

REDUCCIÓN DE LOS TIEMPOS DE CAMBIO DE MODELO EN LOS PRODUCTOS  
FABRICADOS EN UNA EMPRESA MANUFACTURERA DE ASPIRADORAS

REDUCCIÓN DE LOS TIEMPOS DE CAMBIO DE MODELO EN LOS  
PRODUCTOS FABRICADOS EN UNA EMPRESA  
MANUFACTURERA DE ASPIRADORAS

REDUCTION OF MODEL CHANGE TIMES IN PRODUCTS MANUFACTURED IN  
A VACUUM MANUFACTURING COMPANY

Mario Alberto Morales Rodríguez<sup>1</sup>  
Gabriela Cervantes Zubirías<sup>2</sup>  
Juan Yared Wong Gallegos<sup>3</sup>  
Ronaldo Martínez Mendoza<sup>4</sup>

## RESUMEN

El presente proyecto se realizó en la una empresa manufacturera de aspiradoras, la cual fabrica distintos tipos de aspiradoras en más de 7 líneas de producción diferentes. En este proyecto de investigación científica aplicada se implementaron herramientas de Lean Manufacturing como el SMED por sus siglas en inglés y 5'S, además de hacer análisis estadístico para medir las mejoras desarrolladas. El objetivo principal de este proyecto es poder reducir el tiempo de cambio de modelo para así poder aumentar la productividad en la empresa y para poder utilizar toda la capacidad de la maquina disponible. En este documentó se muestra cómo se llevó a cabo la reducción de tiempo de cambios de modelo en el área de ensamble de la empresa, utilizando innovaciones en tecnología reduciendo un 58% el tiempo de cambio de fabricar un producto a otro. Es un caso de éxito de investigación aplicada y también señalados los siguientes retos en el área de cambio de productos dentro de la empresa.

**Palabras clave:** producción, kaizen, Smed, Jit: (just in time), Vac's, Gemba, Standart Work, Heijunka, productividad.

**Fecha de recepción:** 06 de enero, 2021.

**Fecha de aceptación:** 10 de marzo, 2021.

<sup>1</sup> Coordinador Académico del PE Ingeniero Industrial y Profesor de Tiempo Completo de la Unidad Académica Multidisciplinaria Reynosa Aztlán de la Universidad Autónoma de Tamaulipas, [mmorales@docentes.uat.edu.mx](mailto:mmorales@docentes.uat.edu.mx)

<sup>2</sup> Profesora de Tiempo Completo del PE Ingeniero Industrial Unidad Académica Multidisciplinaria Reynosa Aztlán de la Universidad Autónoma de Tamaulipas, [gabriela.cervantes@docentes.uat.edu.mx](mailto:gabriela.cervantes@docentes.uat.edu.mx)

<sup>3</sup> Profesor de Tiempo Completo del PE Ingeniero Industrial Unidad Académica Multidisciplinaria Reynosa Aztlán de la Universidad Autónoma de Tamaulipas, [ywong@uat.edu.mx](mailto:ywong@uat.edu.mx)

<sup>4</sup> Ing. Ronaldo Martínez Mendoza egresado de la unidad académica multidisciplinaria Reynosa Aztlán. [ronyuat@gmail.com](mailto:ronyuat@gmail.com)



## REDUCCIÓN DE LOS TIEMPOS DE CAMBIO DE MODELO EN LOS PRODUCTOS FABRICADOS EN UNA EMPRESA MANUFACTURERA DE ASPIRADORAS

### ABSTRACT.

This project was carried out at a vacuum cleaner manufacturing company, which manufactures different types of vacuum cleaners on more than 7 different production lines. In this project of applied scientific research, Lean Manufacturing tools such as SMED and 5'S were implemented, as well as statistical analysis to measure the improvements developed. The main objective of this project is to be able to reduce the time of model change in order to increase the productivity in the company and to be able to use all the capacity of the machine available. This document shows how the time reduction of model changes in the assembly area of the company was carried out, using innovations in technology reducing by 58% the time of change from one product to another. It is a case of success of applied research and also pointed out the following challenges in the area of product change within the company.

**Keywords:** production, kaizen, smed, Jit: (just in time), Vac's, Gemba, Standart Work, Heijunka, productivity.

### INTRODUCCIÓN

El presente proyecto está basado en la utilización de la metodología de cambio rápido de herramientas SMED, acrónimo en inglés de Single Minute Exchange of Die, para el ahorro de tiempos y costos debido a la gran pérdida de tiempo que se están presentando durante los cambios de modelo en una empresa manufacturera de aspiradoras en la ciudad de Reynosa Tamaulipas México.

La metodología SMED tiene como principal objetivo la reducción del tiempo y poder lograr así los cambios de modelo en solo una cifra de tiempo; se mostrará cómo hacer posible este método en una empresa de manufactura de aspiradoras de aire, específicamente en la línea de inyección de plástico de los moldes contenedores de la aspiradora. Esto para poder obtener los mejores resultados posibles y de esta manera mejoramos el manejo de los recursos para poder obtener mejores resultados, utilizando los mismos recursos solamente intercambiando las secuencias y eliminando las actividades no necesarias, haciendo innovaciones en tecnología y mejorando el orden y limpieza del área de trabajo de la línea de inyección de contenedores.

Actualmente en la empresa no se tienen definidas las actividades dentro de los cambios de modelo, debido a que existe una debilidad y una falta de comunicación en este ámbito por falta de tiempo o cualquier otra situación que pueda verse involucrada de manera negativa, por lo que se busca poder desglosar cada una de ellas y entender si se está realizando de manera correcta de acuerdo con la metodología SMED, y de ser lo contrario poder acoplar cada actividad como es necesaria y de esta forma poder obtener mejores resultados a la hora de desempeñar las actividades necesarias para los cambios de modelo dentro de la planta.

Haciendo hincapié que actualmente en la empresa los cambios de modelo se realizan en un tiempo promedio de 459 minutos por lo que se busca reducir esta cifra aplicando los principios de SMED. Por lo que se busca aplicando esta metodología es poder reducir de la mejor forma y eliminando cualquier actividad innecesaria o alguna sobre carga de trabajo tenida, que esta nos está arrastrando a tener peores resultados de los debidos, gracias a una correcta aplicación podremos obtener mejores resultados, disminuir tiempos muertos aumentar las ganancias y hasta poder hacer más con menos recursos, solamente se tiene que realizar de la mejor forma respetando todo lo mostrado y todos los pasos de esta metodología.



## REDUCCIÓN DE LOS TIEMPOS DE CAMBIO DE MODELO EN LOS PRODUCTOS FABRICADOS EN UNA EMPRESA MANUFACTURERA DE ASPIRADORAS

### ANTECEDENTES

El sistema SMED nació por la necesidad de lograr la producción JIT (just in time), uno de las piedras angulares del sistema de producción Toyota y fue desarrollado para acortar los tiempos de la preparación de máquinas, intentando hacer lotes de menor tamaño (Esto significa que pueden satisfacer las necesidades de los clientes con productos de alta calidad y bajo costo, con rápidas entregas sin los costos de inventarios excesivos).

Partiendo de las ideas y conceptos generados por Shingeo Shingo, las cuales permitieron hacer realidad el “Just in Time” cómo revolucionario sistema de producción, mediante la reducción a un dígito de minuto del tiempo necesario para cambiar las herramientas o preparar éstas a los efectos del siguiente proceso de producción, se hizo posible reducir a su mínima expresión los niveles de inventario, volviendo más flexibles los proceso productivos, reduciendo enormemente los costos e incrementando los niveles de productividad.

García Reboloso, Vega García, Colunga Jaime, Bermúdez Ruz & Torres Bugdud (2018) realizan una propuesta de mejora para el desgaste uniforme de los moldes en una fábrica de envases de vidrio implementado un sistema Kanban y mejoras en el lay out del taller de molduras, obteniendo mejoras del 18% en los indicadores de la empresa.

Martínez Solís, Avilés Coyoli, González Nava, Romero Meneses, (2018) desarrollaron la estandarización del proceso de producción y determinación de los tiempos estándar de una MiPyme panificadora aplicando estudios de tiempos, estandarización del trabajo y diagramas de flujo de proceso, documentando y estableciendo las mejores formas de trabajo es esta MiPyme.

Fernández Valadez V.E., Martínez Martínez R., Luna Lázaro M., Meléndez Guevara J.A. 2020, llevaron a cabo la reducción de tiempo muerto e implementación de documentación en líneas de procesos de producción de micro-alambre, utilizando herramientas de calidad, 5'S, instrucciones de trabajo, logrando reducciones del 30% del tiempo de producción que se tenía.

Actualmente, la empresa manufacturera de aspiradoras está organizado en 5 divisiones distribuidas alrededor del mundo: EMERSON Commercial and Residential Solutions, EMERSON Climate Technologies, EMERSON Industrial Automation, EMERSON Process Management y EMERSON Network Power. Hoy cuenta con más de 60 marcas. Presencia en más de 150 países con más de 140 mil empleados.

La empresa manufacturera de aspiradoras en la cual se realizó el presente proyecto produce aspiradoras, de uso residencial (casa) y comercial en el área industrial. Los principales clientes se agrupan en tres familias o marcas: Ridgid, Workshop, Proteam. La empresa fabrica FILTROS de diferentes tamaños dando servicio a las marcas RIDGID, PROTEAM y WORKSHOP para abastecer las necesidades de este producto en los diferentes modelos de Aspiradoras.

El principal funcionamiento de este producto es atrapar las impurezas y no dejarlas regresar al medio ambiente. El motor es el alma de nuestra aspiradora, el cual permite que nuestra herramienta de trabajo que tiene uso industrial, y residencial tenga un buen funcionamiento. Los modelos del motor son los siguientes:

- 8 galones de 5/8 de pulgada
- 9 galones de ¾ de pulgada
- 12 y 16 galones de 1 pulgada
- 20 galones de 1 ½ de pulgada

## REDUCCIÓN DE LOS TIEMPOS DE CAMBIO DE MODELO EN LOS PRODUCTOS FABRICADOS EN UNA EMPRESA MANUFACTURERA DE ASPIRADORAS

Así mismo, se cuenta con una plantilla de 550 empleados directos de producción, teniendo 18 líneas de producción, en 4 diferentes turnos de 11.50 horas cada uno. El Turno A es de martes a viernes de 7:30am a 7:30 pm; el turno B es de martes a viernes de 7:30 pm a 7:30 am y el turno C es de viernes a lunes de 7:30am a 7:30 pm. Dentro de la misma base de trabajadores de la compañía aproximadamente 200 son indirectos.

### JUSTIFICACIÓN

Debido a la gran pérdida de productividad en los últimos meses, se realizó este proyecto kaizen para tratar de reducir el tiempo de cambio de modelo, ya que sobre pasa el tiempo disponible, para determinar el plan de producción de manera completa durante los días, actualmente nuestro cambio de modelo durante los primeros 4 meses del año fiscal 2019 se obtuvieron diferentes promedios mensuales, los cuales nos dieron los siguientes resultados, Octubre (378 min), Noviembre (439 Min), Diciembre (614 Min), Enero (408 Min). Promediando los siguientes resultados, se obtiene un promedio de 459 minutos, debido a esto se está desarrollando un kaizen que involucra a todos los departamentos relacionados durante el cambio de modelo ya que el costo de realizar el cambio de modelo son \$500 dólares aproximadamente y si el tiempo excede del objetivo ese precio aun es más elevado, por lo que podemos quedar mal con la entrega del producto con los compradores y esto nos traería multas adicionales, así como falta de credibilidad con nuestro principal comprador Home Depot.

Actualmente dentro de estos 4 meses se realizaron 83 Cambios de modelo, los cuales 42 cambios estuvieron fuera de meta dándonos un costo más elevado al estimado que tenemos por cada cambio de modelo el mes de Octubre se obtuvo un promedio de 378 Min por cambio de modelo, En el cual 10 cambios estuvieron dentro de meta, y 11 cambios fuera de meta, tomando en cuenta que el costo por minuto es \$3.3 dólares, el cual nos da un costo total de \$1,247 dólares por cambio de modelo, el cual el costo que se tiene previsto es de \$500 dólares, si se realizaron 21 cambios de modelo en el mes de Octubre nos da un costo total mensual de \$26,195 dólares por realizar los cambios de modelo, sabiendo que su costo debió ser \$10,500 dólares mensuales.

### METODOLOGÍA

Se analizaron las actividades realizadas durante el cambio de modelo, y cada una de ellas en específico y ver si realmente es necesario ser interna y cuando es el momento indicado para llevarla a cabo, Debido a la aplicación de SMED se pudieron reducir los tiempos de cambio de producto en la línea de producción de aspiradoras en la empresa, logrando obtener una reducción del 68% los resultados esperados. Y poder reducir los cambios de modelo de 459 a 189 minutos en donde se aplicaron las herramientas de la metodología SMED.

Para poder reducir el tiempo de cambio de modelo se realizaron las siguientes mejoras que nos ayudaron a acelerar el proceso de cambio de molde.

Antes las líneas de agua de los moldes se conectaban directamente al molde, se tienen diferentes modelos los cuales pueden llegar a tener hasta 70 conectores de agua, con esta mejora pudimos reducir notablemente el realizar el Set up de molde, y más de los moldes que contaban con más mangueras.

## REDUCCIÓN DE LOS TIEMPOS DE CAMBIO DE MODELO EN LOS PRODUCTOS FABRICADOS EN UNA EMPRESA MANUFACTURERA DE ASPIRADORAS



**Imagen 1 Molde sin manifold**

Después de la instalación de Manifolds en las líneas principales de entrada y salida de agua directas a la maquina realizando solo una conexión mediante una manguera de pulgada, así eliminando largos tiempos por manguereo de molde.



**Imagen 2 Molde con manifold**

Las líneas de agua de los moldes se conectaban directamente al molde, se tienen diferentes modelos los cuales pueden llegar a tener hasta 70 conectores de agua, con esta mejora pudimos reducir notablemente el realizar el Set up de molde, y más de los moldes que contaban con más mangueras.

En el molde el tamaño de la rosca de los kcnout outs era de diferente diámetro, así que se necesitaban barras diferentes medidas para realizar el cambio de modelo. En la Estandarización de barras SMED, Se empezaron a diseñar una sola medida de barras para evitar problemas al momento de montar el molde, por no encontrar las barras de la medida necesaria.

Se aplico un código de colores para las conexiones de las máquinas y los moldes, de esta forma podemos hacer uso del manejo visual, facilitando el trabajo de identificación del operario al momento de realizar las conexiones, y de esta forma también evitamos futuras fallas como conectores invertidos entre otras.

Antes los enchufes eléctricos eran diferentes dependiendo del modelo de la maquina NISSEI O CINCINNATI



## REDUCCIÓN DE LOS TIEMPOS DE CAMBIO DE MODELO EN LOS PRODUCTOS FABRICADOS EN UNA EMPRESA MANUFACTURERA DE ASPIRADORAS



**Imagen 3 eléctricos sin Estandarizar**

Con la mejora los enchufes eléctricos se estandarizaron en los moldes y maquina dejando los colores codificados y uno para una sola cosa.



**Imagen 4 Enchufes eléctricos Estandarizados**

Todas estas mejoras permitieron reducir los tiempos de cambios de fabricación de un producto a otro en la empresa manufacturera de aspiradoras en el área de inyección.

### RESULTADOS

Los resultados indican que con la implementación de la metodología SMED se obtienen demasiado beneficio, al poder reducir los tiempos en los que se lograban estos cambios, y por lo cual la reducción de tiempos es el principal objetivo de esta herramienta.

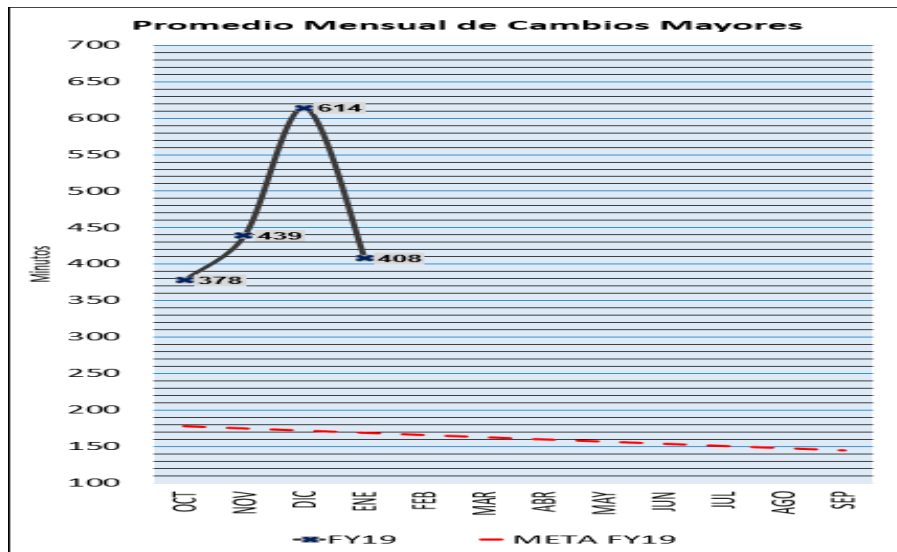
Se logró alcanzar los objetivos, y reducir más de un 50% el tiempo promedio de cambios de modelo, cumpliendo así el objetivo específico, así como también se logró reducir los tiempos perdidos de cambios de modelo a más de un 60% de mejora a como teníamos los tiempos antes de implementar la metodología. Finalmente, con estos resultados se plantea recomendaciones para reducir los tiempos de perdidos y evitar pérdidas en la empresa.

**REDUCCIÓN DE LOS TIEMPOS DE CAMBIO DE MODELO EN LOS PRODUCTOS FABRICADOS EN UNA EMPRESA MANUFACTURERA DE ASPIRADORAS**

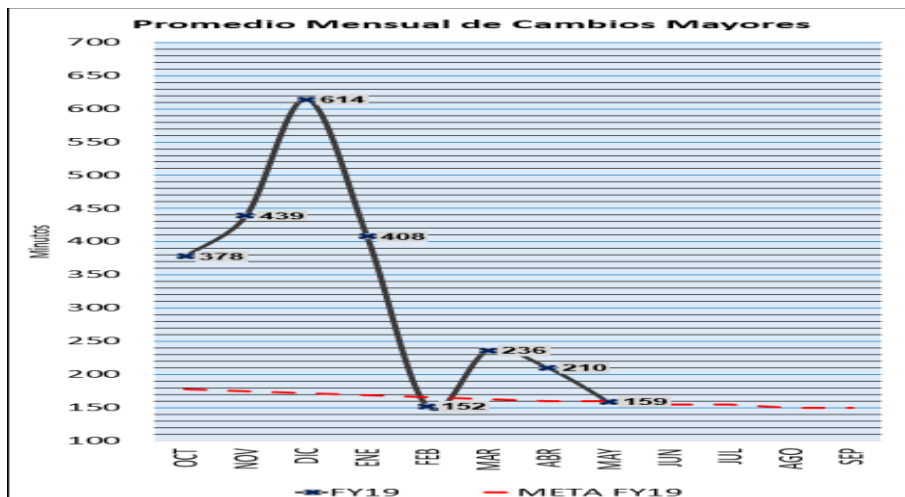
**Tabla 1 Datos estadísticos del cumplimiento de objetivos en el cambio de modelo**

Cambio de modelo	Antes	Después
Objetivo	459 min	189 min

De acuerdo con la grafica 1 y 2 se muestra la tendencia de los resultados del antes y despues de la implementación del cambio del modelo



**Grafica 1. Grafica de tendencia de cambio de modelo antes**



**Grafica 2. Interpretación de Tendencia de después de cambio de modelo.**

**REDUCCIÓN DE LOS TIEMPOS DE CAMBIO DE MODELO EN LOS PRODUCTOS  
 FABRICADOS EN UNA EMPRESA MANUFACTURERA DE ASPIRADORAS**

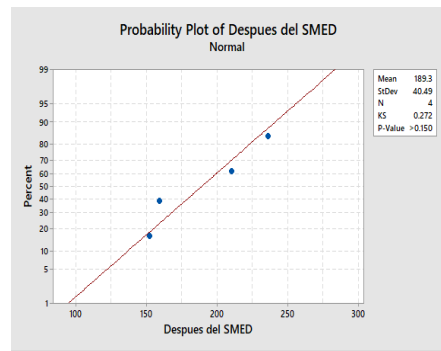
De acuerdo al análisis de los resultados Se toma una muestra para realizar el análisis de resultados de 4 meses antes de la aplicación de SMED y 4 meses después de haber realizado la implementación.

**Tabla 2. Tiempo de cambio de modelo antes y después**

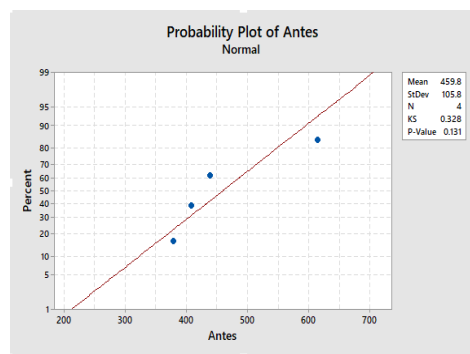
Antes	Despues del SMED
378	152
439	236
614	210
408	159

Primeramente, se debe evaluar los supuestos estadísticos de normalidad y homogeneidad de varianzas, para posteriormente por medio de estadística inferencial comprobar si hay una diferencia significativa entre las 2 muestras, es decir si se redujo el tiempo de cambio de modelo con el SMED.

Para conocer si los datos de las observaciones de la tabla 1 son normales se realiza una prueba de normalidad para cada muestra de Antes y después. Las hipótesis planteadas para esta muestra son  
 H0. Los datos son normales  
 Ha. Los datos no son normales.  
 Al 95% de confianza



**Figura 5. Representación de antes de la prueba de normalidad**



**Figura 6. Representación después de la prueba de normalidad**

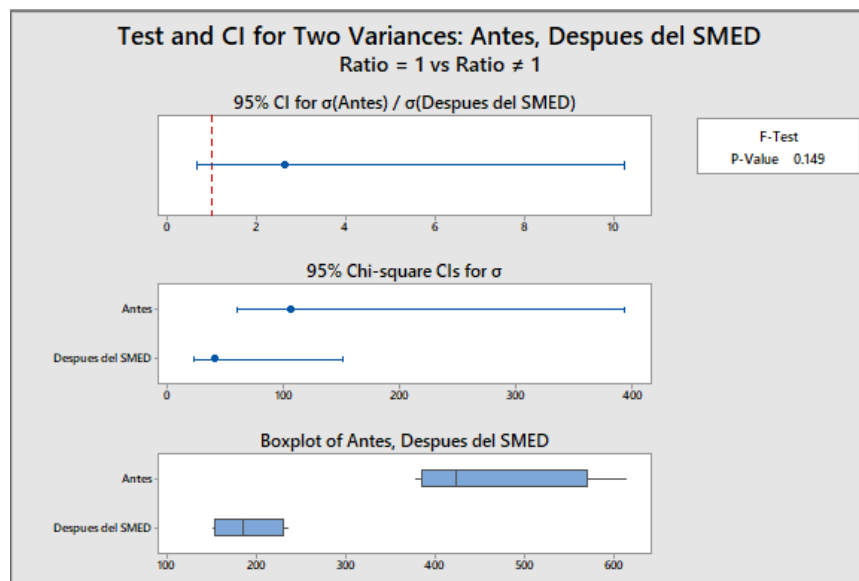




**REDUCCIÓN DE LOS TIEMPOS DE CAMBIO DE MODELO EN LOS PRODUCTOS FABRICADOS EN UNA EMPRESA MANUFACTURERA DE ASPIRADORAS**

Donde se observan que los valores P de cada muestra son: Antes de aplicar SMED de 0.131 y después de la aplicación de SMED tenemos un valor de P de 0.150, donde ambos son mayor a 0.05 y se puede concluir que estadísticamente estos datos se comportan dentro de una distribución normal y se acepta la hipótesis nula H0.

Se puede observar que el valor de P para la muestra de bonelt es de 0.145 que es mayor que 0.05 por lo que podemos concluir que existencia la evidencia para aceptar la hipótesis H0: Las varianzas de las observaciones son iguales así que los tiempos de las dos muestras son distribuyen normalmente con varianzas iguales.



**Figura 7 Prueba de igualdad de varianzas**

H0 Las varianzas de las observaciones son iguales

Ha: Las varianzas de las observaciones no son iguales al 95% de significancia

Una vez verificado los datos obtenidos, se llegó a encontrar una ganancia de tiempo considerable para la realización de los cambios de modelo, de esta forma se da por rentado todo lo visto anteriormente y todas las mejoras implementadas, adquiriendo muchos resultados positivos y aumentando la productividad de la planta.

**Tabla2. Ahorro anual obtenido.**

Antes			Ahora		
Numero de cambios	Promedio	Costo	Numero de cambios	Promedio	Costo
441	459	\$ 667,982.00	441	189	\$ 251,051.00
<b>Ahorro Anual</b>					
\$ 416,931.00					

En esta tabla podemos observar el costo antiguo que se tenía antes anualmente al realizar 441 cambios de modelo tomando en cuenta, un minuto es igual a 3.3 dlls, podemos observar una mejora notoria de ahorro de casi el 60% del costo antiguo que se tenía sin realizar la metodología SMED en el área de Vac's.



## REDUCCIÓN DE LOS TIEMPOS DE CAMBIO DE MODELO EN LOS PRODUCTOS FABRICADOS EN UNA EMPRESA MANUFACTURERA DE ASPIRADORAS

El costo promedio de una aspiradora es de 3.3 dls tomado en cuenta que es nuestro modelo promedio de aspiradora y fue en lo que se enfocó este estudio, pudimos reducir el tiempo de cambio de modelo en un 60%, no se pudo reducir al os 150 min que se espera, pero llegamos a un promedio de 189 min lo cual es mejoría notoria en comparación a como estábamos mucho antes de la implementación.

### CONCLUSIONES

Conforme a nuestro resultado obtenido, queda claro que la reducción de tiempos es una de las cosas fundamentales para cualquier empresa ya que esto nos puede traer ahorros de tiempo considerables y poder generar un aumento de productividad que es lo que hoy en día cualquier empresa está buscando.

En la comparativa que se llevó acabo con el proyecto de SMED queda como primer punto que lo más importante para poder implementar la metodología SMED, es tener clasificadas que tipo de actividad se está llevando a cabo, por lo que es de suma importancia dedicar el tiempo necesario para poder desarrollar esta actividad de la mejor manera.

La reducción de tiempos para el cambio de molde en una empresa alimenticia de helado es considerable, por lo cual no es tan complicado como cambiar un molde de una máquina de inyección plástica, 66% que obtendría de ganancia en la segunda maquina es buen beneficio ala haber aplicado esta metodología, pero nosotros podríamos obtener mayor desempeño ya que el número de máquina que manejamos es más extenso y tiene un precio aún más elevado en el mercado.

Su ganancia a generar anualmente seria considerable por lo que la cantidad de ahorro que se pudiera obtener mediante este proyecto es de 200,000 dólares anuales, y nuestro contaría con un ahorro de 416,000 Dólares anuales y eso sin contar las otras mejoras que se realizaron.

En los resultados obtenidos de beneficio al cliente vendrían siendo similares ya que gracias a esta metodología se pueden obtener diferentes ganancias que nos pueden ayudar en todo lo relacionado con la productividad, y así como para generar mayor eficacia de la planta de acuerdo a los requerimientos del cliente

Hoy en día la reducción de tiempos es fundamental ya que si logramos hacer esto de una manera correcta se pueden obtener demasiados beneficios a nivel planta, y también reconocimiento a nivel empleado por haber podido lograr este objetivo. Una planta que realiza excelentes cambios de modelo siempre será una de las plantas lideres ya que los clientes buscan mayor rapidez, y al nosotros poder lograrlo quedamos como primera opción para los clientes, cumpliendo con calidad, entregas a tiempos y todo lo necesario para poder tener satisfecho a nuestros clientes. Se logró alcanzar los objetivos, el general, así como los objetivos específicos, se logró reducir más de un 50% el tiempo promedio de cambios de modelo, cumpliendo así el objetivo específico, así como también se logró reducir los tiempos perdidos de cambios de modelo a más de un 60% de mejora a como teníamos los tiempos antes de implementar la metodología.

Con la implementación de la metodología SMED se obtienen demasiado beneficio, al poder reducir los tiempos en los que se lograban estos cambios, y por lo cual la reducción de tiempos es el principal objetivo de esta herramienta. Como perspectiva se puede mencionar que a mediano plazo lo desarrollado anteriormente es una buena estrategia y es un buen resultado, pero como hoy en día todos sabemos nunca vamos a terminar de actualizarnos, y esto quiere decir que los procesos siempre deben estar en actualización si queremos mejorarlos, sabemos que lo que no se mide no se puede mejorar y medir siempre cada dato es una de las mejoras estrategias que tenemos hoy en día.

**REDUCCIÓN DE LOS TIEMPOS DE CAMBIO DE MODELO EN LOS PRODUCTOS  
FABRICADOS EN UNA EMPRESA MANUFACTURERA DE ASPIRADORAS**

**BIBLIOGRAFÍA**

- FUJIMOTO, Takahiro. The Evolution of Manufacturing System at Toyota. New York, Estados Unidos de América. Oxford University Press. 1999. ISBN 978-0195123203.
- PAREDES RODRÍGUEZ, Francis. Preparación rápida de máquinas: El sistema SMED (archivo PDF). Lima, Perú. Instituto de Ingeniería Aplicada. Julio 2007. Recuperado de <https://imc-peru.com/articulos/SistemasSmed.pdf>
- VILLASEÑOR, Alberto. Manual de Lean Manufacturing, Guía Básica. México. Limusa. Instituto Tecnológico de Monterrey. 2009. ISBN 978-9681869755.
- Estrada, F, Mussen, j, & Manyoma, P. (2010). Desarrollo de la Metodología SMED para reducir los tiempos generados por cambios de referencia en el área de empaque de una empresa del sector farmacéutico. Cali, Colombia. Recuperado de: [http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2010\\_TI\\_ST\\_113\\_739\\_16685.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2010_TI_ST_113_739_16685.pdf)
- (Cuc, 2004, p. 149). Aplicación de la Técnica Smed en la fabricación de Envases Aerosoles. Recuperado de [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_1361\\_IN.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_1361_IN.pdf)
- Sousa, L, (2013) Eficiencia con las 5'S Limpieza y orden eficientes, clave del desarrollo japonés. (Spanish). Recuperado de <http://bibliotecavirtual.unad.edu.co:2139/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=2&sid=6b3c2451-32d6-499d-bf3f-6ae9ccdf5cbb%40sessionmgr120>
- Shingeo Shingo, 2003, Revolución en la producción: el sistema SMED, TGP. TECNOLOGIA DE GERENCIA Y PRODUCCION, S.A.
- Angel Baguer Alcalá, 2009, Las diez erres en la dirección de personas, ESIC Editorial.
- Hiroyuki Hirano, 2005, Los Cinco Pilares de la Fábrica Visual, Editorial TGP.
- Jeffrey Liker, 2006, Las claves del éxito de Toyota, Editorial Gestión
- PORTER, M., 2004, Ventaja Competitiva, Cecs, México.
- 10 Thompson, P. C. 1994. Círculos de Calidad. Cómo hacer que funcionen. Grupo Editorial Norma. Primera Edición, Colombia.
- García Reboloso M. E., Vega García K., Colunga Jaime R., Bermúdez Ruz K. A., Torres Bugdud A., 2018, PROPUESTA DE MEJORA PARA EL DESGASTE UNIFORME DE LOS MOLDES. Multidisciplinas de la Ingeniería Año VI. No. 08. Noviembre, 2018 FIME – UANL.
- Martínez Solís L.I., Avilés Coyoli K.L., González Nava J. Romero Meneses G. 2018, ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN Y DETERMINACIÓN DE LOS TIEMPOS ESTÁNDAR DE UNA MIPYME PANIFICADORA, Multidisciplinas de la Ingeniería Año VI. No. 07. Abril, 2018 FIME-UANL.
- Fernández Valadez V.E., Martínez Martínez R., Luna Lázaro M., Meléndez Guevara J.A. 2020, REDUCCIÓN DE TIEMPO MUERTO E IMPLEMENTACIÓN DE DOCUMENTACIÓN EN LINEAS DE PROCESOS DE PRODUCCIÓN DE MICRO-ALAMBRE, Multidisciplinas de la Ingeniería 2395-843X. Año VIII. No. 12. Noviembre, 2020 FIME-UANL.

