hiroshima. Toyo pretendía eliminar los cuellos de botella provocados por las grandes prensas de moldeado de carrocerías que no trabajaban a capacidad plena. Shigeo Shingo hizo un análisis de producción de una semana de duración con un cronómetro.

Viendo las pérdidas de tiempo por falta de planificación se le ocurrió que las operaciones de preparación de máquinas eran realmente de dos tipos diferentes:

Preparación interna (IED) = Preparación con máquina parada: acciones que requieren inevitablemente que la máquina se haya detenido.

Preparación externa (OED) = Preparación con máquina en marcha: acciones que pueden efectuarse mientras la máquina opera.

Tras la distinción de la preparación interna y de la preparación externa, se elevó la eficiencia un 50% y el cuello de botella se desvaneció.

El punto importante de SMED es lograr llevar todas las actividades internas que se estén realizando en el cambio de herramienta y transformarlas en externas. Esto para lograr que el operario no se separe de su línea. Lograr reducir al máximo el tiempo de todas las actividades de producción, con la menor inversión posible.

Shigeo Shingo en su libro *Una revolución en la manufactura*, llega a una conclusión, que las mejoras en los cambios de herramienta no deben ser enfocadas a mejorar la habilidad del operario, sino estandarizar las operaciones al máximo, de modo que con la menor cantidad de movimientos se logre hacer el cambio.

SMED ha sido desarrollado principalmente para la fabricación repetitiva, y es más beneficioso cuando se trata de configuraciones recurrentes.

Esta mejora en los tiempos de cambio de herramienta da varias ventajas competitivas a la empresa ya que no solo se logra la reducción de costos, sino que también se puede evidenciar una flexibilidad o capacidad de adaptarse a los cambios en la demanda del mercado. (David, 2011)

## 1.1 SMED

Cambios de Herramientas en un Dígito de Minuto (Single Minute Exchange of Die)

Shigeo Shingo desarrolló una serie de técnicas que forman parte de *Lean Manufacturing* (manufactura esbelta), SMED es una de estas técnicas, que hace posible la reducción dramática en el tiempo de alistamiento y cambio de formato de una máquina.

El tiempo de cambio de formato se define como el tiempo que transcurre desde que se produce la última pieza correcta del producto A, hasta que se produce la primera pieza correcta del producto B, a la eficiencia total.

El tiempo de un cambio de herramientas se debe medir como se muestra en la ilustración 1:

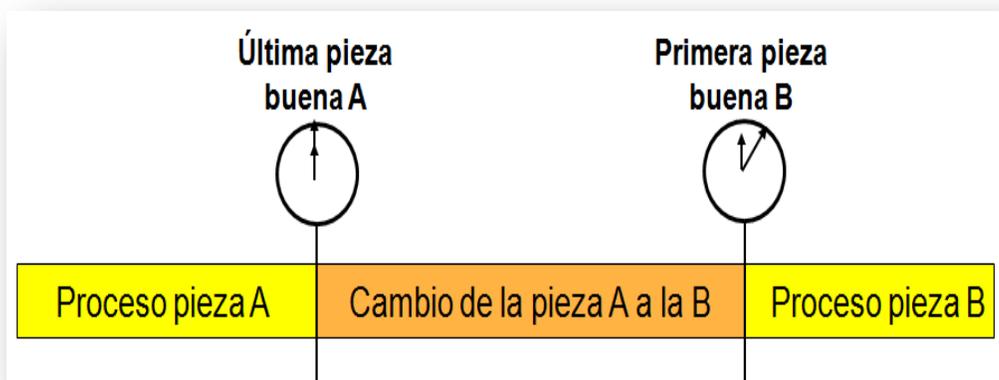


Ilustración 1 Tiempo de cambio de herramienta

SMED reduce drásticamente los tiempos de cambio en los medios de producción, haciendo al mismo tiempo que la preparación sea más simple, segura y fiable.

El tiempo de cambios de herramientas va al costo del producto, por lo que, entre más largo es este cambio de herramientas más costos absorbe el producto final.

Esto obliga a las empresas a generar lotes más grandes y así no tener cambios de herramienta en su producción, pero esto genera rigidez en el proceso, cuellos de botella, plazos de entrega más largos, y aumento del producto en el almacén, lo que al final se reduce a un costo más alto en el producto.

Los tiempos perdidos en los cambios de herramienta afectan la productividad de una empresa y esta se puede ver saturada o considerar que su equipo es insuficiente si quiere captar más productos; erróneamente se llega a una conclusión apresurada de invertir en más máquinas para aumentar la capacidad cuando en realidad no es necesario.

Lo que busca SMED es ayudar a tener un sistema de *Lean Manufacturing*, ya que al tener cambios de herramientas más cortos, se tendrá la posibilidad de generar más lotes de diferentes productos en el mismo tiempo que se tenía antes. Como se muestra en la **ilustración 2** donde podemos observar que se producen el doble de lotes de los mismos productos en el mismo tiempo.

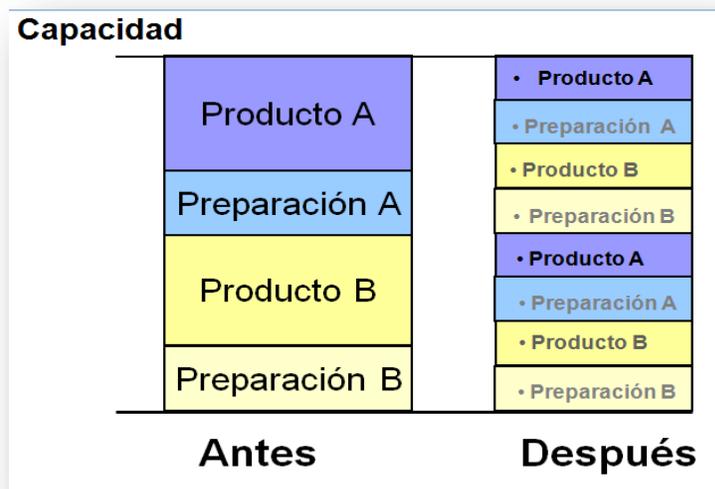


Ilustración 2 Capacidad nueva

## 1.2 Beneficios de SMED

Muchas veces las empresas se enfocan al mejoramiento de sus tiempos productivos, olvidándose de que también pueden optimizar los tiempos no productivos. Estos tiempos no productivos pueden resultar ser muy grandes, y su análisis da una oportunidad para mejorar los procesos y afectar significativamente los resultados.

Algunos de los beneficios del SMED son los siguientes:

- Menor tiempo de entrega para los productos hechos en el mismo proceso.
- Reducción de set up time de las líneas de producción.
- Menos inventario dentro y entre procesos.
- Mayor flexibilidad para mejorar la respuesta hacia las necesidades del cliente.
- Mayor calidad debido a la oportuna información sobre las anomalías entre los procesos.

En muchas ocasiones, quienes ocupan altos rangos dentro de las empresas consideran que si se hacen lotes más pequeños se encarece el producto o algunos operarios comentan que llevan muchos años desempeñando su actividad frente a la máquina y nadie les había dicho nada respecto a la producción o simplemente que siempre se ha fabricado bien así. Esto lleva a que la empresa no evolucione con los requisitos del mercado internacional, dificultando su competitividad, lo que nos arroja una tarea extra a tratar, cambiar el pensamiento de las personas involucradas en la empresa a una filosofía lean.

### 1.3 Metodología para aplicación de la técnica en línea de empaque de fármacos

#### Máquina objetivo

Esta etapa la incluyo en la implementación de SMED, ya que al igual que la implementación de la metodología Toyota como ya se dijo fue creada en los años 50 por Shigeo Shingo, primero fue desarrollada para ensamble de vehículos y después se extendió a otros sectores de la industria y a diferentes tipos de negocios, primero tuvo que ser probada en un tipo de industria y al ver que funcionó se copió a otra empresa del mismo giro y más adelante a industrias que se dedicaban a algo totalmente distinto.

Al implementar mejoras en una empresa primero se debe tener definida el área de trabajo, ya que en empresas grandes se tienen muchas áreas de producción y empaque, como en el caso que presenta la industria farmacéutica. Cuando no se tienen los recursos en personal en el departamento de mejora continua para atacar más de una línea se debe acotar la técnica y se debe empezar por una de ellas, esta primera iteración para implementar la metodología SMED se replicará a futuras líneas contando ya con un caso de éxito, tareas, pasos y experiencias que nos ayudarán a replicar la mejora más rápido en las demás líneas.

En este caso se tiene que empezar a implementar la metodología por la línea de empaque que presenta el mayor número de cambio de lotes en la misma línea, o dicho de otra manera, que presente más variantes en los productos que acondiciona, que hagan forzoso un cambio de herramientas para la fabricación del nuevo lote. Se debe seleccionar la línea o máquina que presente mayor número de cambios ya que esta línea o máquina de producción presentará un mayor número de tiempo no productivo, lo que se traduce en un mayor tiempo perdido en ajustar y preparar la línea para una nueva producción, es aquí donde debemos atacar con la mejora de

SMED ya que reduciendo los tiempos de cambio de formato menor de la línea con más cambios las demás serán más fáciles de replicar.

En cualquier caso la máquina o línea seleccionada, debe tener un objetivo de mejora muy ambicioso para conseguir una mejora radical.

El objetivo típico es pasar de horas a minutos en los cambios, permitiendo la fabricación de pequeños lotes de diversos productos, lo que dará *stocks* más pequeños.

Reducir el tiempo de cambio puede:

- Incrementar el OEE
- Aumento de la disponibilidad y el desempeño del equipo
- Incrementar la Productividad (se pueden fabricar más piezas)
- Mejorar la Calidad
- Mejorar la motivación del personal
- Simplificar las instrucciones de la preparación

### Documentar la condición inicial

En esta parte se documentan todas las actividades que se llevan a cabo dentro de un cambio de formato en la línea que se va a someter a una mejora con SMED. Durante esta fase se observa y analiza detenidamente el proceso que se planea mejorar, así como, el procedimiento de preparación usado.

Antes de empezar con el análisis de actividades conviene tener en cuenta lo siguientes puntos:

- Conocer el producto: Esto nos servirá para el análisis posterior, al proporcionarnos una idea sobre qué cosas se pueden quitar o poner, para que esto no afecte la calidad y las especificaciones que el producto debe cumplir.
- Conocer la operación: Al igual que el punto anterior, este punto, nos proporciona los elementos y el conocimiento para dar opiniones que permitan ajustar las actividades realizadas en los cambios de herramienta.
- Conocer la máquina: Se tienen que conocer las partes de la máquina o línea, para que en el posterior análisis, se puedan explicar las mejoras, ya que se debe ser claro al momento de dar las mejoras tanto a operarios, como a los gerentes, para que se realicen los cambios que se proponen.
- Conocer las instrucciones de la preparación: Se tiene que conocer si existen manuales referentes al cambio de herramientas en las líneas o máquinas, y con estos analizar qué tipo de cambios se pueden realizar, y verificar que tan apegado está el estado actual a lo que dice el instructivo o manual referente al cambio de herramientas.

- Conocer a la gente: Es el punto más importante antes de comenzar el estudio de la condición inicial pues al tener a la gente como aliada se obtendrán mejores resultados en el trabajo, ya que se tendrán aliados en la línea.

Al observar la preparación nos damos cuenta que frecuentemente esta no se hace como indican las instrucciones, pero no pretendamos cambiar nada en este punto. La situación inicial es la preparación real, no la que debería ser según las instrucciones.

Se debe entender la condición inicial, observar y analizar sin dar conclusiones ni juicios en esta parte. Se debe tener un lugar estratégico que permita observar claramente todo el cambio de herramienta sin perder detalles.

Al final se obtiene un registro de la secuencia y tiempos de cada operador que participan dentro del cambio de herramienta de la máquina.

Los formatos que nos ayudaran en esta primera etapa son los siguientes:

- Formato para toma de tiempos.
- Formato curso-grama analítico.
- Diagramas de recorrido (se necesita tener el *layout* de la línea objetivo).

Cada una de estas herramientas que nos ayudaran a tener documentada toda la información de las actividades y tiempos de nuestra secuencia de cambio de formato menor sin cambio, serán explicadas en el capítulo 2 “Análisis de la condición inicial”, donde se mostrarán los formatos, su utilización y la forma de llenarlos.

### **Balancear las actividades del cambio de formato menor en campaña sin cambio**

Las líneas de empaque al realizar tareas repetitivas en un cambio de formato menor en campaña sin cambio, o cambio de formato mayor, pueden ser balanceadas de tal manera que un operador apoye a otro operador en su estación de trabajo a realizar actividades cuando uno tenga tiempos muertos, detectados en la clasificación de actividades del cambio.

Como se observa en la **ilustración 3** (Actividades sin balancear) un operador puede estar con mucho tiempo muerto mientras espera que su compañero en otra área de trabajo termine sus actividades y el operador con mucho tiempo muerto no le ayuda a su compañero por la simple razón que los operadores argumentan, que siempre lo han realizado de esa forma y nadie les daba una retroalimentación, mentalidad que se debe cambiar cuando se de la capacitación sobre la implementación de la metodología SMED.

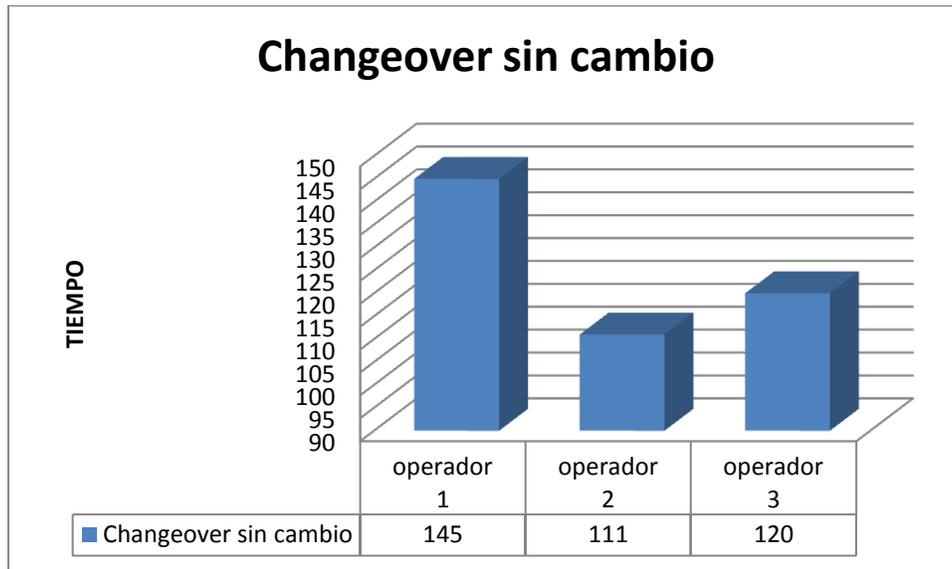


Ilustración 3 Actividades sin balancear

Al realizar el balanceo de actividades, la línea de empaque podrá tener una primera reducción de tiempos de cambio de formato menor sin modificar el número de actividades que se realizan actualmente; esto dará el primer resultado en la reducción de tiempos de cambio de formato menor en la línea de empaque como se muestra en la **ilustración 4**, donde todos los operadores terminan de realizar la limpieza y los ajustes del equipo al mismo tiempo disminuyendo el tiempo que el equipo permanecía parado sin producir nada.

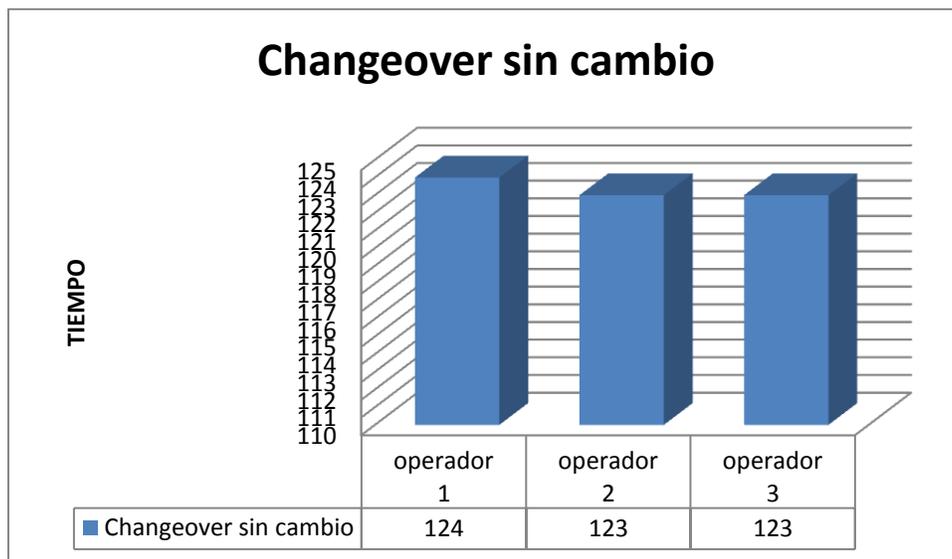


Ilustración 4 Actividades balanceadas

Para realizar el balanceo se tienen que tener bien definidas las actividades y los tiempos de duración de cada una, para poder traspasar una actividad de un operador en un área de trabajo a

otra área, verificando que este operador pueda realizar sus actividades sin un aumento extra en el tiempo. De esta manera al mover actividades de un operador a otro los tiempos totales requeridos por operador se igualan. La meta es crear un flujo continuo en la limpieza y el ensamble del nuevo formato, con un mínimo de tiempo ocioso por cada operador, lo que da una gran ventaja en la utilización de los recursos y en la equidad de la cantidad de trabajo por persona.

### **Clasificar las actividades del Cambio**

En esta parte se lleva a cabo el estudio de la documentación actual, lo primero que se debe realizar es reunir todos los reportes que se generaron (toma de tiempos, videos, diagramas etc.), se deben clasificar las actividades que se realizan dentro del periodo de cambio de herramienta y limpieza (estas dos actividades forman parte del cambio de formato menor), en internas y externas, detectar tiempos de ocio de los operadores, así como definir qué actividades son de valor para el proceso y cuales no agregan valor al proceso.

Esto dará como resultado la pauta para realizar las siguientes etapas de la metodología SMED ya que nos entrega la lista de actividades (internas, externas y tiempos de ocio de operadores) que componen el cambio de formato menor y su importancia dentro del proceso de empaque.

En este punto es importante analizar la situación actual, generar una hipótesis sobre nuestra situación ideal y comparar.

En esta etapa utilizamos un formato:

- Formato “asignación de actividades”

En el capítulo 3 se mostrara los formato, su utilización y la forma de llenarlo, al igual que los formatos de la primera etapa (documentar la condición inicial).

### **Convertir actividades internas a externas**

En esta etapa se tienen todas las actividades mezcladas, lo que podría ser un ajuste externo se está marcando como interno.

Se deben estudiar a fondo las políticas de la empresa, manuales y normas, para saber que ajustes se pueden modificar y cuales no son aptos para el cambio, y no desperdiciar esfuerzos realizando propuestas que intenten cambiar todo a algo ideal.

Ajustes Internos: Tienen que ejecutarse cuando la máquina esta parada.

Ajustes Externos: Pueden ejecutarse mientras la máquina está operando.

En este punto el objetivo es sacar todos los ajustes internos del cambio de formato menor y realizarlos cuando la línea o maquina estén trabajando.

## Reducir tiempo de actividades internas

Al llegar a esta parte se deben generar todas las soluciones para reducir todos los ajustes que quedaron como internos; se debe formar un equipo con todas las áreas que creamos necesarias para disminuir los tiempos ya que a cada área se le asignaran responsabilidades específicas.

### Reducir tiempos de Ajuste

- Se deben ubicar las herramientas y el equipo en el lugar adecuado y de fácil acceso para realizar los cambios de manera rápida.
- Se debe analizar la secuencia y eliminar pasos, idas de material y pérdidas de tiempo por búsqueda de herramental adecuado.
- Establecer puntos de referencia claros para realizar los ajustes.
- Delimitar áreas de trabajo para herramientas, materiales y personal.
- Se deben balancear las actividades entre operarios.
- Dejar todo claro (parámetros, puntos de referencia, instrucciones), para que cualquier operario pueda realizarlo.

## Reducir tiempo de actividades externas

Debemos estandarizar todas las actividades externas, por ejemplo si un operario se ve obligado a dejar su línea para ir por materiales estos deben estar listos y lo más cerca de la línea, si se requiere hacer carga de consumibles estos deben estar preparados.

El punto importante de esta etapa es analizar la actividad y ayudar a que esta se realice en el menor tiempo posible.

### Estandarizar e implementar las actividades

Cuando se tengan definidas las actividades de cada operario, y los ajustes o actividades internos y externos, se debe proceder a implementarlos, dando una capacitación o platica a los operarios y las áreas involucradas, para que lleven a cabo los cambios que se realizaron en los pasos anteriores.

Algunas veces se alcanzara el tiempo objetivo, más al principio cuando se esta monitoreando la mejora, pero esto puede dejar de suceder sino se le da la importancia necesaria a la estandarización, por lo que se deben crear calificaciones para cada operario para que ellos se sientan motivados; no se debe dejar de monitorear la nueva secuencia, así se lograran actividades bien definidas y cada vez más ágiles.

“No puedo dejar de decir que el JIT es muy efectivo en dirección industrial, pero el JIT es un fin, no un medio. Sin dominar los métodos prácticos y técnicas que forman su núcleo, el

JIT no tiene sentido en sí mismo. Creo firmemente que el sistema SMED es el método más efectivo para conseguir la producción JIT.” (Shingo 1983).

## CAPITULO 2- ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN INICIAL

Esta primera etapa de implementación de la metodología SMED es la principal dentro de la metodología, ya que en el desarrollo del análisis nosotros debemos de documentar la información que nos permitirá ver los puntos a mejorar dentro del proceso de empaque.

Como parte importante en este paso debemos tener claro que al observar y analizar las actividades de los operadores el observador deberá tener en cuenta los siguientes puntos:

- No podrá dar ningún juicio preliminar a la situación que observe.
- Encontrar el lugar adecuado para observar las actividades (no entorpecer el proceso).
- No perder ningún elemento y registrarlo (tiempo, actividad, secuencia y distribución).

Se deberá contar con las herramientas necesarias para la observación de las actividades como son video cámaras, cámaras fotográficas y cronómetros.

El propósito de documentar gráficamente las actividades de los operadores es obtener una herramienta más para evaluar los siguientes aspectos:

- Evaluar nuestra habilidad de observación, al tener una imagen o video de las actividades observadas nos percataremos de más detalles que se pueden escapar a la vista del observador, por lo que detectaremos puntos clave omitidos en la observación visual.
- Tener tiempos para referencia.
- Capturar puntos de aprendizaje para otras líneas de empaque y áreas de la organización.
- Al mostrar los videos a otras personas con el conocimiento de la metodología obtendremos más de una observación.
- Se podrá obtener un mejor análisis para la realización específica de alguna actividad.
- Se tendrá la documentación del estado inicial y del estado futuro.
- Se podrá mostrar el desperdicio a los siguientes niveles de la organización.

### 2.1 Maquina Objetivo

La aplicación de la metodología SMED por cuestiones de recursos en la empresa, solo se aplicará en la línea de empaque de sólidos, en la línea llamada Empaque-II y solo se trabajará sobre el cambio de formato menor sin cambio de formato, ya que este tipo de cambio de formato menor es el único que nos permite finalizar el proyecto en un periodo menor a 8 meses, por el tiempo requerido que se necesita para desarrollar el trabajo y completar la aplicación de la metodología SMED.

Empaque-II es la línea idónea para empezar a reducir los tiempos de *set up* ya que esta línea presenta el mayor número de cambio de formato menor sin cambio de formato en el año y las experiencias obtenidas de este primer experimento, se mejoraran al replicar lo aprendido en las demás líneas de empaque del área de sólidos en la empresa.

La aplicación de la metodología SMED comenzó en la primera semana de marzo del 2013.

## 2.2 Entendiendo el proceso

Para comprender la condición inicial, primero habrá que entender varias cosas que explicaré a continuación:

### Producto

Tableta:

- ◆ Porción pequeña de medicamento comprimido de forma redondeada para poderla tragar con facilidad.
- ◆ Forma de presentación farmacéutica en la que el medicamento presenta un aspecto redondeado u oval.

### Razón del cambio de formato menor

El área donde se va a analizar el tiempo de limpieza y ajustes es el área de sólidos, el único producto que se acondiciona en la máquina a estudiar son tabletas, éstas tabletas pueden ser de diferentes tamaños, diferentes fórmulas (contienen diferente número de activos y diferentes concentraciones de activos), y a su vez estas son acondicionadas en diferentes presentaciones (diferentes tamaños de caja y número de tabletas por blíster). Una tableta con la misma fórmula puede ser acondicionada para muestra médica o para venta, dependiendo de su destino final, cambia la presentación. Ya que las diferentes tabletas pueden terminar en clínicas del gobierno, como una muestra médica o ser exportadas a diferentes países. Todo lo dicho anteriormente es la razón del cambio de formato menor.

Por las razones anteriormente mencionadas, al pasar de un lote a otro, estos cambios presentan distintas situaciones, por ejemplo:

- Cuando se cambia de una familia a otra (se cambia de fórmula en la tableta acondicionada), se tiene que realizar una limpieza profunda (cambio de formato menor mayor, así se le llama dentro del área de acondicionado).
- Si se encuentra dentro de la misma familia pero cambia el tamaño de caja, esta varía en caja chica, mediana y grande, o el número de blíster en la caja o tabletas por blíster, se realiza una limpieza menor (cambio de formato menor), ya que esta no conlleva todas las actividades realizadas en una limpieza mayor.

La **tabla 1** resume cuando se debe aplicar una limpieza menor y cuando una limpieza mayor:

Cambio de formato menor	Cambio de formato Mayor
Cambio de tamaño de caja, misma familia y misma concentración de activos.	Cambio de familia.
Cambio de número de Tabletas en blíster, misma familia y misma concentración de activos.	Cambio de mayor concentración a menor concentración de activos en la misma familia.
Cambio de número de blíster por caja, misma familia y misma concentración de activos.	
Aumento de concentración del activo en una misma familia.	

**Tabla 1** Casos para hacer un cambio de formato menor

Cambio de formato menor: Se define al tiempo de la limpieza y ajustes en la línea de acondicionamiento desde que se termina la última pieza buena del lote anterior, hasta que se obtenga la primera pieza buena del lote siguiente.

En el área de empaque de sólidos se tienen 5 tipos de limpieza, como se muestra en la **tabla 2**:

Tipo de Cambio de formato menor
Campaña sin cambio de formato
Profunda sin cambio de formato
Profunda con cambio de formato
Campaña con cambio de formato
Campaña con cambio mayor de formato

**Tabla 2** Tipo de cambio de formato menor

Estos 5 tipos de cambio de formato menor se pueden agrupar en dos categorías:

Sin cambio de formato: Representa hacer una limpieza superficial en área gris al equipo que compone la línea de empaque, una revisión para cerciorarse que no existan componentes del lote anterior dentro de la línea y cambios en ajustes mínimos en área blanca y área gris.

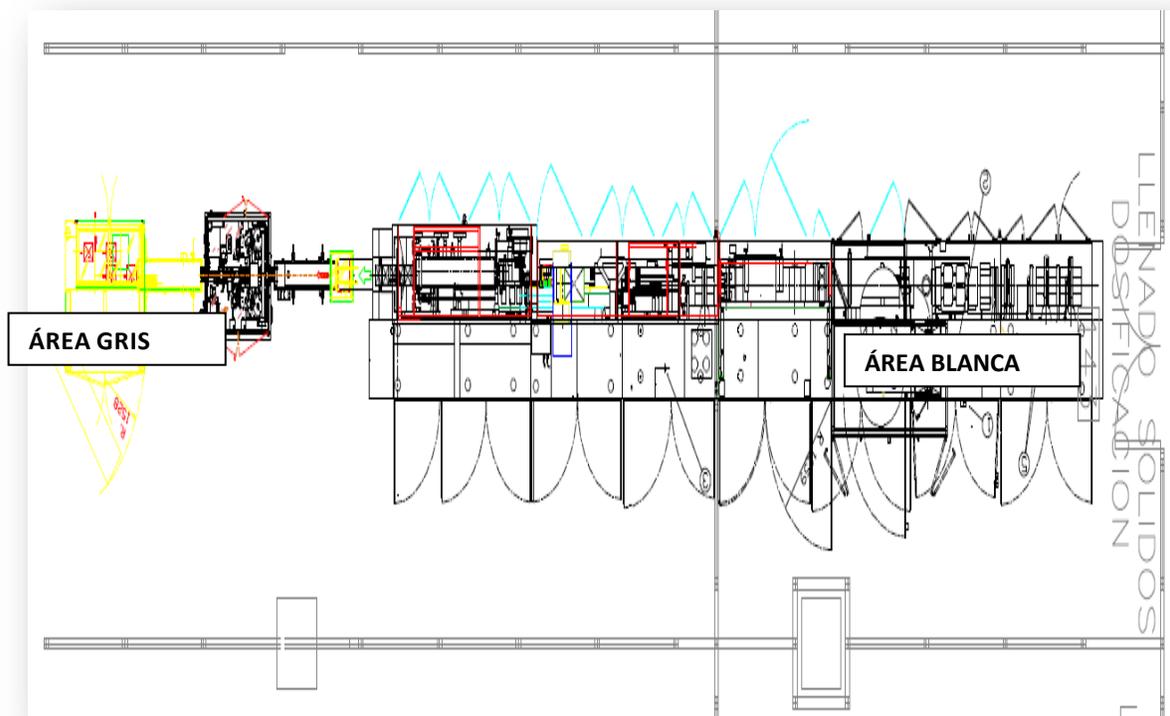
Con cambio de formato: Representa hacer una limpieza en área gris y en área blanca para eliminar cualquier residuo de un activo de una familia a la entrada del nuevo lote de otra familia con diferentes activos, grandes cambios en aditamentos de la línea y ajustes en parámetros tanto de área blanca y área gris.

### Área y Máquinas.

La línea de empaque está compuesta por 2 áreas:

- Área blanca
- Área gris

Como se ven marcadas en la **ilustración 5** donde se muestra el layout de la línea de empaque II:



**Ilustración 5** Área de empaque

Definición:

Área blanca: es el espacio donde el medicamento ya comprimido (las tabletas) está en contacto con el ambiente y con el operario, por lo que esta área, está protegida de contaminación del exterior, así como los operarios, en ciertas formulas con concentraciones altas de los activos, tienen que usar un traje especial (paper), para poder manejar las máquinas, esta área se encuentra controlada en temperatura y humedad.

Descripción de área blanca:

En esta área se encuentran el alimentador de pvc, la tolva o alimentador de tabletas de la línea donde se coloca el granel (tabletas), posteriormente pasan por el sistema de visión y de ahí pasan al área de sellado donde con unos moldes el pvc toma la forma de las tabletas (placas de formado) y las tabletas son acomodadas en los huecos formados por las placas, posteriormente pasan al aluminio donde son selladas las tabletas en los blíster.

Como se muestra en la **ilustración 6** en el diagrama de bloques de área blanca.



Ilustración 6 Diagrama de bloques Área blanca

En la ilustración 7 se ven los componentes que conforman las máquinas que se operan en área blanca.

Área blanca

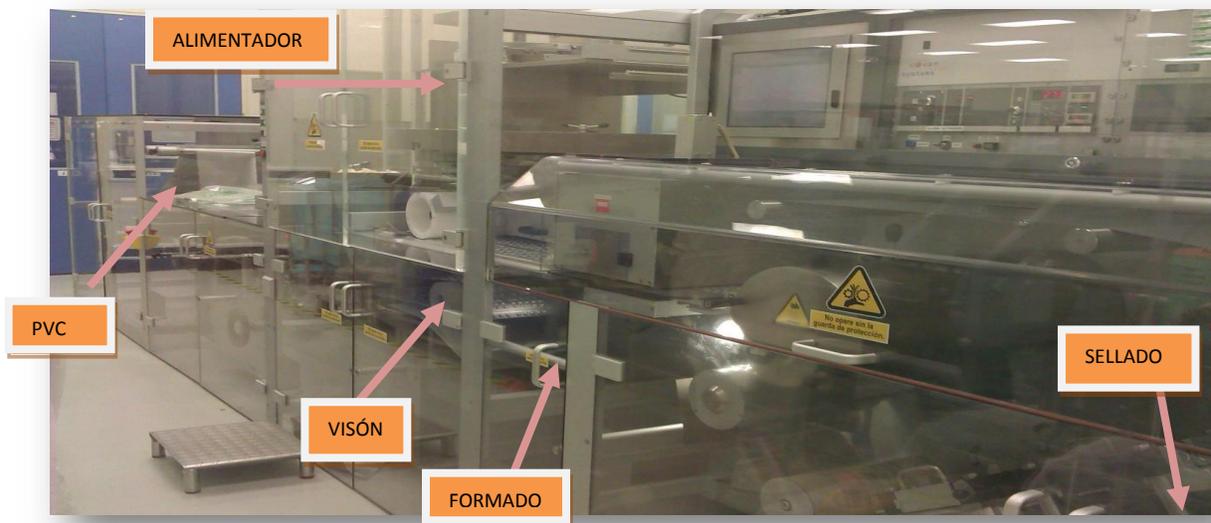


Ilustración 7 Áreas de trabajo/Área Blanca

Área gris: Es el área donde el medicamento ya no tiene contacto con el ambiente y los operarios no necesitan ninguna protección por estar expuestos a los activos de los medicamentos que se estén empacando.

Descripción de área gris: Esta área está compuesta por la blistera que se encarga de tomar los blíster y acomodarlos en el número correcto, para la presentación con la que se esté trabajando, posteriormente pasan a la estuchadora donde los blíster son introducidos a los diferentes tamaños de caja, en esta parte se encuentra el guck que es la máquina que acomoda y dobla el instructivo de ser necesario, esta es usada cuando la presentación lleva instructivo, sino no es requerida, posteriormente pasa por una báscula (Ramsey), este es uno de los puntos de calidad ya que de no estar en el rango de peso establecido en la báscula esta la desecha, para después pasar a la enfajilladora, esta máquina es la última y acomoda en paquetes las cajas ya con blíster, para llegar por ultimo al empaque que se lleva a cabo de manera manual. Este proceso se puede ver representado en la **ilustración 8** donde observamos el diagrama de bloques de cada uno de los componentes de área gris y como están distribuidos.



Ilustración 8 Diagrama de bloques Área Gris

La **ilustración 9** muestra unas fotografías de los primeros tres componentes de área gris, la blistera, la estuchadora y el guck.

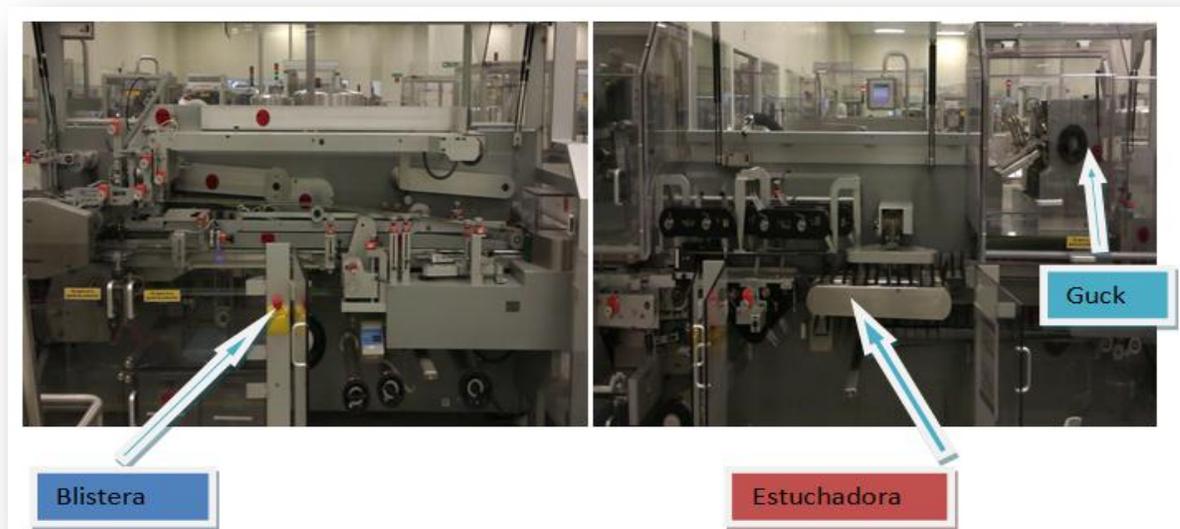


Ilustración 9 Máquinas área gris

La **ilustración 10** muestra las fotografías de los últimos 2 componentes del área gris que son la báscula y la enfajilladora.

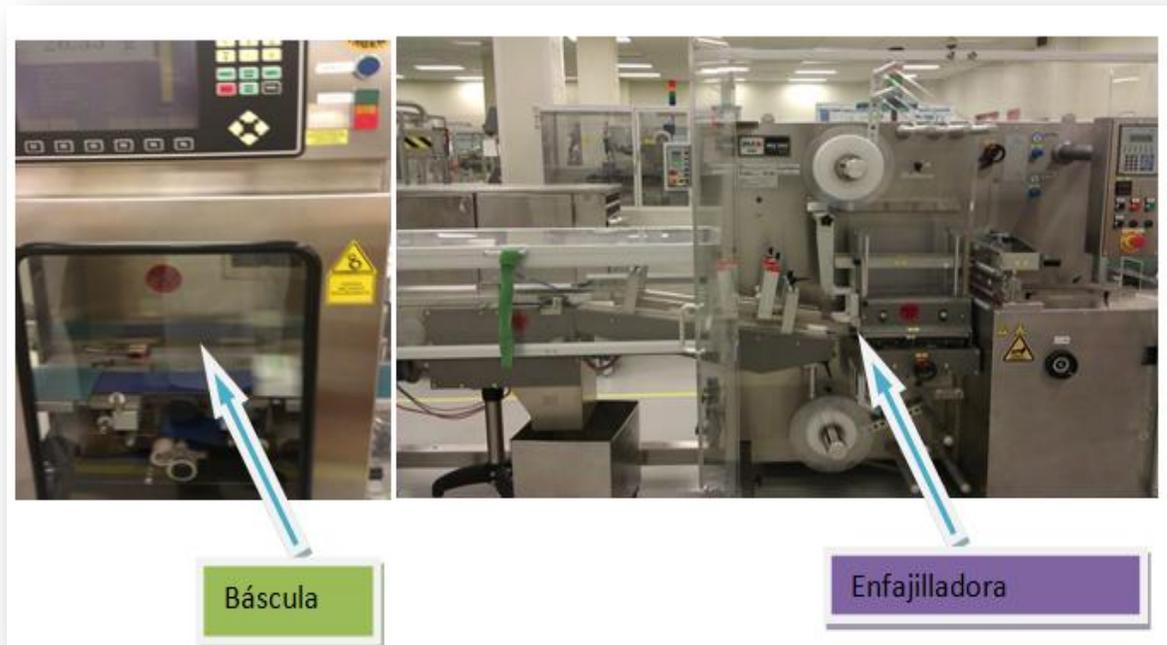


Ilustración 10 máquinas área gris 2

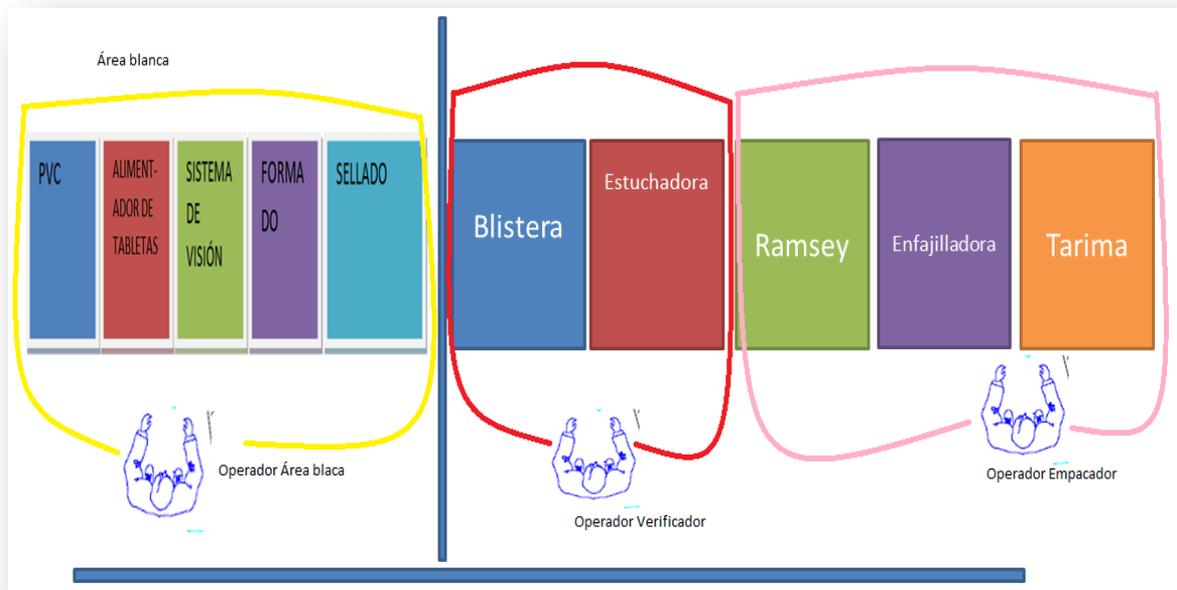
La operación que realiza la línea es acondicionar de siguiente manera:

- ◆ Las tabletas son acondicionadas en los blíster.
- ◆ Los blíster son acondicionados en las cajas.
- ◆ Las cajas son acondicionadas para ir en los corrugados.

Dentro del proceso de empaque están designados 3 operadores:

- 1 para área blanca.
- 2 área gris (el empacador y verificador).

El lugar de cada operador se define a continuación en la **ilustración 11** donde se marcan con diferente color las máquinas que cada operador debe operar en su zona de trabajo, cosa que cambiará a la hora de realizar el cambio de formato menor, para poder balancear las actividades de la limpieza y los ajustes:



**Ilustración 11 Zonas de trabajo**

El operador de área blanca es el único de esta área y está encargado de operar todo el equipo. En el área gris se encuentran dos operarios, el operador verificador que se encarga de manejar la blistera y estuchadora y el operador empacador la Ramsey, enfajilladora y pasar las cajas a la tarima para ser transportadas.

### 2.3 Análisis de las métricas

Otra parte importante que se debe conocer de la operación es la métrica que se utiliza para medir la eficiencia de la línea a estudiar y en la cual se va a efectuar la metodología SMED, esta métrica es el OEE.

OEE (Overall Equipment Effectiveness)

OEE es la eficiencia global del equipo de producción, el OEE se puede confundir con un cálculo grueso de la eficiencia de una máquina, que resulta del cociente que divide las piezas buenas fabricadas, entre el número total de piezas que se pudieron fabricar en el tiempo planeado de producción, pero la técnica del OEE conlleva tener un análisis de varios factores que intervienen en nuestra fabricación o acondicionamiento.

En la línea de empaque que se está analizando para este caso, se usa el OEE por que este consiste en el cálculo del desempeño, disponibilidad y calidad de la línea, estos tres factores que constituyen el OEE y la métrica nos dan mejor visibilidad de la eficiencia real de nuestra línea de empaque, ya que incluyen las piezas buenas realizadas, el desempeño del operario y la máquina que las realizó y nos da el cálculo de cuánto tiempo se detuvo la máquina durante el día, este cálculo se obtiene en la parte de disponibilidad.

Esto da una ventaja al OEE con respecto al cálculo mencionado al principio, ya que este cociente solo cuantifica el número de piezas realizadas en el tiempo planeado (desempeño), englobando en un único indicador todos los parámetros fundamentales de la producción industrial, que ya se mencionaron anterior mente: La disponibilidad, el desempeño y la calidad.

Con un análisis de los tres componentes que integran el OEE, se hará visible en que partes del proceso se fue perdiendo la eficiencia para obtener el 100%, y analizar lo que se ha perdido:

- No disponibilidad. No se ha producido durante el tiempo que se debía estar produciendo y existieron muchos paros
- Por el bajo desempeño. No se ha producido con la velocidad que se podía haber hecho por cuestiones que tienen que ver con la máquina o con el cambio de velocidad del operador
- Por la no calidad. No se ha producido con las especificaciones que pide el cliente.

El cálculo del OEE es el resultado del producto de tres factores como se muestra en la **ilustración 12**, en ella podemos observar gráficamente donde se va perdiendo el tiempo disponible y el total de piezas buenas que resultan al final de un turno:

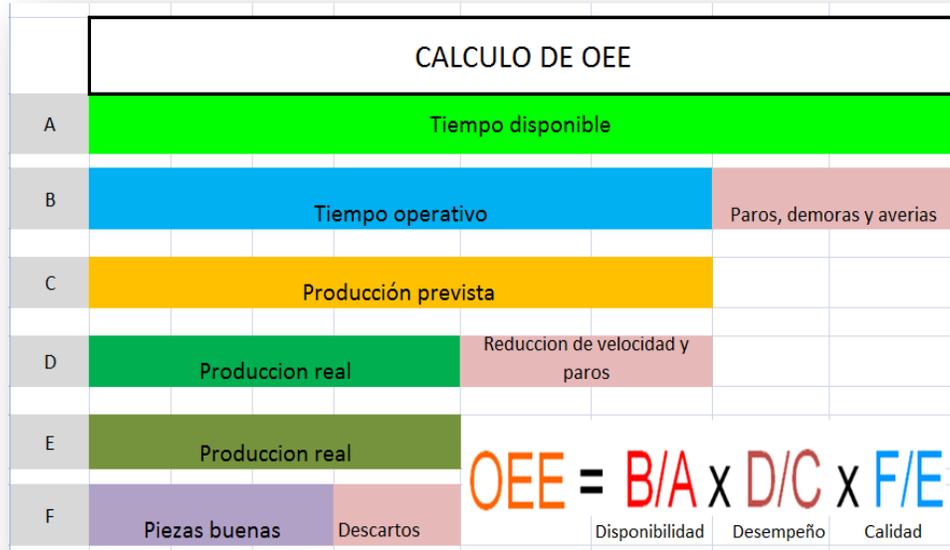


Ilustración 12 Cálculo de OEE

OEE= Disponibilidad x desempeño x calidad

La disponibilidad es el resultado de dividir el tiempo real operativo del día entre el tiempo planeado.

El desempeño es el resultado de dividir las piezas reales del día entre las piezas que se pueden obtener en el tiempo real operativo.

La calidad es el resultado de dividir las piezas buenas entre el número de piezas reales obtenidas en la línea.

Hoy en día, el OEE se ha convertido en un estándar internacional reconocido por las principales industrias de todo el mundo.

Otra de las métricas que nos ayudará en el proyecto de SMED es el registro del Cambio de formato menor de cada línea, esta métrica es una bitácora donde los operadores registran el tiempo que les lleva una limpieza tanto en campaña con y sin cambio de formato, así como profunda con y sin cambio de formato.

### **Análisis de datos. Condición inicial empaque II**

La empresa donde se está realizando el trabajo de campo, tiene una meta, alcanzar para finales del año 2013 un OEE promedio de 45%. Con base en este objetivo se decidió aplicar la metodología de trabajo SMED para obtener un aumento en la disponibilidad y el desempeño de la línea.

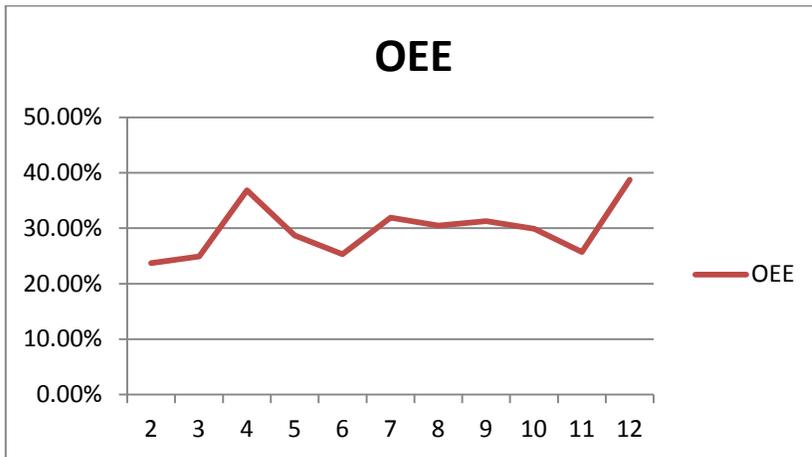
Como primer paso en el proyecto de SMED, lleve a cabo la investigación de cómo se comportaba inicialmente la línea de empaque, basándome en el registro de Cambio de formato menor de la línea, la métrica del OEE y las matrices de indicaciones que tenían los operadores para trabajar, que tiempos existían o tenían como referencia para que ellos realizaran su cambio de formato menor.

Para lo cual obtuve los siguientes resultados del primer trimestre del año:

En la métrica del OEE semanal se tiene la siguiente información de la línea mostrada en la **tabla 3** y la **gráfica 1**.

Semana	OEE
2	23.71%
3	24.93%
4	36.86%
5	28.69%
6	25.34%
7	31.90%
8	30.46%
9	31.26%
10	29.89%
11	25.71%
12	38.74%

**Tabla 3 Primer trimestre OEE**

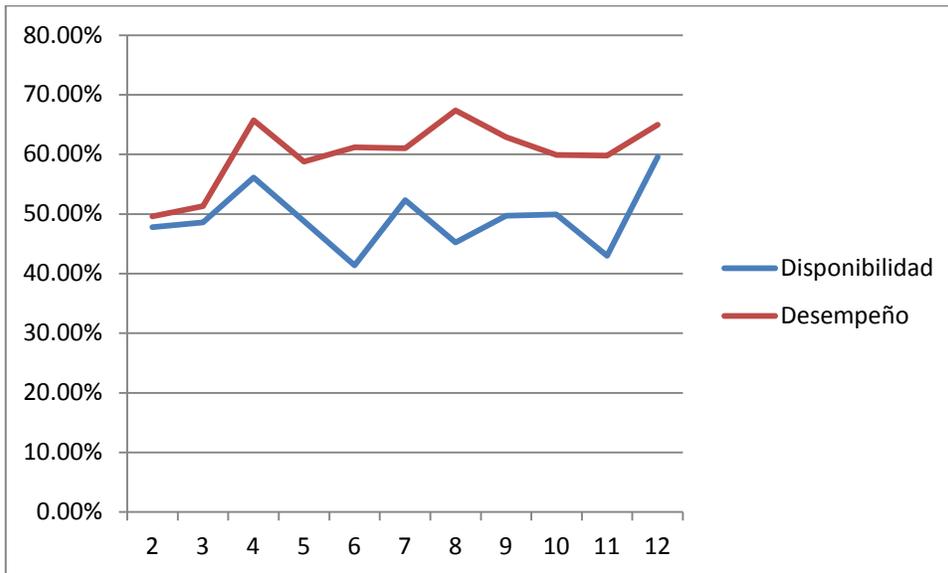


Grafica 1 OEE primer trimestre

En la **tabla 3** podemos observar los resultados semanales del OEE hasta la última semana de marzo, en la cual observamos un promedio de 29.67% de OEE, en ninguna semana se logro la meta de obtener un OEE por arriba de o igual a 45%, que es el objetivo de todas las líneas de empaque, por lo cual veremos más a detalle los componentes del OEE y analizar donde se presenta la mayor pérdida de la eficiencia global de la línea. Mientras en la **gráfica 1** podemos observar que el comportamiento del OEE a lo largo de las primeras semanas del año no es un comportamiento estable.

Disponibilidad	Desempeño
47.80%	49.60%
48.60%	51.30%
56.10%	65.70%
48.80%	58.80%
41.40%	61.20%
52.30%	61.00%
45.20%	67.40%
49.70%	62.90%
49.90%	59.90%
43.00%	59.80%
59.60%	65.00%

Tabla 4 Componentes OEE primer trimestre



Grafica 2 Componentes OEE primer trimestre

Para este caso la calidad se tomo del 100% ya que en la línea de empaque se acondicionan tabletas que cumplen con las características de calidad que requiere el cliente. En el área de manufactura de sólidos las tabletas pasan por exámenes de calidad, pues no se podría pasar por alto que se vaya una tableta que no cumpla con las especificaciones que requiere (que este rota o de un color diferente al que se especifique, sin la consistencia estándar).

Aunque en la línea de empaque se tienen varios puntos de descarto o puntos de calidad, donde el producto terminado (cajilla con tabletas) que no cumple con las especificaciones reglamentadas para la venta es desechado, el granel (tabletas) que va contenido en los blíster desechados dentro de las cajas, se recuperan del blíster y se acondicionan de nuevo, de tal manera que no existe granel desechado, solo cajilla y blíster (aluminio con pvc).

El material que no se puede re-utilizar como la cajilla y el blíster son mandados a destrucción, estos no son contemplados como producto, y el tiempo empleado en hacer estos blíster y empaquetarlos así como el re-trabajo que se realiza al obtener el granel de las cajillas que no cumplen con las especificaciones y volverlo a acondicionar, es absorbido por los otros dos factores que componen el OEE, ya que en el cálculo de la disponibilidad y desempeño de la línea, estos pequeños paros se toman como paros por maquina o que la velocidad se encontró por debajo de la calificada, ya que ahí se suma el tiempo total de fabricación, por lo que el cálculo del OEE no resulta afectado sino que las variables de desempeño y disponibilidad tienden a ser menores a las reales, por ejemplo:

- La disponibilidad es afectada cuando en el registro de la hoja hora por hora de la línea se apunta como paro la actividad de recuperar el granel de las cajillas descartadas por la línea.

- El desempeño es afectado ya que la línea tiene una velocidad calificada por minuto y cuando la línea descarta una cajilla esta cajilla no es tomada en cuenta y se entregan menos cajas de las que se fabricaron en ese minuto y al final se tiene una diferencia.

En la **grafica 2** y **tabla 4** “componentes del OEE”, observamos que la disponibilidad marco un promedio de 49.31% y para lograr la meta se necesita obtener una disponibilidad de 70% de la línea y un desempeño de 70%, observamos que el desempeño esta por arriba de la disponibilidad dando un promedio de 60.24%, que está cerca de la meta para obtener el objetivo del 45% de OEE, pero los 2 muestran un comportamiento con variación.

En esta comparación observamos que el factor que necesita mejorarse con mayor urgencia es la disponibilidad de la línea, ya que muestra un promedio muy por debajo del esperado para alcanzar la meta de 45% de OEE en la línea de empaque y aquí la necesidad de aplicar la metodología SMED con la cual se aumentará la disponibilidad y el desempeño de los equipos que conforman el área de empaque de sólidos y como consecuencia de la implementación correcta de la metodología SMED tendremos un aumento del OEE de la línea.

En la métrica del OEE mensual tenemos los siguientes resultados

Mes	Prom piezas por hr teórico	Total Unidades	Tiempo Disponible (Hrs.)	Tiempo Operación (Hrs.)	Tiempo Perdido (Hrs.)	Total Unidades (Vel ponderada)	Unidades teóricas por hr	Unidades reales por hr	Vel prom por minuto real
ene13	10,042	961,371	302	156	146	3,033,521	19,464	6,169	103
feb13	10,042	1,323,343	398	187	211	3,995,879	21,376	7,079	118
mar13	10,042	1,069,633	315	167	148	3,161,724	18,915	6,399	107

**Tabla 5 Piezas línea mensual**

El reporte que se observa en la **tabla 5** nos ayuda a que veamos el número de piezas que se pueden producir sin paros que son aproximadamente 3 millones de unidades mensuales y las producidas que en promedio son un millón doscientas mil unidades buenas lo que representa un porcentaje del 35% de las unidades que se pueden producir lo cual es una cantidad muy baja en producción lo que también se ve reflejado en la métrica de OEE que tiene la línea de empaque-II al final de cada mes y también las horas disponibles. En este reporte vemos que las horas perdidas representan un 50% del tiempo que cuenta la planta para producir, lo que nos deja visibilidad que con un 50% de tiempo disponible se deberían producir un millón quinientas mil unidades lo cual tampoco se logra, por lo que tenemos la tarea de reducir los tiempos muertos de la línea y mejorar el desempeño de los operadores cuando la línea este trabajando, lo que nos da otro punto de referencia para ver si la metodología SMED nos ayudara a reducir los tiempos de paro en la línea de empaque y si estas horas las aprovechamos en la obtención de más piezas al final del mes.

Otro elemento que ayuda a dimensionar los beneficios de la metodología SMED es el número de piezas que podemos obtener realmente con un equipo eficiente como nos lo muestra la última columna de la **tabla 5** donde observamos el total de unidades obtenidas realmente contra las unidades que se pueden obtener con la velocidad calificada de la línea (10042 unidades en promedio).

## 2.4 Costos

A todas las empresas les cuesta mucho dinero tener detenidas sus líneas de producción, esto incluye a la maquinaria y al personal, aunque es el caso de las empresas farmacéuticas por cuestiones de buenas practicas de fabricación se deba detener la línea, limpiarla y cambiar ajustes para empezar un nuevo lote es muy importante que este tiempo sea el menor posible, a continuación muestro cuanto le cuesta a la empresa estar parada, tomando como referencia la tabla 5 que tiene las horas de paro que se tuvieron cada mes.

CONCEPTO	TARIFA POR HORA
<b>Maquinaria</b>	3330 pesos
<b>Personal</b>	2265 pesos (3 personas)

Tabla 6 Costos

En la **tabla 6** observamos los costos por hora que paga la empresa por tener parada la línea y en este caso solo se muestra el costo de la maquinaria y el personal, ya que aquí tendrían que ir mas valores como los costos fijos de la empresa y los costos relacionados a la gente que no trabaja directamente en la línea, pero que ve afectado su trabajo por la falta de producto terminado.

Entonces en la **tabla 7** vemos lo que le cuesta a la empresa estar detenida cada mes solo contando máquina y personal que trabaja directamente en la línea, aunque como ya se había comentado que los cambios de formato son obligados y siempre existirá tiempo en la empresa es importante que este tiempo sea el menor posible, para lograr que la empresa sea competitiva en el nuevo sistema global.

MES	TIEMPO PERDIDO	TARIFA MAQUINA MAS PERSONAL X HR	TOTAL PESOS
<b>Enero</b>	146	5595	\$ 816870
<b>Febrero</b>	211	5595	\$ 1180545
<b>Marzo</b>	148	5595	\$ 828060

Tabla 7 Costos por tiempo perdido

Como observamos en la **tabla 7** al mes se tienen perdidas aproximadamente de \$ 940 000 pesos solo por equipo y personal directo, al final estos gastos los absorbe el producto terminado, lo que hace que la empresa fabrique productos más caros y no sea una empresa flexible y competitiva contra otras empresas que puedan hacer el mismo producto pero mucho más barato por contar con sistemas lean y con el mismo equipo fabricar mas unidades a menor costo.

A continuación se muestra la matriz con los tiempos que se trabajaron en la línea de empaque II en el año 2013, donde se ven los tiempos establecidos para cada limpieza.

La importancia de esta matriz de tiempos de cambio de formato menor que se muestra en la **tabla 8** es que no solo la ocupan los operadores para tener referencia de cuanto deben tardar en su cambio de formato menor, sino que también es la misma matriz con la que los planeadores de cada línea planean la producción semanal de la línea de empaque, entre más largo es el tiempo de los cambio de formato menor número de piezas se programan para producir en la línea. Es de suma importancia bajar los tiempos para aumentar el número de piezas que se puedan acondicionar en Empaque-II y para las planeaciones futuras con lo que se bajara el costo del producto y se podrán acondicionar más en las líneas.

<b>LINEA EMPAQUE II</b>				
<b>Cambio de formato Campaña</b>		<b>Hr</b>	<b>Min</b>	<b>Cve</b>
<b>1A</b>	Sin cambio	1:30	90	1 <sup>a</sup>
<b>1B</b>	Con cambio menor	2:15	135	1B
<b>1C</b>	Con cambio mayor	3:40	220	1C
<b>Cambio de formato Profunda</b>		<b>Hr</b>	<b>Min</b>	<b>Cve</b>
<b>2A</b>	Sin cambio	5:00	300	2 <sup>a</sup>
<b>2B</b>	Con cambio	8:00	480	2B

Tabla 8 Matriz de cambio de formato sólidos

Otro rubro de importancia mayor es que estos son los tiempos que se usan en el cálculo de la capacidad de la planta año con año (que incluye el tiempo que tardan los operadores en realizar el cambio de formato menor), los puntos donde se calculan las horas hombre necesarias, las horas maquina y los recursos para cada tamaño de lote. Un mayor tiempo en cambio de formato menor impacta de muchas formas, ya que se tienen procesos largos, y entre más largo es el proceso para acondicionar un lote más recursos utilizará y la planta reportará menor capacidad anual de la que puede ofrecer.

Los tiempos que se calculan y se ponen en el modelo de capacidad son los que se usan todo el año, y estos no se podrán modificar hasta el cálculo para el año siguiente, por lo que es de suma importancia tener una reducción de estos tiempos de cambio de formato menor y un buen programa de mejora continua que los mantenga con este margen de disminución, como podría ser la metodología SMED y estar apoyada por otras metodologías como 5's.

En este caso nos enfocaremos al tiempo de cambio de formato menor sin cambio de formato con una duración de una hora y media.

Enseguida muestro los resultados del registro del cambio de formato menor en el primer trimestre del año 2013:

El estudio de estado inicial lo realice en la primera semana de marzo por lo que a continuación presento el análisis de los primeros 3 meses del año 2013. En la **tabla 9** se muestran todos los tiempos registrados en las bitácoras de la línea de empaque II.

La medición de tiempos y movimientos se realizó en el mes de marzo y no se aplicó ninguna técnica para reducir los tiempos de cambio de formato menor hasta principios de abril, por lo que el mes de marzo lo incluyo en la parte de la metodología “documentar el estado inicial” ya que nos dará un mayor panorama de cómo se comportaban los tiempos de los cambio de formato menor sin cambio de formato antes de empezar a disminuir los tiempos con la implementación de la metodología SMED y dar una conclusión más certera acerca de la funcionalidad de la metodología.

Datos

Mes	Tiempo de cambio de formato menor	Promedio por mes	Limite Superior	Control por mes	Límite de control inferior por mes	Desviación Estándar por mes
Enero	100	73.57	119.3504007		27.79245648	15.25965736
Enero	100	73.57	119.3504007		27.79245648	15.25965736
Enero	90	73.57	119.3504007		27.79245648	15.25965736
Enero	90	73.57	119.3504007		27.79245648	15.25965736
Enero	90	73.57	119.3504007		27.79245648	15.25965736
Enero	90	73.57	119.3504007		27.79245648	15.25965736
Enero	90	73.57	119.3504007		27.79245648	15.25965736
Enero	60	73.57	119.3504007		27.79245648	15.25965736
Enero	70	73.57	119.3504007		27.79245648	15.25965736
Enero	60	73.57	119.3504007		27.79245648	15.25965736
Enero	70	73.57	119.3504007		27.79245648	15.25965736
Enero	70	73.57	119.3504007		27.79245648	15.25965736
Enero	60	73.57	119.3504007		27.79245648	15.25965736
Enero	70	73.57	119.3504007		27.79245648	15.25965736
Enero	60	73.57	119.3504007		27.79245648	15.25965736
Enero	70	73.57	119.3504007		27.79245648	15.25965736
Enero	60	73.57	119.3504007		27.79245648	15.25965736
Enero	60	73.57	119.3504007		27.79245648	15.25965736

<b>Enero</b>	75		119.3504007	27.79245648	15.25965736
		73.57			
<b>Enero</b>	50		119.3504007	27.79245648	15.25965736
		73.57			
<b>Enero</b>	70		119.3504007	27.79245648	15.25965736
		73.57			
<b>Enero</b>	60		119.3504007	27.79245648	15.25965736
		73.57			
<b>Enero</b>	90		119.3504007	27.79245648	15.25965736
		73.57			
<b>Febrero</b>	90		123.4610903	20.70557635	17.125919
		72.08			
<b>Febrero</b>	60		123.4610903	20.70557635	17.125919
		72.08			
<b>Febrero</b>	120		123.4610903	20.70557635	17.125919
		72.08			
<b>Febrero</b>	80		123.4610903	20.70557635	17.125919
		72.08			
<b>Febrero</b>	60		123.4610903	20.70557635	17.125919
		72.08			
<b>Febrero</b>	65		123.4610903	20.70557635	17.125919
		72.08			
<b>Febrero</b>	60		123.4610903	20.70557635	17.125919
		72.08			
<b>Febrero</b>	55		123.4610903	20.70557635	17.125919
		72.08			
<b>Febrero</b>	80		123.4610903	20.70557635	17.125919
		72.08			
<b>Febrero</b>	60		123.4610903	20.70557635	17.125919
		72.08			
<b>Febrero</b>	65		123.4610903	20.70557635	17.125919
		72.08			
<b>Febrero</b>	70		123.4610903	20.70557635	17.125919
		72.08			
<b>Febrero</b>	90		123.4610903	20.70557635	17.125919
		72.08			
<b>Febrero</b>	70		123.4610903	20.70557635	17.125919
		72.08			
<b>Febrero</b>	90		123.4610903	20.70557635	17.125919
		72.08			
<b>Febrero</b>	60		123.4610903	20.70557635	17.125919
		72.08			
<b>Febrero</b>	60		123.4610903	20.70557635	17.125919
		72.08			
<b>Febrero</b>	75		123.4610903	20.70557635	17.125919
		72.08			
<b>Febrero</b>	60		123.4610903	20.70557635	17.125919
		72.08			
<b>Febrero</b>	60		123.4610903	20.70557635	17.125919

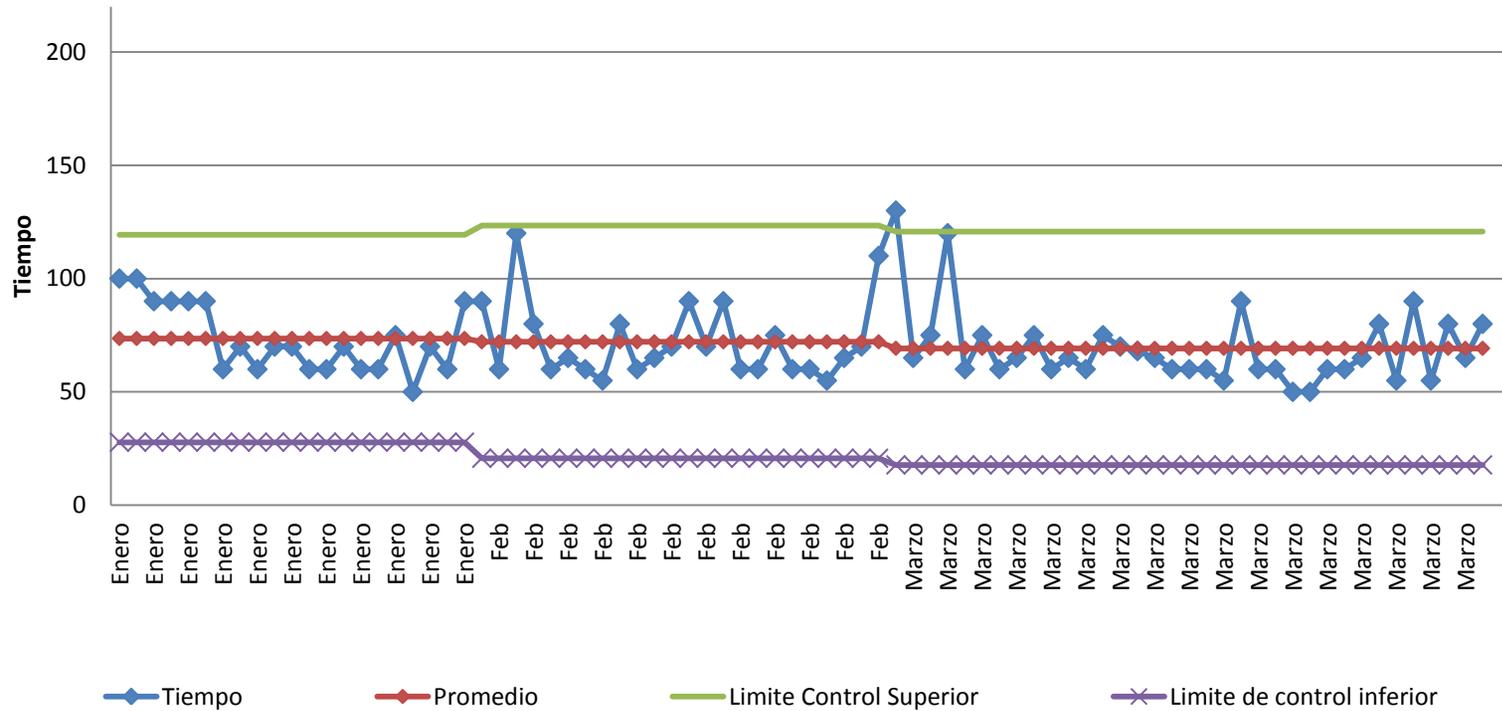
		72.08			
<b>Febrero</b>	55		123.4610903	20.70557635	17.125919
		72.08			
<b>Febrero</b>	65		123.4610903	20.70557635	17.125919
		72.08			
<b>Febrero</b>	70		123.4610903	20.70557635	17.125919
		72.08			
<b>Febrero</b>	110		123.4610903	20.70557635	17.125919
		72.08			
<b>Marzo</b>	130		120.6991635	17.75797935	17.15686403
		69.23			
<b>Marzo</b>	65		120.6991635	17.75797935	17.15686403
		69.23			
<b>Marzo</b>	75		120.6991635	17.75797935	17.15686403
		69.23			
<b>Marzo</b>	120		120.6991635	17.75797935	17.15686403
		69.23			
<b>Marzo</b>	60		120.6991635	17.75797935	17.15686403
		69.23			
<b>Marzo</b>	75		120.6991635	17.75797935	17.15686403
		69.23			
<b>Marzo</b>	60		120.6991635	17.75797935	17.15686403
		69.23			
<b>Marzo</b>	65		120.6991635	17.75797935	17.15686403
		69.23			
<b>Marzo</b>	75		120.6991635	17.75797935	17.15686403
		69.23			
<b>Marzo</b>	60		120.6991635	17.75797935	17.15686403
		69.23			
<b>Marzo</b>	65		120.6991635	17.75797935	17.15686403
		69.23			
<b>Marzo</b>	60		120.6991635	17.75797935	17.15686403
		69.23			
<b>Marzo</b>	75		120.6991635	17.75797935	17.15686403
		69.23			
<b>Marzo</b>	70		120.6991635	17.75797935	17.15686403
		69.23			
<b>Marzo</b>	68		120.6991635	17.75797935	17.15686403
		69.23			
<b>Marzo</b>	65		120.6991635	17.75797935	17.15686403
		69.23			
<b>Marzo</b>	60		120.6991635	17.75797935	17.15686403
		69.23			
<b>Marzo</b>	60		120.6991635	17.75797935	17.15686403
		69.23			
<b>Marzo</b>	60		120.6991635	17.75797935	17.15686403
		69.23			
<b>Marzo</b>	55		120.6991635	17.75797935	17.15686403
		69.23			

<b>Marzo</b>	90		120.6991635	17.75797935	17.15686403
		69.23			
<b>Marzo</b>	60		120.6991635	17.75797935	17.15686403
		69.23			
<b>Marzo</b>	60		120.6991635	17.75797935	17.15686403
		69.23			
<b>Marzo</b>	50		120.6991635	17.75797935	17.15686403
		69.23			
<b>Marzo</b>	50		120.6991635	17.75797935	17.15686403
		69.23			
<b>Marzo</b>	60		120.6991635	17.75797935	17.15686403
		69.23			
<b>Marzo</b>	60		120.6991635	17.75797935	17.15686403
		69.23			
<b>Marzo</b>	65		120.6991635	17.75797935	17.15686403
		69.23			
<b>Marzo</b>	80		120.6991635	17.75797935	17.15686403
		69.23			
<b>Marzo</b>	55		120.6991635	17.75797935	17.15686403
		69.23			
<b>Marzo</b>	90		120.6991635	17.75797935	17.15686403
		69.23			
<b>Marzo</b>	55		120.6991635	17.75797935	17.15686403
		69.23			
<b>Marzo</b>	80		120.6991635	17.75797935	17.15686403
		69.23			
<b>Marzo</b>	65		120.6991635	17.75797935	17.15686403
		69.23			
<b>Marzo</b>	80		120.6991635	17.75797935	17.15686403
		69.23			

Tabla 9 Tiempos cambio de formato menor primer trimestres 2013

El registro de los cambio de formato menor en campaña sin cambio mostró el siguiente comportamiento que observamos en la **gráfica 3**, donde se tienen los datos de la **tabla 9** y se analizan mensualmente obteniendo los límites de control mensuales así como el promedio de cada mes.

## Registro Cambio de formato menor en la linea Empaque-II



Grafica 3 Análisis datos primer trimestre 2013

Mes	Promedio	Limite Control Superior	Limite de control inferior	Desv est
Enero	73.57	119.35	27.79	15.25
Febrero	72.08	123.46	20.70	17.12
Marzo	69.23	120.69	17.75	17.15

Tabla 10 Resultados Análisis de tiempos primer trimestre 2013

En la **gráfica 3**, realizada en Excel, observamos que el comportamiento de las limpiezas es muy variable y que presenta unas desviaciones estándar por arriba de 15 min que podemos observar en la **tabla 10** y el límite de control superior rebasa la meta de 90 min que la empresa establece como su objetivo en sus cambio de formato menor sin cambio de formato, lo que nos muestra que no solo tendremos que reducir los tiempos de cambio de formato menor, sino encontrar las causas que generan la desviación estándar y tratar de eliminarlas, corregirlas o tener una respuesta rápida a los problemas que generan los picos en los cambio de formato menor, para así lograr tener una limpieza estandarizada y que los límites de control superior e inferior sean cada vez más cerrados.

Los límites superior e inferior fueron calculados con la siguiente fórmula:

$$\text{Límites de control} = X \pm 3\sigma$$

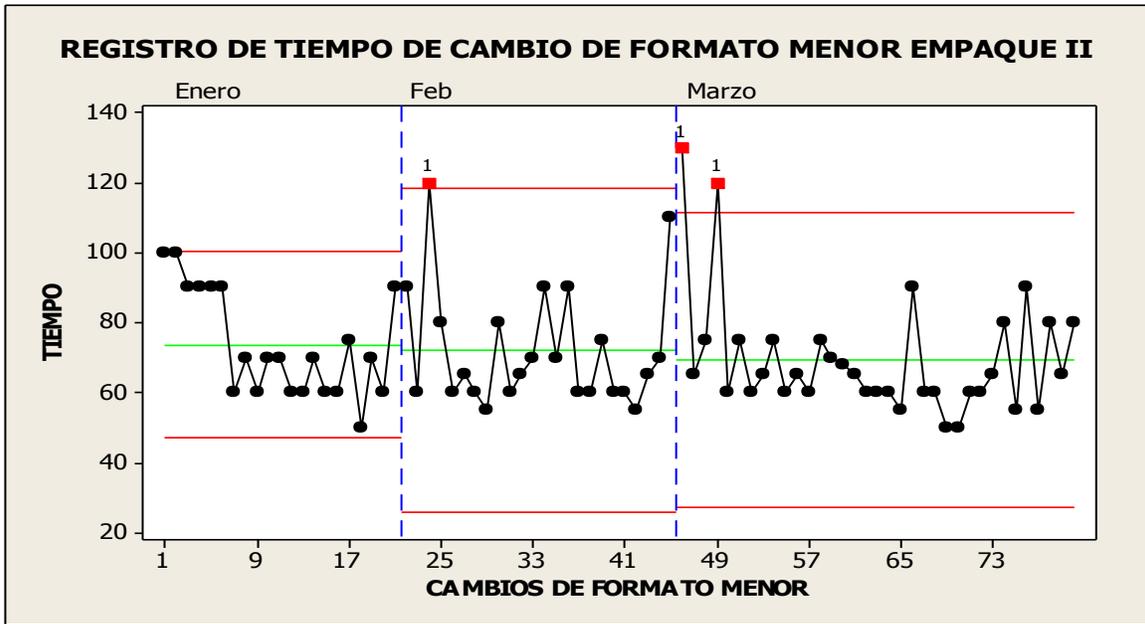
Donde X es la media y  $\sigma$  es la desviación estándar.

Mes	Promedio	Disminución
Enero	73.57 min	0
Febrero	72.08 min	1.49
Marzo	69.23 min	2.85
	Promedio	2.17 min al mes de disminución en promedio.

Tabla 11 Análisis disminución de tiempos

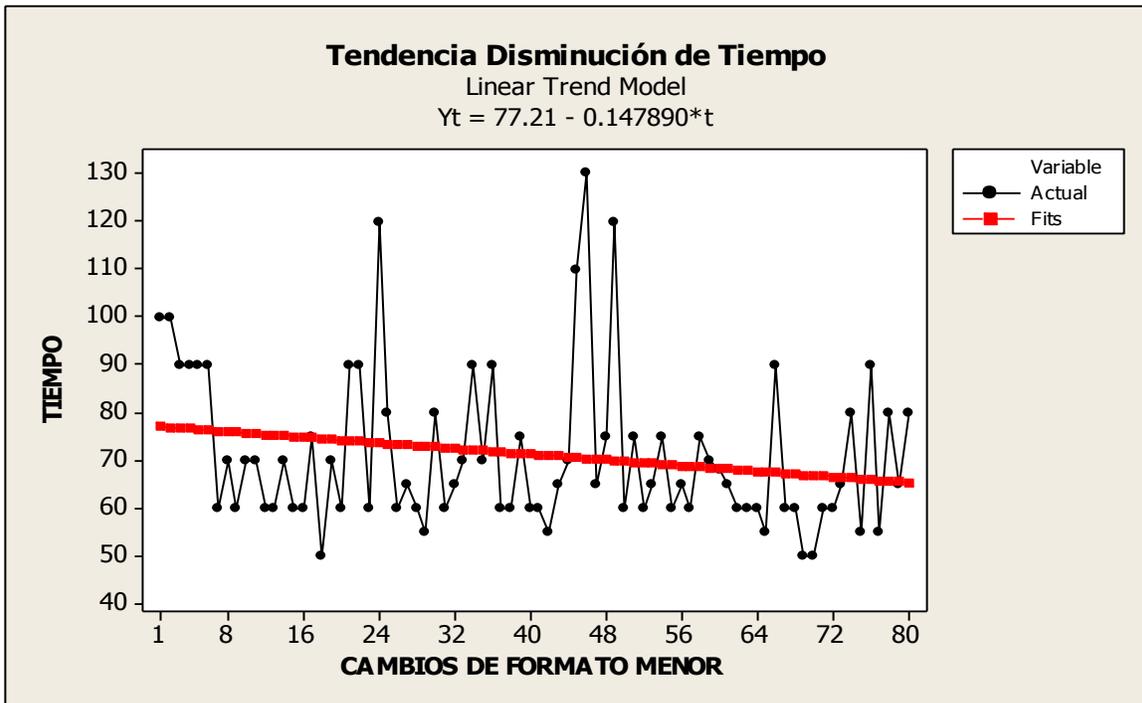
También podemos observar que los cambio de formato menor en campaña sin cambio presentan una tendencia positiva a disminuir el tiempo que tardan en hacer las diferentes actividades dentro de la línea, como observamos en el análisis de los promedios por mes en la **tabla 11**, pero esta mejora que se muestra en la tendencia es muy lenta ya que en 2 meses solo se pudo bajar 2.17 min en promedio.

Para lograr tener una empresa flexible se tienen que llegar a tener cambio de formato menor de un dígito de minuto, por tal razón ya no se pueden dejar las actividades que se realizan en el cambio de formato menor a criterio de los operadores, sino que, se debe utilizar una herramienta de *lean Manufacturing* para bajar drásticamente los tiempos y estandarizar las actividades dentro del cambio de formato menor, para lograr en un futuro la implementación de esta metodología a las demás líneas de empaque y manufactura de la empresa.



Grafica 4 Resultados de cambio de formato menor primer trimestre 2013 Minitab

Los mismos datos podemos observarlos mejor con un análisis con Minitab como se muestran en la **gráfica 4**, ya que esta gráfica muestra la información del comportamiento y la gran variación con mejor acomodo con límites de control variables en cada mes ya que las limpiezas no presentan un comportamiento regular a lo largo de estos primeros 3 meses.



Grafica 5 Tendencia disminución de tiempo en cambio de formato menor primer trimestre 2013

En la **gráfica 5** se muestra la tendencia positiva para los cambios de formato menores, como observamos la tendencia tiene un comportamiento muy parecido al de una línea recta ya que no se presenta una disminución drástica en estos primeros meses del año 2013 en la disminución de los tiempos de Cambio de formato menor en la línea.

## 2.5 ANALISIS DE ACTIVIDADES

Para esta etapa realice toma de tiempos, diagramas de espagueti de cada uno de los operadores tanto de área blanca y área gris.

Antes de mostrar los resultados de estas herramientas, tenemos que conocer el material con el cual se va a trabajar para tener los resultados documentados con un mayor orden que nos permita trabajar con mayor rapidez al momento de hacer el análisis.

### Formato de actividades

Para realizar las primeras mediciones y ver los diferentes tipos de actividades se debe usar un formato de análisis de operaciones, que nos permita tener la visibilidad que necesitamos respecto a nuestro proceso.

Como el que muestro a continuación en la **ilustración 13**:

Changeover Campaña sin cambio ( )    Changeover Profunda con cambio ( )    Centro de Trabajo: \_\_\_\_\_

Nombre persona de la línea:	Fecha:
Rot:	Turno:    1er ( )    2do ( )
Nombre del Observador:	Hr. de Inicio:

**Orden Anterior:**

Descripción \_\_\_\_\_ Orden: \_\_\_\_\_

**Orden Actual:**

Descripción \_\_\_\_\_ Orden: \_\_\_\_\_

No.	ACTIVIDAD	HR. TERMINO	TOTAL Min.	Comentarios

Indicar la información referente a la zona de trabajo, al tipo de cambio de formato menor, información del operador, del nuevo y anterior lote, así como la hora y fecha del cambio de formato menor.

En esta área anotaremos las actividades de cada operador, tiempo de cada actividad y observaciones que tengamos respecto a la tarea como hipótesis de mejora o riesgos en la actividad.

Ilustración 13 Formato para toma de tiempos

Este formato nos ayuda a recopilar todas las actividades que son realizadas dentro de un cambio de formato menor, al tener varias secuencias hechas del mismo tipo de cambio de formato menor y operador, podremos ver las actividades que componen la secuencia y las actividades que siempre están dentro de un cambio de formato menor, que actividades no son parte de la secuencia, se dan ocasionalmente dentro de los cambio de formato menor por causas externas a la línea y así tendremos las actividades que nos generan los picos en tiempos que vimos en las gráficas de registro de los tiempos del cambio de formato menor, lo que nos permite tener visibilidad del problema y lograr la disminución, eliminación o la acción que nos permita evitar los picos en los cambio de formato menor.

### **Definición del Estudio de Tiempos**

El estudio de tiempos y movimientos es una herramienta para la medición de trabajo utilizado desde finales del Siglo XIX, cuando fue desarrollada por Taylor.

Estudio de tiempos es la técnica del estudio de métodos y medidas de trabajo, para el posterior análisis sistemático, esta herramienta implica establecer un estándar de tiempo como objetivo factible, para realizar una tarea determinada, basada en la medición del trabajo y del método prescrito, con la debida consideración de la fatiga, las demoras y los retrasos inevitables.

Se llevaron a cabo toma de tiempo de las actividades que realizaban los operadores, dando como resultado diferentes secuencias en cada toma de tiempos, así como el registro de las actividades extras, que resultan de 2 tipos, las que se dan por la naturaleza del proceso y aumentan el tiempo del cambio de formato menor y las que se dan por el incumplimiento de una actividad fuera del proceso de empaque de la línea y que aumenta el tiempo del cambio de formato menor, de las que más adelante hablaré y clasificaré.

### **Actividades dentro del cambio de formato menor sin cambio de formato**

En este caso se llevaron a cabo 12 tomas de tiempo, no existe un número preciso del total de veces que debemos tomar tiempos y movimientos en piso, ya que cada proceso tiene su complejidad, al llevar el registro de las actividades y estar en constante contacto con las mismas, tiene que desarrollarse un nivel de análisis que nos permita saber cuando se tiene la suficiente información para pasar al siguiente paso, analizar la información, ver las actividades del cambio y clasificarlas en internas y externas. En este caso con este número de iteraciones (12) se obtuvieron todas las actividades que realiza cada operador en su área de trabajo, y se lograron obtener también, todas las actividades extras que no agregan valor a nuestro proceso de cambio de formato menor, para su posterior análisis.

En esta etapa se bajó a piso, 2 personas estuvimos en la toma de tiempos, una siguiendo al operador de área blanca y al verificador ya que estos están en un área más reducida y no presentan dificultad para monitorear sus movimientos y la segunda observó al operador empacador, ya que este mostró más movilidad y fue necesaria una persona dedicad a observar sus movimientos y actividades.

En las mediciones de tiempo es recomendable que haya una persona observando las actividades de un solo operador, para tener mayor seguimiento de todas sus actividades y poder captar todos los movimientos y posibles mejoras al proceso que el operador lleva a cabo en su limpieza, en este caso fuimos 2 personas a cargo de esta actividad por los recursos destinados por la empresa para llevar a cabo el proyecto de SMED.

En este caso se tomo tiempo con un cronometro y se grabaron las actividades con cámara de video para tener documentada la actividad y poder mostrarle esto al experto en SMED y que él nos diera su opinión al respecto de las actividades que realizan los operadores y nos expresara sus observaciones y mejoras. Para nosotros el material nos sirvió de apoyo ya que logramos observar las actividades repetidamente y con mayor tiempo, desarrollar más nuestra capacidad de análisis, pues en el video observamos muchas cosas que el operador hizo y nosotros omitimos por perder de vista al operador por un par de segundos, el video nos proporciona la observación de la actividad de los operadores al 100%.

Es muy importante que al bajar a piso a realizar la toma de tiempos de los operadores, se tenga una relación cordial con cada operador, saludarlo, conocer su nombre, es necesario para desarrollar las tareas en piso no solo SMED sino las demás mejoras en la planta que involucren a los operadores y que estos no nos vean como extraños, ya que ellos también están dentro del proyecto SMED y con su ayuda se obtendrán mejores resultados.

Una parte importante de bajar a piso y tomar tiempos es preguntar a los operadores las actividades que retrasan su terminación del cambio de formato menor, ya que ellos están en piso todo el tiempo y son los expertos en su tarea.

Al tener documentada las acciones de los operadores, se pudieron definir 2 tipos de actividades que no agregan valor al proceso de cambio de formato menor, pero una de ellas no se puede eliminar del proceso. Están las que se dan por la naturaleza del proceso como fueron los cambios de turno, salida al lunch, tier 1, que le sumaban acciones y tiempo al tiempo total del cambio de formato menor, estas actividades extras no recurrentes en los cambio de formato menor se tienen que filtrar y no se deben tomar en cuenta para los tiempos de la condición inicial, ya que son actividades que no se pueden eliminar, se les clasifica como paro planeado y no se deben tomar dentro de los tiempos de un cambio de formato menor.

En este caso los siguientes paros se determinaron como planeados después de la toma de tiempos de las actividades en la línea de empaque:

- ◆ El lunch
- ◆ Capacitaciones
- ◆ Tier 1
- ◆ Cambio de turno
- ◆ Platicas
- ◆ Entrenamientos
- ◆ Mantenimiento al equipo
- ◆ Town hall

El otro tipo de actividades son aquellas que se dan por la omisión de una tarea que ya debería estar realizada y resulta en un aumento de los tiempos y actividades del cambio de formato menor, como pueden ser las siguientes tareas que se obtuvieron de la toma de actividades en la línea de empaque y por comentarios de los operadores:

- ◆ Retraso de los materiales en la nueva orden
- ◆ No se encuentra material de limpieza
- ◆ No se tiene patín para llevar material
- ◆ No están las herramientas para hacer cambios de ajuste
- ◆ Falta nueva orden

Estas actividades no agregan valor a la secuencia y son una de las principales causas del aumento en el tiempo del cambio de formato menor, más adelante se mostrara como tratar con este tipo de actividades. También están dentro de la secuencia ya que son actividades que se repiten en los cambio de formato menor monitoreados y en los comentarios de los operadores, ellos reconocieron que estas actividades son parte del día a día en él trabajo.

Después de 12 tomas de tiempos se obtuvieron las siguientes secuencias por operador las cuales podemos ver en la **tabla 12**.

Empacador	Tiempo Prom. Min.	Verificador	Tiempo Prom. Min.	Área blanca	Tiempo Prom. Min.
Contar saldo e identificarlo llenar hoja hr x hr	5	Buscar aditamentos de limpieza	4	Recuperar granel	5
Despejar línea juntar cajones	4	Barrer área	6	Juntar basura y sacarla	2
Aspirar	8	Quitar cajilla sobrante	2	Va a buscar patín	3
Barrer Área	6	Despejar línea quitar aluminio, blíster y pt	6	Sacar mermas y sacar cuñetes	3
Juntar y levantar basura	2	Llenar vales de devolución.	8	Sacar basura	3
Colocar bolsas nuevas de basura	2	Sacar basura	5	Revisar limpieza	2
Llenar bitácora de limpieza	3	Liberar línea verificar que no se queden blíster, cajilla, instructivo o pt	3	Llena bitácora	2
Identificación de línea y mermas (etiquetas)	4	Cambiar datos en el display	4	Llenar tarjeta de identificación (cuñetes y basura)	2
Liberar línea verificar que no se queden	5	Preparar línea meter cajones	5	Meter material y granel	5

blíster, cajilla, instructivo o pt					
Esperas por material o faltante de orden	8	Montar aluminio	4	Verificar cantidad y lote de materiales	4
Introducir materiales	3	Desmontar magazine	2	Desmontar magazine	2
Revisar materiales	3	Armar magazine	11	Cambiar magazine	10
Colocar materiales encartonadora	6	Montar Magazine	2	Montar magazine	2
Llenado hoja hr x hr	3	Ajuste de línea	2	Llenar registro de limpieza de la orden	2
Armado de corrugado	4	Pruebas de arranque	4	Cambio datos en maquina Reiniciar contador	2
Pruebas de arranque	4	Pruebas hermeticidad, reto pharmacode	4	Verificar formado de blíster	4
				Verificar parámetros de sellado	2
				Desenplayar granel y colocar en tolva	4
				Ajustar avance	6
				Pruebas de faltante de tableta y de micro-agujero	4
				Pruebas área gris	4
Total	70	Total	72	Total	73

Tabla 12 Primer secuencia de cambio de formato menor

En **tabla 12** observamos las actividades por operador se muestra los registros que se obtuvieron de las hojas de formato de actividades donde se apuntaron las actividades y observaciones, estas hojas por pertenecer a la empresa no se muestran en este documento ya que están marcadas como propiedad exclusiva, pero la información que contienen arroja el resultado de la tabla anterior.

### Diagramas de recorrido (espaguete) y curso-grama analítico

El diagrama de recorrido consiste básicamente en un plano a escala del lugar donde se llevan las actividades del proceso, conteniendo la maquinaria y equipo en su lugar preciso, no se considera qué tipo de actividad se realice en cada centro de trabajo, tan sólo el recorrido que sigue el material u operario. El diagrama nos ayuda a conocer qué pasillos se congestionan o las distancias

que se recorren, para llegar a desarrollar una mejora en tiempo, distancia y número de actividades.

Los diagramas de recorrido (espagueti) son una herramienta que nos permite visualizar los flujos de trabajo en una línea de producción o empaque, nos ayuda a eliminar transportes innecesarios al detectar puntos de cruce.

Cada diagrama de recorrido se muestra por operador para mostrar con mayor claridad el recorrido actual de cada operador y poder analizarlo con mejor detalle al observar los cruces que existen en el diagrama y poder dar una mejora apoyado con el curso-grama analítico.

El diagrama de recorrido apoyado con el curso-grama analítico da en conjunto una herramienta que permite un análisis más fácil y con mayor detalle de nuestro proceso, en este caso la secuencia de cambio de formato menor.

El curso-grama analítico como una herramienta de apoyo nos permite tener la información de nuestro proceso paso a paso de tal manera que nos ayuda a realizar las mejoras y plasmarlas en un diagrama de recorrido, ya que este curso-grama separa toda la secuencia en 5 diferentes actividades y con su simbología nos ayuda a entender de una forma más clara, detallada y grafica nuestro proceso de cambio de formato menor.

Los curso-gramas que se muestran a continuación están realizados por operador con base en la metodología de SMED de reducción de tiempos de ajuste. En la línea se lleva a cabo solo el análisis de tiempos y el número de actividades, aunque cada uno realiza un recorrido extenso y enredado, las distancias dentro de la línea de acondicionamiento no se pueden modificar, por lo que las distancias no se toman en cuenta dentro del análisis en los curso-gramas analíticos.

Simbología del curso-grama analítico:

- Operación ----- ○
- Transporte ----- ⇨
- Demora ----- ◐
- Inspección ----- □
- Almacenaje ----- ▽

El curso grama analítico separa una serie de tareas, en este caso la secuencia de limpieza y ajuste de la línea, en 5 diferentes tipos de actividad con la finalidad de ver a detalle el proceso y analizarlo, todo esto con el objeto de lograr percibir las mejoras que se pueden realizar en el recorrido, asignación o enumeración de cómo seguir las actividades, el formato se muestra en la **ilustración 14**.

# CURSOGRAMA ANALÍTICO

OPERARIO / MATERIAL / EQUIPO

DIAGRAMA	HOJA	RESUMEN							
OBJETO		ACTIVIDAD	ACTUAL	PROPUESTO	ECONO.				
ACTIVIDAD		OPERACIÓN	○						
		TRANSPORTE	⇒						
		DEMORA	D						
MÉTODO ACTUAL / PROPUESTO		INSPECCIÓN	□						
LUGAR		ALMACENAMIENTO	▽						
OPERARIO		DISTANCIA (metros)							
COMPUESTO POR		TIEMPO (min-hombre)							
FECHA									
DESCRIPCION	Canti- dad	Distan- cia	Tiem- po	○	⇒	D	□	▽	OBSERVACIONES

Indicar la información referente a la zona de trabajo, se muestra el resumen del número de actividades e información del operador, así como la fecha de realización.

En esta área desglosaremos las tareas del operador a detalle con 5 diferentes tipos de actividad.

Ilustración 14 Curso-grama analítico

Curso-grama analítico y diagrama de recorrido del empacador

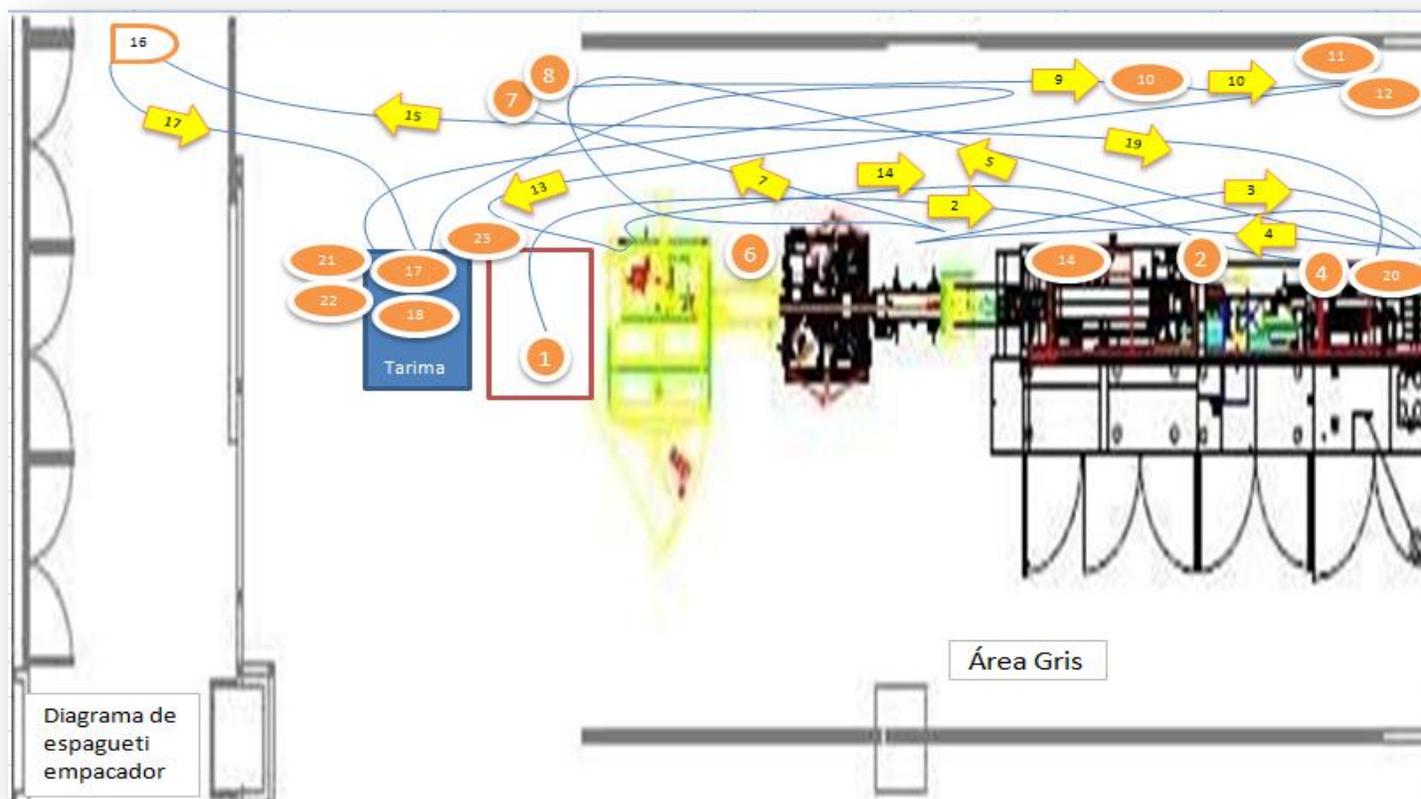


Ilustración 15 Diagrama de recorrido empacador

Como se observa en la **ilustración 15** (diagrama de recorrido del empacador) se ve un recorrido muy enredado que contiene muchos cruces, al pretender seguir el recorrido se pierde la continuidad del mismo y se observan muchos transportes que podrían reducirse. Con este primer diagrama del estado inicial de nuestro cambio de formato menor podremos empezar a trabajar en la reducción de los tiempos de cambio de formato menor.

CURSOGRAMA ANALÍTICO					OPERARIO EMPACADOR					
DIAGRAMA	1	HOJA	1	RESUMEN						
OBJETO	Tabletas			ACTIVIDAD	ACTUAL	PROPUESTO	ECONO.			
ACTIVIDAD	Acondicionamiento tabletas solidos			OPERACIÓN	16					
MÉTODO ACTUAL / PROPUESTO	Actual			TRANSPORTE	14					
LUGAR	Acondicionamiento solidos			DEMORA	1					
OPERARIO	Empacador			INSPECCIÓN	0					
COMPUESTO POR	Oscar Minor López			ALMACENAMIENTO	0					
FECHA	04-mar-13			DISTANCIA (metros)						
				TIEMPO (min-hombre)	70					
No	DESCRIPCION	Canti-	Distanc	Tiem-	○	➔	◻	◻	▽	OBSERVACIONES
1	Contar saldo e identificarlo llenar hoja hr			5	1					
2	Despejar línea juntar cajones			4	1	1				Empieza del área del verificador
3	Regrasa por manguera para aspirar			1		1				Empieza del área del verificador
4	Aspirar			7	1	1				La manguera no llega hasta la enfajilladora
5	Va por jalador			1		1				
6	Barrer Área			5	1					Todas las líneas usan el mismo jalador
7	Lleva la basura que barrio junto a la que barrio su compañero			1	1	1				
8	Juntar y levantar basura			1	1					No tiene recojedor
9	Va a los contenedores de basura			1		1				
10	Colocar bolsas nuevas de basura			1	1					
11	Llenar bitacora de limpieza			3	1					
12	Identificación de línea y mermas (etiquetas)			3	1					
13	Lleva la nueva identificación de la línea a la enfajilladora			1		1				
14	Liberar línea verificar que no se queden blíster, cajilla, instructivo o pt			5	1	1				
15	Sale de área gris por el nuevo material			1		1				
16	Esperas por material o faltante de orden			7			1			Almacen no a surtido material nueva orden
17	Introducir materiales			3	1	1				Un solo patin para todas las líneas
18	Revisar materiales			3	1					
19	Va a enfrente de la encartonadora a dejar cajilla y aluminio			1		1				
20	Colocar materiales encartonadora			5	1	1				
21	Llenado hoja hr x hr			3	1					Llena la hoja de nuevo
22	Armado de corrugado			4	1					
23	Pruebas de arranque			4	1					

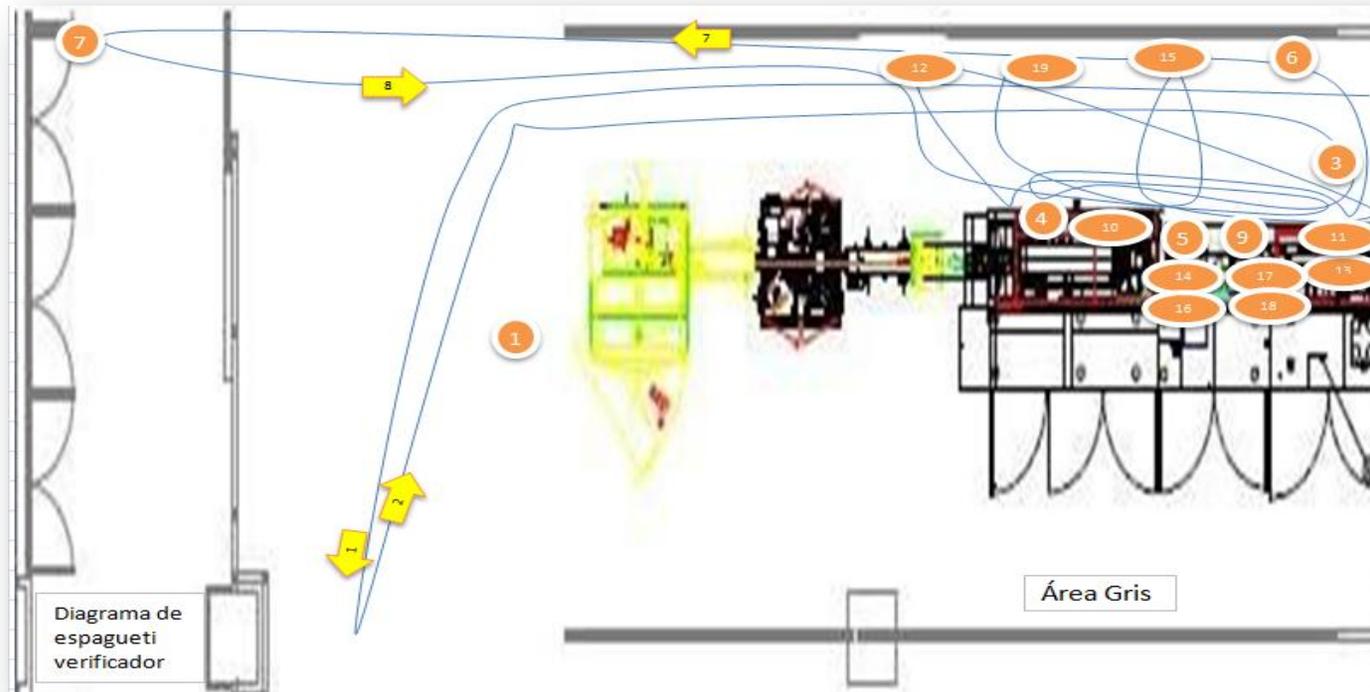
Ilustración 16 curso-grama empacador

Con ayuda del diagrama de recorrido y curso-grama podemos ver que la secuencia del empacador tiene varios puntos de mejora y más adelante se podrá analizar el trabajo para mejorar las secuencias, algunas observaciones las podemos ver en la **ilustración 16**.

Curso-grama analítico y diagrama de recorrido del verificador.

CURSOGRAMA ANALÍTICO										OPERARIO VERIFICADOR		
DIAGRAMA		1		HOJA		1		RESUMEN				
OBJETO		Tabletas		ACTIVIDAD		ACTUAL		Propuesto		ECONO.		
ACTIVIDAD		Acondicionamiento tabletas solidos		OPERACIÓN		15						
				TRANSPORTE		5						
				DEMORA		0						
MÉTODO ACTUAL / PROPUESTO		Actual		INSPECCIÓN		0						
LUGAR		Acondicionamiento solidos		ALMACENAMIENTO		0						
OPERARIO		Verificador		DISTANCIA (metros)								
COMPUESTO POR		Oscar Minor López		TIEMPO (min-hombre)		72						
FECHA		04-mar-13										
No	DESCRIPCION	Canti.	Distanc	Tiem.	○	➔	◐	◑	▽	OBSERVACIONES		
1	Buscar aditamentos de limpieza			3		1				No se cuenta con aditamentos de limpieza por línea		
2	Regresar al área de trabajo con aditamentos de limpieza			1		1						
3	Barrer área			6	1					Acción que no esta estandarizada en tiempo		
4	Quitar cajilla sobrante			2	1					Desperdicio en material		
5	Despejar línea quitar aluminio, blíster y pt			6	1							
6	Llenar vales de devolución.			8	1							
7	Sacar basura			4	1	1				Se tira aluminio y cajilla sobrante de lote anterior		
8	Regresar al área de trabajo			1		1						
9	Liberar línea verificar que no se queden blíster, cajilla, instructivo o pt			3	1					La actividad no esta estandarizada		
10	Cambiar datos en el display encartonadora			4	1							
11	Preparar línea meter cajones			5	1							
12	Ir por aluminio					1						
13	Montar aluminio			4	1							
14	Desmontar magazine			2	1							
15	Armar magazine			11	1							
16	Montar Magazine			2	1							
17	Ajuste de línea			2	1							
18	Pruebas de arranque			4	1							
19	Pruebas hermeticidad, reto pharmacode			4	1							

Ilustración 17 Curso-grama verificador



En la **ilustración 17** se observa el curso-grama analítico del verificador.

Al igual que en el diagrama de recorrido del empacador, en la **ilustración 18**, podemos ver el diagrama del operador verificador, que presenta muchos puntos de cruce en los cuales se puede trabajar para intentar mejorar la secuencia de limpieza y ajustes y disminuir los tiempos de cambio de formato menor.

**Ilustración 18** Diagrama de recorrido verificador

Curso-grama analítico y diagrama de recorrido de operador área blanca

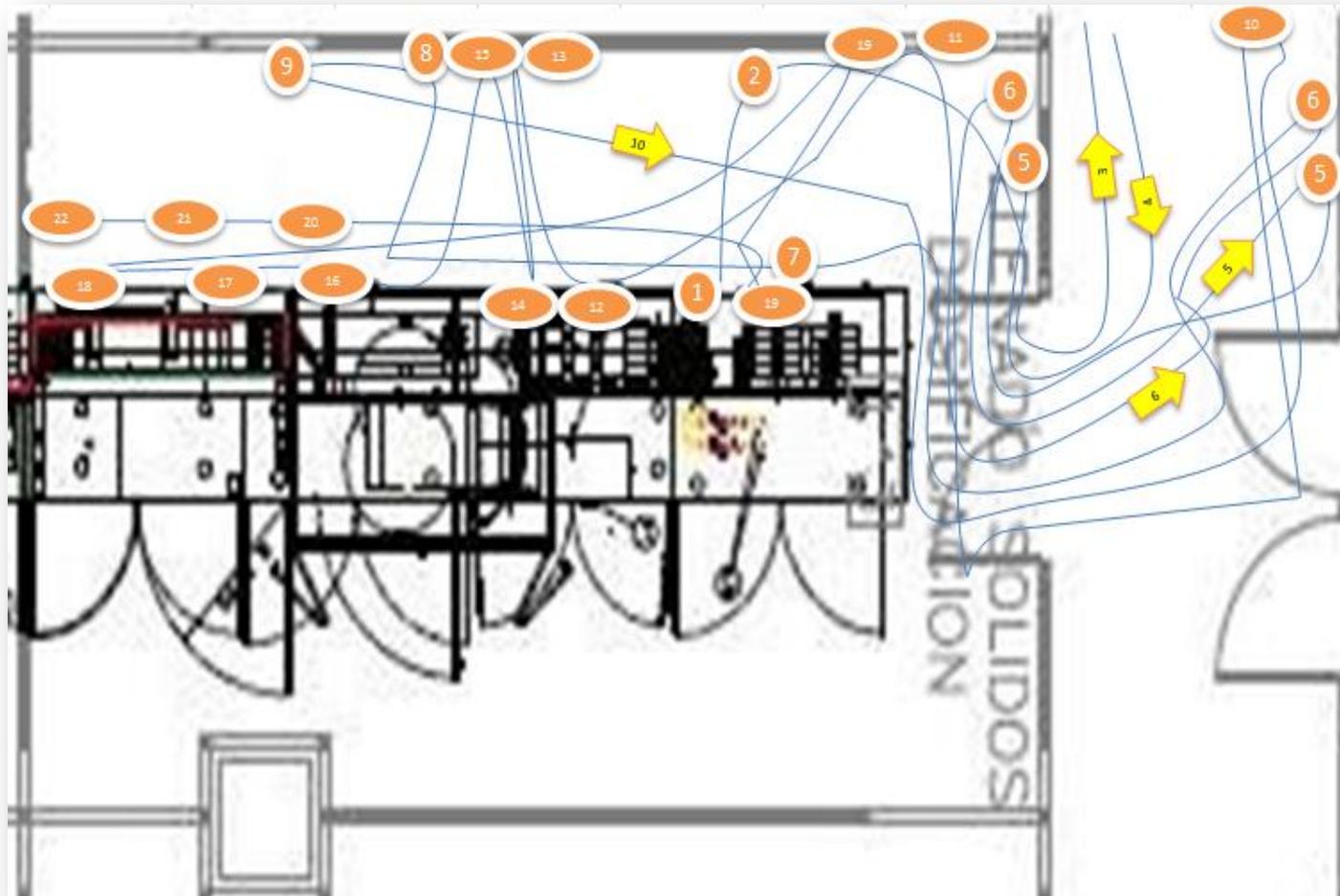


Ilustración 19 Diagrama de recorrido operador área blanca

En el diagrama del operador de área blanca, que se muestra en la **ilustración 18**, se tiene más dificultad para reducir los tiempos, al ser el único operador en esta área de trabajo. Con un trabajo en la secuencia, al disminuir los cruces y al realizar la siguiente etapa de la metodología SMED, llevar las actividades internas a externas, se logrará la reducción del tiempo de cambio de formato menor.

CURSOGRAMA ANALÍTICO					OPERARIO ÁREA BLANCA						
DIAGRAMA		1		HOJA		1		RESUMEN			
OBJETO		Tabletas					ACTIVIDAD		ACTUAL	Propuesto	ECONO.
ACTIVIDAD		Acondicionamiento tabletas solidos					OPERACIÓN	○	19		
MÉTODO ACTUAL / PROPUESTO		Actual					TRANSPORTE	⇨	5		
LUGAR		Acondicionamiento solidos					DEMORA	○	1		
OPERARIO		Área blanca					INSPECCIÓN	□	0		
COMPUESTO POR		Oscar Minor López					ALMACENAMIENTO	▽	0		
FECHA		04-mar-13					DISTANCIA (metros)				
							TIEMPO (min-hombre)		73		
No	DESCRIPCION	Canti.	Distanc	Tiem.	○	⇨	○	□	▽	OBSERVACIONES	
1	Recuperar granel			5	1						
2	Juntar basura			2	1						
3	Va a buscar patin			2		1					
4	Regresa con patin			1		1					
5	Sacar mermas y sacar cuñetes			3	1	1				Aquí pordria sacar basura tambien	
6	Sacar basura			3	1	1					
7	Revisar limpieza			2	1						
8	Llena bitácora			2	1						
9	Llenar tarjeta de identificación (cuñetes y basura)			2	1						
10	Meter material y granel			5	1	1					
11	Verificar cantidad y lote de materiales			4	1						
12	Desmontar magazine			2	1						
13	Cambiar magazine			10	1						
14	Montar magazine			2	1						
15	Llenar registro de limpieza de la orden			2	1					Tener una lista con todos los listados a llenar.	
16	Cambio datos en maquina Reiniciar contador			2	1						
17	Verificar formado de blíster			4	1					Tener hojas de ajuste para disminuir el tiempo	
18	Verificar parámetros de sellado			2	1						
19	Desenplayar granel y colocar en tolva			4	1						
20	Ajustar avance			6	1						
21	Pruebas de faltante de tableta y de micro-agujero			4	1						
22	Pruebas área gris			4			1				

Ilustración 20 Curso-grama analítico operador área blanca

En la **ilustración 20** observamos el curso-grama analítico del operador de área blanca, siendo esta la zona de trabajo que termina al último por esperar los ajustes en área gris, que en un cambio de formato menor sin cambio son muy pocos, pero aun así se pierden 4 minutos en hacerlos.

## **CAPITULO 3- ESENCIA DE LA METODOLOGÍA SMED: CAMBIAR AJUSTES INTERNOS A EXTERNOS**

Al tener ya monitoreadas todas las actividades por operador del proceso de cambio de formato menor sin cambio de formato y después de haber realizado los análisis de las hojas de toma de tiempos, con los formatos de diagramas de recorrido y curso-gramas analíticos, podemos observar a detalle lo que dura cada una de las actividades, que tiempo utiliza y que tan crítica es la operación.

Al concluir la etapa de documentar la condición inicial podemos empezar a darnos una idea de las mejoras que se pueden hacer en la secuencia inicial, con todos los análisis terminados ya podemos clasificar cada actividad en interna y externa, que significa pasar a la siguiente etapa de la metodología SMED, esto es, llevar las actividades internas a externas y establecer cuáles deberían ser eliminadas.

Como nota importante, al término de la etapa “documentar la condición inicial” y antes de realizar esta clasificación de actividades internas a externas, ya se debe conocer a fondo el proceso en el cual se está trabajando y las actividades que realiza el operador cuando la línea esta en operación, ya que al definir las actividades internas que serán las que pasan a ser externas, el operador de la línea deberá realizarlas durante el tiempo de producción y no en el cambio de formato menor, por lo que es importante tener conocimiento del proceso activo de empaque de la línea, para poder llevar estas actividades y que el operador no tenga ningún problema al realizarlas o pretextos para decir que no le da tiempo.

### **3. 1 Balanceo de actividades y clasificación de actividades en internas y externas**

En esta parte se unieron dos actividades críticas en la disminución del tiempo de cambio de formato menor en la línea de empaque II, el balanceo de actividades, la designación de las actividades internas que pasaran a ser externas y las actividades que serán eliminadas del proceso de cambio de formato menor, ya que no aportan valor a la secuencia de limpieza y ajustes de la línea.

Estas actividades se desarrollaron en 2 etapas:

- Capacitar a los operadores en conocer y entender la metodología SMED.
- Junta para definir secuencia y actividades internas y externas

Para la primera etapa se capacito a todos los operadores de las líneas de acondicionamiento sólidos de la planta, con la finalidad de que todos los operadores conocieran la metodología, esto para volver al equipo de trabajo de empaque sólidos en un equipo flexible, en el cual todos los operadores tendrán la capacidad de estar en todas las líneas de empaque, por lo que conocer la metodología SMED que se estará aplicando a mediano plazo en todas las líneas es importante; al

conocer la forma de trabajar y entender la importancia del proyecto SMED podrán tener una respuesta más rápida a los cambios que vengan a futuro en el proceso y a una posible rotación de operadores en diferentes líneas.

El segundo punto importante de dar una capacitación a todos los operadores de las líneas de empaque sólidos y no solo a los de la línea objetivo, es que en el momento que se llegue a la implementación de SMED en su zona de trabajo, la transición sea más rápida, además de que al realizar las mejoras en la línea de empaque II que apliquen para todas las líneas, estas mejoras deberán empezar a darse a la par en todas las líneas de empaque y no se tendrá que hacer re-trabajos al pasar a otra línea e intentar implementar la metodología y se verá que se tiene que hacer una tarea que se pudo hacer en todas las líneas desde el principio, cuando esto suceda, a los operadores de las demás líneas no les será extraña la realización de cambios en sus secuencias de cambio de formato menor o cambio de equipo para la disminución de los tiempos de limpiezas y ajustes.

Para esta etapa de capacitación se realizó el material para capacitar al personal que por ser propiedad privada de la compañía no se muestra, pero contenía los siguientes puntos:

- ◆ Saludos seguido de la Agenda y un minuto de enfoque
- ◆ ¿Qué es SMED?
- ◆ Beneficios de aplicar SMED
- ◆ Que es un cambio de herramienta
- ◆ Principales perdidas que integran el OEE (tiempos de Cambio de formato menor)
- ◆ Etapas de SMED
- ◆ Metas del proyecto SMED en la planta
- ◆ Preguntas

La capacitación tenía 2 objetivos enfocados al aprendizaje de los operadores, el primero es el de informar a los operadores que se necesitan disminuir los tiempos de cambio de formato menor para aumentar el OEE y lograr el objetivo de la planta de cerrar con un OEE de 45% al final del año y seguir siendo competitivos a nivel global, esto se dará creándoles conciencia de que la mayor pérdida de OEE se lleva en la limpieza y ajustes de las líneas (cambio de formato menor) y que si no se trabajaba en la disminución del tiempo de cambio de formato menor no se llegara al objetivo del 45%, esto se expone en el punto sobre las principales perdidas que integran el OEE ya que en esta parte se les muestra con estadísticas el número de piezas que se dejan de producir por los tiempos excesivos de cambio de formato menor y como esto impacta en el costo del producto, lo que resulta en perdida potencial de nuevos clientes. El segundo objetivo de la capacitación es subirlos al barco, incluirlos en el proyecto, ya que con su trabajo es con lo que se logrará la disminución de los tiempos.

En la segunda etapa se realizó una junta con los operadores, la gente de calidad, los supervisores de las líneas de empaque de sólidos, mecánicos, seguridad, el experto en procesos y nosotros como el área de ingeniería de producción dentro de la planta.

Las juntas se realizaron en los pasillos de la zona de empaque de sólidos de planta con la finalidad de hacer más fácil la reunión con el personal involucrado en las líneas y tener a toda la gente que está involucrada en la junta, esto es muy importante para tener la secuencia en una sola junta y no hacer re-trabajos con la información.

Esta junta se realizó con toda la gente que maneja, apoya y supervisa las líneas de empaque I y II, porque estas líneas son idénticas, para tener una secuencia con más puntos de opinión referente a lo que puede y no puede cambiar y resulta beneficioso a la nueva secuencia. Al tener todas las áreas involucradas no se corre riesgo de caer en alguna desviación de las normas en el cambio de las actividades de la secuencia del cambio de formato menor, por ejemplo el área de calidad podrá dar sus comentarios si se quiere realizar una actividad y por normatividad está prohibido.

Es importante incluir a todos los que trabajan en las líneas, para no hacer re-trabajos en las secuencias que se obtengan, por problemas con otras áreas ya que la actividad no puede realizarse de esa forma por normas externas o internas.

Antes de la junta con operadores se realizó una agenda con la cual se establecieron los puntos de manera que la aplicación de la técnica resultara más rápida y en la práctica la etapa de balancear y separar actividades internas y externas del cambio de formato menor resultara de mejor manera.

- Saludos, agenda y un minuto de enfoque
- Resaltar la explicación de la importancia de dividir actividades internas de externas.
- Exponer el objetivo principal del proyecto (reducción de tiempos del cambio de formato menor en campaña sin cambio de formato).
- Mencionar la importancia de reducir los tiempos. Beneficios para la gente y para la empresa.
- Exponer la meta que se pretende alcanzar.
- Dar tiempo para visualizar diagrama de Gantt
- Dividir a la gente en equipos
- Explicar la manera de realizar la secuencia
- Conclusiones
- Dudas o preguntas

Para esta etapa también se desarrolló el material de trabajo, en este caso no fueron diapositivas, se implementó algo más visual con lo que todos los participantes de la junta tuvieran una participación activa en la generación de la nueva secuencia de actividades del cambio de formato menor sin cambio, como se muestra en la **ilustración 21**.

Se expusieron y plantearon los puntos de la agenda de manera rápida, ya que la información correspondiente de la metodología SMED ya era conocida por los operadores después de la capacitación que se había tenido recientemente, solo se explicaron los puntos importantes para las personas que no asistieron a las capacitación anterior, como fue el caso de las áreas de apoyo a la línea de empaque (calidad, supervisores, experto en procesos), ellos están más familiarizados

con las metodologías de trabajo referentes a la mejora continua dentro de la planta. Por lo anteriormente dicho, es importante realizar ambas juntas; capacitación y junta para armar la nueva secuencia, con muy poco tiempo de separación, para que los operadores y gente de piso observen el trabajo y que los avances para implementar SMED se den de manera más rápida. Esto es importante ya que los operadores al no ver avances respecto a un proyecto pueden crear una actitud negativa a la realización del proyecto.



Ilustración 21 Diagrama de Gantt para secuencia

Se realizaron varios visuales que simularían un diagrama de Gantt, como se muestra en la **ilustración 21**. El diagrama de Gantt es una herramienta gráfica que permite visualizar el tiempo total de una secuencia de actividades con diferentes centros de trabajo, para este caso se puso la secuencia de cada operador en su estado inicial, como la medimos y documentamos en la etapa 1 “documentar la condición inicial” como se muestra en la **ilustración 22**, marcando el tiempo que los trabajadores tardan en finalizar la limpieza y un segundo diagrama de Gantt con una meta ya establecida que ellos deben cumplir como el diagrama de Gantt mostrado en la **ilustración 21**.

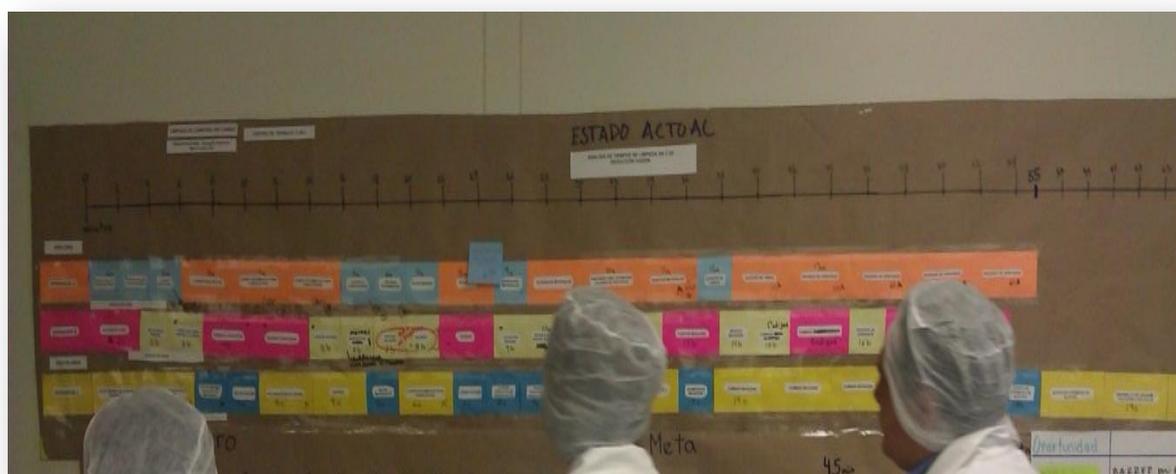
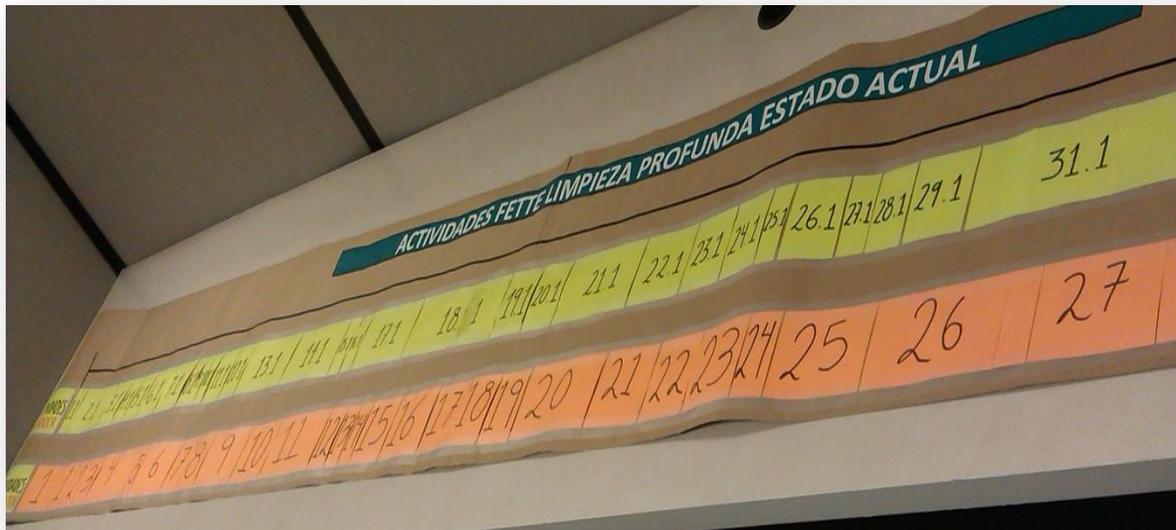


Ilustración 22 Tiempo secuencia estado inicial

Al realizar el diagrama de Gantt del estado inicial se pueden tomar diferentes diseños, el que se muestra en la ilustración es uno de ellos. En cada cuadro se muestra una actividad y en la parte superior del diagrama de Gantt podemos observar una línea de tiempo que nos va marcando cuánto dura cada actividad. Como se observa en el siguiente caso en la **ilustración 23** se realizó un diagrama de Gantt donde cada cuadro tiene marcado el número de actividad a la que se le relaciona y aparte se puede imprimir la secuencia con los tiempos de cada actividad.



**Ilustración 23** Diagrama de Gantt otro diseño

En el caso de nuestra junta con el personal involucrado en la línea de empaque I y II, se hizo el diagrama de Gantt como se muestra en la **ilustración 22**.

Ya en la junta se explicó la manera de trabajar para que los participantes de la junta armaran la nueva secuencia. Se les explicó que cada actividad fue escrita en un recuadro con un tiempo asignado, con respecto a los tiempos obtenidos de las observaciones y toma de tiempo a los operadores de los cambio de formato menor medidos con anterioridad, se explicó también la manera de trabajar con estos cuadros de papel que contenían las actividades que realizan los operadores durante un cambio de formato menor. En estos mismos papeles con las actividades, las personas involucradas en el proceso y que van a realizar la nueva secuencia deben apuntar cuanto tiempo se puede disminuir la actividad sin afectar los estándares de calidad y seguridad, así como lo que necesitaran para lograr esa disminución en el tiempo de la actividad como se muestra en la **ilustración 24**, con esto la gente va armando un rompecabezas que completará la nueva secuencia con sus respectivas mejoras.



Ilustración 24 Explicación a personal

La manera de trabajar con la gente de la planta fue la siguiente: se armaron 3 equipos conformados mínimo con un integrante de cada área (supervisores, Calidad, seguridad y el área de mejora continua), y cada equipo tuvo la tarea de armar la nueva secuencia de un operador como se muestra en las **ilustraciones 25 y 26**, para esto los expertos en cada área de trabajo (operadores) se unieron a un equipo diferente, los operadores que ocupan área blanca repartidos en un equipo y los operadores verificadores y empacadores en un equipo distinto.



Ilustración 25 Equipo 2



**Ilustración 26 Equipo 3**

En este punto todos los operadores de área blanca fueron puestos en un solo equipo, ya que ellos no pueden compartir actividades con área gris, sus actividades no las puede hacer un operador de área gris ya que es mayor el tiempo que este operador perdería en entrar en área blanca que el tiempo que permanecería ahí, a diferencia de los operadores verificadores y empacadores que se repartieron en los dos equipos restantes, cada equipo tuvo integrantes de ambos sectores.

La siguiente indicación que se le dio al personal fue que un equipo armara la secuencia de empacador y otro equipo armara las actividades del verificador, esto se llevó a cabo de esta forma porque los operadores en área gris tienen la posibilidad de intercambiar actividades ya que sus áreas de trabajo están unidas.

Una aclaración muy importante en esta junta es que cada equipo tendrá que anotar las respectivas mejoras y oportunidades que vayan sacando al momento de realizar la nueva secuencia, en este momento no importa que es lo que necesitan, el punto es que ellos den toda la información que les ayude a bajar los tiempos de limpieza y ajuste, ya que si se realiza un análisis de las peticiones se puede caer en puntos donde las áreas digan que lo que se pide no es posible y con estos comentarios se desanima al equipo de trabajo. Más adelante se mostrará cómo se trabajó con las peticiones de los operadores y personal de planta que esta involucrado para la disminución de los tiempos de cambio de formato menor sin cambio.

Al pedir que ellos definieran su secuencia de actividades, nosotros como área de mejora continua los enfocamos hacia lo que se buscaba, la reducción de tiempos en los cambio de formato menores, se les dio retroalimentación de lo que nosotros observamos y les mostramos los resultados de la toma de tiempos para armar la secuencia. También somos el área encargada de

llevar la junta a la obtención de resultados concretos y que en esa misma junta se obtenga la secuencia de actividades.

Al trabajar con 3 equipos nos enfrentamos con un mayor grado de dificultad para lograr una secuencia final, el trabajo con el equipo de área blanca no tiene ningún problema ya que ellos no intercambian actividades con otro operador, pero los 2 equipos restantes tienen como integrantes a dos tipos de operadores para desarrollar una secuencia, por lo que es importante que nosotros como área de apoyo en la implementación de mejoras estemos en constante comunicación con los 2 equipos.

Para saber que actividades piensa utilizar un equipo, ya que tienen permitido utilizar actividades que realiza el otro operador, si pretenden intercambiar actividades con el otro operador, se debe preguntar a cada equipo cual es la razón del cambio, y al tener esta información ir con el otro equipo y dar la retroalimentación referente a que actividades está ocupando cada equipo y por qué decidió ocuparlas.

Siempre sin perder el enfoque para llegar al resultado de obtener la secuencia de actividades en esa junta, por lo que se debe trabajar con base en la metodología, utilizando los datos sobre los tiempos y observaciones que ya se tienen documentados, se tiene información para refutar si la actividad que pretenden cambiar funcionará de la mejor manera y sino dar nuestra retroalimentación, ya que los operadores pueden argumentar que ellos nunca han realizado esa actividad o que no deben hacer una actividad que no es de su área de trabajo, pero al ambicionar una empresa flexible todos los operadores deben ser capaces de realizar las actividades que tenga la secuencia ya que esta estará estandarizada para todas las líneas, para que, en el momento que se llegue a rotar personal en las líneas no tengan problemas al desarrollar sus actividades de limpieza y ajuste.

Tomar en cuenta la opinión de cada operador que este dentro de la línea de trabajo donde se va a aplicar la metodología de mejora, sea cual sea la mejora o herramienta que se va a aplicar dentro de la planta, es de suma importancia, ya que con el apoyo de la gente de piso será más fácil la implementación de las herramientas. Al tener de nuestro lado al personal de la planta nosotros tendremos una responsabilidad, dar un entrenamiento sobre la metodología y llevar al equipo de trabajo a los resultados que nosotros nos planteamos, con los análisis de operaciones dar la mejor solución y no caer en supuestos de los operadores, donde ellos pueden decirnos que no pueden hacer la actividad, pero nosotros tendremos que llevar a los operadores a que realicen la secuencia final a la que se llegue.

Respecto a que actividades podría desarrollar cada operador, tomar en cuenta la opinión de los operadores es importante ya que ellos conocen mejor que nadie el proceso, y que actividades deben cambiar para mejorar los tiempos de cambio de formato menor y los tiempos disponibles que la línea tiene cuando está trabajando y por qué son ellos los que van a seguir la secuencia del cambio de formato menor.

Por lo que en la ejecución de las juntas es esencial retar al personal a que mejore sus tiempos y como área de producción se deben obtener resultados satisfactorios, por lo que en cada reunión

con los operadores, ellos deben ser motivados a sentirse dueños de la línea y hacerles saber la importancia de su trabajo.

Al término de las secuencias se pone a un operador de cada equipo a explicar cómo quedó su secuencia, porque de esa forma darán las mejoras que pretenden tener en sus tiempos de limpieza y ajustes, como se muestra en la **ilustración 27**.



**Ilustración 27** Exposición de actividades

Todos los responsables del área de sólidos empaque revisaron el estado inicial y rediseñaron la secuencia de actividades del cambio de formato menor de manera que se cumpliera con el objetivo de 45 min por limpieza.

Como etapa final de la junta se llevó a cabo un cuadro de oportunidades en el cual se apuntaron las acciones que se deben tomar para llevar a cabo los cambios en la secuencia de la limpieza y lograr los objetivos de todos los operadores, se anotaron todas las mejoras y oportunidades que la gente del piso nos dio y se dio un reconocimiento al equipo por llegar al objetivo de la junta.

Agradeciendo el trabajo de todas las áreas involucradas en el proyecto SMED (calidad, supervisores, departamento de mejora continua, la experta en procesos y operadores) por el apoyo brindado para obtener la secuencia con la cual se retaría a operadores y a la empresa para lograr la reducción de tiempos del cambio de formato menor en campaña sin cambio de formato. Parte del equipo de trabajo se muestra en la siguiente **ilustración número 28**.



Ilustración 28 Equipo de trabajo SMED

La primera secuencia para la disminución de tiempos se muestra a continuación con las **ilustraciones 29, 30 y 31**, estas secuencias son la que los operadores seguirán para obtener una drástica reducción de tiempos o la meta planteada.

Empacador		
	Actividades	Tiempo
1	Contar saldo e identificarlo llenar hoja hr x hr	5
2	Despejar línea y juntar cajones	2
3	Aspirar polvo en la superficie de la máquina	2
4	Barrer áreas de trabajo visible	3
5	Llenar bitacora de limpieza	2
6	Identificación de línea y mermas (etiquetas con mejora)	2
7	Sacar basura	2
8	Colocar bolsas nuevas	1
9	Liberar limpieza	4
10	Introducir materiales y revisión	3
11	Colocar materiales encartonadora	4
12	Llenado hoja hr x hr (mayor capacitación)	3
13	Armado de corrugado	3
14	Pruebas arranque	8

Ilustración 29 Primera secuencia empacador

Verificador		
	Actividades	Tiempo
1	Quitar aluminio y caja	3
2	Quitar blister e instructivo	3
3	Recuperar granel	3
4	Barrer área de trabajo visible	3
5	Juntar y levantar basura	2
6	Liberar limpieza y meter cajones	5
7	Desmontar magazine	2
8	Cambiar Magazine (con mejora)	2
9	Montar magazine	2
10	Ir por aluminio y montarlo	3
11	Ajuste de línea, cambio de datos en display	3
12	Hermeticidad, reto pharmacode	5
13	Pruebas de Instructivo, bascula y tamper	4
14	Pruebas de arranque	4

Ilustración 30 Primera secuencia verificador

Área blanca		
	Actividades	Tiempo
1	Recuperar granel	3
2	Juntar e identificar basura y cuñetes sacarlas a la puerta	3
4	Llenar bitacora, llenar registro de limpieza de la orden y tarjetas de identificación de línea	4
5	Meter material y granel (puestos en la puerta)	2
6	Verificar cantidad y lote de materiales	2
7	Desmontar Magazine	2
8	Cambiar magazine (con mejora)	2
9	Montar magazine	2
10	Cambio datos en maquina y Reiniciar contador	3
11	Ajustes de blister	4
12	Verificar formado de blister	3
13	Verificar parametros de sellado	3
14	Desenplayar granel y colocar en tolva	4
15	Pruebas de faltante de tableta y de microahujero	5
16	Pruebas área gris	4

Ilustración 31 Primera secuencia área blanca

Al tener listas las secuencias se debe idear una forma para que los operadores en su área de trabajo la tengan presente y cada vez que se llegue a realizar un cambio de formato menor en su línea observen las actividades de tal manera que no se tengan que preguntar qué actividad tiene que hacer cada uno, hasta llegar al momento que no sea necesario tener la secuencia en su línea, que las actividades que realizan estén estandarizadas y sean parte del día a día.

### 3.2 Documentar actividades del cambio

Al tener las actividades que se realizan en el cambio de formato menor por operador, es importante que toda la información que se maneja en el piso, todos los comentarios que se tuvieron en la junta, se plasmen en un documento que nos ayude a observar los cambios que hicimos y a tener las bases que demuestren a los gerentes de la empresa el trabajo que se realizó y las herramientas que se conocen para mejorar la empresa.

En este caso pasaremos a un formato que nos ayudará a identificar las actividades para el cambio, este formato nos permitirá marcar las actividades de cada operador y clasificarlas en internas y externas o cuales propondríamos como externas. Este formato puede utilizarse sin hacer la junta y dar una solución basada en la observación que tuvimos de la primera etapa, para dar una secuencia que los operadores deben seguir, pero ya se comentó que en este proyecto se trabajó de la mano con los operadores, teniendo una cultura de inclusión en todos los niveles, después de tener la junta con los operadores se obtuvieron todas las actividades que quedan como internas, las que salen a externas a corto plazo y las que esperamos llevar a externas a largo plazo, por lo que el llenado del documento resulta más sencillo al ya tener la secuencia realizada.

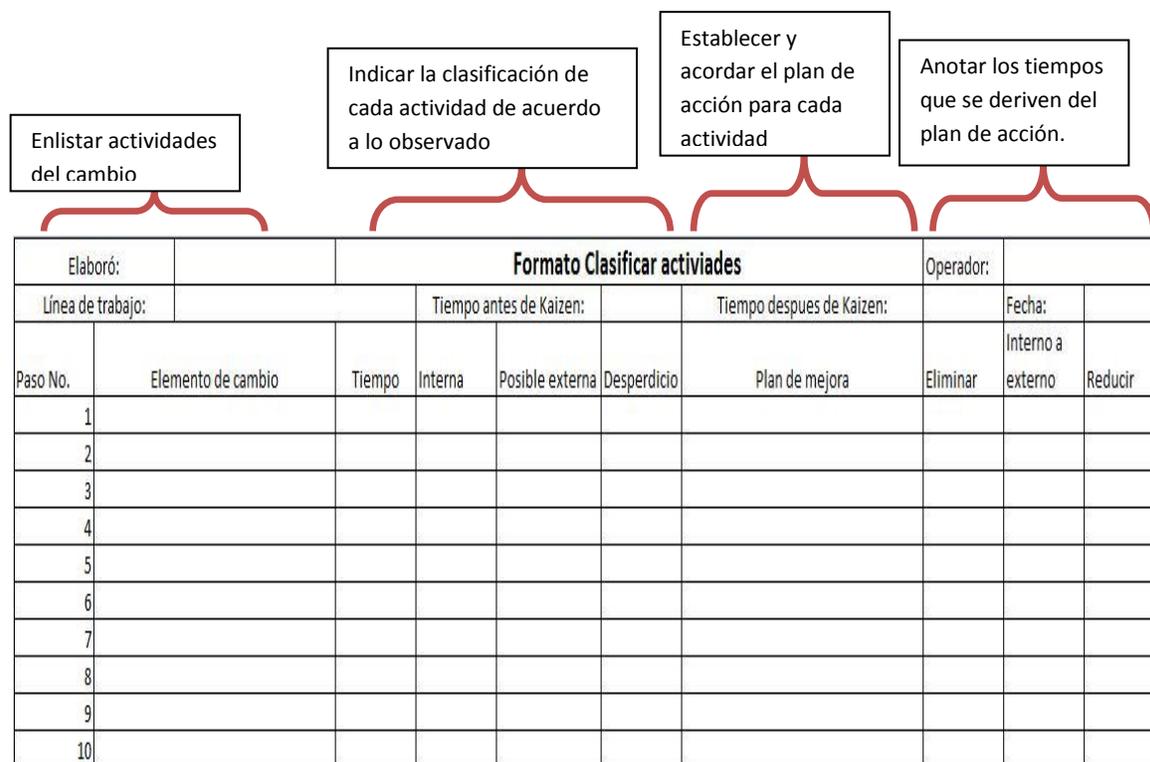


Ilustración 32 Formato Clasificar actividades

Como un rápido recordatorio, las actividades internas son las que forzosamente se tienen que realizar cuando la línea está detenida, y las actividades externas son las que pueden ser realizadas

cuando la máquina aun esta en operación, con esto en mente pasamos a realizar nuestra clasificación de actividades.

El formato se llena con las actividades que uno monitorea por operador en el estado inicial, ya que este formato nos ayuda a separa las actividades que son críticas en el proceso de cambio de formato menor que son las que quedan como internas y las actividades que pasan a ser externas al tiempo de limpieza y ajuste de nuestra línea.

El formato no solo nos ayudará a la clasificación de actividades, sino que también nos mostrará a groso modo el plan de mejora por actividad que se va a realizar para tener la disminución de los tiempos, así como el tiempo en que se pretende mejorar cada actividad, lo que nos da visibilidad al momento de concluir el trabajo y analizar que sucedió.

A continuación se podrán observar las **tablas 13, 14 y 15** que contienen los formatos realizados por operador y con la documentación terminada se cierra la etapa de cambiar ajustes internos a externos.

Elaboró:	Ing Oscar Minor		Formato Clasificar actividades				Operador:	Empacador	
Línea de trabajo:	Empaque II		Tiempo antes de Kaizen:		70	Tiempo después de Kaizen:		Fecha:	13/03/2013
Paso	Elemento de cambio	Tiempo	Interna	Posible externa	Desperdicio	Plan de mejora	Eliminar	Interno a externo	Reducir
1	Contar saldo e identificarlo llenar hoja hr x hr	5	si		no	Capacitar a operadores en el llenado de la hoja hr x hr			1
2	Despejar línea juntar cajones	4	si		si	Realizar la actividad si preguntar al verificador			2
3	Aspirar	8	si		si	Verificar con calidad cada cuanto es necesario aspirar toda el área			6
4	Barrer Área	6	si		si	Verificar con calidad cuando se debe barrer toda el área			3
5	Juntar y levantar basura	2	si		no	Actividad pasa a ser del verificador	Si		0
6	Colocar bolsas nuevas de basura	2	si		si	Al tener la maquina produciendo sin fallos, tener nuevas bolsas de basura para siguiente lote		Hacer parte de la actividad externa	1
7	Llenar bitacora de limpieza	3	si		si	Tener lista de documentos necesarios para llenar mas rapido la bitacora			1
8	Identificación de línea y mermas (etiquetas)	4	si		si	Cambiar la etiqueta de identificación de línea con menos información que llenar			2
9	Liberar línea verificar que no se queden blister, cajilla, instructivo o pt	5	si		si	Capacitar a operadores en puntos criticos donde revisar la máquina, Ver donde se encuentran los puntos criticos			1
10	Esperas por material o faltante de orden	8		si	si	Ver con almacen que se debe hacer para tener listo siempre el material de la siguiente orden	Si		5
11	Introducir materiales	3	si		si	cerca a la línea que el operador no lo busque en toda el área de pasillo			2
12	Revisar materiales	3	si		si	Hacer revisión sin distracciones			1
13	Colocar materiales encartonadora	6	si		si	Hacer la actividad más rapido			2
14	Llenado hoja hr x hr	3	si		si	Capacitar a operadores			1
15	Armado de corrugado	4	si		si	Puede armar corrugados cuando la línea esta trabajando		Hacer parte de la actividad externa	1
16	Pruebas de arranque	4	si		si	Ver con mecanicos como disminuir el tiempo de ajustes de arranque			2

Tabla 13 Clasificar actividades empacador

Elaboró:	Ing Oscar Minor	Formato Clasificar actividades					Operador:	Verificador	
Línea de trabajo:	Empaque II	Tiempo antes de Kaizen:	72		Tiempo después de Kaizen:		Fecha:	14/03/2013	
Paso	Elemento de cambio	Tiempo	Interna	Posible externa	Desperdicio	Plan de mejora	Eliminar	Interno a externo	Reducir
1	Buscar aditamentos de limpieza	4		si	si	Cada línea debe tener sus aditamentos de limpieza	si		4
2	Barrer área	6	si		si	Verificar con calidad cuando se debe barrer toda el área			3
3	Quitar cajilla sobrante	2	si		no				0
4	Despejar línea quitar aluminio, blíster y pt	6	si		si	Realizar actividad sin distracciones			2
5	Llenar vales de devolución.	8		si	no	Actividad se puede realizar cuando la línea esta trabajando sin problemas		si	8
6	Sacar basura	5	si		si	Actividad la realiza el empacador			3
7	Liberar línea verificar que no se queden blíster, cajilla, instructivo o pt	3	si		No	El verificador también meterá cajones cuando realiza esta actividad			0
8	Cambiar datos en el display	4	si		si	Al hacer los ajustes de la línea realizar esta actividad			3
9	Preparar línea meter cajones	5	si		si	Al hacer la liberación e ir metiendo cajones ahorra tiempo			3
10	Montar aluminio	4		si	si	Deberan tener identificado el lugar de la grua y no buscarla	Si		1
11	Desmontar magazine	2	si		no				0
12	Armar magazine	11		si	si	Tener 2 magazine por línea y armar el del siguiente lote cuando esta en operación la línea		si	9
13	Montar Magazine	2	si		no				0
14	Ajuste de línea	2	si		si	Ver con mecanicos como disminuir el tiempo de ajustes de arranque			0
15	Pruebas de arranque	4	si		no				0
16	Pruebas hermeticidad, reto pharmacode	4	si		si				0

Tabla 14 Clasificar actividades verificador

Elaboró:	Ing Oscar Minor	Formato Clasificar actividades					Operador:	Área blanca	
Línea de trabajo:	Empaque II		Tiempo antes de Kaizen:		73	Tiempo después de Kaizen:		Fecha:	15/03/2013
Paso	Elemento de cambio	Tiempo	Interna	Posible externa	Desperdicio	Plan de mejora	Eliminar	Interno a externo	Reducir
1	Recuperar granel	5	si		si	Hacer la actividad mas rapido			2
2	Juntar basura y sacarla	2	si		si	Al juntar la basura la identifica			1
3	Va a buscar patin	3		si	si	Afuera de área blanca debe tener el patin listo	si		3
4	Sacar mermas y sacar cuñetes	3	si		si	Realizar actividad junto con la basura			1
5	Sacar basura	3	si		si	Actividad que se realiza con los cuñetes			3
6	Revisar limpieza	2		si	no	Actividad que se se puede eliminar	si		2
7	Llena bitácora	2	si		No	Se realiza la actividad con el llenado de tarjetas de identificación			0
8	Llenar tarjeta de identificación (cuñetes y basura)	2	si		no	Se realiza junto con llenar bitacora			0
9	Meter material y granel	5	si		si	Los materiales los debe tener afuera de su puerta			3
10	Verificar cantidad y lote de materiales	4	si		si	Hacer actividad sin distracciones			2
11	Desmontar magazine	2	si		no				0
12	Cambiar magazine	10		si	si	Tener 2 magazine por línea y armar el del siguiente lote cuando esta en operación la línea		si	8
13	Montar magazine	2	si		no				0
14	Llenar registro de limpieza de la orden	2	si		si	Se llena con la bitacora			2
15	Cambio datos en maquina Reiniciar contador	2	si		no	Operadores comentan que se lleva mas tiempo			-1
16	Verificar formado de blíster	4	si		si	La actividad se reduce al prestar mas atención a la máquina			1
17	Verificar parámetros de sellado	2	si		no	Operadores comentan que se lleva mas tiempo			-1
18	Desenplayar granel y colocar en tolva	4	si		no				0
19	Ajustar avance	6	si		si	Hacer actividad con mayor atención			2
20	Pruebas de faltante de tableta y de micro-agujero	4	si		no	Operadores comentan que se lleva mas tiempo			-1
21	Pruebas área gris	4	si		si				0

Tabla 15 Clasificar actividades área blanca

## CAPITULO 4- REDUCIR TIEMPOS EXTERNOS E INTERNOS CON KAIZEN

En este capítulo se mostraran las tareas que se realizaron para llegar a la reducción de tiempos en la línea de empaque II, así como las mejoras a la secuencia que se obtienen como resultado de las tareas cumplidas y a la mejora continua que se lleva en el proyecto con ayuda de la metodología Kaizen.

### 4.1 KAIZEN

El significado de Kaizen es:

KAIZEN = KAI (Cambiar) + ZEN (Bien)

El sistema Kaizen es dar a la empresa un pensamiento nuevo de trabajo, enfocado siempre en la mejora continua, donde se va aplicar mejoramiento continuo deben estar involucradas todas las personas de la organización, desde el director de la empresa hasta los operarios de línea. El sistema Kaizen se enfoca a la simplificación de procesos, la mejora de las personas, calidad como primer objetivo y la eliminación de desperdicios.

Al usar Kaizen como estrategia de mejora continua nos da una idea de cómo trabajar; es importante que las personas que apliquen Kaizen tengan los conocimientos de las herramientas para la solución de problemas como pueden ser 5's, poka yokes, diagramas de causa efecto, diagrama de paretos, kanban, TPM, hasta nuestro proyecto SMED es una de las herramientas de Kaizen, que pueden aplicarse en la mejora de la competitividad de la empresa y, por ende, en su rentabilidad y supervivencia.

El sistema Kaizen se trata de una forma de actuar que pone el sentido común en práctica. Es una forma de pensar y actuar que no es única de gerentes, economistas e ingenieros, también la pueden desarrollar personas de planta si se les da una buena capacitación y se les desarrolla su habilidad crítica. Además de poner el sentido común en práctica, se trata de la necesidad de desarrollar una organización de aprendizaje que permita lograr cada día metas más elevadas.

Lo que se busca en la empresa y más en concreto con la gente involucrada en el proyecto SMED es tener una nueva filosofía de trabajo, Kaizen nos permitirá implementar SMED con su filosofía de hacer pequeños cambios constantemente, sin grandes inversiones, involucrando a todos los integrantes de la empresa.

Pasos para implementar el Kaizen:

Planear

Paso 1. Definir el problema

Pasó 2. Estudiar la situación actual

Pasó 3. Analizar las causas potenciales

Hacer:

Pasó 4. Implementar la solución

Verificar:

Pasó 5. Verificar los resultados

Actuar:

Pasó 6. Estandarizar la mejora

Cambiar la metodología de trabajo de una empresa de tantos años con una nueva ideología no es fácil, que todas las personas desde el puesto más alto hasta los operadores entiendan todo lo que implica esta nueva manera de hacer las cosas resulta complicado y más difícil que todos la apliquen al mismo tiempo. Todos pueden entender que se tienen que mejorar los resultados en ventas, en las métricas, reducir inventario, pero la dificultad radica en la toma de acciones que ayuden a la empresa a llegar a ser una empresa más competitiva.

Nosotros al implementar el sistema SMED desarrollamos la primera etapa de Kaizen planear, en consecuencia ya no tenemos que definir el problema ni analizar las posibles causas, como el área de mejora continua ya tenemos esta parte avanzada, ya que se trabajó con toda la gente involucrada directamente en la línea y los que dan soporte a la línea de empaque II, obtuvimos la primera parte de Kaizen.

Utilizaremos tres etapas de Kaizen para implementar la secuencia de la metodología SMED en la línea de empaque II, implementaremos las soluciones potenciales que tenemos, verificaremos su avance y estandarizaremos actividades.

Como primera parte de esta etapa muestro la tabla con el listado de todas las mejoras que se tuvieron en las reuniones con los operadores. A lo largo de este capítulo se les dará una breve explicación de cómo se trabajaron las peticiones de mejora o lo que ellos pidieron para reducir los tiempos de ajuste y limpieza en la línea.

En la **tabla 16** podemos ver enlistadas todas las actividades que nos ayudaran a la reducción de los tiempos, también podemos observar una división con la clasificación del tiempo que nos llevaremos en realizar cada una, en este caso se clasificaron en corto, mediano y largo plazo, una columna con el estatus en el que se encuentre esta mejora.

Es importante que definamos etapas de los entregables de las oportunidades para reducir los tiempos del cambio de formato menor, en este caso lo dividimos en corto, mediano y largo plazo ya que esto nos ayudara con el personal de piso a que ellos sepan que cosas no se darán inmediatamente y cuales se estarán haciendo en los próximos días, y no dar una respuesta que podría no ser verdadera si damos una fecha exacta de cuando tendrán listas las cosas y así ellos vean y sepan que las cosas se están haciendo y no se desanimen al llevar los tiempos de cambio de formato menor a la baja.

Como había comentado anteriormente esta parte también se puede hacer dando fechas de cuando van a estar listas las cosas, pero al hacer esto uno puede caer en incumplimientos con las fechas por lo que al dividir los entregables en 3, uno puede decir el tiempo en que considera tendrá listas las mejoras, corto plazo puede ser una semana o dos, mediano plazo un par de meses y largo plazo puede ser un año o el tiempo que la gente que realiza la actividad nos diga, como ejemplo podría verse la posibilidad de comprar al siguiente año un nuevo equipo que no está contemplado para este año , esta respuesta se debe de dar a los operadores para que vean todas las cosas que se hacen para solucionar sus peticiones. Lo que debemos considerar es que las cosas deben hacerse lo más rápido posible y siempre mejorando lo ya hecho.

<b>KAIZEN REDUCCIÓN DE TIEMPOS DE LIMPIEZA DE CAMPAÑA SIN CAMBIO</b>						
Oportunidad	Línea	Impacto	STATUS	Corto plazo	Mediano plazo	Largo plazo
Barrer solo cuando sea necesario	Oportunidad común	5 min		si		
Aspirar solo cuando sea necesario	Oportunidad común	6 min		si		
Basura que pase la empresa encargada de la limpieza por ella	Oportunidad común	3 min		si		
Adiamientos de limpieza área gris por línea	Oportunidad común	3 min		si		
Adiamientos de limpieza área blanca por línea	Oportunidad común	3 min		si		
Transferencia de materiales que operadores no realicen la actividad.	Oportunidad común	4 min			si	
Evitar retrasos de granel y materiales (tenerlos cuando se acabe el lote)	Oportunidad común	5 a 15 min		si		
Computadoras para sacar graficas y OEE	Oportunidad común	3 min				si
Área de lavado para acondicionamiento	Oportunidad común	Ayuda a los operarios				si
Contenedor común de merma de área blanca	Oportunidad común	2 min				si

Habilitar contactos	Oportunidad común	Facilita uso de aspiradora			si	
2 Magazine en las líneas área gris	empaque I/II	10 min			si	
2 Magazine en las líneas área blanca	empaque I/II	10 min			si	
Instalación de servicio para pruebas de hermeticidad	Oportunidad común	2 min			si	
Poder no desmontar materiales comunes bobinas de aluminio	Oportunidad común	2 min			si	
Poder eliminar hoja de merma en el registro	Oportunidad común	1 min				si
Cajas del mismo cartón	Oportunidad común	Evita ajustes 1 min			si	
Estandarización de parámetros (o regulaciones) en blistera	Oportunidad común	2 min			si	
Ver si la extracción para cabina de blistera puede amentar	empaque I/II	Ayuda a los operarios	No			
Porta tipos identificados	empaque I/II	3 min			si	
Definir los roles del personal de apoyo y sus horarios (empresa encargada de la limpieza)	Oportunidad común			si		
Tipos nuevos para área blanca (originales)	empaque I/II	Ayuda a los operarios			si	
Bloques de meses del año en inglés, portugués y español para tipos	Oportunidad común	3 min			si	
Tipos nuevos para área gris (originales)	Oportunidad común	3 min			si	
Quitar tarimas llenas de pt por personal de almacén	Oportunidad común	Ayuda a los operarios				si
Bolsas de basura del tamaño adecuado	Oportunidad común	Ayuda a los operarios		si		

Buen funcionamiento de las columnas de vaciado de granel	Oportunidad común	Ayuda a los operarios 1 min				si
Pizarrones tier 1 estandarizados	Oportunidad común	Ayuda a operadores en cambio de turno			si	
Que la grafica de humedad y temperatura ya no se le pongan las unidades	Oportunidad común	Ayuda a los operarios	No			
Tener otro patín en área gris	Oportunidad común	Evita retrasos			si	

Tabla 16 Acciones Kaizen

Al tener la lista de mejoras completa, se hace una junta con todas las áreas para dar una confirmación de que estas oportunidades se pueden dar por cuestiones de dinero, trabajo y por normatividades que al momento de la junta de creación de la secuencia para SMED en piso, no se comentaron, esto se hace con la finalidad de no hacer esfuerzos innecesarios y en esta junta se define también que oportunidades entran en un corto plazo de 2 a 3 semanas máximo y cuales tendrán un mayor periodo de tiempo antes de completarse.

Como resultado de la junta encontramos 2 oportunidades que no podrán realizarse que son las siguientes: ver si la extracción para cabina de blistera puede aumentar, esta no podrá aumentar ya que cada cuarto tiene destinada una extracción específica y esta no puede aumentar, pues al intentarlo deberían compartir la extracción entre áreas gris y blanca, lo que implica que no hay garantía de que se lleve a cabo una buena extracción y hay riesgo de que partículas que se extraen en área gris tengan contacto con área blanca, la solución es cambiar el sistema de extracción de la planta lo cual no se lleva a cabo ya que el aumento de extracción en blistera no es un punto crítico que deba ser tratado, con el aspirado se soluciona el exceso de polvo que se tiene en la blistera.

La otra mejora que no podrá llevarse es la de las gráficas de humedad y temperatura, el punto de esta oportunidad es que los operadores no escriban las unidades, esto por ser punto de auditoría, no pueden faltar las unidades en las graficas, aunque cada grafica venga por separado y toda la gente sepa de qué unidad se esté tratando, no podrá ser retirado.

Cumpliendo con todas las acciones que se enlistan en la tabla de acciones Kaizen se puede lograr una disminución de 48 min dejando el tiempo del cambio de formato menor de la línea en 24 min, reduciendo aun más los 45 min que se dejaron como meta en la junta con los operadores y que se planteo como primer objetivo del proyecto SMED.

Como parte de Kaizen aplicamos la etapa de hacer e implementar soluciones, para este momento esta etapa resulta más fácil ya que tenemos bien definidas las oportunidades y mejoras que se deben hacer para tener los resultados esperados.

Es importante recalcar que las mejoras que se hagan en este proyecto no representan la solución única a los problemas en otra empresa, el objeto de mostrar las cosas que se hacen para lograr la reducción de tiempos de limpieza y ajuste, es dar un ejemplo de que el trabajo basándose en una nueva filosofía funciona.

En esta parte se platicará de forma breve lo que se tuvo que hacer sin entrar en detalles, ya que estos detalles no tienen sentido para el fin de este trabajo, no presentan técnicas de SMED, sino solo la manera en que se trabajó para llegar al objetivo.

Las siguientes oportunidades fueron las primeras en hacerse:

- Barrer solo cuando sea necesario
- Aspirar solo cuando sea necesario

Para lograr quitar estas actividades y dejarlas solo cuando se necesiten hacer, se leyeron las normas internas que aplicaban para modificar estas actividades y así tener fundamentado el cambio en la actividad. En este caso por normas internas se vio que debe aspirarse y barrer cuando hayan pasado por acondicionamiento cierta cantidad de piezas o al fin del día y con este fundamento se habló con el área de calidad y se logró dar por hecho cuando se deben realizar estas actividades, el siguiente paso para ejecutar la nueva manera de trabajo fue tener una junta con el área de calidad y los supervisores, para que ellos dieran la orden de explicar a los operadores cuando deberían realizar estas 2 actividades.

En paralelo con las anteriores mejoras se realizó un análisis a las demás oportunidades, se vio cuales son las que necesitan comprar equipo nuevo y resultaron las siguientes actividades:

- Adiamientos de limpieza área gris por línea
- Adiamientos de limpieza área blanca por línea
- Computadoras para sacar graficas y OEE
- Contenedor común de merma de área blanca
- Habilitar contactos
- 2 Magazine en las líneas área gris
- 2 Magazine en las líneas área blanca
- Tipos nuevos para área blanca (originales)
- Tipos nuevos para área gris (originales)
- Bloques de meses del año en inglés, portugués y español para tipos
- Bolsas de basura del tamaño adecuado
- Tener otro patín en área gris

Estas oportunidades de mejora que contemplan la compra de equipo nuevo se revisan y se busca quien es el responsable para generar la orden de compra de cada cosa y nosotros como responsables del área de mejora continua y proyecto SMED le damos seguimiento a todas las

órdenes de compra, para mantener actualizado el estatus en el que se encuentra el equipo solicitado.

En la oportunidad “hacer que la basura la lleve la empresa encargada de la limpieza”, lo que se hace es delegar la tarea de llevar la basura a las áreas de destrucción y almacenamiento que la realizan los operadores de acondicionamiento, a la empresa que es responsable de la limpieza de las áreas de oficina y pasillos de la planta “empresa encargada de la limpieza” y así evitar que un operador capacitado para operar una máquina pierda tiempo en llevar la basura a el área correspondiente.

La primera actividad que se definió a mediano plazo fue la de transferencia de materiales, que operadores no realicen la actividad, esta actividad pudo quedar a corto plazo, pero por falta de personal se lleva a mediano plazo, se trabajó junto con almacén, se vio la posibilidad de que el encargado de llevar los materiales a el área de pasillos fuera de acondicionamiento y lleve las tarimas de material del siguiente lote a la línea correspondiente, ya que el operador de almacén al llevar los materiales de la siguiente orden a acondicionar no los coloca en un orden específico y los operadores de acondicionamiento pierden tiempo en la identificación de su material. Esta mejora se presenta como un trabajo donde el área de mejora continua y almacén deberán trabajar juntos para estandarizar el recorrido para llevar los materiales de acondicionamiento y mejorar su proceso de entrega a las líneas de empaque.

Evitar retrasos de granel y materiales (tenerlos cuando se acabe el lote), esta oportunidad va de la mano con la oportunidad anterior ya que se debe trabajar con almacén. Ejemplo que el encargado de llevar el material a las líneas no le da seguimiento a que línea está a punto de terminar la orden y se dan casos donde la línea tiene que esperar a que almacén le surta el material para empezar la siguiente orden, para este caso se trabaja con el punto anterior de estandarizar las tareas de resurtir los materiales que van del almacén a el área de acondicionamiento, se aborda al encargado de llevar el material a las líneas de empaque para cambiar su manera de pensar y demostrarle que su trabajo es crítico para lograr tener una empresa lean y que es de suma importancia evitar los retrasos, enseñándole con hechos cuanto le cuesta a la empresa una hora perdida sin producir.

Área de lavado para acondicionamiento, para suerte del proyecto SMED es un proyecto aparte que ya se tenía contemplado por parte de la empresa, en este caso como área de mejora continua nos mantenemos informados de los avances del proyecto para dar respuestas a los operadores que tenían años pidiendo un cuarto de lavado en el área de acondicionamiento, para no perder tiempo subiendo a los pisos de manufactura a lavar su herramental.

Instalación de servicio para pruebas de hermeticidad, la empresa ya contaba con los equipos de hermeticidad para las líneas de empaque, pero las líneas no contaban con la infraestructura para instalarlos, con esto nos referimos a que no había conexiones disponibles para tener el equipo cerca de las líneas por lo que estos equipos estarán listo cuando se habiliten los contactos solicitados en la orden de compra.

Poder no desmontar materiales comunes, por ejemplo, bobinas de aluminio; en esta mejora el área de mejora continua participo en un 100%, ya que desarrollamos un método para que los operadores no desmonten las bobinas de aluminio en lotes con bobinas del mismo grabado, esto es, cuando entran diferentes lotes del mismo producto.

Este proyecto consistía en tener la conversión de centímetros a Kg de aluminio, con la finalidad de no desmontar las bobinas de aluminio en lotes del mismo producto, permitiendo al operador trabajar con el mismo rollo y evitar la tarea de montar un nuevo rollo quitándole tiempo, para lograr esta conversión se buscó información con la cual hacer las tablas de conversión y se realizó un estudio para verificar que la conversión funcionara correctamente. Parte del trabajo se muestra en las siguientes ilustraciones.



**Ilustración 33** Centros bobinas de aluminio

En la **ilustración 33** tenemos los centros de las bobinas de aluminio, el cual debemos de tener para realizar el cálculo, ya que este peso debe ser descontado del peso que muestre nuestra bobina, y podemos observar que hay diferentes tipos de centros de las bobinas de aluminio, por lo que se deben tener identificados todos los tipos de centros con los que trabaje la planta.

Como se muestra en la **ilustración 34** se procedió a ir a los almacenes donde se tienen resguardadas las bobinas y se realizó un alta de todas las bobinas con el peso y diámetro que muestran, con lo que tendremos lo necesario para realizar la conversión y empezar a verificarla en piso.



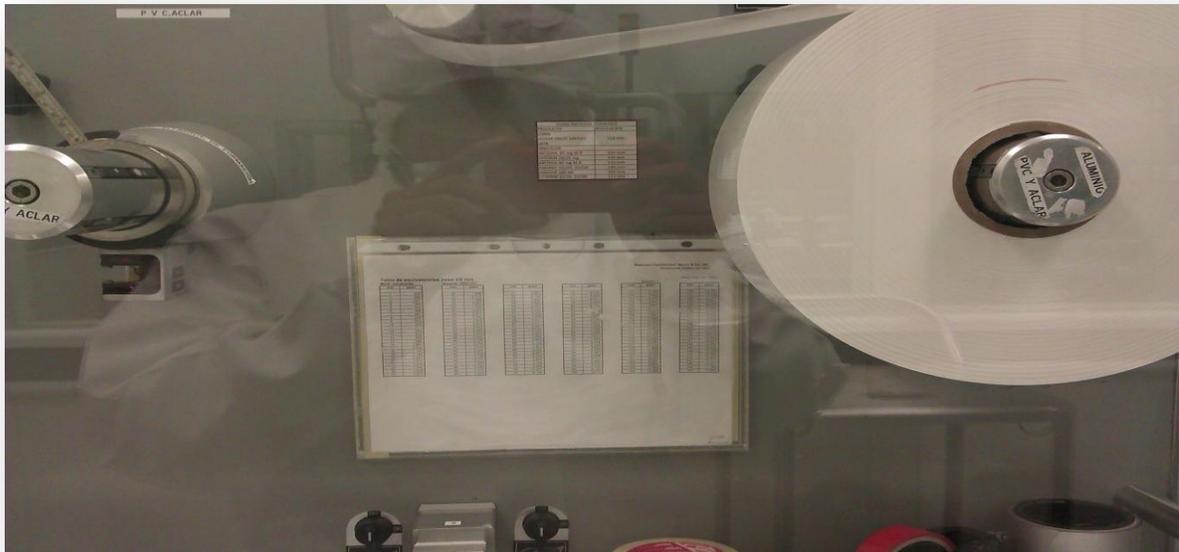
**Ilustración 34** Captura de pesos en almacén

Se pide al área de mantenimiento que instalen regletas que permitan a los operadores conocer la cantidad en centímetros que les queda en su bobina como se muestra en **ilustración 35** con una regleta de aluminio montada en el soporte donde se coloca la bobina de aluminio.



**Ilustración 35** Regleta de aluminio

Al tener listas y verificadas las conversiones para las bobinas de aluminio, estas se bajan a piso y se les entregan a los operadores para que ellos la coloquen en un lugar visible donde puedan consultarla fácilmente como se muestra en la **ilustración 36**.



**Ilustración 36** Tabla de conversiones

Poder eliminar hoja de merma en el registro. Esta actividad se colocó a largo plazo, ya que los supervisores comentan que se pueden eliminar, pero deben de ver qué puntos en normas se ven afectados y como se verán reflejadas estas cifras en otra parte donde los operadores de las líneas no pierdan tiempo llenando la hoja de merma, se analiza la posibilidad que la llenen los encargados de recibir las mermas.

Cajas del mismo cartón. Es una tarea a mediano plazo ya que se debe de tratar con el que hace el diseño de las cajas y con el responsable de hacer las compras con el proveedor de las cajillas, ya que en piso se ven afectados en cambiar ajustes por el tipo de caja que lleve el nuevo lote, lo que a veces provoca que los operadores arranquen la línea y ajusten hasta encontrar el buen funcionamiento de la máquina que toma las cajas, lo que se tratara de evitar si se manejara el mismo cartón y el ajuste para tomar las cajas sea el mismo para todos los productos.

Estandarización de parámetros (o regulaciones) en blistera. Las dos líneas de empaque I y II, tienen los mismos equipos y los mismos parámetros de ajuste, pero cada línea maneja sus hojas de ajuste al presentarse el caso de que un operador de empaque I cambie y se pase a empaque II se muestra un retraso al ajustar la maquina al no entender al 100% las hojas de ajustes en las líneas, por lo que se estandarizan las hojas de parámetro para todas las líneas no solo empaque I y II, para que en el futuro todos los operadores tengan idea de cómo leer la hoja de ajustes y no se tengan problemas al realizar un nuevo ajuste en la línea.

Porta tipos identificados. Al llegar a la planta los nuevos tipos y porta tipos procedemos a estandarizar la identificación de los tipos, y se identifican de tal manera que los operadores no tengan que buscar una letra en una caja llena de tipos.

Como se muestra en las siguientes ilustraciones se identificaron los tipos para todas las líneas de empaque de sólidos, tanto de área blanca como área gris, marcando con un color diferente los tipos que le corresponden a cada tipo de línea.



Ilustración 37 Cajas porta tipos y tipos



Ilustración 38 Tipos de meses



Ilustración 39 Tipos de años

Definir los roles del personal de apoyo y sus horarios (empresa encargada de la limpieza). Se realizó una junta con el encargado del personal de la empresa encargada de la limpieza y supervisores del área de sólidos, para que se definieran las actividades que realizarían los empleados de la empresa encargada de la limpieza y estandarizar sus recorridos.

Quitar tarimas llenas de pt por personal del almacén. Esta tarea entra dentro de la estandarización de los recorridos y tareas que va a realizar el personal del almacén, ya que las 3 actividades que se tienen que trabajar con almacén son referentes a tareas que se pueden realizar estandarizando sus recorridos y no necesariamente se necesita más personal para realizar dichas tareas: Como ya lo había comentado es importante cambiar la mentalidad de la gente ya que el operador de almacén al llevar los nuevos materiales para un nuevo lote puede sacar las tarimas de producto terminado al llegar al área, estas actividades se dan día con día hasta que el operador lo haga inconscientemente y no esté el jefe u otra persona recordándole que cuando deje el material para el nuevo lote entre y saque el producto terminado.

Buen funcionamiento de las columnas de vaciado de granel. Esta tarea a largo plazo se presenta como seguimiento ya que las columnas de vaciado presentaban problemas con diferentes productos, pues llegaban a atorarse en la columna, por lo que nos mantenemos informados y mantenemos informado al personal de piso sobre cómo se llevan los cambios y mejoras en las columnas así como la posible fecha cuando ya se puedan utilizar.

Pizarrones tier 1 estandarizados. Esta tarea no afecta directamente en los tiempos de ajuste y limpieza de las líneas de empaque, pero con ayuda del tier 1 se podrán resolver los problemas que se presenten día con día en la planta, tener visibilidad de cómo se encuentra la producción en el

cambio de turno, aspectos de seguridad y calidad, sino se pueden resolver en piso se escala al siguiente tier.

En este capítulo se mostró todo el trabajo realizado para conseguir las mejoras que se tenían identificadas, pero todas estas tareas se llevan a cabo bajo la filosofía de Kaizen, que es mejorar diario, ya que todas las tareas realizadas y que se mostraron en este capítulo no fueron realizadas en unos pocos días, sino que muchas tareas necesitaron dar seguimiento diario hasta tenerlas listas.

Lo importante de este capítulo es mostrar el trabajo diario que se tuvo que hacer, y que Kaizen nos ayudo a lograr este cambio para bien de la empresa dando un nuevo enfoque a la gente con la que se trabajó para conseguir la reducción de los tiempos en la empresa.

## CAPITULO 5- ESTANDARIZACIÓN Y REPORTE DE RESULTADOS

### 5.1 Resultados

A lo largo de 7 meses de trabajo se llevaron a cabo las mejoras que se enlistaron en el capítulo 4, y con cada oportunidad lista, los tiempos de ajuste y limpieza de la línea de empaque II fueron disminuyendo, y a su vez la secuencia de actividades se fue modificando.

En este ultimo capítulo pondré los resultados obtenidos de la aplicación de la metodología SMED, dando una muestra del antes y el después de los diagramas que se obtuvieron al inicio del proyecto SMED.

El progreso en la disminución de los tiempos antes de llegar a la secuencia final se muestra en la siguiente tabla.

Mes	Tiempo	Promedio	Limite Control Superior	Limite de control inferior	Desvest
Abril	45	62.06	143.4767393	-19.35909222	27.13930525
Abril	50	62.06	143.4767393	-19.35909222	27.13930525
Abril	60	62.06	143.4767393	-19.35909222	27.13930525
Abril	45	62.06	143.4767393	-19.35909222	27.13930525
Abril	80	62.06	143.4767393	-19.35909222	27.13930525
Abril	60	62.06	143.4767393	-19.35909222	27.13930525
Abril	50	62.06	143.4767393	-19.35909222	27.13930525
Abril	170	62.06	143.4767393	-19.35909222	27.13930525
Abril	120	62.06	143.4767393	-19.35909222	27.13930525
Abril	90	62.06	143.4767393	-19.35909222	27.13930525
Abril	60	62.06	143.4767393	-19.35909222	27.13930525
Abril	45	62.06	143.4767393	-19.35909222	27.13930525
Abril	45	62.06	143.4767393	-19.35909222	27.13930525
Abril	65	62.06	143.4767393	-19.35909222	27.13930525
Abril	50	62.06	143.4767393	-19.35909222	27.13930525
Abril	55	62.06	143.4767393	-19.35909222	27.13930525
Abril	40	62.06	143.4767393	-19.35909222	27.13930525
Abril	45	62.06	143.4767393	-19.35909222	27.13930525
Abril	60	62.06	143.4767393	-19.35909222	27.13930525
Abril	40	62.06	143.4767393	-19.35909222	27.13930525
Abril	45	62.06	143.4767393	-19.35909222	27.13930525
Abril	60	62.06	143.4767393	-19.35909222	27.13930525
Abril	45	62.06	143.4767393	-19.35909222	27.13930525
Abril	45	62.06	143.4767393	-19.35909222	27.13930525
Abril	100	62.06	143.4767393	-19.35909222	27.13930525
Abril	45	62.06	143.4767393	-19.35909222	27.13930525
Abril	45	62.06	143.4767393	-19.35909222	27.13930525
Abril	60	62.06	143.4767393	-19.35909222	27.13930525

<b>Abril</b>	45	62.06	143.4767393	-19.35909222	27.13930525
<b>Abril</b>	45	62.06	143.4767393	-19.35909222	27.13930525
<b>Abril</b>	50	62.06	143.4767393	-19.35909222	27.13930525
<b>Abril</b>	70	62.06	143.4767393	-19.35909222	27.13930525
<b>Abril</b>	90	62.06	143.4767393	-19.35909222	27.13930525
<b>Abril</b>	90	62.06	143.4767393	-19.35909222	27.13930525
<b>Mayo</b>	50	60.87	150.488323	-28.74919252	29.87291925
<b>Mayo</b>	40	60.87	150.488323	-28.74919252	29.87291925
<b>Mayo</b>	150	60.87	150.488323	-28.74919252	29.87291925
<b>Mayo</b>	130	60.87	150.488323	-28.74919252	29.87291925
<b>Mayo</b>	60	60.87	150.488323	-28.74919252	29.87291925
<b>Mayo</b>	45	60.87	150.488323	-28.74919252	29.87291925
<b>Mayo</b>	30	60.87	150.488323	-28.74919252	29.87291925
<b>Mayo</b>	45	60.87	150.488323	-28.74919252	29.87291925
<b>Mayo</b>	40	60.87	150.488323	-28.74919252	29.87291925
<b>Mayo</b>	45	60.87	150.488323	-28.74919252	29.87291925
<b>Mayo</b>	35	60.87	150.488323	-28.74919252	29.87291925
<b>Mayo</b>	35	60.87	150.488323	-28.74919252	29.87291925
<b>Mayo</b>	50	60.87	150.488323	-28.74919252	29.87291925
<b>Mayo</b>	60	60.87	150.488323	-28.74919252	29.87291925
<b>Mayo</b>	100	60.87	150.488323	-28.74919252	29.87291925
<b>Mayo</b>	45	60.87	150.488323	-28.74919252	29.87291925
<b>Mayo</b>	60	60.87	150.488323	-28.74919252	29.87291925
<b>Mayo</b>	50	60.87	150.488323	-28.74919252	29.87291925
<b>Mayo</b>	60	60.87	150.488323	-28.74919252	29.87291925
<b>Mayo</b>	60	60.87	150.488323	-28.74919252	29.87291925
<b>Mayo</b>	60	60.87	150.488323	-28.74919252	29.87291925
<b>Mayo</b>	60	60.87	150.488323	-28.74919252	29.87291925
<b>Mayo</b>	60	60.87	150.488323	-28.74919252	29.87291925
<b>Mayo</b>	90	60.87	150.488323	-28.74919252	29.87291925
<b>Junio</b>	45	46.19	82.91708617	9.457913833	12.24319539
<b>Junio</b>	40	46.19	82.91708617	9.457913833	12.24319539
<b>Junio</b>	40	46.19	82.91708617	9.457913833	12.24319539
<b>Junio</b>	45	46.19	82.91708617	9.457913833	12.24319539
<b>Junio</b>	70	46.19	82.91708617	9.457913833	12.24319539
<b>Junio</b>	60	46.19	82.91708617	9.457913833	12.24319539
<b>Junio</b>	45	46.19	82.91708617	9.457913833	12.24319539
<b>Junio</b>	45	46.19	82.91708617	9.457913833	12.24319539
<b>Junio</b>	35	46.19	82.91708617	9.457913833	12.24319539
<b>Junio</b>	45	46.19	82.91708617	9.457913833	12.24319539
<b>Junio</b>	60	46.19	82.91708617	9.457913833	12.24319539
<b>Junio</b>	35	46.19	82.91708617	9.457913833	12.24319539
<b>Junio</b>	70	46.19	82.91708617	9.457913833	12.24319539
<b>Junio</b>	35	46.19	82.91708617	9.457913833	12.24319539
<b>Junio</b>	34	46.19	82.91708617	9.457913833	12.24319539

<b>Junio</b>	35	46.19	82.91708617	9.457913833	12.24319539
<b>Julio</b>	90	53.89	91.54054302	16.23723476	12.55055138
<b>Julio</b>	60	53.89	91.54054302	16.23723476	12.55055138
<b>Julio</b>	45	53.89	91.54054302	16.23723476	12.55055138
<b>Julio</b>	65	53.89	91.54054302	16.23723476	12.55055138
<b>Julio</b>	55	53.89	91.54054302	16.23723476	12.55055138
<b>Julio</b>	55	53.89	91.54054302	16.23723476	12.55055138
<b>Julio</b>	65	53.89	91.54054302	16.23723476	12.55055138
<b>Julio</b>	45	53.89	91.54054302	16.23723476	12.55055138
<b>Julio</b>	60	53.89	91.54054302	16.23723476	12.55055138
<b>Julio</b>	60	53.89	91.54054302	16.23723476	12.55055138
<b>Julio</b>	55	53.89	91.54054302	16.23723476	12.55055138
<b>Julio</b>	50	53.89	91.54054302	16.23723476	12.55055138
<b>Julio</b>	50	53.89	91.54054302	16.23723476	12.55055138
<b>Julio</b>	45	53.89	91.54054302	16.23723476	12.55055138
<b>Julio</b>	40	53.89	91.54054302	16.23723476	12.55055138
<b>Julio</b>	55	53.89	91.54054302	16.23723476	12.55055138
<b>Julio</b>	35	53.89	91.54054302	16.23723476	12.55055138
<b>Julio</b>	40	53.89	91.54054302	16.23723476	12.55055138
<b>Agosto</b>	35	43.17	74.95317879	11.38015454	10.59550404
<b>Agosto</b>	45	43.17	74.95317879	11.38015454	10.59550404
<b>Agosto</b>	60	43.17	74.95317879	11.38015454	10.59550404
<b>Agosto</b>	60	43.17	74.95317879	11.38015454	10.59550404
<b>Agosto</b>	55	43.17	74.95317879	11.38015454	10.59550404
<b>Agosto</b>	45	43.17	74.95317879	11.38015454	10.59550404
<b>Agosto</b>	45	43.17	74.95317879	11.38015454	10.59550404
<b>Agosto</b>	30	43.17	74.95317879	11.38015454	10.59550404
<b>Agosto</b>	60	43.17	74.95317879	11.38015454	10.59550404
<b>Agosto</b>	50	43.17	74.95317879	11.38015454	10.59550404
<b>Agosto</b>	45	43.17	74.95317879	11.38015454	10.59550404
<b>Agosto</b>	30	43.17	74.95317879	11.38015454	10.59550404
<b>Agosto</b>	40	43.17	74.95317879	11.38015454	10.59550404
<b>Septiembre</b>	35	36.38	52.875	19.875	5.5
<b>Septiembre</b>	45	36.38	52.875	19.875	5.5
<b>Septiembre</b>	30	36.38	52.875	19.875	5.5
<b>Septiembre</b>	35	36.38	52.875	19.875	5.5
<b>Septiembre</b>	32	36.38	52.875	19.875	5.5
<b>Septiembre</b>	40	36.38	52.875	19.875	5.5
<b>Septiembre</b>	35	36.38	52.875	19.875	5.5
<b>Septiembre</b>	30	36.38	52.875	19.875	5.5
<b>Septiembre</b>	35	36.38	52.875	19.875	5.5
<b>Septiembre</b>	35	36.38	52.875	19.875	5.5
<b>Septiembre</b>	40	36.38	52.875	19.875	5.5
<b>Septiembre</b>	50	36.38	52.875	19.875	5.5

Septiembre	40	36.38	52.875	19.875	5.5
Septiembre	35	36.38	52.875	19.875	5.5
Septiembre	35	36.38	52.875	19.875	5.5
Septiembre	30	36.38	52.875	19.875	5.5
Octubre	35	31.33	45.06546458	17.60120209	4.577377082
Octubre	30	31.33	45.06546458	17.60120209	4.577377082
Octubre	27	31.33	45.06546458	17.60120209	4.577377082
Octubre	27	31.33	45.06546458	17.60120209	4.577377082
Octubre	35	31.33	45.06546458	17.60120209	4.577377082
Octubre	30	31.33	45.06546458	17.60120209	4.577377082
Octubre	27	31.33	45.06546458	17.60120209	4.577377082
Octubre	40	31.33	45.06546458	17.60120209	4.577377082
Octubre	40	31.33	45.06546458	17.60120209	4.577377082
Octubre	35	31.33	45.06546458	17.60120209	4.577377082
Octubre	30	31.33	45.06546458	17.60120209	4.577377082
Octubre	27	31.33	45.06546458	17.60120209	4.577377082
Octubre	30	31.33	45.06546458	17.60120209	4.577377082
Octubre	30	31.33	45.06546458	17.60120209	4.577377082
Octubre	27	31.33	45.06546458	17.60120209	4.577377082

Tabla 17 Disminución de tiempos con SMED

Resumen de la **tabla 17** se muestra en la siguiente tabla.

Mes	Promedio	Limite Control Superior	Limite de control inferior	Desv est
Abril	62.0588235	143.476739	-19.3590922	27.1393053
Mayo	60.8695652	150.488323	-28.7491925	29.8729192
Junio	46.1875	82.9170862	9.45791383	12.2431954
Julio	53.8888889	91.540543	16.2372348	12.5505514
Agosto	43.1666667	74.9531788	11.3801545	10.595504
Septiembre	36.375	52.875	19.875	5.5
Octubre	31.3333333	45.0654646	17.6012021	4.57737708

Tabla 18 Tiempos promedio mensual

Como podemos observar en la **tabla 18** los tiempos de limpieza y ajustes de la línea de empaque II disminuyeron un 57.5% desde el mes de enero cuando se tardaban en realizar la actividad 73.57 min en promedio, en comparación al mes de octubre con un tiempo promedio de 31.33 min, este resultado es de todo el trabajo hecho en la implementación de la metodología SMED a lo largo de los 7 meses.

Observamos también que los límites de control tanto superior como inferior se fueron reduciendo hasta dar como límite superior 45 min que fue la meta establecida por la empresa para realizar los cambios de formato menores en la línea, esto también lo podemos observar en el comportamiento de la desviación estándar que se redujo hasta tenerla en 4.5 min en promedio,

esta reducción en la variación se dé debió a que las actividades que generaban los picos en los tiempos de cambio de formato menor, también se pudieron controlar, como lo eran los retrasos de los materiales para empezar la nueva orden, que no se tuvieran las siguientes ordenes listas, este tipo de actividades fueron eliminadas.

Como observamos en la **tabla 18** el comportamiento de los cambio de formato menores en la línea de empaque II tuvieron una reducción drástica de tiempos en el mes de Junio, esto se debió a que a inicios de ese mes se concretaron tareas críticas que se tenían marcadas a mediano plazo en la estrategia para la reducción de tiempos, esto es muy importante ya que vemos que en abril y mayo la reducción de tiempos seguía con la misma tendencia de reducir 2.5 min mensuales lo que nos deja ver es que sin las mejoras establecidas en las juntas anteriores los tiempos de cambio de formato no se verían reflejadas en la disminución de tiempos en los cambios de formato menores.

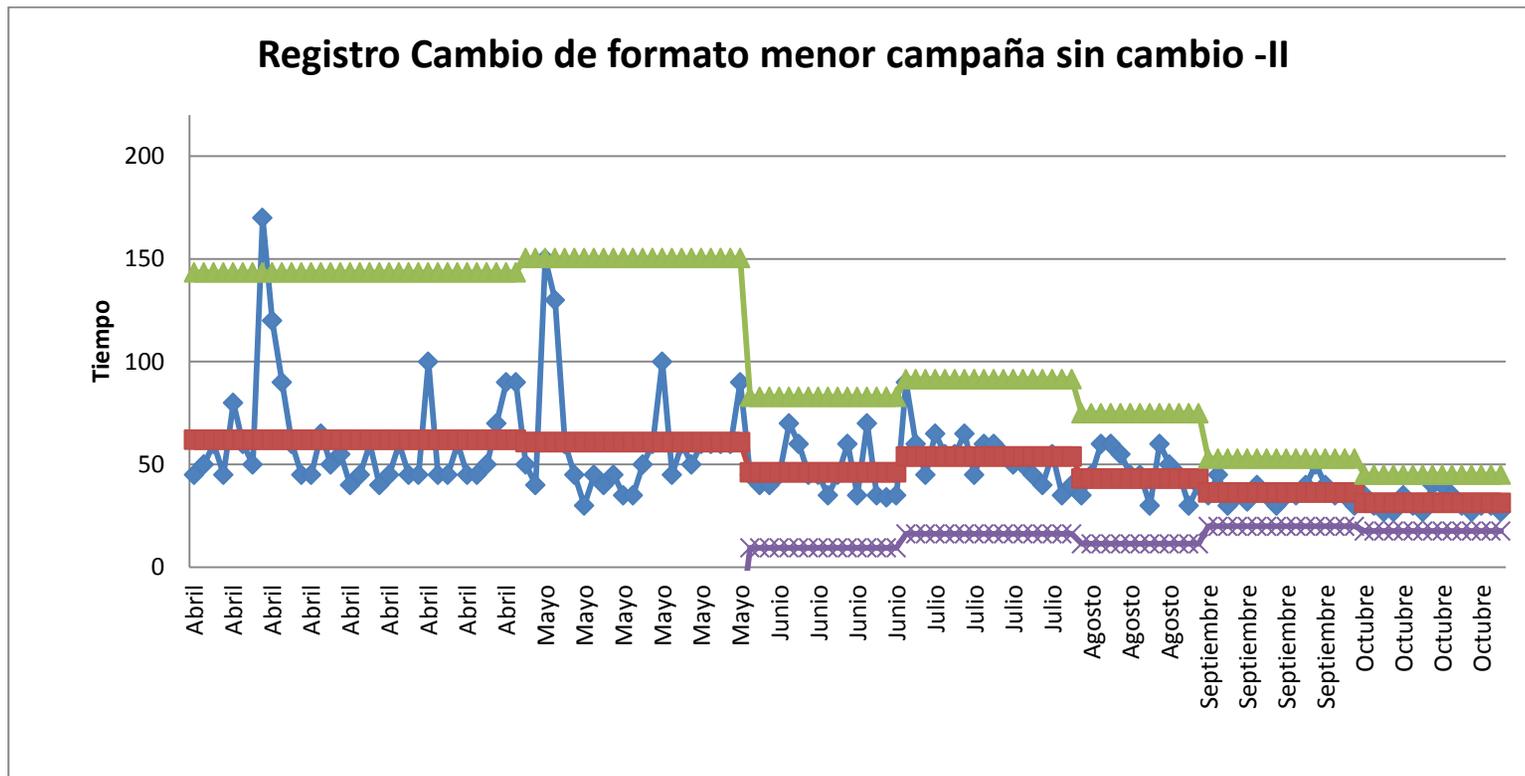
Entonces si las tareas de mejora se concluyen con más rapidez los tiempos también disminuyen en con esa misma rapidez, lo que podemos usar para motivar al personal y al equipo que trabaje con nosotros, ya que el trabajo realizado para bajar tiempos se ve reflejado instantáneamente al terminar o implementar la mejora.

Las tareas que se completaron para inicios de ese mes fue la entrega de tipos identificados y nuevos para cada línea de acondicionamiento, así como que las áreas tuvieran 2 magazine para hacer el cambio de lote y fecha cuando la línea estuviera trabajando, la entrega de las nuevas tarjetas de identificación de la línea, para ahorrarle tiempo a los operadores al escribir, también se controlaron los picos que causaba que las limpiezas aumentaran su tiempo dejando el promedio muy elevado, este junto con almacén también avanzaba de tal manera que se llegara al objetivo planteado con anterioridad, al final de la entrega de cada una de las tareas propuestas da como resultado la disminución del tiempo de limpieza y ajuste.

Para el mes de Julio se observa un aumento en los tiempos, esto debido a que los operadores tenían que realizar una nueva actividad, que antes no la tenían asignada y esta actividad solo la pueden desarrollar cuando la línea está detenida, esta actividad es hacer la conciliación de cada orden que metan en su línea, esto que paso está en contra de la metodología SMED ya que se introduce una tarea externa al cambio de formato a ser parte del cambio, se convierte en una tarea interna en la limpieza de la línea, ya que antes un operador se encargaba de hacer esta tarea para todas las líneas, pero por cuestiones internas en la planta esa tarea se le asigno a los operadores de cada línea.

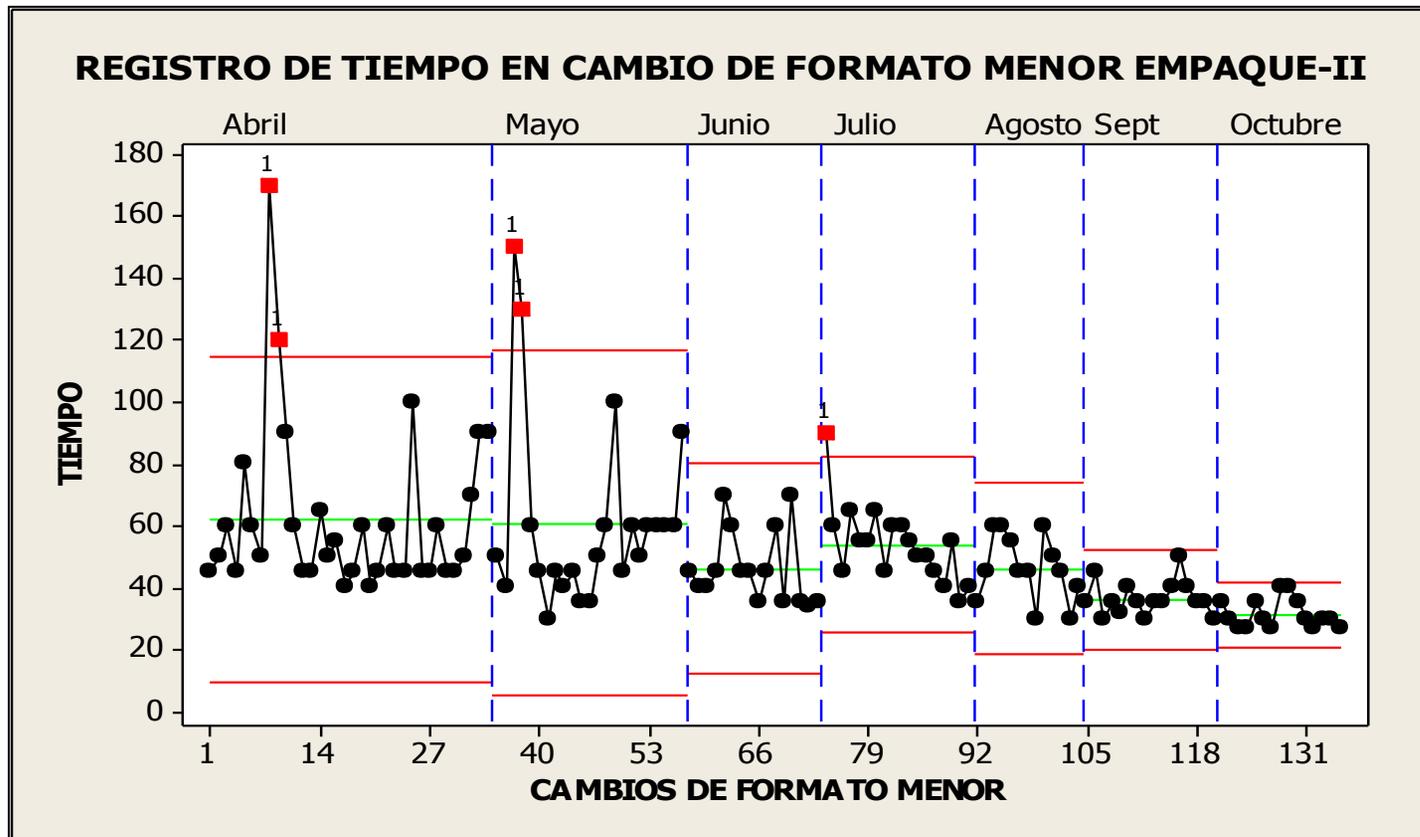
Para lo cual se hizo un plan para hacer que los tiempos de limpieza y ajuste siguieran disminuyendo, en este caso se hicieron talleres para capacitar a los operadores en el llenado de las hojas para la conciliación, con esto se tendría de nuevo una tendencia positiva a disminuir los tiempos de cambio de formato menor. Como lo observamos en el mes de agosto y hasta el mes de octubre cuando las oportunidades a mediano plazo se concluyeron.

Para observar de mejor manera los resultados a continuación se muestran como quedaron los diagramas, graficas y tablas con las mejoras realizadas en la línea de empaque II, comenzando con el análisis de los datos muestreados a lo largo del tiempo en que se estuvo realizando el proyecto SMED, como se muestra en la grafica 6.

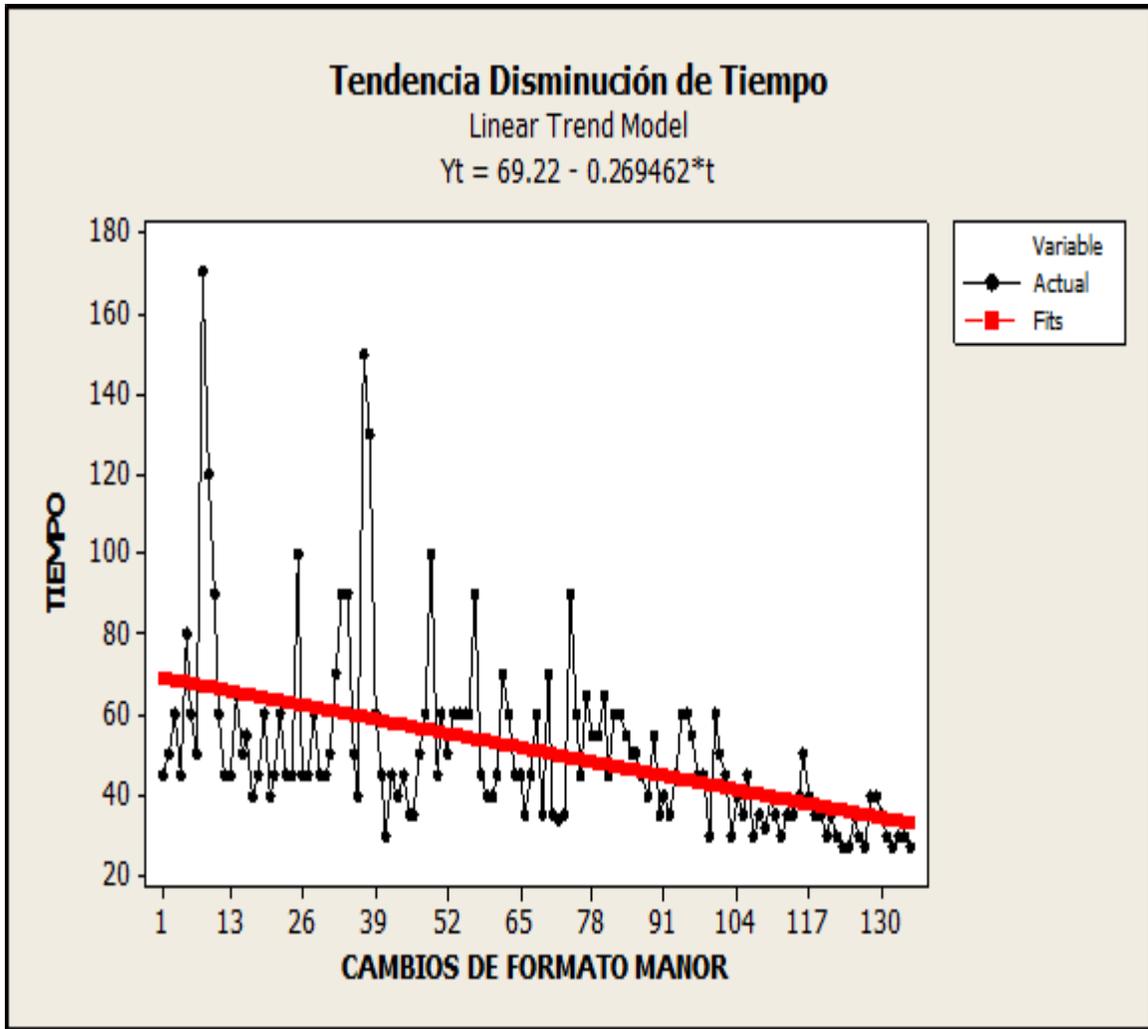


Grafica 6 Toma de tiempos de ajuste y limpieza

Como podemos observar la **gráfica 6 y grafica 7** de Excel y Minitab, se ve la tendencia a disminuir los tiempos de cambio de formatos en la línea de empaque II, así como tener mayor controlado el proceso de las limpiezas en la línea ya que los límites de control tanto superior como inferior se van cerrando lo que demuestra que la variación en los tiempos cada vez es menor.



Grafica 7 Registro de tiempo en cambio de formato menor empaque II análisis en Minitab



Grafica 8 Tendencia disminución de tiempo al término SMED

La secuencia de operaciones por operador tuvo varios cambios a lo largo del proceso de implementación de la metodología SMED, ya que al tener listas nuevas mejoras los tiempos del cambio de formato disminuían y a su vez el número de actividades que realizaban los operadores era menor o ciertas actividades ya no las realizaban ellos, como también los operadores de área gris podían intercambiar roles si esto ayudaba a disminuir el tiempo de su cambio de formato menor. Para esto se muestra la última secuencia que se obtuvo después de implementar la mayoría de las mejoras en el área y que nosotros consideremos que las mejoras faltantes no afectarían la secuencia de actividades y a su vez monitoreamos los cambios de formato en piso y observamos que esta secuencia no mostro variación en un mes.

Empacador		
	Actividades	Tiempo
1	Despejar línea y liberar línea	5
2	Contar saldo, llenado de OEE	3
3	Meter cajones	2
4	Desmontar Magazine	1
5	Cambiar y montar magazine	3
6	Llenar bitácora	1
7	Revisar materiales	4
8	Colocar materiales encartonadora	3
9	Ajustes	2
10	Pruebas	2

Tabla 19 Secuencia final empacador

Verificador		
	Actividades	Tiempo
1	Despejar línea y Sacar cajones	3
2	Verificar línea, recoge basura, cajilla y PT	4
3	Conciliación	6
4	Llevar conciliación a documentación y saca basura	2
5	Recupera merma	3
6	Armar corrugado	2
7	Colocar nuevas bolsas de basura	2
8	Toma muestras de material	3
9	Cambio de datos en el display y Pruebas	2

Tabla 20 Secuencia final verificador

Área blanca		
	Actividades	Tiempo
1	Sacar cuñetes, mermas y basura	1
2	Meter material y granel (puestos en la puerta)	1
3	Verificar cantidad, lote de materiales y Llenar bitácora	3
4	Desmontar Magazine	1
5	Montar magazine Tener segundo armado	2
6	Cambio datos en maquina, Reiniciar contador	2
7	Ajustes de blíster	4
8	Verificar formado de blíster	3
9	Verificar parámetros de sellado	2
10	Desenplayar granel y colocar en tolva	3
11	Pruebas de faltante de tableta y de micro agujero	2
12	Llenar registro de limpieza de la orden	1
13	Pruebas en área gris	2

Tabla 21 Secuencia final área blanca

Las secuencias finales que podemos ver en las **tablas 19, 20 y 21** nos muestran el escenario más favorable para la realización del cambio de formato menor en la línea de empaque II, ya que con estas secuencias los operadores tardan en realizar el cambio de formato 27 min, como podemos observar en la **tabla 17** se realizaron cinco veces como se tenía esperado con estas secuencias con un tiempo de 27 min, cinco veces cumpliendo la secuencia realizando un tiempo de 30 min y en cinco ocasiones se tuvo un tiempo mayor a 30min ya que no se cumplió con todas las variables para que los operadores realizaran el cambio de formato en menor tiempo, como fue que tuvieron que desmontar la bobina de aluminio y otros factores.

A continuación observamos un antes y después de los tiempos de cada operador como se observa en las **tablas 22, 23 y 24** en las que podemos ver de forma resumida en los cambios las cosas que pasaron para que los tiempos se redujeran de tal manera.

ANTES Y DESPUES EMPACADOR				
Actividades		Tiempo inicial	Tiempo final	Cambios
1	Contar saldo e identificarlo llenar hoja hr x hr	5	3	Capacitación constante para mejorar el cálculo
2	Despejar línea juntar cajones	4	3	Capacitación y Enfoque al realizar la actividad
3	Aspirar	8	0	Se realiza al final de la semana o al acondicionar más de 50 000 Pt
4	Barrer Área	6	0	Se realiza al final del da o al acondicionar más de 50 000 Pt
5	Juntar y levantar basura	2	Cambio	La realiza el verificador
6	Colocar bolsas nuevas de basura	2	Cambio	La realiza el verificador
7	Llenar bitácora de limpieza	3	1	Capacitación para realizar la actividad
8	Identificación de línea y mermas (etiquetas)	4	0	Se realiza la actividad con maquina en marcha, se mejorar las etiquetas para que escriban menos
9	Liberar línea verificar que no se queden blíster, cajilla, instructivo o pt	5	2	Actividad que realiza cuando junta los cajones
10	Esperas por material o faltante de orden	8	0	Se corrigió en trabajo conjunto con el área de almacén de materia prima
11	Introducir materiales	3	0	Se corrigió en trabajo conjunto con el área de almacén de materia prima
12	Revisar materiales	3	7	Capacitación constante para mejorar el cálculo
13	Colocar materiales encartonadora	6		
14	Llenado hoja hr x hr	3	0	Capacitación constante para mejorar el cálculo y solo se realiza una vez
15	Armado de corrugado	4	Cambio	La actividad la realiza el verificador
16	Pruebas de arranque	4	2	Se realizan hojas con los ajustes por producto y estos sean más fáciles.
17	Cambiar y montar magazine	0	5	Se cambia de actividad
18	Ajustes	0	2	Se cambia de actividad
19	Meter cajones	0	2	Se cambia de actividad
<b>TOTAL</b>		70	27	
<b>Reducción de tiempo y en %</b>		43min	61.42%	

Tabla 22 ANTES Y DESPUES EMPACADOR

En la **tabla 22** vemos que se redujo el tiempo en 43 min lo que es un 61.42% de reducción lo que demuestra que la técnica SMED funciona.

ANTES Y DESPUES VERIFICADOR				
Actividades	Tiempo inicial	Tiempo final	Cambios	
1	Buscar aditamentos de limpieza	4	0	Se colocaron aditamentos de limpieza a cada línea de acondicionamiento, así como se identifico el área de estos
2	Barrer área	6	0	Se realiza al final del da o al acondicionar más de 50 000 Pt
3	Quitar cajilla sobrante	2	7	Realiza la actividad en cadena junto con liberar línea, se elimina la actividad de desmontar bobina de aluminio
4	Despejar línea quitar aluminio, blíster y pt	6		
5	Llenar vales de devolución.	8	0	Se realiza la actividad con maquina en marcha, se mejorar las etiquetas para que escriban menos
6	Sacar basura	5	0	Actividad ya no la realiza el operador
7	Liberar línea verificar que no se queden blíster, cajilla, instructivo o pt	3	0	Actividad ya la realiza antes
8	Cambiar datos en el display	4	0	Actividad la realiza al final
9	Preparar línea meter cajones	5	0	Actividad la realiza el empacador
10	Montar aluminio	4	0	Se elimina esta actividad con tablas de conversión
11	Desmontar magazine	2	0	Actividad la realiza el empacador
12	Armar magazine	11	Cambio	Actividad la realiza el empacador cuando la línea está en marcha
13	Montar Magazine	2	Cambio	Actividad la realiza el empacador
14	Ajuste de línea	2	Cambio	Actividad la realiza el empacador
15	Pruebas de arranque	4	2	se mejora el tiempo con las nuevas hojas de ajustes en parámetros, se capacita en la tarea de meter datos al display
16	Pruebas hermeticidad, reto pharmacode	4		Las realiza cuando la línea arranca
17	Conciliación	0	6	Nueva actividad que realizan en la línea
18	Llevar conciliación a documentación y saca basura	0	2	Nueva actividad que realizan en la línea
19	Recupera merma	0	3	Nueva actividad que realizan en la línea
20	Armar corrugado	0	2	Ahora la realiza el verificador
21	Colocar nuevas bolsas de basura	0	2	Ahora la realiza el verificador
22	Toma muestras de material	0	3	Ahora la realiza el verificador
<b>TOTAL</b>		72	27	
<b>Reducción de tiempo y en %</b>		45min	62.50%	

Tabla 23 ANTES Y DESPUES VERIFICADOR

ANTES Y DESPUES AREA BLANCA				
Actividades		Tiempo inicial	Tiempo final	Cambios
1	Recuperar granel	5	0	Actividad la realiza con máquina en marcha
2	Juntar basura y sacarla	2	1	Ya no busca patín siempre lo tiene fuera del área, todo lo saca en un solo movimiento
3	Va a buscar patín	3		
4	Sacar mermas y sacar cuñetes	3		
5	Sacar basura	3		
6	Revisar limpieza	2	0	No existían áreas críticas que revisar
7	Llena bitácora	2	0	Actividad la realiza con máquina en marcha
8	Llenar tarjeta de identificación (cuñetes y basura)	2	0	Actividad la realiza con máquina en marcha
9	Meter material y granel	5	1	Tiene los materiales en la puerta
10	Verificar cantidad y lote de materiales	4	3	Se capacita en esta actividad
11	Desmontar magazine	2	1	Se capacita en esta actividad
12	Cambiar magazine	10	0	Se tienen 2, lo arma cuando la línea está en marcha
13	Montar magazine	2	2	
14	Llenar registro de limpieza de la orden	2	1	Se capacita en esta actividad
15	Cambio datos en maquina Reiniciar contador	2	2	
16	Verificar formado de blíster	4	3	Con las hojas de ajustes se reduce el tiempo
17	Verificar parámetros de sellado	2	2	
18	Desenplayar granel y colocar en tolva	4	3	Se capacita en esta actividad
19	Ajustar avance	6	4	Con las hojas de ajustes se reduce el tiempo
20	Pruebas de faltante de tableta y de micro-agujero	4	2	Con las hojas de ajustes se reduce el tiempo
21	Pruebas área gris	4	2	Se reducen el tiempo en las pruebas de área gris
<b>TOTAL</b>		73	27	
<b>Reducción de tiempo y en %</b>		46min	63.00%	

Tabla 24 ANTES Y DESPUES AREA BLANCA

Por lo que sabemos que la secuencia funciona de tal manera que los tiempos se redujeron y a su vez los recorridos también disminuyeron como se muestra a continuación en los siguientes diagramas de recorrido con su respectivo curso grama analítica.

En las **ilustraciones 40** observamos el diagrama de espagueti, en el cual podemos observar que los recorridos contienen menos cruces ya que el operador sabe sus actividades y al optimizar su

secuencia se logra eliminar los cruces que afectan en el tiempo de las actividades, también observamos menos desplazamientos por parte del operador lo cual ayuda a disminuir el tiempo que se tardan en realizar su cambio de formato menor esto al reducir las actividades se tiene que trasladar menos.

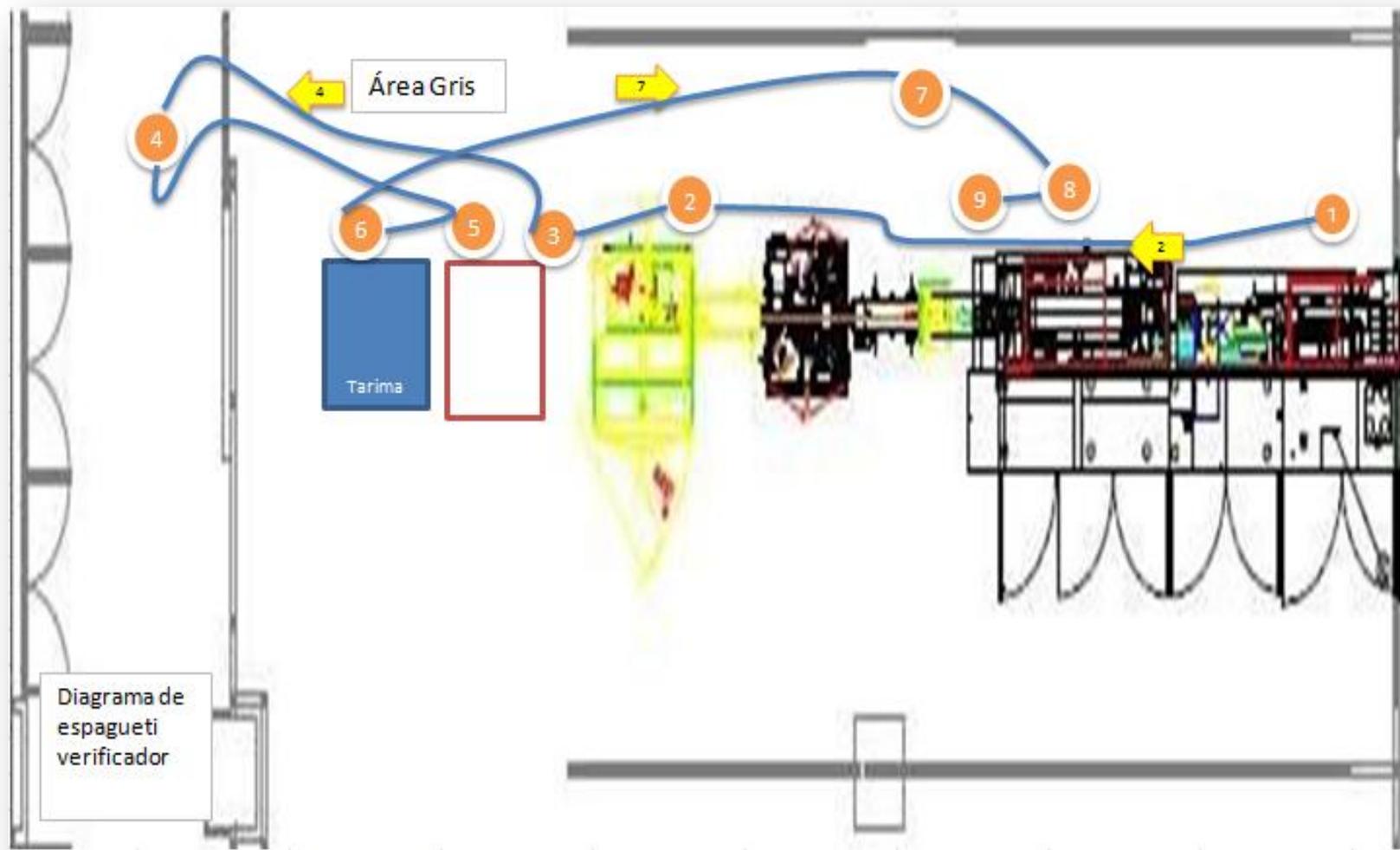


Ilustración 40 Diagrama de espagueti verificador

CURSOGRAMA ANALÍTICO					OPERARIO VERIFICADOR					
DIAGRAMA	1	HOJA	1	RESUMEN						
OBJETO	Tabletas			ACTIVIDAD	INICIAL	Propuesto	ECONO.			
ACTIVIDAD	Acondicionamiento tabletas solidos			OPERACIÓN	15	9	6			
MÉTODO ACTUAL / PROPUESTO	Propuesto			TRANSPORTE	5	5	0			
LUGAR	Acondicionamiento solidos			DEMORA	0	0	0			
OPERARIO	Verificador			INSPECCIÓN	0	0	0			
COMPUESTO POF	Oscar Minor López			ALMACENAMIENTO	0	0	0			
FECHA	08-nov-13			DISTANCIA (metros)	N/A	N/A	N/A			
				TIEMPO (min-hombre)	72	27	45			
No	DESCRIPCION	Canti-	Distap	Tiem-	○	➔	⬭	□	▽	OBSERVACIONES
1	Despejar línea (Sacar cajones, quitar blister de cajones)			3	1	1				Al ir sacand cajones los va vaciando en bolsas
2	Verificar línea (verificar que no se queden blíster, cajilla, instructivo o pt) y recoge basura			4	1	1				Al liberar línea va quitando bolsas de basura, empieza desde su lado.
3	Conciliación			6	1					Se capacita constantemente al operador
4	Llevar conciliación a documentación y saca basura			2	1	1				La basura la tenia a su lado en el momento que hacia la conciliacion
5	Regresa de dejar la basura			3		1				
6	Recupera merma				1					
7	Armar corrugado			2	1					
8	Colocar nuevas bolsas de basura			2	1	1				
9	Toma muestras de material y empieza conciliación del nuevo lote			3	1					
10	Cambio de datos en el display y Pruebas			2	1					

Ilustración 41 Curso-grama analítico

En la **ilustración 41** observamos el curso-grama analítico del verificador que nos deja ver que el número de actividades del operador se ve reducido y el tiempo también.

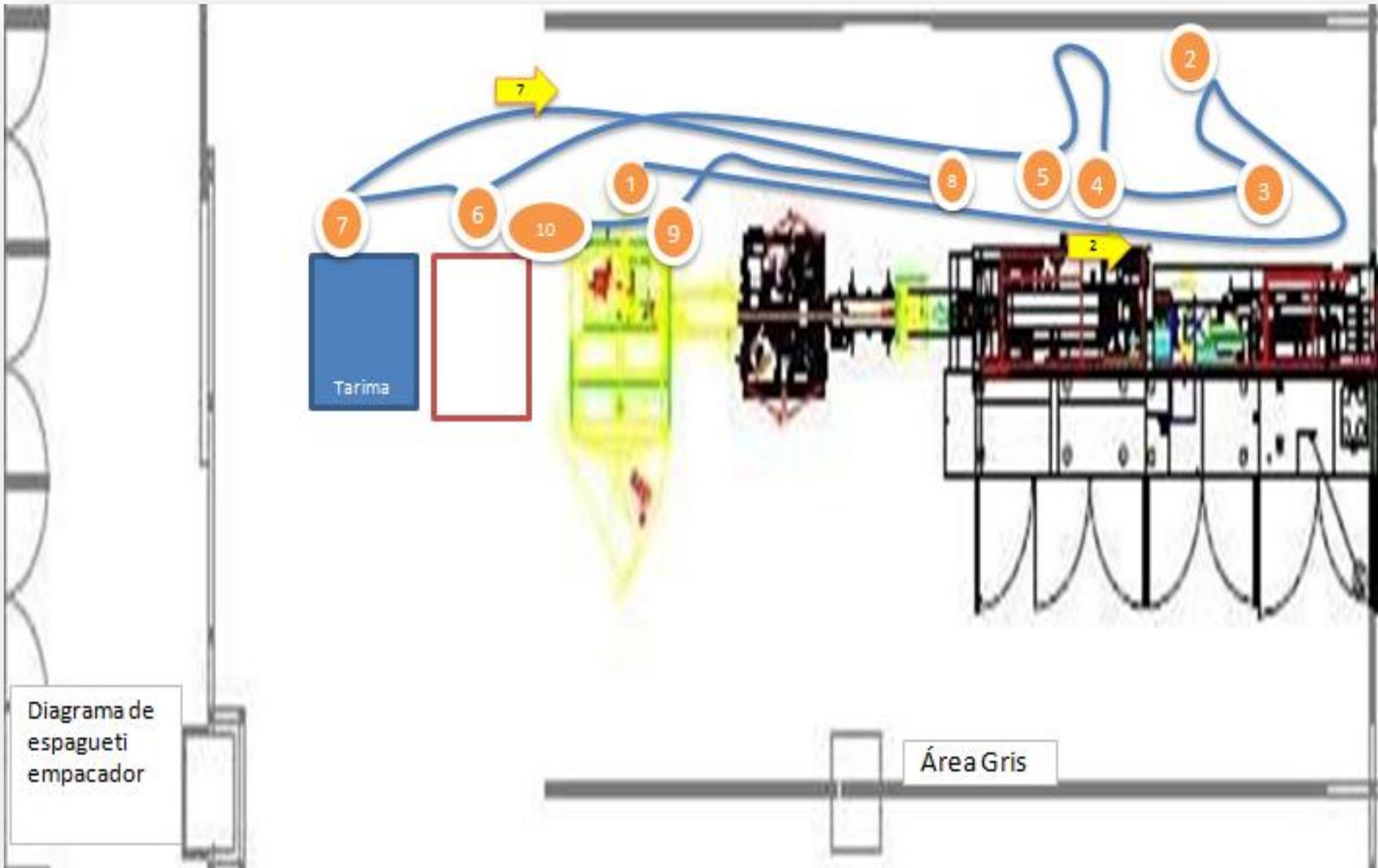


Ilustración 42 Diagrama de spaghetti empacador

En la **ilustración 42** vemos el diagrama de recorrido del empacador que sufrió bastantes cambios, los cuales muestran una mejora en la disminución de los tiempos de ajuste y limpieza en la línea de empaque II.

<b>CURSOGRAMA ANALÍTICO</b>						<b>OPERARIO VERIFICADOR</b>				
DIAGRAMA	1	HOJA	1	RESUMEN						
OBJETO	Tabletas			ACTIVIDAD	INICIAL	Propuesto	ECONO.			
ACTIVIDAD	Acondicionamiento tabletas solidos			OPERACIÓN	○	15	9	6		
				TRANSPORTE	⇨	5	5	0		
				DEMORA	D	0	0	0		
MÉTODO ACTUAL / PROPUESTO	Propuesto			INSPECCIÓN	□	0	0	0		
LUGAR	Acondicionamiento solidos			ALMACENAMIENTO	▽	0	0	0		
OPERARIO	Verificador			DISTANCIA (metros)		N/A	N/A	N/A		
COMPUESTO POF	Oscar Minor López			TIEMPO (min-hombre)		72	27	45		
FECHA	08-nov-13									
No	DESCRIPCION	Canti-	Distap	Tiem-	○	⇨	D	□	▽	OBSERVACIONES
1	Despejar línea (Sacar cajones, quitar blister de cajones)			3	1	1				Al ir sacand cajones los va vaciando en bolsas
2	Verificar línea (verificar que no se queden blister, cajilla, instructivo o pt) y recoge basura			4	1	1				Al liberar línea va quitando bolsas de basura, empieza desde su lado.
3	Conciliación			6	1					Se capacita constantemente al operador
4	Llevar conciliación a documentación y saca basura			2	1	1				La basura la tenia a su lado en el momento que hacia la conciliacion
5	Regresa de dejar la basura			3		1				
6	Recupera merma				1					
7	Armar corrugado			2	1					
8	Colocar nuevas bolsas de basura			2	1	1				
9	Toma muestras de material y empieza conciliación del nuevo lote			3	1					
10	Cambio de datos en el display y Pruebas			2	1					

Ilustración 43 Curso-grama analítico verificador

En la **ilustración 43** vemos el curso-grama del verificador que el número de actividades que tiene que realizar después de aplicar la metodología SMED se han reducido.

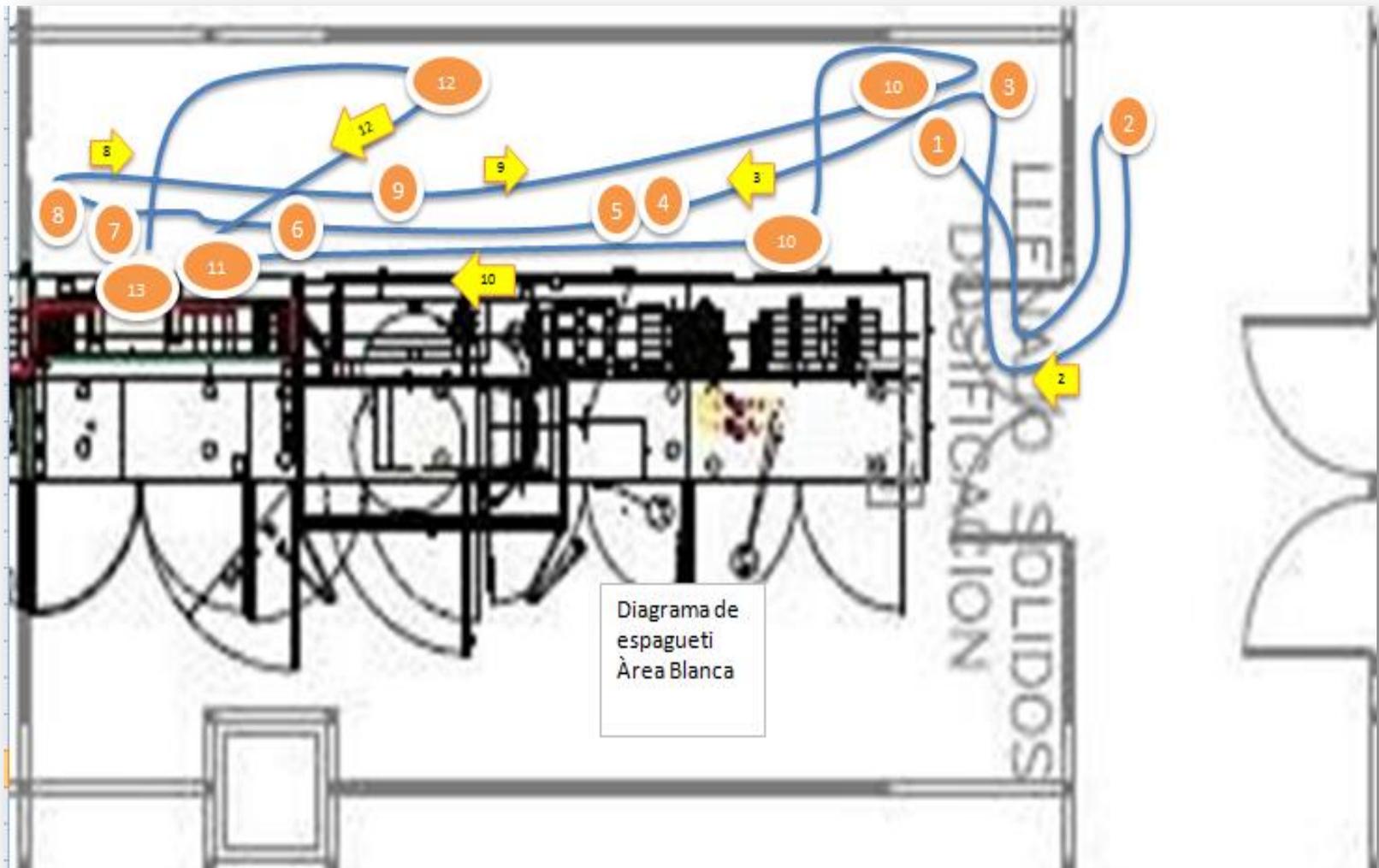


Ilustración 44 Diagrama de espagueti área blanca

En comparación con el estado inicial de los tres operadores con sus respectivos recorridos que es muy difícil seguir la secuencia de sus actividades en un diagrama de espagueti, después de hacer el proyecto SMED sus recorridos son más simples y se pueden identificar las etapas que hace para realizar sus actividades, por ejemplo en la **ilustración 44** está el diagrama de espagueti del operador de área blanca que es mucho más fácil de entender e interpretar que su diagrama anterior.

En la **ilustración 45** el curso-grama analítico del operador de área blanca, se ven cambios más significativos al ser un único operador en el área y logrando la misma reducción de tiempo que en el área gris.

CURSOGRAMA ANALÍTICO					OPERARIO ÁREA BLANCA					
DIAGRAM	1	HOJ/	1	RESUMEN						
OBJETO	Tabletas			ACTIVIDAD	INICIAL	Propuesta	ECONO			
ACTIVIDAD	Acondicionamiento tabletas solidos			OPERACIÓN	19	12	7			
MÉTODO ACTUAL / PROPUESTO	Propuesto			TRANSPORTE	5	5	0			
LUGAR	Acondicionamiento solidos			DEMORA	1	1	0			
OPERARIO	Área blanca			INSPECCIÓN	0	0	0			
COMPUESTO PC	Oscar Minor López			ALMACENAMIENTO	0	0	0			
FECHA	08-nov-13			DISTANCIA (metros)	N/A	N/A	N/A			
				TIEMPO (min-hombre)	73	27	46			
No	DESCRIPCION	Canti	Distar	Tiem	○	➔	□	□	▽	OBSERVACIONES
1	Sacar cuñetes, mermas y basura			1	1	1				
2	Meter material y granel (puestos en la puerta)			1	1	1				
3	Verificar cantidad, lote de materiales y Llenar bitácora			3	1					
4	Ir a la máquina			1		1				
5	Desmontar Magazine				1					Aquí podría sacar basura también
6	Ir por el otro magazine			2		1				
7	Montar magazine Tener segundo armado				1					
8	Cambio datos en maquina, Reiniciar contador			2	1					
9	Ajustes de blíster			4	1					Realiza varios ajustes
10	Verificar formado de blíster			3	1					
11	Verificar parámetros de sellado			2	1					
12	Ir a los cuñetes			3		1				
13	Desenplayar granel y colocar en tolva				1					
14	Pruebas de faltante de tableta y de microhujero			2	1					
15	Llenar registro de limpieza de la orden			1	1					
16	Pruebas en área gris			2			1			

Ilustración 45 Curso-grama analítico área blanca

Al obtener resultados positivos de un proyecto de mejora en la planta es importante no olvidar de dar seguimiento a la lista de tareas que se tenían asignadas al principio del proyecto, ya que al terminar las tareas se podrá conseguir un resultado a un mejor, no olvidando que todo lo que aplicamos en este proyecto es parte de la mejora continua, por lo que es más importante no dejar pasar todas las oportunidades que tengamos para bajar más los tiempo de cambio de formato en la línea.

El estatus de la lista de oportunidades que se generó al inicio del proyecto lo presento a continuación:

<b>KAIZEN REDUCCIÓN DE TIEMPOS DE LIMPIEZA DE CAMPAÑA SIN CAMBIO</b>						
Oportunidad	Línea	Impacto	STATUS	Corto plazo	Mediano plazo	Largo plazo
Barrer solo cuando sea necesario	Oportunidad común	5 min	Listo	si		
Aspirar solo cuando sea necesario	Oportunidad común	6 min	Listo	si		
Basura que pase empresa encargada de la limpieza por ella	Oportunidad común	3 min	Listo	si		
Adiamientos de limpieza área gris por línea	Oportunidad común	3 min	Listo	si		
Adiamientos de limpieza área blanca por línea	Oportunidad común	3 min	Listo	si		
Transferencia de materiales que operadores no realicen la actividad.	Oportunidad común	4 min	Listo		si	
Evitar retrasos de granel y materiales (tenerlos cuando se acabe el lote)	Oportunidad común	5 a 15 min	PROCESO	si		
Computadoras para sacar graficas y OEE	Oportunidad común	3 min	Listo			si
Área de lavado para acondicionamiento	Oportunidad común	Ayuda a los operarios	Listo			si

Contenedor común de merma de área blanca	Oportunidad común	2 min	PROCESO			si
Habilitar contactos	Oportunidad común	Facilita uso de aspiradora	Listo		si	
2 Magazine en las líneas área gris	empaque I/II	10 min	Listo		si	
2 Magazine en las líneas área blanca	empaque I/II	10 min	Listo		si	
Instalación de servicio para pruebas de hermeticidad	Oportunidad común	2 min	Listo		si	
Poder no desmontar materiales comunes bobinas de aluminio	Oportunidad común	2 min	Listo		si	
Poder eliminar hoja de merma en el registro	Oportunidad común	1 min	PROCESO			si
Cajas del mismo cartón	Oportunidad común	Evita ajustes 1 min	PROCESO		si	
Estandarización de parámetros (o regulaciones) en blistera	Oportunidad común	2 min	Listo		si	
Ver si la extracción para cabina de blistera puede amentar	empaque I/II	Ayuda a los operarios	No			
Porta tipos identificados	empaque I/II	3 min	Listo		si	
Definir los roles del personal de apoyo y sus horarios (empresa encargada de la limpieza)	Oportunidad común		Listo	si		
Tipos nuevos para área blanca (originales)	empaque I/II	Ayuda a los operarios	Listo		si	

Bloques de meses del año en ingles, portugués y español para tipos	Oportunidad común	3 min	Listo		si	
Tipos nuevos para área gris (originales)	Oportunidad común	3 min	Listo		si	
Quitar tarimas llenas de pt por personal de almacén	Oportunidad común	Ayuda a los operarios	PROCESO			si
Bolsas de basura del tamaño adecuado	Oportunidad común	Ayuda a los operarios	Listo	si		
Buen funcionamiento de las columnas de vaciado de granel	Oportunidad común	Ayuda a los operarios 1 min	PROCESO			si
Pizarrones tier 1 estandarizados	Oportunidad común	Ayuda a operador en cambio de turno	Listo		si	
Que la grafica de humedad y temperatura ya no se le pongan las unidades	Oportunidad común	Ayuda a los operarios	No			
Tener otro patín en área gris	Oportunidad común	Evita retrasos	Listo		si	

Tabla 25 Kaizen actualizado

En la **tabla 25** vemos que la mayoría de las acciones se cumplieron y algunas están en proceso, la finalización de estas tareas permitió la disminución de los tiempos en los cambio de formato menores.

Al tener listos los nuevos tiempos de paros en línea por cambio de formato menor se debe trabajar en conjunto con diferentes áreas para que estos tiempos escalen a todas las áreas a las cuales les cambie su trabajo por esta reducción en tiempo, por ejemplo el aumento en volumen que la planta puede producir en el mismo tiempo por las horas máquina que se trabajan, ingeniería industrial, mantenimiento, y así hacer más eficiente este cambio y que no solo se quede en las líneas de acondicionamiento de sólidos.

Una parte importante en esta reducción es la matriz que se usa para planear los lotes que entran en la línea y la que se usa también para la planeación de la capacidad instalada de la planta para poder absorber mayor volumen en los siguientes meses:

<b>LINEA EMPAQUE II</b>				
<b>Cambio de formato Campaña</b>		<b>Hr</b>	<b>Min</b>	<b>Cve</b>
<b>1A</b>	Sin cambio	0:35	35	1 <sup>a</sup>
<b>1B</b>	Con cambio menor	2:15	135	1B
<b>1C</b>	Con cambio mayor	3:40	220	1C
<b>Cambio de formato Profunda</b>		<b>Hr</b>	<b>Min</b>	<b>Cve</b>
<b>2A</b>	Sin cambio	5:00	300	2 <sup>a</sup>
<b>2B</b>	Con cambio	8:00	480	2B

Tabla 26 Nueva Matriz de paros de línea

En la matriz de la **Tabla 26** se ve el cambio drástico de 90 min con lo que antes se programaba tanto la capacidad de la planta como los lotes que entran a la línea a los 35 min que se usan ahora lo que nos da una reducción en la planeación de la planta en cambio de formato en campaña sin cambio del **61.1%**.

Mientras que en tiempos reales medidos en la línea, al inicio del año se tenía en promedio de los primeros 3 meses un tiempo de 71.22 min por cambio de formato menor, al final del proyecto SMED en los últimos dos meses se tuvo un promedio de 33.9 min lo que representa una disminución del **52.4%** en el tiempo que se tardaban en hacer los cambios menores.

### Costos

Mes	Promedio piezas por hr teórico	Total Unidades	Tiempo Disponible (Hrs.)	Tiempo Operación (Hrs.)	Tiempo Perdido (Hrs.)	Total Unidades Vel ponderada	Unidades teóricas por hr	Unidades reales por hr	Vel prom por minuto real
abr-13	10,042	1,121,847	315	172	143	3,161,724	18,366	6,517	109
may-13	10,042	1,043,180	299	158	141	3,002,558	19,004	6,602	110
jun-13	10,042	797,469	212	112	100	2,129,071	19,010	7,120	119
jul-13	10,042	627,708	176	90	86	1,769,066	19,656	6,975	116
ago-13	10,042	794,329	170	99	70	1,703,793	17,210	8,024	134
sep-13	10,042	723,095	146	86	60	1,462,785	17,105	8,456	141
oct-13	10,042	979,107	195	115	80	1,953,169	16,984	8,514	142

Tabla 27 Unidades fabricadas por mes

En la **tabla 27** podemos observar que el tiempo perdido ya es menor al tiempo de operación lo que resulta parte de hacer en menor tiempo los cambios de formato en la línea de empaque II, un punto importante es que a partir del mes de julio la empresa redujo su producción a un solo turno

por lo que las horas disponibles totales también son menos, lo que nos deja ver que realmente ser una empresa competitiva y flexible permitirá seguir fabricando para los nuevos mercados.

También observamos que la velocidad de la línea en unidades obtenidas por hora aumento hasta llegar tener un promedio de **142 pzs** por minuto, en comparación de las **103 pzs** por minuto que se lograron obtener en el mes de enero que en ese mes se produjeron 961371 unidades en 156 horas por las 979107 unidades producidas en 115 horas en el mes de octubre los que nos da un aumento en la productividad del **37%** con una disminución del tiempo de producción del **26%**, lo que permite saber que la línea no solo realiza sus cambios de formato más rápido sino que también mejoro su desempeño cuando la línea está en marcha.

MES	TIEMPO PERDIDO	TARIFA MAQUINA MAS PERSONAL X HR	TOTAL PESOS
<b>Abril</b>	143	5595	\$ 800085
<b>Mayo</b>	141	5595	\$ 788895
<b>Junio</b>	100	5595	\$ 559500
<b>Julio</b>	86	5595	\$ 481170
<b>Agosto</b>	70	5595	\$ 391650
<b>Septiembre</b>	60	5595	\$ 335700
<b>Octubre</b>	80	5595	\$ 447600

Tabla 28 Costo por tiempo perdido Abril-Octubre

En la **tabla 28** observamos los costos que aun tiene la línea de empaque II por hora perdida con una suma de 210 horas perdidas en los últimos 3 meses del año 2013, por 300 horas de operación lo que nos da un **41.1%** de tiempo perdido del tiempo total disponible en los últimos 3 meses del año en comparación de los primeros 3 meses del año 2013 con 505 horas de tiempo perdido por 510 horas de operación lo que es un **49.7%** de tiempo perdido del total de tiempo disponible, lo que es una reducción del **8.6%** del tiempo perdido que pasa al tiempo de producción que representa en promedio **8 horas** de tiempo que no se pierden que representa **\$ 44760** pesos mensuales y anualmente se ahorra **\$ 537120 pesos** que no se pierden, y que se ve reflejado en la velocidad de la línea y el numero de piezas que obtiene la línea al final del mes.

Estos ahorros se obtienen en una sola línea de empaque de sólidos, si la metodología se aplicara a las 5 líneas de sólidos las 5 líneas de líquidos y las 2 de estériles obteniendo la misma reducción del tiempo se podría ahorrar **\$ 537120 pesos** mensuales, lo que justificaría el gasto para aumentar el número de personal dedicado a lograr la disminución de los tiempos de cambio de formato en las líneas no solo con los cambios menores sino también con los mayores donde los ahorros por reducción de tiempo serian mayores.

## 5.2 Estandarización

La estandarización la pongo al final del trabajo por que los resultados obtenidos en este proyecto hasta el mes de octubre fueron mostrados a los operadores y gerentes del área de sólidos, esto se

dio con la razón de motivar al personal de piso a que siguieran trabajando para lograr el objetivo de tener una empresa competitiva, ya que al ver los resultados del trabajo de los últimos 7 meses funcionando la gente cambia su manera de pensar en relación con nuevas ideas, nuevas metodologías y los gerentes de la planta ven que la empresa tiene mayor potencial para atraer nuevos volúmenes de producción, con lo que se lograría crecer en el número de productos que la planta puede fabricar, ya que la planta puede ser más flexible a la hora de cambiar de productos en una misma línea.

Para la tarea de estandarizar las actividades de cada operario y verificar que los tiempos de cambio de formato menor se mantengan en un promedio menor a 35 minutos, se realizó un plan donde se verificaría a los operadores tomándoles el tiempo que tardan en hacer su cambio de formato, estas mediciones serán sin previo aviso, con lo que se verifica que la secuencia siga funcionando y como parte de un ciclo de mejora continua todo se repite, al monitorear la secuencia mejorada que ahora se convierte en la inicial, se deberá retar para que tenga mejoras todos los días.

Las acciones que faltan por concluir respecto a la lista de Kaizen se les dan seguimiento para tener actualizado a los operadores de la fecha de entrega de la mejora y con eso verificar que los tiempos de cambio de formato menor disminuyan más.

## CONCLUSIONES

Los objetivos planteados por la empresa se lograron, los tiempos de cambio de formato menor en la línea de acondicionamiento que se estudió fueron reducidos en un 52.4% con lo que se demuestra la eficacia de la metodología SMED.

La metodología SMED es una técnica muy agresiva que intenta pasar de horas que se tardan los cambios de un lote a otro nuevo lote a un digito de minuto, por cuestiones internas de la planta que pudieron ser por normas, por falta de personal en piso o en otras áreas de oportunidad que no permitieron la reducción del tiempo con un mayor porcentaje, pero que aun así se logró una reducción mayor al 50% lo que deja abierta la posibilidad de que en un futuro la empresa se dé cuenta que es más costeable tener a más personal dedicado a la mejora continua de las líneas no solo de empaque sino también las de manufactura ya que todas presentan cambios de un lote X a un siguiente lote Z, lo que me hace pensar que en al trabajar en la reducción de tiempos de cambios de formato mayor que actualmente duran 8 horas exista un mayor apoyo para lograr una reducción agresiva como la plantea la metodología SMED.

En la etapa de obtener la secuencia por operador, se pudieron haber hecho muchas cosas diferentes, la manera de obtener por ejemplo se pudo llamar al operador con mayor experiencia en la línea de empaque y con su apoyo y conocimiento hacer la secuencia óptima para la reducción de tiempos y así otras personas pudieron aplicar otras herramientas de mejora continua que le ayudara a obtener el mismo resultado, pero como se había dicho, en este trabajo se muestra el trabajo que se realiza en este proyecto para llegar a la disminución de los tiempos, donde sí se puede observar es que se debe tener un conocimiento no solo en la metodología SMED, sino en varias de las herramientas que utiliza un ingeniero industrial o una persona especializada en mejora continua como lo son las personas certificadas green belt y black belt, que conocen herramientas para el análisis de problemas.

Muchas de las herramientas aprendidas a lo largo de la carrera nos sirven como lo son toma de tiempos y movimientos, los diagramas de espagueti, los curso gramas analíticos, solo hace falta la explicación de como ligar todos estos conocimientos aprendidos en la carrera de tal manera que nos ayuden a lograr un objetivo con el afán de mejorar las cosas en una industria ya sea con SMED u otra metodología.

Referente a la problemática vista, no es única de las farmacéuticas, existen muchas empresas con líneas de producción que se usan para obtener distintos tipos de productos, por lo que los tiempos de paro de línea son costos que el producto final absorbe y es de suma importancia hacer productos más baratos.

Por lo visto en el trabajo los tiempos más grandes en que la línea de acondicionamiento está detenida son claramente los tiempos de paro de línea, es el elemento crítico que se debe atacar en las demás líneas así como en la parte de manufactura para todos los departamentos de acondicionamiento y manufactura de la empresa y no solo las limpiezas menores sino con mayor criticidad las limpiezas mayores que son las que le suman mayor tiempo muerto a las líneas de empaque.

El punto crítico por el cual no se lograron bajar más los tiempos de cambio de formato menor dentro de la empresa fueron que varias actividades no se lograron pasar de internas a externas por cuestiones de normas y buenas prácticas de fabricación, pero esto me deja un conocimiento mayor al saber que aunque la metodología en esencia es agresiva e intenta pasar de horas a minutos no siempre se logran estos resultados, uno depende del entorno donde desarrolle un proyecto de SMED y en este caso que fue la farmacéutica tiene varias variables y restricciones que no dejaron llegar a un dígito de minuto, pero que me dejan el conocimiento de que siempre me topare con limitantes que debo abordar y superar para lograr los objetivos de los distintos proyectos relacionados a mejora continua o a otras aéreas y a otras empresas de diferente ramo que presenten cambios de lote y de productos en una misma línea de fabricación, ensamble o acondicionamiento.

Un conocimiento que me llevo es que SMED no es exclusiva de empresas manufactureras, como lo muestran la mayoría de libros y artículos, pienso que tiene mucho potencial usar esta herramienta en las empresas maquiladoras ya que estas presentan un mayor número de cambios de productos en sus mismas líneas de trabajo, lo que da el entorno ideal para aplicar SMED en su empresa.

Referente a las notas de acciones que se presentaban para darle una solución a un problema, se demoran demasiado y a veces no tienen seguimiento por lo que el problema persiste dentro de un cambio de lote a otro, por lo que como área de mejora continua debemos estar atentos a las tareas asignadas a otras personas, que como aprendizaje personal me queda un comentario de mi jefe que no es nuestro trabajo estar persiguiendo y recordando a la gente sus tareas, pero debemos darle seguimiento y si es necesario recordarle a las personas las fechas de compromisos para no perder tiempo en la realización de nuestro proyecto, ya que el trabajo más difícil en la aplicación de una técnica de mejora continua o introducir una nueva filosofía de trabajo es cambiar a la gente y hacer que se suban al barco que nos llevara al mismo objetivo y que la gente trabaje a un ritmo donde cada día se haga algo para mejorar como lo es Kaizen.

Una parte importante que debo decir, para que el cambio que se plantea obtener con SMED se realmente radical, es que los directores responsables de la producción y acondicionamiento de los medicamentos reconozcan que la estrategia de usar la metodología SMED hará posible que la empresa tenga una producción flexible y que responda al cambiante mercado global, ya que permitirá fabricar lotes más pequeños en menor tiempo y así la empresa soporte los cambios o fluctuaciones que presente la demanda, para dar un paso adelante y dejar atrás la idea de fabricar lotes grandes y que siempre exista una producción anticipativa, esto representa un reto mayor que hacer SMED en una empresa, lograr que la gente que tiene muchos años de trabajar de una manera cambie su manera de pensar es lo más difícil, pero debemos saber cómo abordar a las personas para que todos sigamos el mismo camino para el mismo bien común, ya que reconozco que muchas personas dentro de una misma empresa pueden tener claro el objetivo o el bien común, pero no todas tienen claro el mejor camino o el camino para lograr llegar a ese objetivo y es importante saber cómo tratar a la gente para que te siga o uno mismo saber cuándo mover nuestros pensamientos a otros que serán mejores para alcanzar el bien común, por los que había dicho antes lo más difícil de una implementación donde se cambie la manera de trabajar de la gente será que esta gente cambie su manera de pensar.

Kaizen nos ayuda a tener disciplina para llegar al objetivo que tenemos y da el escalón que necesitamos para saber cómo trabajar y así como Kaizen podemos apoyarnos en otras filosofías como Toyota Kata que son técnicas similares pero pueden darnos un panorama distinto para abordar los problemas y dar soluciones.

La disminución de los tiempos en los cambios de útiles o preparación de las líneas en la empresa farmacéutica son la clave para tener una empresa mucho más flexible, que podrá captar mayor volumen de medicamentos en diferentes presentaciones, ya que el cambio de formato menor no presentara ningún problema al tener que hacer lotes más pequeños en menor tiempo, la empresa será capaz de hacerlos ya que los tiempos en los cambios de formato se habrán disminuido considerablemente.

Al hacer este trabajo confié que la gente que lo lea se dé una idea de cómo aplicar la metodología SMED, que los conocimientos que he adquirido a lo largo de la carrera le funcionen perfectamente para poder hacer la implementación de SMED y que aplique también sus conocimientos y se ayude de este trabajo que es un caso práctico de la implementación de SMED que le permitirá aplicar la metodología diferentes maneras pero logrando los mismos o mejores resultados.

## BIBLIOGRAFÍA

A revolution in manufacturing: the SMED system, Shigeo Shingo, Productivity Press, 1985 - 361 páginas.

Kaizen for quick cambio de formato menor: going beyond SMED, Kenichi Sekine, Keisuke Arai, Productivity Press 2006 - 292 páginas.

Quick Cambio de formato menor for Operators: The Smed System, Shopfloor series, 1996 - 77 páginas.

Conceptos de organización industrial, Ángel Alonso García, Marcombo, 1998 - 308 páginas.

Tesis: Propuesta de un plan para la aplicación de la herramienta SMED, Vázquez Mosquera David, Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador 2011.

Tesis: Diseño e implementación del sistema SMED en los procesos críticos de las líneas de interejos y tulipas en DANA Transejes, Asmid Yadira Pérez, Universidad Industrial de Santander, Colombia 2008.

Apuntes de la materia estudio del trabajo impartida por M. I. MARÍA DE LOURDES ARELLANO BOLIO

Journal

Rules for integrating fast cambio de formato menor capabilities intonew equipment design, Dirk Van Goubergen,a, Hendrik Van Landeghem, PERGAMON, elsevier

SMED, Departamento de Industria y Tecnología de Navarra, realizado por AIN, 2003

Reducción del tiempo de cambio de utillajes, Jesús A. Royo Sánchez, Ana Brun de Buen, Maria Pilar Lambán Castillo, Universidad de Zaragoza Ingeniería Técnica Industrial, 2004

Congreso Internacional de AcademiaJournals, TUXTLA GUTIÉRREZ, CHIAPAS 8-10 SEPTIEMBRE, 2010, Reducción de Tiempos de Preparación de la Sopladora y la Etiquetadora en la Embotelladora Valle de Oaxaca, Aplicando el Sistema SMED, Elías N. Escobar-Gómez, Sabino Velázquez-Trujillo, Atanacio Hernández-Chan, y Jorge A. Mijangos-López.

Diccionarios

[www.wordreference.com](http://www.wordreference.com)