



ANÁLISIS DE LA METODOLOGÍA SMED (SINGLE MINUTE EXCHANGE OF DIE) EN UNA EMPRESA DEL SECTOR METALMECÁNICO DE LA CIUDAD DE MANIZALES

Luisa Fernanda Gómez Gómez, Tatiana Andrea Villanueva Mateus, Diana Yomali Ospina López, Alex Mauricio Ovalle Castiblanco

**Universidad Autónoma de Manizales
Manizales, Colombia**

Resumen

Este proyecto de investigación se basa en la propuesta de alternativas de mejoras en el proceso de cambio de herramientas de una empresa del sector metalmeccánico de la ciudad de Manizales, específicamente en las líneas de zapapicos y hachas mediante la metodología Single Minute Exchange of Die (SMED), la cual fue desarrollada por Shigeo Shingo, la cual se enfoca en reducir las operaciones, tanto internas como externas y fue aplicada al proceso de cambio de los herramientas en las máquinas troqueladoras.

En la empresa caso de estudio, las líneas de producción zapapicos y hachas fueron seleccionadas para el análisis, debido a los altos niveles de demanda mensual y los tiempos utilizados para realizar el cambio de herramientas, los cuales pueden llegar a ser mayor a dos horas de duración, según información dada por la empresa.

Para la ejecución de la investigación, inicialmente se llevó a cabo un diagnóstico del proceso con el fin de identificar brechas y analizar los tiempos y movimientos empleados en el mismo, por medio de filmaciones, observación, cursograma analítico, entrevistas a los operarios, estudios de tiempos y movimientos, entre otros.

Posteriormente se plantearon mejoras para el proceso soportadas con un análisis financiero, así como propuestas de diseño de plantillas para el desgaste de los herramientas, estandarización de las plantillas, y el diseño del instrumento Industrial Table Car, con el fin de brindar a la empresa

herramientas que permitan agregar valor, aumentar la productividad y disminuir los tiempos improductivos y los costos innecesarios.

En el desarrollo de la investigación, se evidenció que la metodología SMED y la ingeniería de métodos son adecuadas para reducir tiempos de configuración, montaje, desmontaje y puesta a punto. Adicionalmente los procesos de planeación son fundamentales para llevar a cabo cualquier proceso, sin excluir el cambio de herramientas, el cual requiere precisión.

Palabras clave: SMED; estudio de tiempos y movimientos; herramientas

Abstract

These research project is based on the proposal of alternatives for improvements in the tooling change process of a company in the metalworking sector of the city of Manizales, specifically in the pickaxe and axe lines through the Single Minute Exchange of Die methodology (SMED), developed by Shigeo Shingo, which focuses on reducing operations, both internal and external and was applied to the process of changing the tooling in die cutting machines.

In the company of this study, the pickaxe and axe production lines were selected for the analysis, due to the high levels of monthly demand and the times used to change the tools, which can last longer than two hours, according to information given by the company.

For the execution of the investigation, initially a diagnosis of the process was carried out in order to identify gaps and analyze the times and movements used in it, through filming, observation, analytical course, interviews with operators, studies of times and movements, among others.

Later, improvements were proposed for the process supported with a financial analysis, as well as proposals for the design of templates for the wear of the tooling, standardization of templates, and the design of the Industrial Table Car instrument, in order to provide tools that allow the company to add value, increase productivity and reduce downtime and unnecessary costs.

In the development of the research, it was evidenced that the SMED methodology and method engineering are adequate to reduce configuration, assembly, disassembly and tuning times. In addition, planning processes are essential to carry out any process, without excluding the change of tooling, which requires precision.

Keywords: SMED; study of movements; study of times; tooling

1. Introducción

De acuerdo (Al-Akel, et al., 2018) el SMED (Single Minute Exchange of Die), es la metodología de cambio de troqueles en menos de diez minutos, esta metodología fue originada en 1950 por el ingeniero Shigeo Shingo, y se enfoca en reducir las operaciones internas y externas de



reparaciones y cambios de herramientas en máquinas troqueladoras. Esta herramienta permite optimizar recursos, disminuir costos, mejorar tiempos y movimientos, incrementar la calidad y la productividad de las organizaciones.

En este proyecto de investigación se utilizó la metodología mencionada anteriormente para determinar alternativas de mejora para el cambio de herramientas en las líneas de zapapicos y hachas en una empresa metalmeccánica de la ciudad de Manizales con el fin de reducir tiempos y movimientos del proceso. Estas dos líneas de producción fueron seleccionadas por los largos tiempos en las operaciones de montaje, desmontaje y puesta a punto.

Con el fin de realizar esta investigación se realizó una caracterización inicial de dos líneas utilizando videos, observación directa, diálogos, cursogramas analíticos y estudios de tiempos y movimientos. Se aplicó la primera fase de la metodología SMED según (Aldás, et al., 2018) con el fin de determinar las operaciones internas y externas claves del proceso de cambio de herramientas en la línea de zapapicos y hachas.

2. Planteamiento del Problema

La empresa objeto de esta investigación, cuyo nombre no se revela por solicitud de la misma, lleva más de 60 años de experiencia en el mercado metalmeccánico y presenta algunos inconvenientes en el cambio de herramientas debidos a la falta de planeación, organización y estandarización.

Estos factores influyen negativamente este proceso y no permite que se cumplan los estándares de dicho proceso, adicionalmente, este cambio se desarrolla de manera manual y con actividades que no aportan valor, las cuales genera reajustes, reprocesos y demoras innecesarias.

El sector manufacturero se enfrenta a diversos problemas según (Aldás, et al., 2018), problemas tales como elevados costos de materia prima, falta de planeación, falta de mano de obra calificada para los cambios de máquinas o herramientas.

Es por ello que se plantea la siguiente pregunta de investigación:

¿Qué propuestas de alternativas de mejoras en el proceso de cambio de herramientas se deben utilizar en las líneas de hachas y zapapicos en una empresa del sector metalmeccánico de Manizales bajo el Single Minute Exchange of Die?

3. Justificación

Teniendo en cuenta en informe de (Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, 2019) sobre la industria manufacturera a diciembre de 2018, el sector manufacturero es uno de los más grandes a nivel nacional y cada vez más potente a nivel internacional. El 37% de las empresas de clase mundial pertenecen a este sector, ya que son productos con altos niveles de calidad, tecnología e innovación. Adicionalmente según (Ovalle, et al., 2013), Manizales es la ciudad del Eje Cafetero Colombiano con mayor potencial en el sector metalmeccánico.



Como se mencionaba anteriormente, el auge de este sector y los 60 años de trayectoria en procesos de forja, han llevado a elaborar un estudio sobre la estructura del cambio de herramientas con el fin de plantear propuestas para mejorar el proceso y solucionar los problemas mencionados.

Las líneas de zapapicos y hachas fueron seleccionadas para el estudio debido al elevado volumen de producción mensual y por el tiempo requerido para realizar el cambio, el cuál es de más de dos horas. Es importante resaltar que para la fabricación de estos productos se utilizan las mismas máquinas con distintos herramientas.

4. Objetivo general

Proponer alternativas de mejoras en el proceso de cambio de herramientas utilizando SMED en las líneas de zapapicos y hachas en una empresa del sector metalmeccánico de Manizales.

5. Referente teórico

Para el desarrollo de este proyecto de investigación fueron claves los siguientes elementos: SMED, ingeniería de métodos, estudio de tiempos y movimientos, herramientas.

El Single Minute Exchange of Die (SMED) anteriormente mencionado, fue fundado en el año 1950 por el ingeniero japonés Shigeo Shingo (Shingo & Dillon, 1985); esta surgió por la necesidad de eliminar cuellos de botellas y aumentar la productividad de los procesos. Shingo propone 4 etapas para la implementación del SMED, las cuales según (Gil García, et al., 2012) son:

- Preparar
 - Esta etapa se realiza mediante la elección del problema, la observación de la situación actual, el análisis de las causas y las propuestas de mejora.
- Desarrollar
 - Esta se enfoca en la aplicación de las mejoras
- Comprobar
 - Se basa en la verificación de los resultados
- Asegurar
 - Establece las reglas del trabajo

La ingeniería de métodos según (Peralta, et al., 2014) se basa en la aplicación de métodos analíticos para mejorar la realización de las actividades de un proceso, se fundamenta en eliminar elementos y operaciones innecesarios para obtener un mejor método de trabajo.

El estudio de tiempos consiste en el tiempo requerido para realizar un proceso en condiciones normales, teniendo en cuenta los tiempos suplementarios (necesidades fisiológicas, retrasos, descansos, demoras). El estudio de movimientos es el análisis de los macro y micro movimientos



que se realizan en un proceso, y se busca eliminar los movimientos innecesarios y estandarizar los movimientos necesarios.

Los herramientales (Epsilon, 2011) son elementos que permiten darle una forma definida a una pieza para obtener el producto requerido, también son conocidos como troqueles y se ensamblan en las máquinas prensas. Hay dos tipos, el de la parte superior que va unido al cabezal de la prensa y el de la parte inferior, el cual va unido con la mesa de la prensa.

6. Metodología

Para llevar a cabo esta investigación se tomó como caso de estudio con enfoque cuantitativo, esto se debe a que transforma conocimientos o métodos dirigidos al sector productivo en una empresa metalmeccánica de Manizales, Caldas, Colombia.

Fue utilizada información suministrada directamente por la empresa, se hizo una recolección de datos en la planta de producción, específicamente en los cambios de herramientales entre zapapicos y hachas y viceversa realizados en jornada diurna. Adicionalmente se realizaron entrevistas y hubo contacto directo con los operarios y con el personal involucrado en este cambio y se realizó un análisis de las propuestas de mejoras, las cuales fueron soportadas con un análisis de costos.

7. Resultados

Los resultados obtenidos con este proyecto de investigación se derivan de los objetivos propuestos teniendo en cuenta el estudio de tiempos y movimientos y la caracterización del proceso de cambio de los herramientales. Se identificaron y establecieron 5 alternativas de mejora, las cuales se presentan en la tabla 1.

Tabla 1: Propuestas de mejora

#	Alternativa de mejora	Descripción	Posible impacto
1	Diseñar plantillas para el desgaste de los herramientales	Para conocer el estado óptimo de funcionamiento de los herramientales con relación al desgaste. Al colocar el herramienta sobre la plantilla se lograría identificar si es necesario cambio o ajuste (pulido). Diseñada por tipo de referencia de las líneas de zapapicos y hachas, deben ser identificadas por color para disminuir tiempos y agilizar la búsqueda de cada uno.	Reducción de tiempo en 17.3%, esto representa 63.3 minutos en un cambio que demora 6.1 horas. Eliminación de actividades de pulir, cuadrar y comprobar.
2	Estandarizar las platinas	Con el fin de organizar y estandarizar las platinas existentes y distinguirlas por referencia e incluso por línea.	Ahorro en un 2.3%, es decir, en un cambio de 6.1 horas, una reducción de 8.6 minutos.



		Proporciona 3 tipos de grosor, 1 cm, 1.5 cm y 2 cm por cada referencia. Esto permitirá encontrar la altura requerida y diferenciar por colores cada referencia	Eliminación de subjetividad al momento de seleccionar el herramental. Apuntar a la estandarización de los procesos.
3	Pintar herramientas de apoyo	Consiste en utilizar códigos de colores para diferenciar las herramientas de apoyo por referencia y por línea de producción. Optimiza el estado del entorno de trabajo, facilita labor de los operarios y potencia la detección de problemas.	Reducción del tiempo en un 4.5%, 16.3 minutos en un cambio de 6.1 horas. Eliminación de tiempo innecesario debido al desplazamiento de los operarios buscando las herramientas y elementos de apoyo.
4	Codificar las canecas de herramientas de apoyo	Demarcar y codificar las canecas ubicadas en el almacén de troquelaría y en otros lugares de la planta.	Reducción del 1.5% en el tiempo de cambio, es decir, 5.6 minutos en un cambio de 6.1 horas.
5	Creación de Industrial Table Car	Es una mesa tipo carro que incluye compartimentos (para tornillos y tuercas), altura ajustable y rodillos para el deslizamiento de los herramientas. Transportaría herramientas de hasta 500 kg. Dos superficies, una para el herramental actual de la máquina y una para el herramental que se pondrá para el cambio de referencia.	Reducción de tiempo de ajustes, búsqueda de elementos de apoyo, desplazamientos. Ahorro de tiempo de un 22%, es decir 81.1 minutos, que equivalen a 1.4 horas en el proceso de cambio de 6.1 horas.

8. Conclusiones

El SMED fue utilizado para reducir las operaciones, tanto internas como externas de las preparaciones y del cambio de herramientas en las máquinas troqueladoras del sector industrial. Esta herramienta fue fundamental para el mejoramiento del proceso y la optimización de los recursos, tales como el tiempo, los costos, los movimientos y aumentar la productividad. Fue evidente que la eficiencia de esta herramienta es debido a la organización y a la estandarización de las operaciones.

Se concluyó por medio del estudio de tiempos, que las operaciones de montaje y desmontaje de los herramientas requieren grados altos de concentración con el fin de llegar a la calidad necesaria. Se identificó que el cambio de herramientas de referencias de zapapicos a hachas es el que más tiempo tarda, con 16.46 horas y requiere gran cantidad de recursos.

Finalmente, con el análisis de costos se concluyó que con la implementación del Industrial Table Car se generan mayores beneficios, tal como un ahorro de tiempo del 22% y ahorro en dinero, debido a que el proceso de cambio tarde 6.1 horas y tiene un valor de \$132.492 por turno (3 turnos al día), en un mes se obtendría un ahorro de \$11'924.280. Es decir que en dos meses se podría cubrir la compra del Industrial Table Car y sería beneficioso no solo para estas dos líneas, sino también, para las demás líneas de la empresa.



9. Referencias

Artículos de revistas

- K. Al-Akel, L. Marian, C. Veres y H. Radu. (2018). The contribution of lean manufacturing tools to changeover time decrease in the pharmaceutical industry. A SMED project. ScienceDirect, Vol. 22, pp. 886-892.
- D. S. Aldás, N. d. J. Portalanza Molina, L. P. Tierra Pérez y M. P. Barrionuevo Zurita. (2018). Análisis de los tiempos de preparación para la reducción de desperdicios en el proceso de troquelado. Caso aplicado industria de calzado. INNOVA Research Journal, Vol. 3, No. 10, pp. 149-160.
- M. Ovalle, O. L. Ocampo y M. T. Acevedo. (2013). Identificación de brechas tecnológicas en automatización industrial de las empresas del sector metalmeccánico de Caldas, Colombia. Ingeniería y Competitividad, Vol. 15, No 1, pp. 171-182.
- M. Á. Gil García, P. Sanz Angulo, J. J. de Benito Martín y J. Galindo Melero. (2012). Definición de una metodología para una aplicación práctica del SMED. Técnica Industrial, Vol. 298, pp. 46-57, 2012.

Libros

- S. Shingo, A. P. Dillon. (1985). A Revolution in Manufacturing: The SMED System. Oregon: Productivity Press, Portland.

Fuentes electrónicas

- Ministerio de Comercio, Industria y Turismo. (2018, Diciembre). La industria Manufacturera a diciembre de 2018. Consultado el 23 de junio de 2021 en <https://www.mincit.gov.co/CMSPages/GetFile.aspx?guid=55b0e49e-0261-4b86-a33a-dd9db5545cef>
- J. López Peralta, E. Alarcón Jiménez y M. A. Rocha Pérez. (2014). Estudio del trabajo. Una nueva visión. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco. Consultado el 23 de junio de 2021 en <http://www.editorialpatria.com.mx/pdf/files/9786074384383.pdf>
- Epsilon. (2011). Diagnóstico para corregir fallas de diseño, fabricación y reparación de herramientas para el estampado de piezas automotrices. Consultado el 23 de junio de 2021 en https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/184108/11-18_DIAGNOSTICO_PARA_CORREGIR_FALLAS_DE_DISEÑO_FABRICACIÓN_Y_REPARACIÓN_DE_HERRAMIENTALES_PARA_EL_ESTAMPADO_DE_PIEZAS_A_1.pdf

Sobre los autores

- **Luisa Fernanda Gómez Gómez**, Estudiante Ingeniería Industrial, Universidad Autónoma de Manizales, luisa.gomezg@autonoma.edu.co
- **Tatiana Andrea Villanueva Mateus**, Maestría en Ingeniería, Universidad Autónoma de Manizales, tatiana.villanuevam@autonoma.edu.co
- **Diana Yomali Ospina López**, Doctorado en Ingeniería Industrial y Gestión, Coordinadora de la Maestría en Ingeniería, Universidad Autónoma de Manizales, dianaospina@autonoma.edu.co



- **Alex Mauricio Ovalle Castiblanco**; Doctorado en Ingeniería Industrial y Organizaciones (en curso), Coordinador Departamento Mecánica y Producción, Universidad Autónoma de Manizales, movalle@autonoma.edu.co

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.

Copyright © 2021 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)

