

## SMED: Reducción de tiempos de cambio de la línea de producción maíz en el área de empaque de una empresa elaboradora de botanas en la Región Sur de Sonora

GONZÁLEZ-VALENZUELA, Elizabeth †\*, BELTRÁN-ESPARZA, Luz Elena, CANO-CARRASCO, Adolfo y VALENZUELA-MUÑOZ, Alejandra

*Instituto Tecnológico de Sonora*

Recibido Junio 14, 2017; Aceptado Agosto 05, 2017

### Resumen

Un proceso eficiente es importante, y sobre todo productivo. Los tiempos de cambio entre los productos de una línea de producción deben ser lo menos posible, dado que no se pueden evitar si quieres un proceso flexible para dar respuestas rápidas a los clientes. La empresa bajo estudio, tiene tiempos de cambio para elaborar los productos que van desde 3.5 en limpieza en seco hasta 5.63 de limpieza en húmedo de sus horas hábiles entre cambios de productos en la línea de producción maíz. Dado esto se tenía una limitante de disponibilidad de la máquina del 14.6% hasta 23.5%. Se plantea como objetivo reducir el tiempo de cambio en el área de empaque en la línea de producción de maíz para incrementar la disponibilidad de la línea. Utilizando la herramienta SMED, se inicia con la descripción del método actual, se clasifican actividades, se proponen cambios y se modifica, se capacita al personal y se valida el nuevo método. Con la implementación de una prueba piloto de la propuesta de mejora, el resultado fue una reducción en los tiempos de cambio, de 3.5 horas se redujo a 1.78 horas en limpieza en seco y de 5.63 horas se redujo a 2.47 horas en limpieza en húmedo.

### SMED, reducción, tiempos de cambio

### Abstract

An efficient process is important, and above all productive. Changeover times between products in a production line should be as little as possible since they can not be avoided if you want a flexible process to give quick answers to customers. The company under study has product change times ranging from 3.5 in dry cleaning to 5.63 in wet cleaning of its working hours between product changes in the maize line. Given this there was a limitation of machine availability from 14.6% to 23.5%. The objective is to use the SMED tool (change of tool in a single minute digit) in order to reduce the changeover time in the packaging area in the maize line to increase the. With the implementation of a pilot test of the improvement proposal, the result was a reduction in changeover times, from 3.5 hours was reduced to 1.78 hours in dry cleaning and 5.63 hours was reduced to 2.47 hours in wet cleaning.

### SMED, reduction, times of change

**Citación:** GONZÁLEZ-VALENZUELA, Elizabeth, BELTRÁN-ESPARZA, Luz Elena, CANO-CARRASCO, Adolfo y VALENZUELA-MUÑOZ, Alejandra. SMED: Reducción de tiempos de cambio de la línea de producción maíz en el área de empaque de una empresa elaboradora de botanas en la Región Sur de Sonora. Revista Administración y Finanzas. 2017, 4-12: 16-29.

\*Correspondencia del Autor (correo electrónico: elizabeth.gonzalez@itson.edu.mx.)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

## Introducción

Actualmente las organizaciones se encuentran en una constante lucha con la adaptación a la nueva era globalizada, la cual obliga a mejorar constantemente y sin descanso todos los procesos que integren cualquier organización que desee permanecer en el mercado ahora tan competitivo. La mejora del desempeño del conjunto de procesos que integra a una organización se desarrolla a través de aplicación de herramientas, adaptación de culturas y empoderamiento humano, los cuales son factores importantes para alcanzar el objetivo que es, mejorar continuamente.

Ramírez (2012), opina que las industrias actualmente se encuentran en un mercado altamente competitivo y globalizado, en el cual se debe estar constantemente actualizando los métodos y proceso de trabajo en las organizaciones con el fin de obtener trabajo de calidad, mediante inversiones inteligentes e ideas innovadoras para provocar el éxito y la excelencia organizacional, tanto en lo interno como en lo externo de la organización.

Para llegar a lo anterior, es necesario tener holgura económica para invertir en mejoras que aporten valor a los productos que las industrias ofrecen en el mercado, de igual manera las ideas innovadoras necesitan un sinnúmero de recursos para ser llevadas a cabo y así alcanzar la calidad requerida, pero todo con el objetivo de mejorar continuamente a los ojos del cliente que cada vez es más exigente requiriendo productos con más calidad (Veldin, Van Heck, Ferguson, & Ghemawat, 2007).

El mejoramiento puede ser de dos tipos: gradual o radical. En lo que respecta al mejoramiento radical se enfoca al procedimiento de reingeniería, el cual trata de reinventar los procesos a partir de cero y el mejoramiento gradual es aquel mejor conocido como mejoramiento continuo.

El cual ha sido el enfoque adoptado en la gestión por calidad total (TQM) desde sus inicios y para el cual se han desarrollado múltiples herramientas y procedimientos. El mejoramiento continuo se logra al realizar todas las acciones diarias (por pequeñas que sean), que permitan a los proceso y a la empresa ser más competitivos en la satisfacción del cliente (Cantú, 2011).

El cumplimiento permanente de los requisitos y la consideración constante de las necesidades y expectativas futuras, representa un desafío para las organizaciones en un entorno cada vez más dinámico y complejo. Para lograr estos objetivos, las organizaciones deben considerar necesario adoptar diversas formas de mejora además de la corrección y la mejora continua, tales como el cambio abrupto, la innovación y la reorganización. De acuerdo a la norma ISO 9001:2015, se plantea que las organizaciones deben mejorar continuamente la conveniencia, adecuación y eficacia del sistema de gestión de la calidad. Además las organizaciones pueden considerar los resultados del análisis y la evaluación, y las salidas de la revisión por la dirección, para determinar si hay necesidades u oportunidades que deben considerarse como parte de la mejora continua (ISO, 2015).

De acuerdo a López (2010), el mejoramiento continuo involucra diversidad de herramientas de mejora de manufactura esbelta adaptables a cualquier organización que tengan procesos por mejorar. En cuestiones internacionales hay un sin fin de empresas que han intentado adaptar estas herramientas para lograr una base sólida para sus procesos productivos y poder mejorar en este nuevo mundo, un claro ejemplo son las empresas latinas, que con esfuerzo se han inmiscuido en este turbio mercado tan evolutivo y cambiante para no quedar olvidados en el viejo mercado.

Las empresas de Latinoamérica en la actualidad buscan ser más competitivas a nivel nacional e internacional, para lo cual están implementando estrategias que contribuyan a una alta productividad y garanticen la calidad en los productos y servicios que ofrecen a través de la implementación de herramientas de la manufactura esbelta. En los sectores que más se implementaron son en el mantenimiento industrial y de sistemas eléctricos, servicios de distribución, industrias del sector de procesos y gestión del conocimiento con un 21%. La industria automotriz y metalmecánico con 20% y alimenticio con 16%. Asimismo los sectores donde menos se implementan estas herramientas son: textil con 9% e industrias de vidrio y cerámica con 7% (Arrieta, Muñoz, Salcedo, y Sossa, 2011).

La industria alimentaria se encuentra con un 16% de implementación de las herramientas de manufactura esbelta en Latinoamérica, ayuda a las empresas a mejorar diversas áreas de manera simultánea. Estas herramientas reducen radicalmente los tiempos de cambio, eliminan descomposturas inesperadas del equipo, utilizan procedimientos estándar de operación, crean fábricas visuales, mejoran la flexibilidad laboral y fomentan el compromiso de los empleados (Latuga, 2009).

La empresa bajo estudio se dedica a la elaboración y venta de botanas. El área de producción se divide en tres líneas de producción: de maíz, de harina y de extruido. El proceso de las líneas es similar entre ellas, todas producen y empaican botanas para el consumo humano y cada una cuenta con las mismas horas hábiles de trabajo. En la línea de producción maíz, se producen y empaican diversas botanas, se elaboran a lo largo de las tres áreas que la conforman; proceso, sazonado y empaque. Las botanas son: Producto A en sus tres versiones, Producto B, Producto C y Producto D; las que solo se empaican son: Producto E y Producto F.

Los diferentes productos que se manejan cuentan con distintas características en cuestión de gramajes y formulación de ingredientes. Estos, para cada tipo de botana, son características relevantes en relación al cuidado de la inocuidad en cada producto al momento de ser elaborados, debido a que en ocasiones algunos tienen características que pueden contaminar a otros, como ingredientes alérgenos, diferentes colorantes y sazoadores, siendo esto un indicador importante al momento de realizar el cambio de un producto a otro.

Para el cuidado del tiempo de cambio (suma de la duración del tiempo de limpieza en seco o húmedo en el área de empaque y el tiempo de preparación de producción en el área de proceso y de sazonado) se tiene que realizar una limpieza profunda en la maquinaria utilizada, esta depende de la serie de productos anteriores y de la serie de productos futuros que se desean producir, ya que estos ingredientes pueden llegar a cambiar las características físicas y químicas de cualquier otro producto que no utilice ni se asemeje a este tipo de ingredientes en su proceso de elaboración (A. Flores comunicación personal, 10 de Marzo del 2017).

El supervisor de producción de la planta, se basa en una serie de variables para medir los procesos que se llevan a cabo en el área de producción. Por lo tanto expone que en la línea de producción de maíz se tiene un área de oportunidad en relación al tiempo de cambio (limpiezas en seco o húmedo y preparación de producción) en el área de empaque, el cual consume entre 3.5 y 5.63 horas de tiempo hábil de la maquinaria. Las otras dos áreas (proceso y sazonado) dependen de la culminación del tiempo de cambio en el área de empaque para empezar con la producción actualmente, debido a que esta área tiene un mayor tiempo de cambio.

De acuerdo al tomador de decisiones, los tiempos de cambio actualmente son extensos en relación al tiempo disponible de la maquinaria, la cual debe estar en funcionamiento las 24 horas del día por indicaciones de cuidado de la maquinaria que conforma la línea de maíz.

Al realizar el cambio de un producto a otro en el área de empaque, es necesario disponer de tiempo hábil de la maquinaria, esto afecta directamente a la disponibilidad de la línea, ya que si la línea de producción no está liberada por el departamento de calidad para iniciar la siguiente producción de botanas, la línea permanece parada hasta la culminación del cambio (limpiezas y preparación de producción) convirtiéndose este tiempo en improductivo. La duración del tiempo de cambio varía según el tipo de limpieza a realizar (seco o húmedo), la prolongación de la preparación de producción y el desempeño del personal involucrado.

Cuando la limpieza es en seco, la duración del tiempo de cambio actual es de 3.5 horas y en limpieza en húmedo dura 5.63 horas. Estos dependen del desempeño del personal involucrado por las actividades no coordinadas y porque no siempre se realizan las actividades de la misma manera, esto los afecta directamente, debido a que realizan actividades innecesarias para la ejecución del cambio, es decir, realizan esfuerzos extras, consecuentemente afecta la eficiencia del proceso de producción, la cual se encuentra entre el 26% y 30% de cumplimiento según lo expuesto por el jefe de planta.

### Problema

El problema principal que se presenta en la empresa, es el área de producción, específicamente en el área de empaque de la línea de producción de maíz, y es que el tiempo de cambio consume entre 3.5 y 5.63 horas de tiempo hábil de la maquinaria (tomando en cuenta que el funcionamiento de la maquinaria debe ser de 24 horas).

Dependiendo del tipo de limpieza y prolongación de preparación de producción a realizar, influye directamente en la disponibilidad de la línea, ya que el tiempo de cambio mantiene detenida la producción, es decir, no está disponible y es necesario esperar a la culminación del tiempo de cambio para que se pueda producir otro producto. Con lo anterior, se establece lo siguiente: El tiempo de cambio limita entre un 14.6% y 23.5% el tiempo disponible para realizar la producción de la línea.

### Objetivo

Reducir el tiempo de cambio en el área de empaque de la línea de producción de maíz a través de la herramienta *SMED* para incrementar la disponibilidad de la línea.

### Justificación

Los beneficios que este trabajo proporciona al reducir el tiempo de cambio del área de empaque en la línea de producción de maíz con la aplicación de la herramienta *SMED*, son: mayor disponibilidad en los equipos de producción cuando sea el momento de producir una nueva serie de productos, además de la incrementación de eficiencia de la línea de producción de maíz, por lo que se transformará el tiempo no productivo en tiempo productivo, incrementando así la capacidad de producción y la productividad de la línea, y por último, se tendrá una estandarización de actividades que se necesitan realizar en el proceso de preparación.

Por lo tanto la realización del proyecto impactara positivamente la empresa bajo estudio y los altos directivos, con resultados positivos que apoyen en el cumplimiento de sus indicadores, ya que con la reducción de tiempos improductivos la producción de la línea tendrá más disponibilidad al momento de querer pasar de un producto a otro y así consecuentemente la eficiencia se reflejara con mejores porcentajes.

El personal se beneficiará de igual manera, ya que solo hará el trabajo necesario al momento de hacer las actividades necesarias al tiempo de cambio y no tendrá que hacer esfuerzo extra con la estandarización de las actividades.

### **Marco Teórico**

#### **Manufactura esbelta**

Tiene por objetivo la eliminación del despilfarro, mediante la utilización de una colección de herramientas (*TPM*, *5S*, *SMED*, *Kanban*, *Kaizen*, *Heijunka*, *Jidoka*, etc.), que se desarrollaron fundamentalmente en Japón. Los pilares de la manufactura esbelta son: la filosofía de la mejora continua, el control total de la calidad, la eliminación del despilfarro, el aprovechamiento de todo el potencial a lo largo de la cadena de valor y la participación de los operarios (Rajadell y Sanchez, 2010).

La manufactura esbelta ha sido seguida por empresas que desean aumentar su competitividad en el mercado, obteniendo mejores resultados a la vez que emplean menos recursos. Su objetivo primordial es eliminar todas actividades que no agregan valor en todo el proceso productivo (Tejeda, 2011).

#### **Herramientas de la manufactura esbelta**

Según Matías & Idoipe (2013), la “casa del sistema de producción Toyota” sirve para visualizar rápidamente la filosofía que encierra lean y las herramientas disponibles para su aplicación. Esta constituye un sistema estructural que es fuerte siempre que los cimientos y las columnas lo sean; ya que la analogía de una casa a un sistema productivo es sencillamente comprensible respecto a sus conceptos básicos que son: estabilidad, cimentación y estandarización.

El techo de la casa de Toyota en la está constituido por las metas perseguidas que se identifican con la mejor calidad, el más bajo costo, el menor tiempo de entrega o tiempo de maduración. Sujetando este techo se encuentran las dos columnas que sustentan el sistema: *JIT* y *Jidoka*. El primero, tal vez la herramienta más reconocida del sistema Toyota, significa producir el artículo indicado en el momento requerido y en la cantidad exacta. Por otra parte *Jidoka* consiste en dar a las máquinas y operadores la habilidad para determinar cuándo se produce una condición anormal e inmediatamente detener el proceso.

Ese sistema permite detectar las causas de los problemas y eliminarlas de raíz de manera que los defectos no pasen a las estaciones siguientes. La base de la casa consiste en la estandarización y estabilidad de los procesos: el *Heijunka* o nivelación de la producción y la aplicación sistemática de la mejora continua. Y por último la cimentación se dividen en tres tipos de herramientas: de diagnóstico, de seguridad y las operativas.

Las herramientas de diagnóstico según Arrieta (2004), está el llamado *VSM*, la cual consiste en visualizar todas las actividades que se producen desde que está la materia prima hasta que se transforma en producto terminado. Dentro de la categoría de las herramientas de seguridad, se encuentran las herramientas de gestión visual y los *KPI'S*, la primera es un sistema de ayudas para organizar y controlar el entorno de trabajo, asegurar una calidad consistente, y proporcionar apoyo a los estándares de productividad. Por otro lado los *KPI's* (*Key Performance Indicators*) por sus siglas en inglés, o sea, indicadores clave del desempeño. Son métricas que se utilizan para cuantificar los resultados de una determinada acción o estrategia en función de unos objetivos predeterminados; ósea indicadores que nos permiten medir el éxito de nuestras acciones (Arrieta, Muñoz, Salcedo y Sossa, 2011).

Las herramientas operativas según Matías & Idoipe (2013), son la cimentación de la casa de Toyota, las cuales se encuentran las herramientas como las 5'S, el TPM, Kanban y la herramienta SMED. La primera, son cinco palabras japonesas cuyos caracteres romanos comienzan con la letra "S" y corresponden a: Seiri (arreglo apropiado), Seiton (orden), Seiso (limpieza), Seiketsu (pureza o extremadamente limpio) y Shitsuke (disciplina). Dentro de los principales beneficios de las 5's están: cero despilfarro, menores costes y capacidad más elevada, cero daños, mejora en la seguridad, cero averías, mejor mantenimiento, cero defectos, calidad más elevada, cero cambio de útiles facilitando la diversificación de la producción, cero retrasos, cero quejas aumentando la fiabilidad (Arrieta, Muñoz, Salcedo y Sossa, 2011).

El *TPM* según Hortales (1997), es un enfoque innovador del mantenimiento que requiere involucrar a todos los empleados, en todos los niveles en un programa de mantenimiento productivo. Kanban es una herramienta basada en la manera de funcionar de los supermercados. Significa en japonés "etiqueta de instrucción". Contiene información que sirve como orden de trabajo, ésta es su función principal, en otras palabras, es un dispositivo de dirección automático que nos da información acerca de qué se va a producir, en que cantidad, mediante qué medios, y como transportarlo (Estrada, 2006).

La herramienta *SMED* según Matías & Idoipe (2013), persigue la reducción de los tiempos de cambio de la maquinaria. Ésta se logra estudiando detalladamente el proceso e incorporando cambios en la máquina, utensilios, herramientas e incluso el propio producto, que disminuyan tiempos de cambio o preparación de maquinaria.

### Antecedentes de *SMED*

El origen del concepto *SMED* se atribuye a Shigeo Shingo, uno de los mayores contribuyentes a la consolidación del sistema de producción Toyota (también conocido como *just in time*), en compañía también del japonés Taiichi Ohno. Es una de las técnicas usadas en la filosofía Kaizen para la distribución del desperdicio (Cuen, 2007).

### Definición de *SMED*

Según Matías & Idoipe (2013), la herramienta *SMED* se encuentra en la cimentación de la casa de Toyota (herramientas operativas), según estos autores *SMED* persigue la reducción de los tiempos de cambio de la maquinaria. Esta se logra estudiando detalladamente el proceso e incorporando cambios en la máquina, utensilio, herramientas e incluso el propio producto, que disminuyan tiempos de cambio de maquinaria.

Esta herramienta permite disminuir el tiempo que se pierde en las máquinas e instalaciones debido al cambio de herramientas necesarias para pasar de producir un tipo de producto a otro. Según Socconini (2008), *SMED* por sus siglas en inglés significa "*Single Minute Exchange of Die*" o cambio de herramientas en un solo dígito de minuto, es decir, en menos de 10 minutos. Este tiempo de cambio es el cual transcurre desde la última pieza buena del lote anterior hasta la primera pieza buena del lote que viene en camino.

A través de su aplicación, pueden obtenerse reducciones de tiempo de hasta de un 50% Shingo (1997), lo cual posibilita, a cualquier empresa, a aumentar su productividad y cumplir con expectativas y necesidades de los clientes sin comprometer la calidad y seguridad de sus productos o poniendo en riesgo sus utilidades (Rojas y Flores, 2015).

### Razones para implementar *SMED*

La herramienta *SMED* se puede emplear cuando el mercado demanda una mayor variedad de productos; en este caso para mantener un nivel adecuado de competitividad, por medio de la aplicación de esta herramienta, se disminuye el tiempo de cambio de un producto a otro, lo cual disminuye costos de producción e incrementa la eficiencia de la maquinaria, lo que a su vez aumenta la productividad, además de reducir el tamaño de inventario y los lotes de producción. Algunas ventajas al aplicar la herramienta *SMED*, en términos generales se podría decir que ofrece mejorar a lo largo del tiempo algunas variables, tales como: reducción de defectos, retrasos en las entregas, reducción en costos de almacenaje, aumento en la productividad, incremento en la satisfacción del cliente, y flexibilidad entre otras (Nieto, Delgado, y Velásquez, 2010).

Shingo (1997), señala que algunas desventajas que podrían presentarse en la implementación son: la terminación de la preparación es incierta, la falta estandarización del procedimiento de preparación, el procedimiento no es observado debidamente, las actividades de acoplamiento y separación duran demasiado y el alto el número de operaciones de ajuste.

### Fases de *SMED* según autores

A continuación, Shingo (1997), menciona las etapas conceptuales para la mejora de preparación, dentro de las cuales se señalan las siguientes:

- Etapa uno: Separación de la preparación interna y externa.
- Etapa dos: Convertir la preparación interna y externa.
- Etapa tres: Perfeccionar todos los aspectos de la operación de preparación.

Por otro lado el autor Socconini (2008), propone un procedimiento de seis pasos para implementar *SMED* y mejorar los tiempos de cambio, dentro de los cuales se mencionan:

1. Observar y medir el tiempo total de cambio.
2. Separar actividades internas de las externas.
3. Convertir actividades internas en externas y mover actividades externas fuera del paro.
4. Eliminar desperdicios de las actividades internas.
5. Eliminar desperdicios de las actividades externas.
6. Estandarizar y mantener el nuevo procedimiento.

### Método

A continuación se da a conocer de forma clara el procedimiento que se realizará para alcanzar el objetivo, el cual consta de siete actividades adaptadas de diferentes métodos sugeridos por Shingo (1997) y Socconini (2008), el cual se describe enseguida.

### Describir el área bajo estudio

Se analiza la línea de producción de maíz y se enfatiza en la maquinaria que conforma el área de empaque, la cual está involucrada en el proceso de cambio. Dando como resultado una representación gráfica con vista lateral del área de empaque, en donde se identifica mediante simbología la maquinaria involucrada en el proceso de cambio.

### Definir el método actual de trabajo

Se explica cada una de las actividades realizadas por los operarios al momento del cambio correspondiente a los dos tipos de limpieza (seco y húmedo) realizada.

Se registran todas aquellas actividades que se realizan durante el cambio de producto actualmente, las cuales se obtienen dando seguimiento a cada uno de los ejecutores del proceso de cambio, obteniendo una lista de actividades de cada uno de los tipos de limpieza.

### **Registrar mediciones de tiempo de las actividades del proceso de cambio actual**

Se registran mediciones de tiempo de cada una de las actividades descritas en la lista de actividades de cada tipo de limpieza. El registro de las mediciones de tiempo de las actividades, se hace tomando la hora del inicio y la hora de culminación de cada una de ellas. Dando como resultado una gráfica del tiempo total por actividad del área de empaque de cada tipo de limpieza.

### **Clasificar actividades del proceso de cambio actual de trabajo**

Con las listas de actividades derivada de la actividad 3.2.2, se identifican las actividades internas y externas del proceso de cambio, las cuales se clasifican como internas todas aquellas actividades que se hagan actualmente con la línea de producción detenida, mientras que las actividades externas se identifican cuando la actividad realizada se haga con el equipo de producción en función.

A demás, se realiza la clasificación de actividades realizadas actualmente que no agreguen valor (NVA); las NVA son todas aquellas que no generan un cambio en el estado de la maquinaria, es decir, que no se realiza una actividad que avance en la limpieza del equipo de producción, por otro lado, las actividades que VA, son todas aquellas que son necesarias para la realización y avance del proceso. Al término de esta actividad se elabora una gráfica con las actividades clasificadas en actividad que no agregan valor y actividad interna o externa.

### **Modificar método actual de trabajo**

Inicialmente se identifican actividades internas en el producto de la actividad anterior (3.2.4), que se pueden convertir en externas y reducirse, las cuales se clasifican con base al criterio de categorización de actividades internas y externas. Esta categorización coloca a las actividades como actividad que se pueden convertir y reducir al mismo tiempo, eliminar, solo reducir o se quedan igual, se registra en una gráfica donde se especifique la categoría de cada una de ellas.

Una vez modificado el método actual de trabajo con la categorización de las actividades, se extrae la información de dicha tabla para realizar un cronograma donde se plantea como propuesta de procedimiento a seguir la secuencia de las actividades. Por lo tanto se obtiene un cronograma que explique el procedimiento a seguir para llevar a cabo el proceso de cambio, además de las políticas necesarias a cumplir para el correcto funcionamiento del nuevo método de trabajo.

### **Capacitar al personal con el nuevo método de trabajo**

Con la ayuda de las actividades propuestas en el cronograma anterior, se realiza un documento en digital, y se procede a presentar las propuestas de mejora al encargado del proyecto de la empresa bajo estudio, con el fin de obtener su aprobación, correcciones y/o indicaciones.

Una vez aceptada la propuesta se continúa a presentar a los operadores y operarios del área bajo estudio una exposición del cronograma que represente la secuencia de actividades, los roles de trabajo con el número de operarios necesarios para realizar la actividad, la sincronía de actividades entre las áreas que interactúan con el área bajo estudio, y las políticas que se establecieron para un mejor tiempo de cambio.



Esta presentación se expone a los operarios involucrados en el proceso bajo estudio a manera de capacitación para dar a conocer los beneficios que obtendrán al realizar las actividades como se sugiere en la propuesta de mejora. Esta actividad se sustenta a partir de evidencias fotográficas.

### Validar el nuevo método

Se implementa la prueba piloto en el área bajo estudio, donde se sigue la secuencia planteada en el cronograma ya propuesto. Por último se muestra una tabla resumen, en la cual se resta el tiempo de ciclo actual en minutos menos el tiempo de ciclo mejorado del proceso de cambio.

### Analizar la relación del costo-beneficio del proyecto

Para analizar la propuesta mediante la relación entre el costo necesario para el desarrollo del proyecto y el beneficio que se obtiene anualmente con la implementación de la mejora, se representa en una tabla donde se indique el beneficio que este trabajo proporciona al reducir el tiempo de cambio del área de empaque, la cual es una mayor disponibilidad en los equipos de producción cuando sea el momento de producir una nueva serie de productos, obteniendo más ganancias.

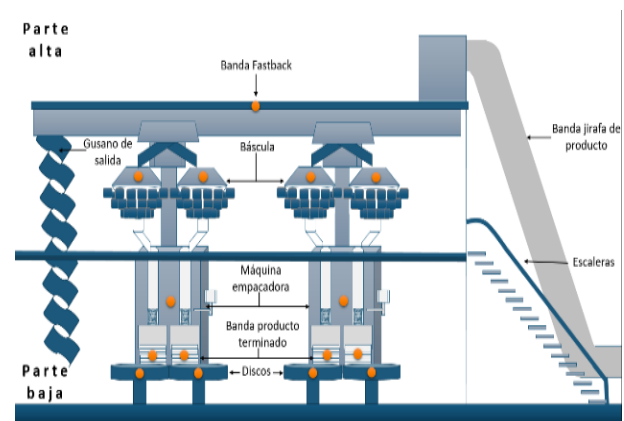
Por otro lado los costos que se produjeron al momento de realizar este proyecto fueron los siguientes: transporte, salario de consultor, comida, luz, agua, computadoras, paquete de Microsoft office, escritorio, sillas de trabajo, útiles escolares, memoria USB, zapatos de seguridad, uniformes de trabajo, reloj analógico, internet, cartel gráfico, radios, capacitación, aspiradora y un carrito de limpieza. Este análisis se realiza sumando todos los costos anualizados que fueron necesarios para la realización del proyecto y la suma de los beneficios que se obtendrán anualmente con esa reducción de tiempo obtenido en el proyecto.

Para su evaluación se dividen los beneficios entre los costos, donde si el valor resultante de la división da igual a uno o menor a uno, no es conveniente el proyecto y si da mayor a uno, el proyecto es conveniente.

## Resultados

### Descripción del área bajo estudio

El proyecto se desarrolló en el área de empaque de la línea de producción de maíz; área que se representa en vista lateral en la Figura 1.



**Figura 1** Vista lateral del área de empaque

En la cual se destacan con puntos naranjas, todas aquellas maquinarias involucradas en el proceso de cambio en dicha área, esto con el fin de entender el proceso de cambio y las terminaciones que se utilicen para la explicación del proceso.

### Definición del método actual de trabajo

El método actual de trabajo que se realizaba en el área bajo estudio durante los procesos de cambio, se desarrollaban a lo largo de doce actividades (ver tabla 1), en los dos tipos de limpieza que ejecuta la organización: limpieza en húmedo y limpieza en seco.

La primera se realiza mediante una limpieza con un químico sanitizante y la segunda solo consta de quitar el exceso de residuo del producto anteriormente producido que se encuentra en la maquinaria involucrada.

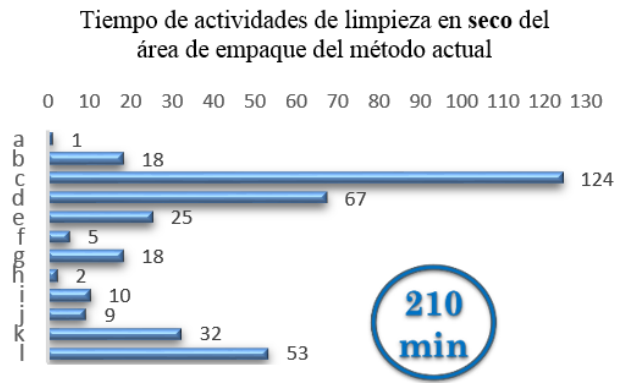
Área	Actividades	
	Limpieza en seco	Limpieza en húmedo
Área de empaque	Parar maquinaria	Parar maquinaria
	Ir por utensilios de limpieza	Ir por utensilios de limpieza
	Limpiar básculas	Lavar básculas
	Limpiar banda <i>Fastback</i>	Lavar banda <i>Fastback</i>
	Barrer merma de botanas del piso	Barrer merma de botanas del piso
	Regresar utensilios de limpieza	Regresar utensilios de limpieza
	Limpiar discos	Lavar discos
	Colocar basura en su lugar	Colocar basura en su lugar
	Limpiar banda de producto terminado	Lavar banda de producto terminado
	Liberar maquinaria	Liberar maquinaria
	Preparar máquina empacadora	Preparar máquina empacadora
	Preparar producción/ocio empaque	Preparar producción/ocio empaque

**Tabla 1** Lista de actividades del proceso de cambio de limpieza en seco y limpieza en húmedo

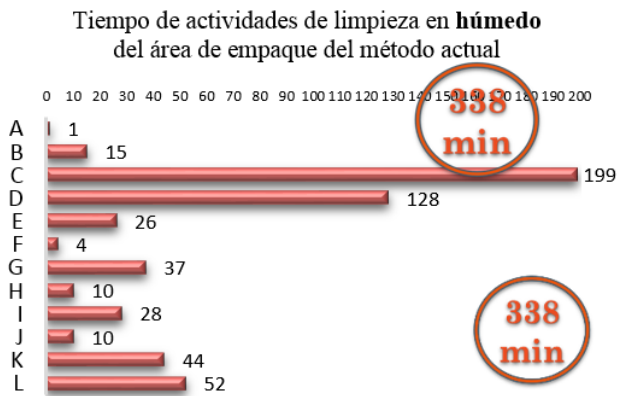
Las doce actividades representan el tipo de proceso que se realiza en los dos tipos de limpieza, en donde cabe mencionar que las actividades son iguales, la diferencia radica en que una se describen como "limpiar" y la otra "lavar".

**Registro de medición de tiempo de las actividades del proceso de cambio**

Tomando en cuenta la lista de actividades de la tabla 1, se presentan las mediciones de tiempo registradas para cada actividad del proceso de cambio en los dos tipos de limpieza, que se representan en las siguientes graficos 1 y 2.



**Grafico 1** Tiempos totales por actividad del proceso de cambio actual en limpieza en seco del área de empaque



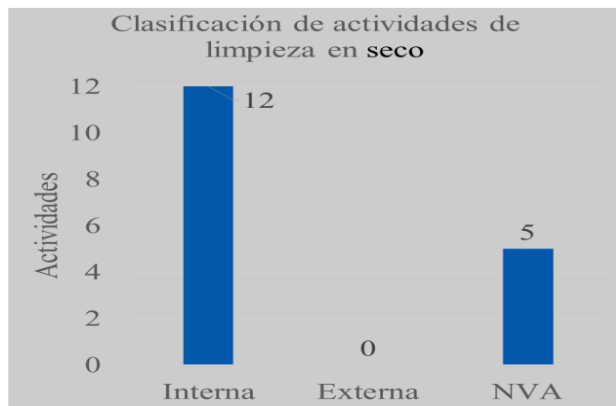
**Grafico 2** Tiempos totales por actividad del proceso de cambio actual en limpieza en húmedo del área de empaque

Cada una de las actividades representan la duración del tiempo para la ejecución del proceso de cambio, este proceso tiene duración de ciclo diferente en los dos tipos de limpieza. La duración del tiempo de ciclo del proceso de cambio con limpieza en seco es de 210 min, es decir, 3.5 horas de duración se necesitan para ejecutar el proceso de cambio y por consiguiente son 3.5 hr de tiempo no productivo debido a que la línea no esta disponible para producir.

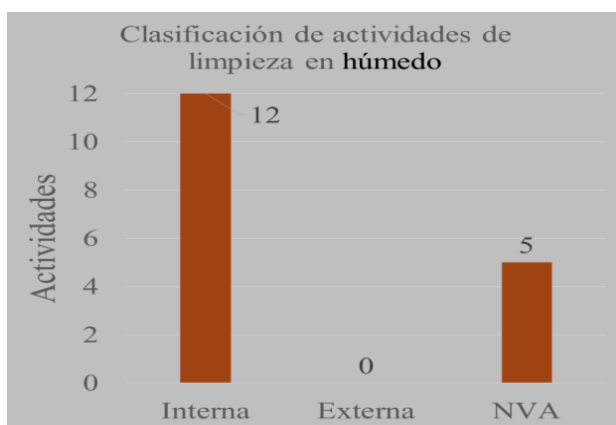
En limpieza en húmedo el tiempo de ciclo es más extenso en comparación al otro, ya que este necesita en el proceso actual de 338 min, equivalente a 5.63 horas de duración limitando así el tiempo disponible para producir. estas

### Clasificación de actividades internas y externas del proceso de cambio actual de trabajo

De las doce actividades identificadas anteriormente para los dos tipos de limpieza, estas se clasificaron en internas y externas además de la clasificación de todas aquellas que no agregan valor (ver Graficos 3 y 4), esto para identificar cuantas son internas, las cuales son las que más influyen en la duración del proceso y la limitación de disponibilidad en la línea.



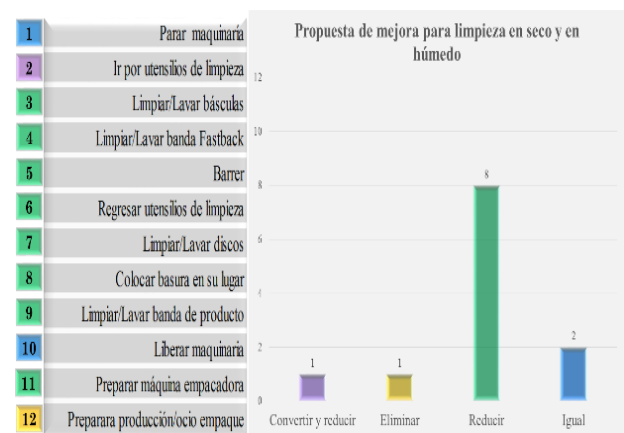
**Grafico 3** Identificación de actividades de limpieza en seco que no agregan valor, internas y externas del proceso de cambio actual



**Grafico 4** Identificación de actividades de limpieza en húmedo que no agregan valor, internas y externas del proceso de cambio actual

### Modificación del método actual de trabajo del proceso de cambio

Con el fin de mejorar el proceso, después de identificar que las doce actividades de cada limpieza se realiza de manera interna, se realizó un análisis en cada actividad interna, este constaba de clasificar todas aquellas actividades internas en actividades que se pudieran pasar a externas y reducirlas a la vez, al igual de todas actividades que se deben eliminar ya que no agregaban valor al proceso y no eran necesarias a la vez. También se clasificaron actividades que seguirían internas pero se reducirían y otras que quedarían de igual manera, ya que por naturaleza de las actividades, siempre era la misma duración. Por lo tanto se obtuvo el siguiente resultado mostrado en la Grafico 5.



**Grafico 5** Clasificación de actividades como propuesta de mejora para el proceso de cambio actual de los dos tipos de limpieza

El grafico 5 muestra cuantas de las doce actividades recaen en cada una de las clasificaciones y a su vez muestra con identificación de colores cuáles de ellas corresponden a cada clasificación. Observando el grafico y de acuerdo al análisis, sólo una de las doce actividades pasó a ser externa, una se eliminó, ocho se redujeron y dos quedaron de la misma manera que en el proceso actual.

Después de identificarse como mejorar el proceso, se llegó a la siguiente propuesta de mejora representada en el gráfico con base de un cronograma, en la cual indica los roles de cada responsable por actividad, la secuencia de ejecución de las actividades y la sincronía de las mismas, además la identificación de las actividades interna y externa en el proceso de cambio ya mejorado.

Cronograma proceso de cambio											
N°	Roles	Actividades	Secuencia limpieza								
			Limpieza en Seco/Húmedo	1	2	3	4	5	6		
1	Operador calidad (1)	Entregar kit de limpieza									
2	Operario producción (1)	Parar máquina									
3	Operarios empaque (4)	Limpiar/Lavar básculas									
4	Operarios empaque (2)	Limpiar/Lavar banda Fastback									
5	Operarios sazonado (1)	Limpiar/Lavar banda producto									
6	Operarios proceso (2)	Limpiar/Lavar discos									
7	Operarios empaque (6)	Barrer									
8	Operarios (Todos)	Regresar kit de limpieza									
9	Operarios (Todos)	Colocar basura en su lugar									
10	Operador calidad (1)	Liberar maquinaria									
11	Operador producción (1)	Preparar máquina empacadora									
Proceso de preparación de producción en proceso y sazonado											
Operario de proceso (2) y sazonado (1)		Preparar producción									
							Actividades internas				
							Actividades externas				

**Gráfico 6** Cronograma del proceso de cambio de la propuesta de mejora para los dos tipos de limpieza

### Capacitación del personal del proceso de cambio propuesto

Con el cronograma propuesto para mejorar el proceso de cambio actual, se capacitó a los ejecutores del proceso (ver figura 2), es decir, al personal involucrado en el proceso, para dar a conocer la propuesta y a su vez explicar la implementación de la mejora en el área de empaque.



**Figura 2** Capacitación al personal con la propuesta de mejora

### Validación del método propuesto del proceso de cambio

Siguiendo la secuencia y sincronía que propone el cronograma del proceso de cambio mejorado en la implementación de la prueba piloto en un proceso de cambio, se tomaron tiempos de las actividades, los cuales arrojaron resultados positivos para el mejoramiento del proceso de cambio como lo muestra la siguiente tabla.

Tipos de limpieza	Tiempo de ciclo Actual (h)	% limitante de disponibilidad	Tiempo de ciclo Mejorado (h)	% limitante de disponibilidad	Incremento de disponibilidad (h)	% de aumento de disponibilidad
Limpieza en seco	3.50	14.6%	1.78	7.4%	1.72	49%
Limpieza en húmedo	5.63	23.5%	2.47	10.3%	3.17	56.2%

**Tabla 2** concentración de datos comparativos respecto al método actual y el método mejorado en los dos tipos de limpieza

Los datos de la tabla 2 muestran el mejoramiento del proceso de cambio en los dos tipos de limpieza. En limpieza en seco el tiempo de ciclo del proceso de cambio paso de ser de 3.5 horas a 1.78 horas, aumentando la disponibilidad 1.72 horas, mejorando el proceso un 49% el tiempo de ciclo del proceso de cambio. En limpieza en húmedo, el proceso mejoró más de la mitad con un 56.2% el tiempo de ciclo del proceso de cambio, debido a que paso de 5.63 horas a 2.47 horas.

### Conclusiones

En la presente investigación basada en la implementación de la herramienta *SMED*, se logró reducir el tiempo de cambio del área de empaque de la línea de maíz en los dos tipos de limpieza que manejan, aumentando la disponibilidad de la línea, donde se ve reflejado en un 49% y 56.2% en relación a los tiempos ciclo del proceso de cambio.

Se disminuyó el porcentaje de limitación de disponibilidad a 7.4% en limpieza en seco y 10.3% en limpieza en húmedo. Se hicieron recomendaciones al área bajo estudio como: aplicar *SMED* en las áreas de proceso y sazonado, para una mayor disminución de tiempo de cambio en dichas áreas. Además de aplicar proyectos de disminución de mermas y aplicación de 5's en el área de producción.

## Referencias

- Arrieta Posada, J. G. (2004). *Estudio de las mejores prácticas en manufactura conocidas como herramientas de producción aplicadas en el sector metalmeccánico de la ciudad de Medellín*. Univerdidad EAFIT , 116-119.
- Arrieta, J. G., Muñoz Domínguez, J. D., Salcedo Echeverri, A., y Sossa Gutiérrez, S. (2011). *Aplicación Lean Manufacturing en la industria Latinoamericana*. Latin American and Caribbean Conference (LACCEI).
- Cantú Delgado, J. H. (2011). *Desarrollo de una cultura de calidad (4ta ed.)*. McGraw-Hill Interamericana.
- Cuen Gonzáles, J. R. (2007). *Análisis de cambios de programación desde la perspectiva de la metodología "SMED"*. Instituto Tecnológico de Sonora, Navojoa, México.
- Estrada Angeles, J. (2006). *Sistema Kanban como una ventaja competitiva en la micro, pequeña y media empresa*. Pachuca, Hidalgo: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería.
- Hortales Rendón, M. A. (1997). *Implementación del mantenimiento productivo total*. San Nicolás de los Garza, Nuevo León.: Universidad Autónoma de Nuevo León.
- ISO. (2015). *ISO 9001: Sistema de gestión de la calidad - Requisitos. Norma Internacional*, 19-20.
- Latuga, M. (2009). *LeanSigma en la industria alimentaria*. Énfasis: Alimentación.
- López Saldarriaga, J. (2010). *Kaizen: Filosofía de mejora continua. El caso Facusa*. Ingeniería Industria, 41-57.
- Matías Hernández, J. C., & Idoipe Vizán, A. (2013). *Lean Manufacturing. Conceptos, técnicas e implementación*. Madrid: EOI.
- Nieto Estrada, F. A., Delgado Mussen, J. E., y Velásquez Manyoma, P. C. (2010). *Desarrollo de la metodología SMED para reducir los tiempos generados por los cambios de referencia en el área de empaque de una empresa del sector farmacéutico en la ciudad de cali*. Brazil: icieom.
- Rajadell Carreras, M., y Sanchez García, J. L. (2010). *Lean Manufacturing. La evidencia de una necesidad*. Madrid: Díaz de Santos.
- Ramírez Velasco, A. (08 de Noviembre de 2012). *América economía*. Recuperado el 28 de Enero de 2017, de <http://www.americaeconomia.com/negocios-industrias/la-globalizacion-y-el-impacto-en-el-mundo-empresarial>.
- Rojas de Silva, F. A., y Flores Ortiz, F. (2015). *Aplicación de SMED Y CAD para mejorar el tiempo de cambio de moldes y utillajes en la máquina T9013-P1*. Revista de la Ingeniería Industrial, 71-88.
- Shingo, S. (1997). Shigeo Shingo. *Una revolución en la producción: El sistema SMED*. Portland: Productivity Press.
- Socconini, L. (2008). *Lean Manufacturing*. Estado de México: Norma.

Tejeda, A. S. (2011). *Mejoras de lean manufacturing en los sistemas. Ciencia y sociedad*, 276-310.

Veldin, P., Van Heck, N., Ferguson, N., & Ghemawat, P. (2007). *Más allá de la globalización y de sus mitos. Apuntes de globalización y estrategia*, 1-8.