

SMED: Optimización del proceso de producción de maquinarias y equipos industriales

SMED: Optimization of the production process of machinery and industrial equipment

Jeyson Patricio Egas-García¹, Milton Andrés Bautista-Romero², Milton Alexander Peralta-Fonseca³

Recibido 12 de mayo de 2022; revisión aceptada 26 de junio de 2022

RESUMEN:

La optimización de procesos industriales tiene como objetivo eliminar todo lo que no agrega valor a los productos y la satisfacción del cliente. La industria metalmecánica en Ecuador representa el 14 % del PIB y mantiene desde el año 2000 un crecimiento promedio anual del 7 %. El objetivo del presente estudio se enfocó en la aplicación de la herramienta de manufactura esbelta SMED con el fin de optimizar el proceso de producción de maquinarias y equipos industriales en una empresa metalmecánica. La información que se obtuvo con el diagrama de flujo de proceso y el estudio de tiempos realizado se evidenció elevados tiempos de ciclos de producción, esperas y retrasos en el proceso de fabricación de bandas transportadoras; la secuencia de las operaciones del proceso en estudio es fabricación de eje motriz, fabricación de eje conductor, proceso en la CNC, fabricación de bocines, torneado de bocines, corte de rodillos, fabricación de platinas para artesa, fabricación de banda transportadora fija, proceso de pintura, montaje de tablero eléctrico y ensamblaje final de máquina, correspondientes a la fabricación de la máquina banda transportadora; donde se constató la existencia actividades que no están correctamente distribuidas y controladas y que no agregan valor al proceso, lo que ocasiona paros en las maquinarias y proceso desbalanceado. Se convirtieron actividades internas en externas, esto representa para la empresa una reducción del 12,84 % de su tiempo estándar y un incremento de su productividad del 14,7 %.

Palabras claves: SMED, optimización, productividad, reducción.

ABSTRACT:

The optimization of industrial processes aims to eliminate everything that does not add value to products and customer satisfaction. The metal-mechanic industry in Ecuador represents 14 % of the GDP and has maintained an average annual growth of 7 % since 2000. The objective of this study focused on the application of the SMED lean manufacturing tool in order to optimize the

¹ Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo, Los Ríos, Ecuador, jegasg@uteq.edu.ec

² Instituto Superior Tecnológico Ciudad de Valencia, Quevedo, Los Ríos, Ecuador, miltonbautista@itscv.edu.ec

³ Instituto Superior Tecnológico Ciudad de Valencia, Quevedo, Los Ríos, Ecuador, miltonperalta@itscv.edu.ec

production process of industrial machinery and equipment in a metal-mechanical company. The information obtained from the process flow diagram and the time study carried out showed high production cycle times, waiting times and delays in the manufacturing process of conveyor belts; The sequence of operations of the process under study is the manufacturing of the drive shaft, manufacturing of the drive shaft, CNC process, manufacturing of the horns, turning of the horns, cutting of the rollers, manufacturing of the trough plates, manufacturing of the fixed conveyor belt, painting process, assembly of the electric board and final assembly of the machine, corresponding to the manufacturing of the conveyor belt machine; where it was found that there are activities that are not correctly distributed and controlled and that do not add value to the process, which causes stoppages in the machinery and unbalanced process. Internal activities were converted into external ones, this represents for the company a reduction of 12,84 % of its standard time and an increase in productivity of 14,7 %.

Keywords: SMED, optimization, productivity, reduction.

1. INTRODUCCIÓN

Desde la antigüedad, la productividad ha sido un tema relevante en el desarrollo económico y en el bienestar social de los países, ha sido estudiada desde las teorías clásicas de la ventaja absoluta, la ventaja comparativa y la ventaja competitiva de las naciones, hasta los modelos extendidos que solventan algunas de las deficiencias de estas teorías [1]. Actualmente, en cualquier sector industrial existe una lucha constante para adaptarse a los nuevos tiempos globalizados, esto les exige a mejorar continuamente los procesos que integran cualquier organización y de esta manera poder permanecer en un mercado tan competitivo.

Los procesos de mejora continua establecen la forma de analizar las operaciones del proceso de producción, donde el recurso humano participa proporcionando ideas para realizar las tareas con el menor esfuerzo requerido; y, sobre todo, que realiza una combinación de tareas, que provocan en él una actitud de participación constante en el trabajo que desempeña, al disminuir las distancias de los recorridos, aprovecha ese tiempo para agregar valor a sus actividades [2].

La optimización en los procesos de la industria buscan eliminar todo aquello que no contribuye al valor agregado de los productos y a la satisfacción de los clientes, para esto se realiza un detallado análisis de todo el ambiente laboral buscando procesos redundantes, inconvenientes en el flujo de material, cuellos de botella, exceso de suciedad, acumulación material de proceso, es decir todo aquello que podría afectar los procesos disminuyendo la capacidad de estos lo que resulta en problemas de calidad y afecta los tiempos de ciclo [3] citado por [4].

[5] Menciona que el mejoramiento continuo involucra diversidad de herramientas de mejora de manufactura esbelta adaptables a cualquier organización que tengan procesos por mejorar. En este sentido, La manufactura esbelta reúne diversos métodos y técnicas que son desarrollados a lo largo del sistema de producción de una empresa, enfocándose en la reducción o eliminación de desperdicios [6]. Además, es importante saber que el sistema de manufactura esbelta está compuesto por varios subsistemas llamados también herramientas [7] citado por [8], y que éstos son usados para reducir y eliminar el desperdicio en las empresas [9] citado por [8].

La producción ajustada (manufactura esbelta) necesita pequeños lotes y una variación del producto bastante alta, por esta razón se establecen métodos para minimizar el tiempo de puesta a punto de los equipos y maquinarias. La metodología o técnica de cambio rápido de herramientas (SMED) fue introducida por Shigeo Shingo en el año 1985, el enfoque científico de esta metodología permite configurar la reducción de tiempo en los procesos de cualquier fábrica y/o máquina.

Los factores determinantes en la cadena productiva metalmecánica ecuatoriana son la calidad, el talento humano (la tecnificación en la formación), los recursos financieros, la tecnología, la calidad de los insumos y materias primas para la construcción del producto final [10]. 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 [11].

La industria metalmecánica no es la excepción, en Ecuador constituye el 14 % del PIB, evidenciándose un crecimiento promedio anual del 7 % a partir del año 2000. La industria manufacturera se clasifica en varios subsectores, entre ellos se destacan productos ecuatorianos del sector metalmecánico, lo que demuestra la importancia de este sector en el Ecuador y que día a día debe ser más competitivo [12].

La empresa en estudio se dedica a la elaboración de máquinas y equipos agroindustriales, con conocimiento en el ámbito empresarial, industrial, agroindustrial y metalmecánico.

Objetivo

Aplicar la técnica SMED (Single-Minute Exchange of Dies) de manufactura esbelta para optimizar el proceso de producción de maquinarias y equipos industriales en empresas metalmecánicas.

2. METODOLOGÍA

El estudio se realizó en la empresa WILPAC ubicada en el cantón Quevedo, Ecuador, dedicada a la fabricación de equipos y maquinarias agroindustriales. Se analizaron las fases que comprenden el proceso de fabricación de una banda transportadora para mejorar el tiempo del ciclo con la utilización de la técnica SMED, la misma que consta de cuatro pasos principales [7], para el proceso en estudio se describe en la siguiente figura.

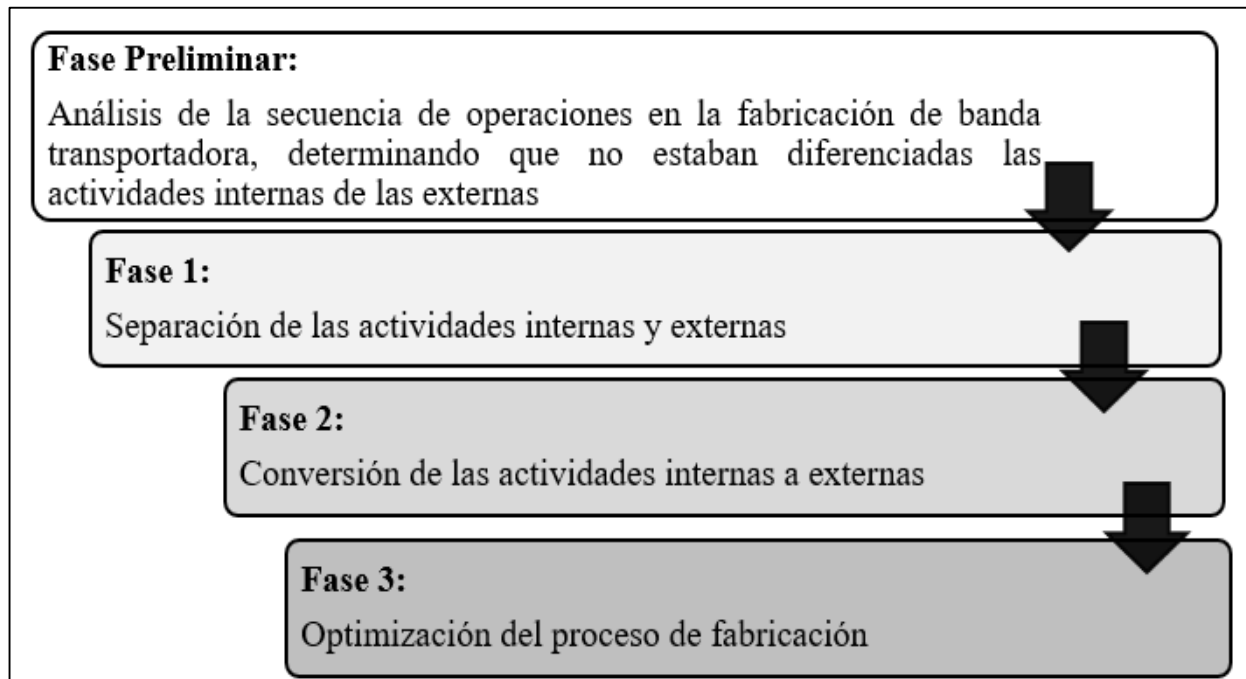


Figura 1. Metodología SMED para proceso de fabricación de banda transportadora

Fase preliminar

Se analizó la secuencia de operaciones en el proceso de fabricación de banda transportadora y se determinó el valor que aporta cada una de las actividades que componen el proceso, diferenciando las actividades internas de las externas. El proceso fue cronometrado para cuantificar los tiempos que agregan valor e identificar las actividades innecesarias.

Fase 1: Separación de las actividades internas y externas

Se separó las actividades internas y externas relacionadas para cada elemento de la máquina en estudio, identificando las actividades que se realizan cuando los equipos del proceso están en funcionamiento y los que no están. Luego se registraron tiempos y se procedió a elaborar diagramas de flujo de procesos, detallando frecuencias necesarias para el proceso de fabricación de la máquina banda transportadora.

Con la aplicación efectiva y eficiente de la técnica SMED, se logra transformar el tiempo no productivo en tiempo productivo, que repercute en un incremento de la capacidad de producción y de la productividad de un proceso en una planta industrial [13].

Fase 2: Conversión de las actividades internas a externas

Posterior a separar y evaluar las actividades internas (que no agregan valor) se establecieron como actividades externas, detallándose el tiempo para cada una de ellas en cada etapa del proceso y que pueden realizarse de manera paralela en la fabricación de la banda transportadora.

En este sentido esta fase de la técnica SMED tiene beneficios y aspectos positivos en las empresas, ya que se genera mejores procedimientos y la obtención de indicadores de productividad positivos al aprovechar al máximo todos los recursos necesarios [14].

Fase 3: Optimización del proceso de fabricación

La reducción del tiempo estándar en la fabricación de máquina banda transportadora, se logró en base a las recomendaciones y establecimientos de metas que parten de la aplicación del SMED.

3. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Secuencia de operaciones y tiempo total utilizado

La secuencia de las operaciones del proceso en estudio es fabricación de eje motriz, fabricación de eje conductor, proceso en la CNC, fabricación de bocines, torneado de bocines, corte de rodillos, fabricación de platinas para artesa, fabricación de banda transportadora fija, proceso de pintura, montaje de tablero eléctrico y ensamblaje final de máquina, correspondientes a la fabricación de la máquina banda transportadora

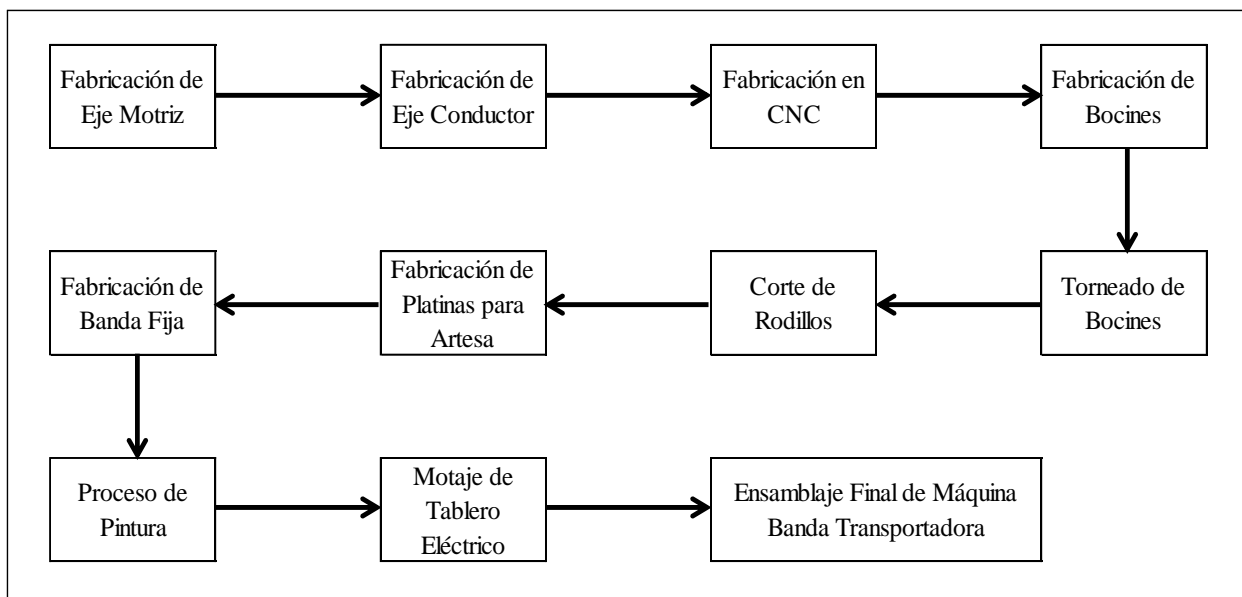


Figura 2. Secuencia de operaciones fabricación banda transportadora.

Se evidenció a través de los diagramas de flujos realizados que el total del tiempo total utilizado para el proceso de fabricación es de 80901 segundos (22 horas, 28 minutos y 21 segundos), este tiempo es requerido por 114 actividades de operación, 24 actividades de transporte, 10 actividades de control, 6 esperas y 2 almacenamientos, con una distancia total recorrida de 1339,70 metros; se observó que existe un total de 35 actividades que no agregan valor al proceso con un tiempo de 10062 segundos (2 horas, 47 minutos y 42 segundos), con lo anterior se establece que el 12.44 % del tiempo requerido es utilizado por actividades que no agregan valor al proceso.

Tabla 1. Resumen flujo de proceso fabricación banda transportadora

Resumen	Actual		Propuesto		Tarea:	CONSTRUCCIÓN MÁQUINA BANDA TRANSPORTADORA
	Cantidad	Tiempo (Seg.)	Cantidad	Tiempo (Seg.)		
○ Operación	114	70454			Personal	□

Tiempo estándar

Tabla 2. Resultados tiempo estándar proceso fabricación banda transportadora

Tiempos	Procesos / Actividades / Elementos realizados											Total
	Fabricación Eje Motriz	Fabricación Eje Conductor	Fabricación en CNC	Fabricación de Bocines	Torneado de Bocines	Corte de rodillos	Fabricación de Platinas Artesa	Fabricación de Banda Fija	Pintura	Montaje de Tablero Eléctrico	Ensamblaje final Banda Transportadora	
Tiempo estándar en segundos	7965	908	1516	3357	2708	1050	2095	44984	11627	6543	9707	92459,59
Tiempo estándar en minutos	132,75	15,13	25,27	55,95	45,13	17,5	34,92	749,33	193,78	109,5	161,78	1541,04
Tiempo estándar en horas	2,2125	0,2522	0,4211	0,9325	0,7522	0,2917	0,5819	12,4956	3,2297	1,8175	1,6964	24,68
Número de actividades	21	7	4	5	11	6	22	60	7	7	6	156,00
Número de actividades con bajo desempeño	10	3	1	3	7	4	6	33	3	3	3	76,00
Porcentaje de actividades con bajo desempeño	47,62%	42,86%	25,00%	60,00%	63,64%	66,67%	27,27%	55,00%	42,86%	42,86%	50,00%	48,72%
Tiempo en segundos de actividades con bajo desempeño	335	46	12	199	130	63	113	2626	331	56	418	4328,73
Tiempo en minutos de actividades con bajo desempeño	5,58	0,77	0,21	3,31	2,17	1,06	1,89	43,77	5,51	0,93	6,96	72,15
Porcentaje del tiempo total de actividades con bajo desempeño	4,20%	5,06%	0,81%	5,92%	4,80%	6,04%	5,40%	5,84%	2,84%	0,85%	4,30%	4,68%

24.68 horas); se observa que, de las 156 actividades ejecutadas en todo el proceso, 76 actividades (48,72 %) se realizan con un desempeño bajo del 90 % y 95 %. Con respecto al tiempo

improductivo de las actividades realizadas con bajo desempeño (4328,73 segundos) que representa el 4,68 % del tiempo total; se evidencia también que del tiempo de las actividades con bajo desempeño el 60,67 % corresponden al proceso o actividad de la fabricación de la banda fija.

Evaluación y conversión de actividades internas a externas

Los diagramas de flujo evidenciaron diferentes actividades que no agregan valor al proceso de fabricación de banda transportadora, lo que representa desperdicios para la empresa; se evaluaron estas actividades y se consideran como internas en el proceso para posteriormente establecerlas como externas. En tabla 3 en base al tiempo estándar se muestra las actividades y tiempos de las actividades que pueden convertirse a externas, ya que pueden realizarse de manera paralela en la fabricación de la banda transportadora, obteniendo un total de 11820 segundos.

Tabla 3. Evaluación y conversión de actividades internas convertidas a externas

Nº	Actividad o proceso	Número de actividades internas convertidas a externas	Tiempo (segundos) de las actividades internas convertidas a externas
1	Fabricación Eje Motriz	4	824
2	Fabricación Eje Conductor	0	0
3	Fabricación en CNC	2	321
4	Fabricación de Bocines	1	646
5	Torneado de Bocines	1	27
6	Corte de rodillos	0	0
7	Fabricación de Platinas Artesa	4	107
8	Fabricación de Banda Fija	20	8856
9	Pintura	1	368
10	Montaje de Tablero Eléctrico	2	671
11	Ensamble final	0	0
Total		35	11820

Optimización del proceso

En la tabla 4 se aprecia que con la conversión de las actividades internas a externas el tiempo estándar en la fabricación de la banda transportadora se reduce en 11820 segundos, en este sentido el nuevo tiempo estándar para la fabricación de la banda es de 80640 segundos (22 horas con 24 minutos).

Tabla 4. Tiempo estándar sin actividades convertidas a externas

Descripción de elementos	Tiempo		
	Segundos	Minutos	Horas
Tiempo total estándar fabricación de banda transportadora antes de SMED	92460	1541,0	25,7
Tiempo total estándar actividades internas convertidas a externas	11820	197	3,3

Siguiendo con la metodología, se consideró un tiempo disponible de labores en la empresa de 22 días por con 10 horas diarias de producción, en este sentido la productividad se ve aumentada de 8.57 unidades por mes a 9.82 unidades por mes, esto representa un aumento del 14.7%, como se muestra la figura 3.

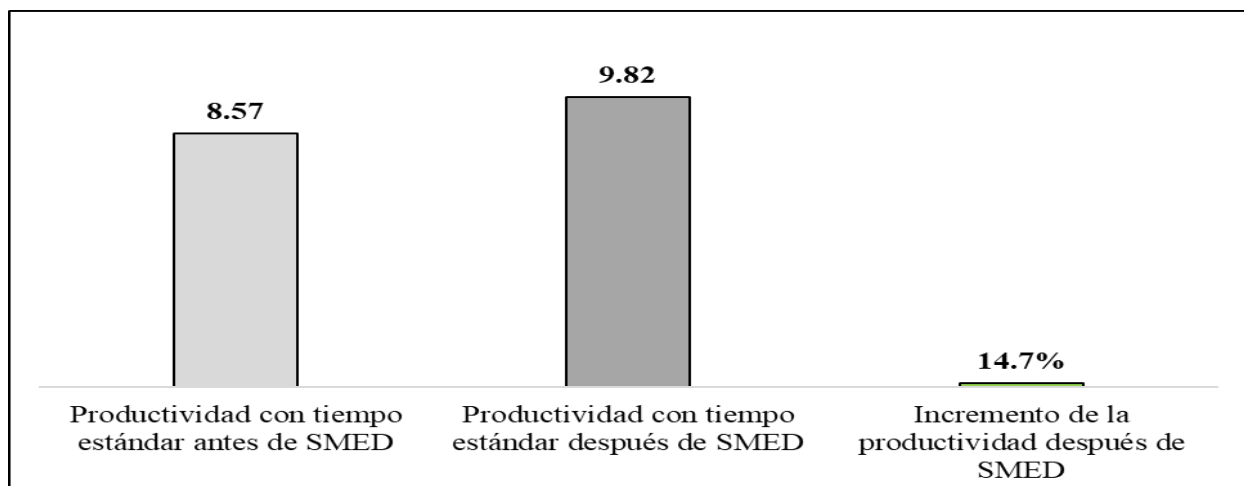


Figura 3. Incremento de la productividad proceso de fabricación banda transportadora

4. CONCLUSIONES

SMED es una técnica efectiva de identificar desperdicio en los procesos como: excesivos movimientos y transportes, retrasos en los ajustes técnicos, falta de conocimiento para hacer ajustes y sobre todo falta de sincronización en la ejecución de las tareas. SMED es una herramienta poderosa y fácil de implementar que crea beneficios significativos que tienen un impacto positivo en los sistemas de producción.

La metodología SMED es una herramienta muy importante para las empresas de hoy; sobrevivir en un mercado en constante evolución requiere niveles de competitividad muy altos, dado que la calidad y la capacidad de entrega de los productos son primordiales para los clientes.

Con la utilización la técnica SMED en la empresa en estudio se evidenció la reducción del tiempo estándar de 25.7 horas a 22.4 horas, esto representa una disminución del tiempo estándar del 12.84%. Además, la productividad del proceso aumentó en un 14.7%.

5. BIBLIOGRAFÍA

- [1] J. García, J. León y J. Nuño, «Propuesta de un modelo de medición de la competitividad mediante análisis factorial,» *Contaduría y Administración*, n° 62, pp. 775-791, 2017.
- [2] M. Fuentes, F. López, D. Atayde y M. Chavarría, «Reducción de tiempo de ciclo del área de corte mediante la aplicación de la técnica smed,» *Culcyt//Ingeniería Industrial*, vol. 13, n° 59, pp. 244-251, 2016.
- [3] R. Hayler y M. Nichols, ¿What is six sigma process management?, Primera ed., McGraw-Hill Educación, 2005.
- [4] L. T. Cervantes Rodríguez, X. Espín Beltrán y R. Guevara Viera, «Metodología lean six sigma para el proceso de fabricación de quesos frescos,» *Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas*, vol. 6, n° 1, pp. 44-58, 2022.
- [5] J. López, «aizen: Filosofía de mejora continua El caso Facusa,» *Ingeniería Industrial*, n° 28, pp. 41-57, 2010.
- [6] J. Martínez, E. Cruz, R. Garrido y A. Santiago, «Reducción de tiempos de espera en el cambio de modelo mediante la aplicación de la herramienta SMED, un caso de estudio,» *Ingeniería Industrial*, vol. 3, n° 8, pp. 21-29, 2019.
- [7] S. Shingo, El sistema de producción Toyota desde el punto de vista de la ingeniería, Tercera ed., Madrid: Tecnologías de Gerencia y Producción, 1993.
- [8] J. Tapia, T. Escobedo, E. Barrón, G. Martínez y V. Estebané, «Marco de referencia de la aplicación de manufactura esbelta en la industria,» *Ciencia y Trabajo*, vol. 19, n° 60, pp. 171-178, 2017.
- [9] J. Liker, The Toyota way: 14 management principles from the world's greatest manufacturer, New York: McGraw-Hill, 2004.
- [10] G. Castillo y L. Zapata, *Análisis de la cadena productiva en el sector metalmecánico ecuatoriano que difunda el potencial exportador en la comunidad andina de naciones*, Quito: Universidad Politécnica Salesiana, 2014.

- [11] E. González, L. Beltrán, A. Cano y A. Valenzuela, «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 Administracion y Finanzas*, vol. 4, n° 12, pp. 16-29, 2017.
- [12] PRO-ECUADOR, *Análisis Sectorial de Metalmecánica*, Quito: Instituto de Promoción de Exportaciones e Inversiones PRO-ECUADOR. Ministerio de Relaciones Exteriores Comercio e Integración. Dirección de Inteligencia Comercial e Inversiones, 2015.
- [13] F. Espin Carbonell, «Técnica SMED. Reducción del tiempo de preparación,» *3 Ciencias*, n° 5, pp. 1-10, 2013.
- [14] A. E. Jama Quezada, *Implementación de SMED y su posible impacto en la productividad de la empresa Escapes Carrión en el cantón de Machala*, Machala: Universidad Técnica de Machala, 2018.