

**Propuesta de mejora para la reducción de tiempo de cambio de molde en inyección de
la referencia “base clon” en Virutex Ilko Colombia SAS.**

Angel Alberto Bailón Morales

Proyecto aplicado

Presentado como requisito para optar el título

Ingeniería Industrial

Director (a) de Proyecto

Diego Fernando Vasco Gutiérrez

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería

Programa Ingeniería Industrial

Cali, Valle del Cauca

Julio de 2020

Nota de Aceptación

Aprobada en Fecha

Firma del presidente del Jurado

Firma del Orientador

Resumen

El presente trabajo propone la reducción del tiempo de cambio de molde en inyección de la Base Clon en Virutex Ilko Colombia SAS, a través de la herramienta SMED (Single Minute Exchange of Dies) que significa cambio de matriz en un solo dígito de minuto, con el propósito de mejorar el desempeño de la planta y flexibilizar el programa de producción, teniendo en cuenta que el tiempo de cambio de matriz (Molde Base Clon) inicia desde la producción de la última pieza buena del lote anterior hasta la fabricación de la primera pieza conforme del siguiente lote.

Esta metodología es adoptada como herramienta de Lean Manufacturing (fabricación ajustada) la cual va enfocada a la eliminación de desperdicios, principalmente tiempos y movimientos, se espera que la implementación de esta metodología reduzca el 20% del promedio del tiempo de cambio de molde Base Clon en la sección de inyección de Virutex Ilko Colombia SAS, ubicada en Zona Franca del Cauca, conforme a la oportunidad de mejora identificada por el personal técnico del proceso.

Dicha metodología consta de la implementación de las siguientes etapas:

- Etapa preliminar: Preparación de la implementación SMED
- Etapa 1: Observar y medir el tiempo total del cambio (diagnóstico)
- Etapa 2: Separar actividades internas de externas

- Etapa 3: Convertir actividades internas a externas
- Etapa 4: Eliminar desperdicio de las actividades internas
- Etapa 5: Eliminar desperdicio de las actividades externas
- Etapa 6: Estandarizar el nuevo procedimiento
- Verificar la eficacia de las acciones tomadas

Implementadas las etapas la sección de inyección deberá demostrar una reducción en el tiempo promedio de cambio del molde de la Base Clon mínimo del 20%, adicionalmente el proceso estará documentado para que la mejora se mantenga en el tiempo y facilite la optimización del proceso.

Abstract

The present work proposes the reduction of the mold change time in injection of the Clone Base in Virutex Ilko Colombia SAS through the SMED tool (Single Minute Exchange of Dies) which means matrix change in a single minute digit, with the purpose of improve the performance of the plant and make the production program more flexible, taking into account that the time for changing the matrix (Clone Base Mold) starts from the production of the last good piece of the previous batch until the manufacture of the first okay piece of the next batch.

This methodology is adopted as a Lean Manufacturing tool which is focused on the elimination of waste, mainly time and movements, it is expected that the implementation of this methodology will reduce the average change time of the Clone Base Mold by 20% in the injection section of Virutex Ilko Colombia SAS located in the Zona Franca del Cauca according to the opportunity for improvement identified by technical staff of the process.

This methodology consists of the implementation of the following stages:

- Preliminary stage: preparation of SMED implementation
- Stage 1: Observe and measure the total time of change (diagnosis)
- Stage 2: separate internal from external activities
- Stage 3: convert internal to external activities
- Stage 4: eliminate waste from internal activities

- Stage 5: eliminate waste from outside activities
- Stage 6: Standardize the new procedure
- Verify the effectiveness of the actions taken

Once the stages have been implemented, the injection section must demonstrate a reduction in the average change time of the Clone Base mold of at least 20%, additionally the process will be documented so that the improvement is maintained over time and further facilitates the optimization of the process.

Índice

Introducción.....	10
Planteamiento del problema	13
Formulación del problema	16
Justificación	17
Objetivos.....	20
Objetivo general.....	20
Objetivos específicos	20
Marco referencial.....	21
Marco conceptual	24
Marco teórico.....	27
Marco contextual	31
Metodología.....	35
Tipo de estudio:	35
Método de investigación:	35
Desarrollo, análisis y resultados	37
Fases de la propuesta	37
Primera fase	37
Segunda fase	39
Tercera fase.....	41
Conclusiones.....	44
Referencias	45

Tablas

Tabla 1 Unidades producidas año 2019.....	13
Tabla 2 Cronograma de actividades	41
Tabla 3 Recursos necesarios:.....	42
Tabla 4 Resultados esperados.....	43

Ilustraciones

Ilustración 1 Unidades producidas año 2019.....	14
Ilustración 2 Productos fabricados en VIC.....	32
Ilustración 3 Base Clon	33

Introducción

El presente proyecto aplicado refiere a una herramienta metodológica que facilita el mejoramiento continuo de las empresas y hace parte de juego de herramientas de Lean Manufacturing, las cuales buscan la reducción de desperdicios, específicamente en los tiempos de cambio de matriz, dicha de metodología es llamada SMED la cual significa cambio de matriz en un solo dígito de minuto por sus siglas en ingles.

Esta herramienta se caracteriza por haber facilitado en la década de los 70's en la compañía Toyota la reducción del tiempo de cambio de una prensa de mil toneladas de 4 horas a sólo 3 minutos. A pesar de que la metodología surgió en la industria automotriz, esta es aplicable en cualquier tipo de industria. La globalización casi que obliga a las empresas a transformar sus procesos para ser competitivos en el mercado. Esta herramienta se enfoca en esos procesos largos y tediosos para convertirlos en ágiles y prácticos a un bajo costo.

Para aplicar esta metodología es necesario identificar los procesos susceptibles a reducir o eliminar los tiempos improductivos que tengan mayor impacto en la organización, en la industria generalmente los procesos más representativos son los cambios de referencia ya que son tiempos que no suman unidades, sin embargo son indispensables, en ocasiones estos procesos son tan largos y tediosos que las empresas prefieren asumir sobrecostos en

sus inventarios al producir más de las unidades requeridas para evitar el cambio de referencia en la medida que sea posible.

La propuesta de implementación del SMED se realizó con el fin de que la empresa Virutex Ilko Colombia SAS pueda lograr reducir al menos el 20% del tiempo promedio empleado para el cambio de molde de la Base Clon a partir de un análisis descriptivo cualitativo, por otra parte, facilitar la operación y estandarizar la actividad del cambio de molde, de esta manera establecer un punto de partida que permita replicar la propuesta en los demás moldes de inyección los cuales son cerca de 60 unidades.

Así mismo, realizar esta propuesta fue de gran interés académico y profesional ya que permite acercar a la empresa a la excelencia operacional, siendo esta una de las estrategias organizacionales, por tal motivo, la propuesta ha sido bien recibida por las directivas de la organización, resultando beneficioso para ambas partes.

La propuesta contempla la implementación 3 grandes Fases, la primera fase contempla la preparación para implementación SMED teniendo en cuenta el requerimiento del personal, materiales y herramientas para su implementación, esta primera fase comprende adicionalmente 2 etapas, en la primera etapa se observa y mide el tiempo total de cambio a través de un vídeo y la etapa 2 se identifican y se clasifican las actividades internas y externas.

La segunda fase comprende las etapas 3, 4 y 5, donde en la etapa 3 se deben convertir las actividades internas a externas, en la etapa 4 se deben eliminar los desperdicios de las actividades internas y en la etapa 5 se deben eliminar los desperdicios de las actividades externas respectivamente. En la tercer y última fase se elabora la propuesta final de reducción de tiempo de cambio de molde Base Clon.

Planteamiento del problema

La principal actividad económica de la empresa Virutex Ilko Colombia SAS es la producción de artículos de aseo mecánico es decir escobas, cepillos, escobillones y trapeadores, para ello cuenta con 3 secciones productivas, inyección, insertado y traperos, siendo el proceso de inyección la base de la producción ya que elabora los semiproductos necesarios para continuar con la cadena productiva de las secciones de traperos e insertado, en este sentido es la sección productiva con mayor participación en unidades producidas en la planta equivalentes al 45,51% como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1 Unidades producidas año 2019

Máquina	Unidades producidas 2019	Participación
INYECCIÓN	16.868.567	45,51%
TRAPEROS	10.007.391	27,00%
INSERTADO	8.565.515	23,11%
INSERTADO	874.233	2,36%
INYECCIÓN	752.174	2,03%
Total general	37.067.880	100,00%

Fuente: Programación de producción, Virutex Ilko Colombia SAS.

Ilustración 1 Unidades producidas año 2019



Fuente: Programación de producción, Virutex Ilko Colombia SAS.

Del total de unidades producidas en el año 2019 en la sección de inyección el 33.1% hace referencia a las unidades inyectadas con el molde de colada caliente llamado “Base Clon” equivalente a 5.583.855 unidades, de los cuales se requirió cambiar el molde 21 veces tomando un tiempo promedio 2.51 horas en cada cambio, utilizando en total 52.71 horas equivalentes a 6.58 jornadas de trabajo continuo, el cual afecta directamente el indicador de disponibilidad en la medición del EGE (Efectividad Global del Equipo) el cual finalizó el año con un cumplimiento del 84.7% y el tiempo de cambio de molde representa el 11,6% siendo la tercer causa más representativa, después de Fallo en el sistema de enfriamiento (14,4%) y cambio de referencia (14,2%). En términos de costos sólo el tiempo de cambio de molde de colada caliente “Base Clon” representa 31.626 unidades dejadas de producir equivalentes a \$11.416.986 en utilidades, teniendo en cuenta que la producción de la máquina es de 600und/hora.

El molde de colada caliente “Base Clon” sólo puede ser montado en una máquina y en la misma se producen 148 referencias en el año con moldes distintos. Se han llegado a hacer hasta 3 cambios de molde Base Clon en el mismo mes con el objetivo de dar cumplimiento al programa de producción y reducir los niveles de inventario, de este modo cobra importancia mejorar la actividad que permita incrementar el número de unidades producidas en el mes, reducir los costos de fabricación y facilitar el cumplimiento del programa.

El líder de sección manifiesta que ha identificado amplias brechas susceptibles de mejora durante la actividad de cambio de molde producto de la falta de planificación, con la implementación de algunos aditamentos y baja tecnología, se estima que sólo la correcta planificación de la actividad puede representar más del 20% del tiempo de cambio de molde, es decir que puede pasar de 2.5 horas a 2 horas tiempo promedio.

Adicionalmente este proyecto abre las posibilidades de reducir el tiempo de cambio de los demás moldes de la sección de inyección ya que contienen características similares y su principio del proceso es el mismo, de este modo puede impactar a más de 200 cambios que se realizan en el año.

Formulación del problema

¿Cómo establecer propuesta de mejora para reducir el tiempo de cambio de molde en inyección de la referencia “Base Clon” en Virutex Ilko Colombia SAS?

Justificación

Actualmente en Colombia existen fuertes competidores en la producción y comercialización de productos de aseo mecánico como las escobas, cepillos, escobillones y traperos, además del creciente ingreso de empresas extranjeras ofreciendo productos muy competitivos, situación que obliga a las empresas a optimizar sus procesos y actividades administrativas, financieras, de marketing y productivas para mantenerse en el mercado y generar crecimiento, a través del uso de herramientas de mejoramiento continuo.

El proceso de inyección es la base de la producción de la planta de Virutex Ilko Colombia SAS ya que la mayoría de sus productos son materia prima de las secciones de traperos e insertado, particularmente el producto Base Clon es materia prima principal de insertado, en el año se producen más de 5.5 millones de unidades, sin embargo debido a la cantidad de referencias en aseo mecánico que maneja la compañía es imprescindible realizar hasta 3 cambios por mes para satisfacer la demanda, razón por la cual se hace necesario implementar metodologías o herramientas que permitan reducir los tiempos de cambio y la metodología SMED responde adecuadamente tal necesidad.

El comité de Ingeniería liderada por el Gerente de Operaciones de la compañía ha considerado iniciar con la implementación de la herramienta en el procesos de inyección ya que por sus estadísticas es la más susceptible de mejora. En el año 2019 obtuvo una

participación del 45,5% en el total de unidades producidas en la planta, del cual el molde Base Clon es el de mayor participación con el 33,1% y representa la mayor cantidad de cambios en el año con un total de 21 eventos empleando un total 52.71 horas cuyo tiempo representa 31.626 unidades dejadas de facturar.

Debido a la cantidad total de referencias sumado a la demanda de productos hace que sea poco probable la opción de producir en un solo cambio toda la programación de la Base Clon, ya que se debe dar cumplimiento a todos los pedidos del mes, de este modo cobra mayor importancia la implementación de SMED ya que incrementa la cantidad de horas mes disponibles para producción.

Logrando el objetivo de reducir el 20% del tiempo promedio del cambio del molde de colada caliente Base Clon se podría incrementar en 5.858 unidades producidas al año, así mismo el margen de la empresa, además facilita la posibilidad de replicar la metodología con los más de 60 moldes disponibles.

Adicionalmente se obtendrían los siguientes beneficios:

1. Incremento de la producción de unidades en el año
2. Facilita el cumplimiento del indicador efectividad global del equipo.
3. Incremento de la disponibilidad de la planta
4. Incremento de horas en actividades de prevención para la conservación de

los moldes

5. Incremento de la flexibilidad de la planta
6. Reducción del costo del producto
7. Estandarización del proceso de cambio de molde
8. Reducción de riesgos de seguridad y salud en el trabajo
9. Reducción de la fatiga laboral
10. Incremento del orden y aseo
11. Fortalecimiento de la cultura en mejoramiento continuo
12. Genera nuevas iniciativas para los demás moldes.

Objetivos

Objetivo general

Realizar una propuesta de mejoramiento a través de la metodología SMED convirtiendo las actividades internas a externas para reducir el tiempo de cambio de molde en inyección de la “Base Clon” en Virutex Ilko Colombia SAS.

Objetivos específicos

- Diagnosticar la situación actual del cambio de molde Base Clon en inyección identificando las actividades internas y externas.
- Convertir las actividades internas en externas eliminando desperdicios.
- Elaborar propuesta de reducción de tiempo de cambio de molde Base Clon y verificar la eficacia.

Marco referencial

Al realizar la revisión de antecedentes referenciales asociados al presente tipo de proyecto, se encuentra gran variedad de textos asociados con la implementación de la metodología SMED en diversas industrias y líneas de producción; no obstante, para efectos prácticos, se ha tomado como referencia las siguientes investigaciones:

TITULO: IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA (SMED) PARA LA REDUCCIÓN DE TIEMPOS DE ALISTAMIENTO (SET UP) EN MÁQUINAS ENCAPSULADORAS DE UNA EMPRESA FARMACÉUTICA EN LA CIUDAD DE BARRANQUILLA - ARMANDO JOSÉ PERTUZ RODRÍGUEZ - UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA (2018)

Síntesis: El proyecto está orientado a la implementación de la herramienta SMED con el objetivo de minimizar los tiempos ociosos asociados al alistamiento de maquinaria en el área de encapsulado en una empresa del sector farmacéutico, que permita disminuir los tiempos estándar e incrementar la disponibilidad de la maquinaria dinamizando las actividades de programación y optimizando la producción de la línea.

TITULO: IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA SMED PARA LA REDUCCIÓN DE TIEMPOS DE ALISTAMIENTO Y LIMPIEZA EN LAS LÍNEAS DE PRODUCCIÓN 921-1, 921-2 y 921-3 DE UNA PLANTA FARMACÉUTICA EN LA

CIUDAD DE CALI - CESAR ENRIQUE GARCÍA JOJOA – UNIVERSIDAD DE SAN
BUENAVENTURA SECCIONAL CALI

Síntesis: El autor plantea y desarrolla la metodología SMED con el objetivo de alcanzar la reducción de tiempos de alistamiento y limpieza de la maquinaria asociada a 3 líneas de producción mediante el análisis previo de los tiempos estándar y la identificación de causas que conlleve al establecimiento de planes de acción y la implementación de medidas correctivas eficaces por parte de los actores del proceso con el objetivo de reducir los tiempos de alistamiento y limpieza.

TITULO: DEFINICIÓN DE UNA METODOLOGÍA PARA UNA APLICACIÓN
PRÁCTICA DEL SMED- GIL, SANZ, DE BENITO & GALINDO (2012)

Síntesis: El autor presenta la metodología SMED, describe las etapas que componen el modelo y su aplicabilidad en el contexto nacional e internacional para la industria de plástico. Identifican la practicidad de la metodología y su alineación con las necesidades del sector industrial, así como la facilidad en la asimilación por parte del personal operativo.

TITULO: REDUCIR E L TIEMPO DE PREPARACIÓN UTILIZANDO E L
SISTEMA SMED EN UNA MÁQUINA DE PRODUCCIÓN POR MEDIO DE LA
METODOLOGÍA DMAIC - VALENZUELA & PALACIOS (2010)

Síntesis: El autor ilustra un caso aplicado del modelo SMED mediante la integración de la metodología DMAIC en el proceso de enchaquetado. Posterior a la implementación se alcanzó una reducción del 50% respecto al tiempo de alistamiento y una proyección de producción optimizada, que a su vez permitió la reducción de costos ligados a materiales y una mayor disponibilidad de tiempo productivo. Se estableció la necesidad de optimizar los tiempos de transición en herramientas y alistamiento alineados con los requerimientos del mercado y modelos productivos actuales.

Marco conceptual

BASE CLON: base plástica de la escoba referencia Clon de Virutex Ilko Colombia la cual se obtiene a partir de un proceso de moldeo por inyección de plástico.

CAPEX: (Capital expenditure, en español, inversiones de bienes de capital). Anualmente la empresa Virutex Ilko Colombia SAS establece presupuesto para las inversiones del siguiente año.

LEAN MANUFACTURING: ‘fabricación ajustada’, ‘manufactura esbelta’ o ‘producción esbelta’, consiste en un modelo de gestión orientado a la creación de flujo que permita entregar el máximo valor para los clientes, utilizando en el proceso los mínimos recursos posibles.

LEAN SIX SIGMA: El enfoque Lean debe preceder y coexistir con la aplicación de los métodos Six Sigma, esta proporciona estabilidad y repetibilidad para muchos procesos básicos. Una vez que los procesos son estables, la variación debida a la intervención humana disminuye considerablemente, garantizando que los datos obtenidos sean fiables y precisos.

MOLDEO POR INYECCIÓN DE PLÁSTICO: Proceso semicontinuo que consiste en inyectar un polímero en estado fundido en un molde cerrado a presión y frío, el cual se solidifica y como resultado se obtiene una pieza en material plástico con la forma diseñada en la cavidad del molde.

OEE/EGE: (Overall Equipment Effectiveness – Efectividad global del equipo) hace parte de las mediciones de TPM el cual indica la efectividad que son utilizadas las máquinas, teniendo en cuenta los resultados de calidad, disponibilidad de producción y la eficiencia de las máquinas.

SMED: Es el acrónimo de Single-Minute Exchange of Die: consiste en el cambio de matriz en un solo dígito de minuto. Tiempos de alistamiento, limpieza y cambio de referencia en las máquinas entre lotes de producción.

TIEMPOS DE CAMBIO: Tiempo que transcurre desde la producción de la última pieza buena del lote anterior hasta la producción de la primera pieza conforme del siguiente lote.

TIEMPO DE CAMBIO INTERNO: Parte del tiempo de cambio tomado cuando la máquina se encuentra detenida.

TIEMPO DE CAMBIO EXTERNO: Parte del tiempo de cambio tomado cuando la máquina se encuentra trabajando.

TPM: (Total Productive Maintenance – Mantenimiento productivo total) metodología orientada a la eliminación de pérdidas o desperdicios de la planta productiva, así como la disminución de los riesgos asociados a la pérdida de la integridad del trabajador, promoviendo actividades permanentes de prevención y mejora, capacitaciones, mantenimientos autónomos, planificados y preventivos, fundamentada en la organización, orden y limpieza en el puesto de trabajo.

Marco teórico

herramienta Cambio de Matriz en un Solo Dígito de Minuto (Single Minute Exchange of Dies - SMED) fue desarrollada por el ingeniero Shigeo Shingo en los años 50 cuando realizó estudios de cambios de molde en Mazda en Hiroshima, incrementando la eficiencia del centro de trabajo, eliminando cuellos de botella de este modo el tiempo de cambio de molde paso de 49 horas a 8 minutos, posteriormente en el año 1970, Shingo y Toyota lograron reducir los tiempos de cambio para las prensas de mil toneladas de 4 horas a 3 minutos, hoy día se realiza en 30 segundos.

Al consultar las metodologías derivadas para la implementación del modelo SMED se estableció la relación de este con otras herramientas tales como 5'S. Con base en lo anterior, se procederá a realizar una síntesis metodológica de ambas identificando su interrelación con el objetivo de optimizar la implementación de la metodología SMED

METODOLOGIA 5'S

Como se describió anteriormente, inicialmente se consideró la metodología 5'S que permite establecer un grupo de actividades relacionadas con el orden, la limpieza y la disciplina en las áreas de trabajo, con el fin de suprimir elementos innecesarios en las mismas desarrollando hábitos en el personal como fase previa a la implementación de modelos de mejora continua dada su funcionabilidad y eficacia.

En síntesis, las 5'S establecen en principio la identificación, clasificación, separación y eliminación de partes, productos, materiales, herramientas o documentos innecesarios de las áreas de trabajo; luego se propone ordenar dichos elementos, mantener protocolos de limpieza en equipos, maquinaria, espacios de trabajo, infraestructura etc. Las fases descritas a nivel general deberán integrarse y estandarizarse con el fin de garantizar la máxima apropiación por parte de todo el personal. Sousa (2013)

Para efectos del proyecto aplicado se tomará en cuenta el contexto de la metodología 5'S de manera que facilite la operación de cambio de molde, su implementación no implica cabalmente la metodología.

SISTEMA SMED

Shigeo Shingo en 1950 estudió los cambios de molde en Mazda en Hiroshima, con el propósito de eliminar desperdicios en los procesos de moldeo en prensas de 800 toneladas incrementando la eficiencia del centro de trabajo eliminando el cuello de botella pasando el tiempo de cambio de 49 horas a 8 minutos.

Posteriormente en el año 1970 Shigeo Shingo con Toyota Motor Company lograron reducir los tiempos de cambio de prensas de 1000 toneladas de 4 horas a 3 minutos. Shingo afirma que el SMED está basado en la teoría y años de experimentación práctica. Es una aproximación científica a la reducción del tiempo de preparación de máquinas que puede ser aplicada en cualquier fábrica y cualquier máquina.

SMED por sus siglas en ingles Single Minute Exchange of die, que significa “Cambio de molde en un solo dígito de minuto” es decir lograr cambios en menos de 10 minutos.

La implementación SMED se comprende de 3 grandes fases de implementación las cuales se componen de la fase preliminar la cual constituye de la grabación en vídeo de la operación de preparación completa, es muy efectivo si el video muestra a los trabajadores durante la operación y al finalizarla. Es de vital importancia que se brinde la oportunidad a los operadores y técnicos manifestar sus observaciones facilita el proceso de cambio y la consecución del objetivo del proyecto.

La primera fase es la base de la metodología SMED la cual consiste en separar las actividades internas de las externas, buscando que las actividades de alistamiento de herramientas, moldes y actividades administrativas no se realicen cuando el equipo se encuentre detenido, esta es una práctica que puede reducir el tiempo de cambio hasta el 50%.

La segunda fase consta de transformar la preparación interna a externa considerando la reevaluación de las actividades para garantizar que las actividades están correctamente clasificadas, basándose permanentemente del conocimiento técnico del personal del área.

En la tercera fase se realiza los ajustes finales de la actividad del cambio y se evalúa la eficacia de las acciones tomadas, de esta forma se pretende identificar qué actividades están demandando más tiempo o no agregan valor al cambio rápido, evaluando en todo momento la oportunidad de transformar las actividades internas en externas, manteniendo registro de los cambios realizados y su respectiva socialización con el quipo.

Marco contextual

Arcoaseo S.A. fue fundada en 1985 en Bogotá e inicio actividades con la fabricación de Ganchos metálicos para traperos de manera manual, posteriormente adquirió una maquina insertadora y una inyectora con la que empezó su desarrollo tecnológico en la elaboración de escobas, traperos, cepillos y recogedores enfocada principalmente al mercado nacional. En el año 1990 inicio su gestión comercial y para el año 2006 ya se convierte en una empresa altamente exportadora atendiendo 12 mercados internacionales en igual número de países.

En el año 2006, inició el proyecto junto con Virutex Ilko de fabricación de escobas, lo cual implico un cambio importante a nivel comercial y productivo, dando como resultado la venta del 60% de Arcoaseo a Ilko Colombia S.A. (filial del Grupo en Colombia) en abril de 2007 y la venta del 40% restante se consolido en Julio de 2009.

Dada la complementación de líneas de producto y mercados atendidos entre Ilko Colombia S.A. y Arcoaseo S.A., se lleva a cabo la fusión de las 2 compañías el 1 de agosto de 2.009 bajo la razón social Ilko Arcoaseo S.A.S. y el traslado simultaneo a su nueva sede en el municipio de Mosquera de toda el área de productiva, administrativa y comercial.

En el año 2018 producto del incremento de las ventas nacionales e internacionales la casa matriz Virutex Ilko en Chile decide trasladar la empresa Ilko Arcoaseo a Zona Franca del Cauca con el objetivo de facilitar la operación internacional, aquí surge la necesidad de crear la empresa Virutex Ilko Colombia SAS quien es la encargada de producir los artículos de aseo mecánico y la empresa Ilko Arcoaseo SAS es la encargada de comercializarlos.

Ilustración 2 Productos fabricados en VIC



Fuente: <http://www.virutexilko.cl/>

Hoy día Virutex Ilko Colombia cuenta con un área total de 14.000 m², la principal área productiva es inyección de termoplásticos convencional, con un total de 10 máquinas con capacidad de producir más de 20 millones de unidades al año. Está dotada con máquinas de alta tecnología, personal calificado con amplia experiencia en el sector y comprometida con la responsabilidad social empresarial.

De este modo la empresa cuenta con una infraestructura sólida y con más de 20 años de experiencia en la producción de artículos de aseo mecánico, además cuenta con personal altamente calificado y un plan de formación funcional que busca que el personal mejore sus competencias laborales.

Ilustración 3 Base Clon



Fuente: Fotografía tomada en Virutex Ilko Colombia

En la historia de la empresa Virutex Ilko Colombia SAS no se ha llegado a implementar la metodología SMED en ninguno de los procesos, sin embargo la sección de inyección ha sido intervenida en varias oportunidades con acciones encaminadas a la mejora de los procesos productivos, a través del establecimiento de CAPEX anual para el mejoramiento continuo, entre las actividades a destacar está la demarcación de las áreas, compra de carros de herramientas, mejorar la gestión visual para el control de la producción, dispositivos para la optimización de los procesos, mejora de la higiene postural del empleado, entre otros.

La metodología SMED debería aprovechar los recursos disponibles para la optimización del proceso de cambio de molde y lograr la eliminación de desperdicios,

demonstrando de esta manera ahorros tangibles a través de los datos consolidados por control de piso y analizados por el área de costos.

Dicho resultado debe verse reflejado a través de la diferencia en el tiempo promedio mensual empleado en el cambio de molde de colada caliente de inyección de la “Base Clon” durante el año 2019 y el tiempo promedio empleado en el mes que se realiza la medición, posterior al término de las actividades del proyecto, reduciendo el tiempo de cambio en un 20% es decir, pasar de 2.51 horas a 2 horas o menos, de este modo facilita el desempeño de la efectividad global de los equipos (E.G.E), así como también el incremento de unidades producidas mes y la reducción del costo de producción, en su defecto la empresa deberá continuar fortaleciendo su equipo de trabajo para tal logro.

Metodología

Tipo de estudio:

El tipo de investigación que se realizará será descriptivo, de acuerdo con (Ferreyro, A., & Longhi, A. L. D.) “su fin más frecuente es el de describir, identificar rasgos característicos, de una situación, evento o hecho.” El proyecto aplicado pretende identificar las principales características y describir el proceso de cambio del molde de colada caliente llamado Base Clon en la sección de inyección con el propósito de reducir el 20% del tiempo de cambio del molde basado en la metodología SMED, dicha mejora en el año puede representar un ahorro de \$ 4.159.290 COP.

Método de investigación:

“El análisis de datos es una de las actividades principales en la investigación cualitativa tanto por su importancia en el desarrollo del estudio como por la relevancia que posee como actividad concreta ya que se realiza a lo largo de todo el proceso. No es una etapa precisa y temporalmente delimitada en una fase concreta de la investigación. Antes bien, opera por ciclos que tienen lugar a lo largo de todo el proceso de investigación.”

Yuni, J. A., & Urbano, C. A. (2014).

Por lo anterior, la metodología a utilizar para la investigación será la cualitativa ya que los datos suministrados por el área de Control de Piso y de Costos permitió identificar

que el tiempo de cambio de molde representa el 11.6% del total de tiempo de parada de máquina en la sección de inyección, siendo así la tercer causa más relevante, además se identificó que el molde que más cambios tiene durante el año es la referencia Base Clon con un total de 21 cambios, empleado un tiempo promedio de 2.51 horas en cada uno, con la metodología SMED se espera reducir en un 20% el tiempo de cambio, equivalente a 0.5 horas, en el año puede representar un ahorro de \$ 4.159.290 COP, así mismo facilita mejorar el EGE a través del incremento del porcentaje de disponibilidad, cuyo indicador es de gran utilidad para medir gestión de la plata productiva.

Desarrollo, análisis y resultados

Fases de la propuesta

El proyecto de grado será aplicado en la sección de inyección en la planta de Virutex Ilko Colombia ubicada en Zona Franca del Cauca Etapa 4 y se planea desarrollar en 7 etapas incluyendo la etapa preliminar para el correcto desempeño del proyecto conforme a las técnicas estudiadas, cada una de las etapas van encaminadas al cumplimiento de los objetivos específicos.

Primera fase

Para el cumplimiento del primer objetivo “Diagnosticar la situación actual del cambio de molde Base Clon en inyección identificando las actividades internas y externas.”

Se implementarán las etapas las siguientes etapas:

- Preparación para implementación SMED
- Etapa 1 observar y medir el tiempo total de cambio
- Etapa 2 separar actividades internas de externas

Preparación para implementación SMED

- Definición de la fecha, hora y máquina inyectora en la que se realizará la actividad

- Es pertinente que la disponibilidad de los equipos sea alta, preferiblemente haber implementado TPM
- Compromiso de la dirección
- Capacitación inicial en SMED
- Conformación del equipo de trabajo multidisciplinario con conocimiento detallado del proceso de cambio y de procesos productivos, entre ellos pueden estar:
 - Operadores
 - Ayudantes
 - Ingenieros de proceso
 - Gerente de operaciones
 - Coordinadores
 - Jefe de calidad
 - Jefe de mantenimiento
 - Analista de proyectos
- Haber implementado 5'S es una ventaja
- Establecer agenda de implementación SMED y distribuirla a todos los miembros
- Conseguir cámara de vídeo

Etapa 1 observar y medir el tiempo total de cambio: El equipo del proyecto observará detalladamente el cambio buscando obtener las oportunidades de mejora mientras

un integrante del grupo realiza la grabación detallada y panorámica de los movimientos del operador. Es importante tomar el tiempo desde la producción de la última pieza buena del primer lote hasta la primera pieza conforme del siguiente lote.

Se debe revisar la grabación obtenida con el equipo del proyecto en la menor brevedad posible.

Etapa 2 separar actividades internas de externas: El equipo durante la revisión del vídeo debe registrar todas las actividades en una matriz de cambio. Se identifican las actividades que se realizan antes o después del paro las cuales se definirán como actividades externas, las actividades restantes se definirán como actividades internas debido a que se realizan con la máquina parada.

Segunda fase

Para el cumplimiento del segundo objetivo “Convertir las actividades internas en externas eliminando desperdicios” Se implementarán las etapas las siguientes etapas:

- Etapa 3 convertir actividades internas a externas
- Etapa 4 eliminar desperdicio de las actividades internas
- Etapa 5 eliminar desperdicio de las actividades externas

Etapa 3 convertir actividades internas a externas: El equipo en consenso determina las actividades que se pueden hacer antes o después del paro, por ejemplo, comunicar la necesidad del cambio, coordinar con los técnicos que realizarán el cambio, aseo de la máquina, alistamiento de herramientas, etc.

En este paso se aportan todas oportunidades de mejora como la adquisición de herramientas de cambio rápido, estandarizar los roles que asumirá cada integrante, entre otras.

Etapa 4 eliminar desperdicio de las actividades internas: en esta etapa se implementan las mejoras propuestas para reducir el tiempo de cambio interno, como por ejemplo herramientas de acción rápida para reducir el tiempo de cambio de partes, reducir los tiempos de traslado, ordenar las actividades del proceso de cambio, reubicación de objetos, etc.

Etapa 5 eliminar desperdicio de las actividades externas: en esta etapa se implementan las mejoras propuestas para reducir el tiempo de cambio externo, como por ejemplo reducir los trámites administrativos para eliminar desperdicios de las actividades externas, reubicar almacenamientos para reducir tiempos de traslado y movimientos, utilizar listas de chequeo para mejorar la eficiencia y precisión, entre otras.

Tercera fase

Para el cumplimiento del tercer objetivo “Elaborar propuesta de reducción de tiempo de cambio de molde Base Clon y verificar la eficacia.” Se implementará la etapa siguiente:

Etapa 6 Elaborar propuesta de reducción de tiempo de cambio de molde Base Clon: Documentar los procedimientos de cambio mejorados, capacitar a todos los actores del proceso y publicarlos en el sitio de trabajo, finalmente medir los tiempos de cambio. Así mismo evaluar la eficacia de las herramientas diseñadas a través de cumplimiento de las actividades planteadas y el diligenciamiento correcto de los documentos estandarizados. La estandarización del proceso debe detallar las actividades a implementar desde la preparación del cambio hasta la primera unidad conforme del nuevo lote.

Tabla 2 Cronograma de actividades

ACTIVIDAD	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4
Fase 1				
Etapa preliminar: Preparación de la implementación SMED	X			
Etapa 1: Observar y medir el tiempo total del cambio (diagnóstico)	X			
Etapa 2: Separar actividades internas de externas		X		
Etapa 3: Convertir actividades internas a externas		X		
Fase 2				
Etapa 4: Eliminar desperdicio de las actividades internas			X	

ACTIVIDAD	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4
Etapa 5: Eliminar desperdicio de las actividades externas			X	
Fase 3				
Etapa 6: Elaborar propuesta de reducción de tiempo de cambio de molde Base Clon				X
Validar la efectividad de la propuesta realizada.				X

Tabla 3 Recursos necesarios:

RECURSO	DESCRIPCIÓN	PRESUPUESTO
Equipo Humano	No aplicable	\$1.920.000 (Dispuesto por la empresa)
Equipos y Software	Equipo de cómputo.	\$3.000.000 (Dispuesto por la empresa)
Viajes y Salidas de Campo	Ninguno.	\$0
Materiales y suministros	Papelería, insumos y herramientas.	\$100.000
Bibliografía	Biblioteca virtual disponible en la UNAD.	\$0 (Dispuesto por la universidad)
TOTAL		\$5.020.000

Tabla 4 Resultados esperados

RESULTADO/PRODUCTO ESPERADO	INDICADOR	BENEFICIARIO
Cumplimiento del cronograma de actividades en un 100%	(Cantidad de actividades realizadas / Cantidad de actividades programadas) *100	Proceso de inyección
Identificar el tiempo improductivo del cambio de molde	(Tiempo de desperdicio propuesto para la eliminación / Total tiempo de cambio de molde de la fase diagnóstico) *100%	Proceso de inyección
Reducción del tiempo promedio de cambio de molde Base Clon	Tiempo de cambio de molde < Tiempo propuesto para el cambio de molde	Proceso de inyección

Conclusiones

La globalización hace que las empresas encaminen sus esfuerzos a mejorar los procesos, productos y servicios, con el objetivo de reducir los costos de operación e incrementar la productividad para mantenerse en el mercado, de ahí la importancia de que las empresas conozcan e implementen herramientas de mejoramiento continuo las cuales facilitan el logro de los objetivos estratégicos de la compañía con una inversión muy baja, SMED cobró gran importancia en la empresa Virutex Ilko Colombia SAS ya que está estrechamente relacionada con la Excelencia Operacional establecida como estrategia de negocio.

SMED ha sido una herramienta inclusiva en el proceso productivo ya que se diseñó la propuesta en un lenguaje apropiado para todos los niveles educativos, incrementando las posibilidades de éxito en su implementación, esta es una variable muy importante a la hora de implementar herramientas de mejoramiento continuo para lograr resultados eficaces. El apoyo de la alta dirección, los líderes de proceso, el personal técnico y operativo ha sido fundamental para la formulación de la propuesta.

El diseño de esta metodología sobre el cambio de molde de la referencia Base Clon se convirtió en pivote para los demás cambios de moldes de la compañía, ya que el principio del proceso es el mismo de tal forma que resultó ser una propuesta de mejora transversal, obteniendo un impacto mayor al esperado.

Referencias

- Becerril Rosales, I., Jacobo Sánchez, JU y Hurtado Gómez, r. (2018). Cambio rápido de molde en máquinas de inyección aplicando la metodología SMED. (español). Revista Ciencia Administrativa, Recuperado de <https://www.uv.mx/iiesca/files/2019/01/Vol4-2018-Especial.pdf>
- Felizzola Jiménez, Heriberto, & Luna Amaya, Carmenza. (2014). Lean Six Sigma en pequeñas y medianas empresas: un enfoque metodológico. Ingeniare. Revista chilena de ingeniería. Recuperado de <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-33052014000200012>
- Ferreyro, A., & Longhi, A. L. D. (2014). Metodología de la investigación. Encuentro Grupo Editor. Recuperado de <https://search-ebshost-com.bibliotecavirtual.unad.edu.co/login.aspx?direct=true&db=nlebk&AN=847673&lang=es&site=ehost-live>.
- Fuentes Morales, M. C. et al. (2016). SMED: técnica de manufactura con gran impacto en la reducción de costos. [s. l.], Disponible en: <http://erevistas.uacj.mx/ojs/index.php/culcyt/article/view/1466/1294>
- Lefcovich, M. L. (2009). Cambio rápido de herramientas y reducción en tiempos de preparación nueva y más amplia versión del SMED. Recuperado de <https://ebookcentral-proquest-com.bibliotecavirtual.unad.edu.co>

Prada Ospina, Ricardo & Acosta-Prado, Julio C. (2017). El molde en el proceso de inyección de plásticos para el logro de objetivos empresariales. *Dimensión Empresarial*. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/diem/v15n1/1692-8563-diem-15-01-00226.pdf>

Salazar López, Bryan. (2019). Mantenimiento Productivo Total (TPM). *Ingeniería Industrial Online.com*. Recuperado de <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/lean-manufacturing/mantenimiento-productivo-total-tpm/>

Socconini, L. (2014). Certificación lean six sigma yellow belt para la excelencia en los negocios. Recuperado de <https://ebookcentral-proquest-com.bibliotecavirtual.unad.edu.co>

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>

Yuni, J. A., & Urbano, C. A. (2014). *Técnicas para investigar: análisis de datos y redacción científica*. Editorial Brujas. Recuperado de <https://search-ebsohost-com.bibliotecavirtual.unad.edu.co/login.aspx?direct=true&db=nlebk&AN=847672&lang=es&site=ehost-live>.