

Mejoramiento del área de preforma en una empresa de suelas mediante la implementación de Mantenimiento Productivo Total en Purísima del Rincón

Improvement of the preform area in a sole company through the implementation of Total Productive Maintenance in Purísima del Rincón

Rosa Trasviña Osorio ¹[0000-0003-0895-2009], Ramiro Frausto Parada ¹[0000-0002-0601-8311],
José Ruiz Tamayo ¹[0000-0002-4837-3696], Luis Fernando Villanueva Jiménez ¹[0000-0002-8411-072X],
Miguel Ángel Rosales Ramírez ¹[0000-0003-0004-7362]

¹Tecnológico Nacional de México / ITS de Purísima del Rincón, Blvd. del Valle 2301, Guardarrayas, 36425 Guanajuato, México.

¹rosa.to@purisima.tecnm.mx, jrfra10@gmail.com, {jose.rt, fernando.vj, miguel.rr}purisima.tecnm.mx

CITA EN APA:

Trasviña Osorio, R. J., Frausto Parada, R., Ruiz Tamayo, J., Villanueva Jiménez, L. F., & Rosales Ramírez, M. A. (2023). Mejoramiento del área de preforma en una empresa de suelas mediante la implementación de Mantenimiento Productivo Total en Purísima del Rincón. *Tesla Revista Científica*, 3(2), e155. <https://doi.org/10.55204/trc.v3i2.e155>

Recibido: 2023-03-04

Revisado: 2023-03-11 al 2023-04-01

Corregido: 2023-04-18

Aceptado: 2023-05-04

Publicado: 2023-05-10

TESLA

Revista Científica
ISSN: 2796-9320



Los contenidos de este artículo están bajo una licencia de Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)

Los autores conservan los derechos morales y patrimoniales de sus obras.

Resumen.

Introducción: El presente estudio se llevó a cabo en una empresa de Purísima del Rincón dedicada a la fabricación de suela a base de EVA moldeada. La empresa pertenece al sector secundario y se encuentra en constante desarrollo, por lo que se han presentado problemas retadores para mantener la calidad en los productos.

Objetivo: De acuerdo con las necesidades de la empresa, el objetivo principal fue disminuir el porcentaje de defectivos, conocidos como segunda de mala calidad. El cumplimiento de este objetivo tiene como consecuencias la reducción de los desperdicios y una mayor rentabilidad del negocio.

Métodos: La investigación tiene un enfoque cuantitativo con alcance aplicativo. Se realizó un análisis del entorno con el objetivo de identificar las variables que repercuten en la suela.

Resultados: La información recolectada permitió definir la problemática con la viabilidad del establecer una propuesta de solución para la empresa y lograr un control en la producción. **Conclusiones:** El área de interés susceptible a mejorar se conoce como preforma. Finalmente, de acuerdo con los tiempos disponibles y la información recabada, se logró implementar un sistema de mantenimiento productivo total en el área de interés con la intención de disminuir en por lo menos un 5% la segunda de suela a base de EVA moldeada.

Palabras Clave: suela, calidad, control, mantenimiento productivo total.

Abstract:

Introduction: This study was carried out in a company in Purísima del Rincón dedicated to the manufacture of soles based on molded EVA. The company belongs to the secondary sector and is in constant development, hence challenging problems have arisen to maintain the quality of the products.

Objective: In accordance with the needs of the company, the main objective was to reduce the percentage of defectives, known as second poor quality. The fulfillment of this objective has as consequences the reduction of waste and greater profitability of the business.

Methods: The research has a quantitative approach with application scope. An analysis of the environment was carried out with the objective of identifying the variables that affect the sole.

Results: The information collected allowed us to define the problem with the feasibility of establishing a solution proposal for the company and achieving control in production.

Conclusions: The area of interest susceptible to improvement is known as preform. Finally, according to the available times and the information collected, it was possible to implement a total productive maintenance system in the area of interest with the intention of reducing by at least at least 5% the second sole based on molded EVA.

Keywords: sole, quality, control, total productive maintenance.

1. INTRODUCCIÓN

México es uno de los diez principales productores de calzado a nivel global (Peters, E. D. & Santillán, L. P., 2020). Las tendencias de la industria del calzado tienen un comportamiento creciente debido a la demanda constante de diferentes modelos por parte de los consumidores. Como parte de los componentes del calzado, se encuentra la suela. Esta pieza está fabricada tradicionalmente a base de cuero, caucho vulcanizado y termoplástico, poliuretano o acetato de vinilo (EVA) (Muthu, S. S. & Li, Y., 2021).

En el presente proyecto, se aborda el estudio de una empresa fabricante de suela de EVA moldeada, la cual inicia como una asociación entre dos personas físicas con el objetivo de producir y abastecer la demanda que tenía cada socio en el municipio de Purísima del Rincón. El negocio cuenta con departamentos tales como: atención al cliente, preforma, moldeado y terminado. El departamento de preforma es el área crítica que requiere control puesto que es una de las etapas del proceso que presenta problemas con las características de calidad especificadas por el cliente.

El panorama competitivo en las empresas se ha modificado de manera extraordinaria debido a la globalización. Las expectativas de los clientes cada vez son más específicas y en este sentido se requiere el cumplimiento de características puntuales de calidad en los productos y/o servicios. En relación con esta idea, la función de la calidad en las empresas de manufactura detona el desarrollo de la competitividad en las organizaciones (Gutiérrez, J. S., *et al*, 2019). Las empresas mexicanas requieren incrementar su competitividad como consecuencia de la globalización, y entre los factores a mejorar se encuentran también los tiempos de entrega y la flexibilidad a los requerimientos de los consumidores.

Como parte del problema a resolver, se requiere de un control sistematizado desde el ingreso del pedido hasta su entrega. El mantenimiento productivo total (MTP) favorece la ejecución de actividades para lograr mayor eficiencia en los procesos productivos. La empresa necesita ser vista desde un enfoque sistémico en donde se conciba la participación de todas las áreas o departamentos, para la creación de procedimientos y metodologías con el objetivo de satisfacer la demanda del mercado. El mantenimiento involucra que la maquinaria esté disponible y en buenas condiciones para evitar en la medida posible su reparación y pérdida de beneficios económicos por fallas y demoras en el proceso productivo (Alfaro, A. P. O., *et al*, 2019).

El mantenimiento preventivo es un esquema de trabajo que asegura la máxima disponibilidad de los equipos e instalaciones para prolongar la vida útil de los bienes y, en consecuencia, la reducción de costos del ciclo de vida. De acuerdo con el Manual del Ingeniero Industrial (Zandin, K. B., 2005), un método de mantenimiento involucra una combinación específica de herramientas, equipos, material, seguridad, condiciones de trabajo y un patrón de movimiento estándar para llevar a cabo una tarea de calidad.

La capacidad de generar nuevas ideas basadas en la realidad actual genera valor a cualquier organización en proceso de cambio. El objetivo de los ingenieros industriales es la mejora y

estandarización de los métodos, lo cual se logra mediante capacitaciones y desarrollo de estándares en las actividades de un proceso. El mejoramiento continuo de las actividades en cualquier industria y su respectivo responsable, se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 1

Mejoramiento continuo y responsable. Fuente: (Zandin, K. B., 2005)

<i>Categoría</i>	<i>Función</i>	<i>Información/acción</i>
<i>Establecer objetivos</i>	<i>Planificador</i>	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Solicitud</i> • <i>Comunicación</i> • <i>Trabajo solicitado</i> • <i>Prioridad</i> • <i>Herramientas</i> • <i>Equipos</i> • <i>Seguridad</i> • <i>Material</i> • <i>Tamaño del equipo de trabajo</i> • <i>Tiempo</i> • <i>Habilidades</i>
<i>Dirigir acción</i>	<i>Supervisor</i>	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Rutina</i> • <i>Volumen adecuado</i> • <i>Programa</i> • <i>Empleado asignado</i> • <i>Instrucciones</i> • <i>Calidad</i> • <i>Comunicación</i>
<i>Medir resultados/ Mejoramiento continuo</i>	<i>Supervisor</i>	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Informe de tiempos</i> • <i>Administración del rendimiento</i> • <i>Análisis de tendencias</i>

La experiencia obtenida a través del trabajo en planta brinda una comprensión cabal de la operación en una organización. Los resultados de un proyecto son producto de un conjunto de actividades organizadas y definidas. En este sentido, es conveniente identificar aquellas que son críticas con el objetivo de establecer un control sobre su ejecución (Yáñez, J., 2017). De acuerdo con (Zaldívar, M. C. & Díaz, A., 2023), existen elementos clave como la planificación, control de insumos y la verificación de los indicadores que deben ser dirigidos a la práctica para su sistematicidad. En este sentido, el mantenimiento tiene importancia en todas etapas pertinentes del proceso de obtención de un producto.

El control industrial abarca áreas administrativas y operativas, y este regula el buen funcionamiento de las actividades en todas las etapas de un proceso para lograr el buen desempeño del personal y lograr tener un control de calidad en los productos (Ortega, M. A. & Coronel, J. C., 2023). La utilidad de las herramientas de control radica en medir o llevar a cabo estudios de los procesos para definir un punto de partida para la implementación de métodos cuantitativos o cualitativos.

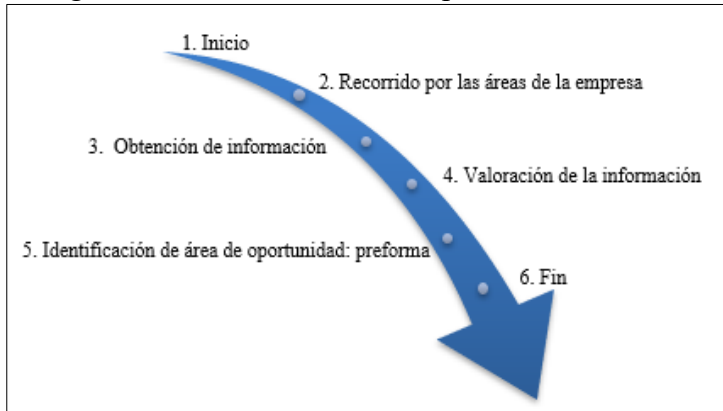
2. METODOLOGÍA

La metodología utilizada presentó un enfoque cuantitativo y aplicativo. A continuación, se muestran las actividades llevadas a cabo en el desarrollo del estudio:

La ejecución de las actividades mencionadas en la Figura 1, favorecieron el aprendizaje para la formulación de la propuesta al problema de estudio en la empresa fabricante de suelas. En cuanto a la solución del problema, este proceso fue llevado a cabo en tres etapas en el área crítica de preforma:

Figura 1

Actividades generales realizadas en la empresa de suela. Fuente: elaboración propia



Etapa 1.- Análisis de proceso de producción del área de preforma.

Se realizó el diagnóstico del departamento de preforma para identificar las herramientas aplicables en la recolección de datos del proceso de producción de suela a base de EVA moldeada. Se detectaron las necesidades en el periodo establecido y se procedió con el diseño de los procedimientos para lograr los objetivos y metas planteadas.

Etapa 2.- Desarrollo de formatos para recabar información.

Se desarrollaron los formatos requeridos para la implementación de un sistema de mantenimiento productivo, con la intención de estandarizar las actividades del proceso con las áreas involucradas.

Etapa 3.- Disminuir el indicador de defectivos en el departamento de preforma.

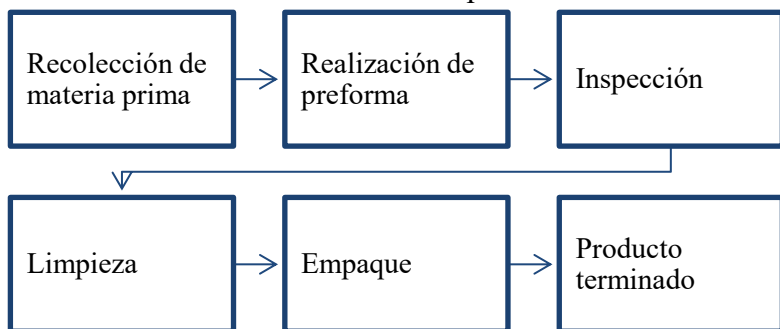
Una vez analizado el proceso de producción de suela a base de EVA moldeada, se buscó disminuir el indicador de defectivo en un 5% y, en consecuencia, reducir el desperdicio de materia prima para lograr una mayor rentabilidad en la empresa.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las actividades que se llevaron a cabo en la primera etapa del proyecto correspondieron al diagnóstico del proceso de producción del área de preforma. Se realizó un recorrido para observar la organización y la estructura del departamento. Con base a este recorrido, se determinó un diagrama de flujo con el objetivo de establecer los procedimientos en el proceso de producción:

Figura 2:

Actividades realizadas en el área de preforma.

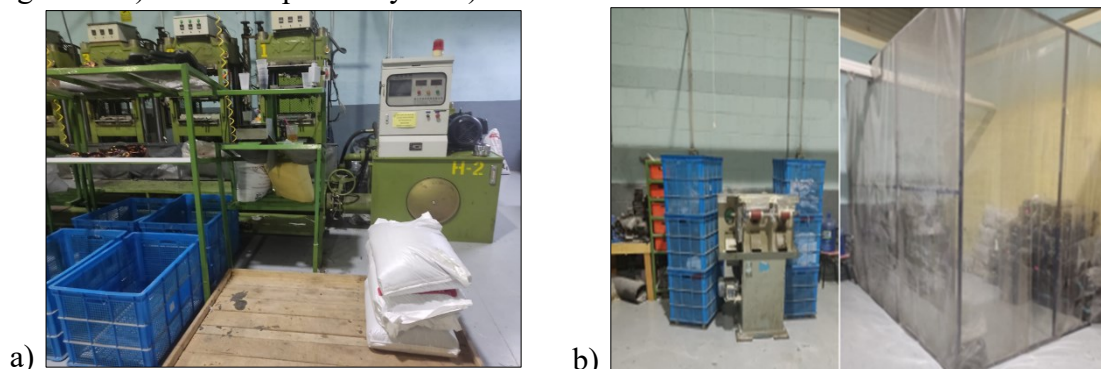


Fuente: elaboración propia

El proceso inicia con la recolección del material en las tarimas por parte de los empleados. En esta actividad se considera la cantidad de materia prima con base a la programación. El prensista pesa el material y prosigue a limpiar el molde presente en la máquina de prensado. Posteriormente, se agrega el material a los moldes y se finaliza con un prensado para obtener la suela. Por último, en una cardadora se retiran los defectos de la preforma y cabe señalar que, incluso si el molde está en aparente excelentes condiciones, la suela sale con manchas y rebabas y esto es considerado normal.

Figura 3:

En las fotografías: a) inicio del proceso y en b) se muestra el área de cardado

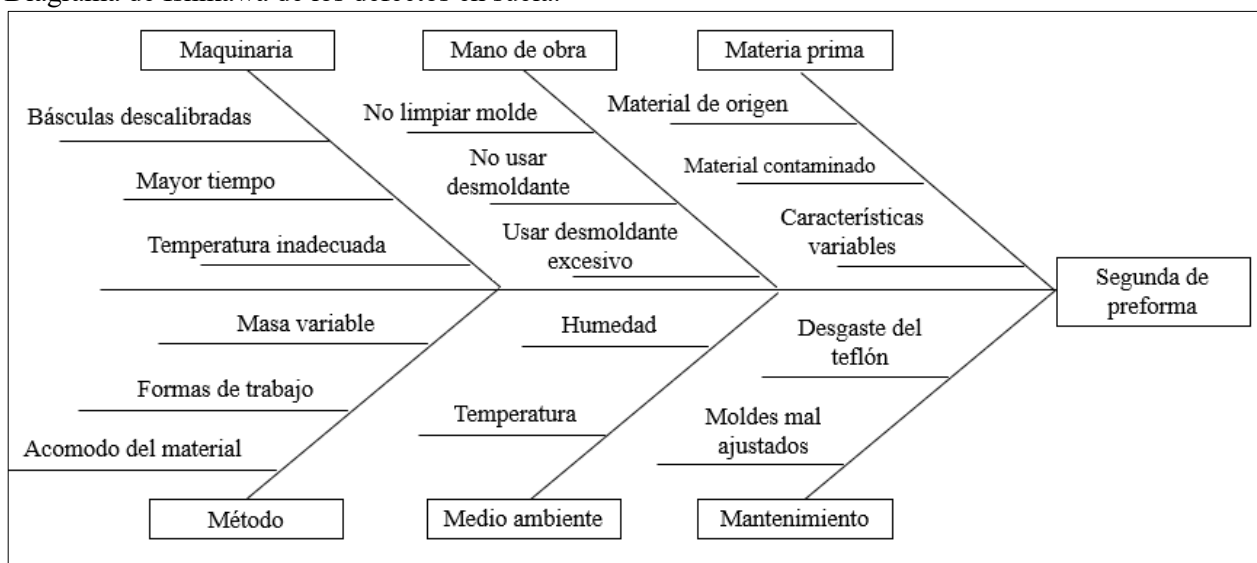


Después de que el empleado termina su actividad, se pasa al área de empaque y se identifica el producto terminado mediante etiquetas con datos de producción. Por último, los lotes son enviados al almacén de producto terminado clasificados por estilo, color, y medida.

Los problemas más recurrentes se presentan en el siguiente diagrama de Ishikawa, en donde se identifican las causas posibles que provocan el defectivo (segunda de preforma) en general:

Figura 4

Diagrama de Ishikawa de los defectos en suela.



Fuente: elaboración propia

Una vez identificadas las posibles causas que originan al problema, se procedió con el diseño de los formatos para proponer un método de estandarización de las actividades pertinentes. De igual importancia, se identificó la carencia de formatos para el control del proceso de producción. Dentro de los

formatos ya establecidos, se observó que no se llevaba un registro de la cantidad de defectivos obtenidos y, por lo tanto, del material desperdiciado.

Finalmente, en la última etapa se cuantificaron y analizaron las causas con mayor incidencia en la fabricación de suela. Los resultados fueron los siguientes:

Tabla 2:

Datos recolectados de las incidencias que provocan la suela defectuosa

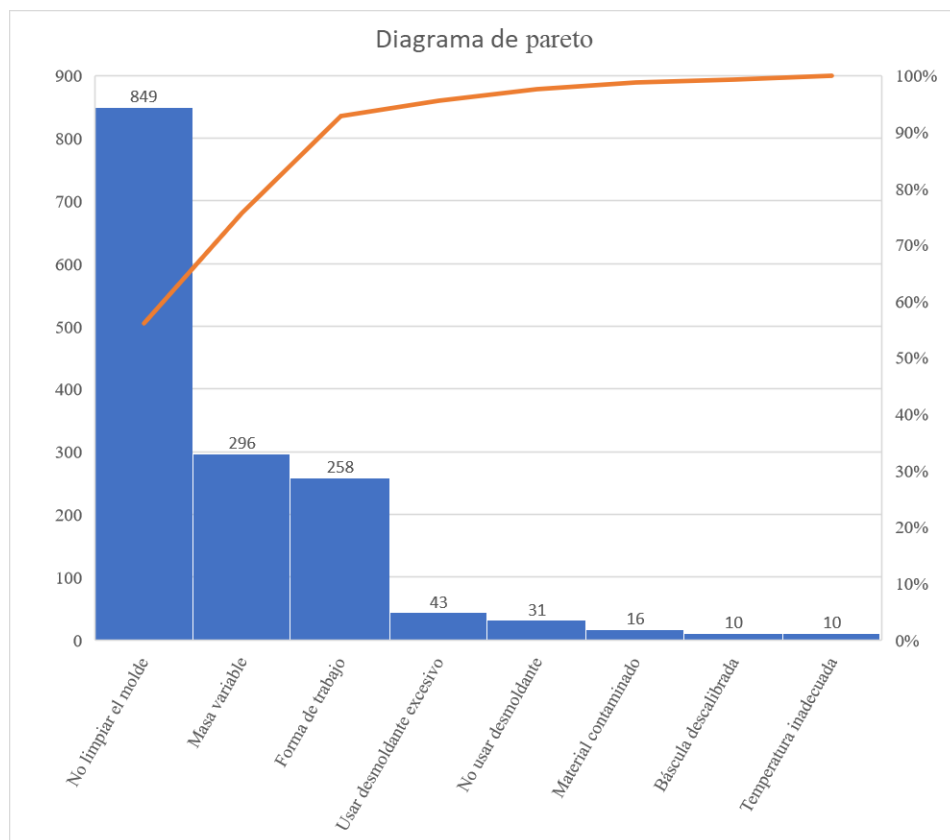
<i>Causas del Diagrama de Ishikawa</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>Porcentaje</i>
<i>No limpiar el molde</i>	849	56.11
<i>Masa variable</i>	296	19.56
<i>Forma de trabajo</i>	258	17.05
<i>Usar desmoldante excesivo</i>	43	2.84
<i>No usar desmoldante</i>	31	2.05
<i>Material contaminado</i>	16	1.06
<i>Báscula descalibrada</i>	10	0.66
<i>Temperatura inadecuada</i>	10	0.66
<i>Total</i>	1513	100.00

De acuerdo con (Acuña, 2019), las actividades que afectan mayormente a la producción son mantenimientos correctivos como consecuencia por la falta de repuestos en las máquinas de operación. El autor señala que la falta de un mantenimiento planificado provoca que las máquinas no estén en condiciones óptimas de operación teniendo como efecto paradas continuas y aleatorias en la producción. De igual manera, el personal de mantenimiento no revisa las condiciones de los moldes antes de pasarlos al área de producción.

En el diagrama de Pareto en la Figura 5, se muestra que las principales causas son debido a la falta de limpieza del prensista y en este sentido, no hay un seguimiento con respecto al personal de mantenimiento y los prensistas para evitar defecto en la suela, puesto que los operadores no validan que el molde se encuentre limpio y, en consecuencia, se sigue produciendo defecto por las malas condiciones del molde.

Figura 5

Diagrama de Pareto de las causas de provocan defecto en la suela. Fuente: elaboración propia



El siguiente problema que se encontró, es que los prensistas manejan diferentes pesos y esto provoca que la preforma salga defectuosa, específicamente que se desborde y se fracture el material del molde. De forma paralela, la falta de estandarización y capacitación trae como consecuencia que los métodos de trabajo de los prensistas sean variables. El impacto de estas dos actividades trae como consecuencia que la programación de los estilos de suela sea afectada, ya que la cantidad estimada para su fabricación es desperdiciada provocando pérdidas económicas para la empresa.

(Anaya, 2020) realizaron planes de mantenimiento identificando aquellas acciones para la evaluación del seguimiento del plan en tiempo y forma. La implementación de técnicas a lo largo del proceso productivo, como capacitaciones, formación y desarrollo de habilidades permitieron alinear las estrategias para el cumplimiento de los objetivos planteados. Dentro de este marco, (Ortega & Coronel, 2022) analizaron los procesos de mejora en una empresa mediante una herramienta diagnóstica con el objetivo de identificar las actividades críticas en la productividad. La implementación de un plan de capacitaciones favoreció un mejor desempeño en las funciones y además lograron concientizar la ejecución de sus actividades de una forma más segura manteniendo la integridad física de los trabajadores.

Por otro lado (Alfaro, *et al.*, 2019) aumentaron la productividad implementando una estrategia de reordenamiento del área de interés para lograr una mejor distribución de los recursos. La consistencia de los resultados de (Alfaro, *et al.*, 2019) con el presente estudio demuestran que un seguimiento continuo de la producción en conjunto con los procedimientos de mantenimiento logró disminuir los errores de parámetros operativos para aumentar la productividad.

Los tres primeros defectos representan aproximadamente más del 80% del problema, y de acuerdo con el principio de Pareto, se deduce que, si se reducen estas causas, se resolverá el problema de defectivo en la suela.

La propuesta de solución fue la siguiente:

1. Se realizó una capacitación a los prensistas en los métodos de trabajo, limpieza del molde y pesaje del material. Las actividades llevadas a cabo en la práctica fueron supervisadas e inspeccionadas por un responsable del área para garantizar el aprendizaje de los empleados.
2. Se implementaron formatos en los cuales se describe el proceso del mantenimiento autónomo en las máquinas utilizadas por parte de cada prensista en el área de preforma, así como del pesaje correcto del material por estilo y tamaño específico de suela.

Por último, la aplicación de formatos de seguimiento, para su utilización como instrumentos de inspección y validación, así como la integración del análisis y las herramientas utilizadas, dio como resultado la siguiente información:

Tabla 3

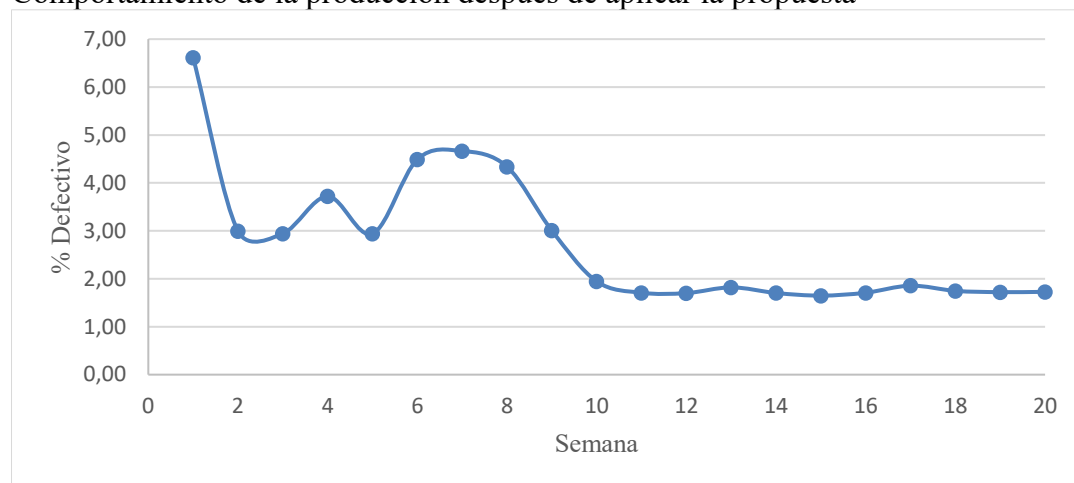
Resumen de la producción del área de preforma

<i>Semana</i>	<i>Producción</i>	<i>Defectivo</i>	<i>% Defectivo</i>
1	22894	1514	6.61
2	22303	668	3.00
3	24764	729	2.94
4	21589	803	3.72
5	26393	776	2.94
6	27589	1239	4.49
7	27048	1262	4.67
8	30239	1312	4.34
9	24125	725	3.01
10	24714	481	1.95
11	22706	388	1.71
12	21864	372	1.70
13	15539	283	1.82
14	17555	299	1.70
15	18859	311	1.65
16	18023	308	1.71
17	20786	386	1.86
18	13161	230	1.75
19	21375	368	1.72
20	18987	328	1.73

(Zaldívar & Díaz, 2023) en su estudio mencionan que las máquinas, equipos y diferentes medios determinan las entradas del proceso productivo, y que, los procedimientos y tecnologías involucradas representan a las salidas de un proceso. En función de lo planteado, el mantenimiento productivo conlleva el análisis de las actividades realizadas a lo largo de un proceso productivo, las condiciones operacionales y el desarrollo de los formatos necesarios para establecer los procedimientos y su posible estandarización.

Figura 6

Comportamiento de la producción después de aplicar la propuesta



De acuerdo con los datos de la Figura 6, se observa un decrecimiento en el porcentaje obtenido de suelas de segunda o mala calidad. Al finalizar el periodo comprendido de veinte semanas efectivas, la cantidad de defectivo disminuyó de 6.61% a 1.73% en el área de preforma. La implementación de la propuesta facilitó la introducción a los cambios en la empresa y solución al problema planteado.

4. CONCLUSIONES

El cumplimiento de la propuesta del MTP requiere el apoyo combinado de un planificador, supervisor y control de la producción. El periodo de implementación de la propuesta fue de veinte semanas efectivas. El área de preforma carecía de control y seguimiento de las actividades realizadas por los trabajadores. La integración de los formatos redujo gradualmente los defectivos de suela en el área de preforma. El alcance de la recuperación de material fue de alrededor de 2 gramos por cada suela fabricada, logrando una disminución de la pérdida económica y la mala calidad por el manejo de diferentes pesos que provocan el desborde y fractura del material en el molde. Los moldes utilizados para la fabricación de estilos con mayor demanda están constantemente inspeccionados por un supervisor para el aseguramiento de las actividades de los prensistas y estandarización de los métodos en la fabricación de suela. El mantenimiento autónomo de los moldes se redujo en más del 5%, logrando bajar el porcentaje de defectivo hasta 1.73% de la producción semanal

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la empresa fabricante de suelas por los recursos brindados de espacio y tiempo para la realización de la investigación y la implementación de la propuesta en la producción de suelas. Así mismo, al Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón por el apoyo y seguimiento del proyecto de manera oportuna.

FINANCIACIÓN

Los autores no recibieron financiación para el desarrollo de la presente investigación.

CONFLICTO DE INTERESES

Los Autores declaran que no existe conflicto de intereses

CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA

En concordancia con la taxonomía establecida internacionalmente para la asignación de créditos a autores de artículos científicos (<https://credit.niso.org/>). Los autores declaran sus contribuciones en la siguiente matriz:

	Rosa Trasviña Osorio	Ramiro Frausto Parada	José Ruiz Tamayo	Luis Fernando Villanueva Jiménez	Miguel Ángel Rosales Ramírez
Participar activamente en:					
Conceptualización	X	X			X
Análisis formal	X		X		
Adquisición de fondos	X				
Investigación	X		X	X	
Metodología	X	X			
Administración del proyecto	X				X
Recursos	X	X			X
Redacción –borrador original	X	X		X	
Redacción –revisión y edición	X		X	X	
La discusión de los resultados	X	X	X	X	X
Revisión y aprobación de la versión final del trabajo.	X	X	X	X	X

RECONOCIMIENTO A REVISORES:

La revista reconoce el tiempo y esfuerzo del editor de sección Carlos Ramiro Peñafiel Ojeda PhD., y de revisores anónimos que dedicaron su tiempo y esfuerzo en la evaluación y mejoramiento del presente artículo.

REFERENCIAS

- Acuña Peña, B. (2019). Propuesta de mejora para la gestión de mantenimiento mediante la aplicación de herramientas del mantenimiento productivo total (TPM) en el área de tejeduría en una empresa textil. DOI: <http://doi.org/10.19083/tesis/651599>
- Alfaro, A. P. O., Sarmiento, J. J. Y., & Huallpachoque, R. C. C. (2019). Implementación del Mantenimiento Productivo Total en la mejora de la productividad y mantenibilidad del proceso de harina de pescado. *INGnosis*, 5(2), 126-138. DOI: <https://doi.org/10.18050/ingnosis.v5i2.2334>
- Anaya Vega, G. G. (2020). *Diseño de la propuesta de implementación de un sistema de mantenimiento productivo total TPM para la Empresa Colombiana de Cementos SAS en la región de Rio Claro-Antioquia* (Master's thesis, Universidad EAN). <http://hdl.handle.net/10882/10058>
- Depestre, L. O. L. (2012). Del Mantenimiento Correctivo al Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad. *Revista Centro Azúcar*, 39(3). http://centrozucar.uclv.edu.cu/index.php/centro_azucar/article/view/341
- García Alcaraz, J. L. (2011). Factores relacionados con el éxito del mantenimiento productivo total. *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia*, (60), 129-140. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43021583012>
- García Alcaraz, J. L., Romero González, J., & Noriega Morales, S. A. (2012). El éxito del mantenimiento productivo total y su relación con los factores administrativos. *Contaduría y administración*, 57(4), 173-196. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0186-10422012000400009&lng=es&tlng=es.

- Gutiérrez, J. S., Ávila, G. V., & Maciel, J. P. (2019). Mejoramiento de la Productividad en Pymes de la Industria Manufacturera del Vestido, aplicando Manufactura Esbelta. Los sistemas de calidad en las operaciones fomentando la competitividad de las empresas, Guadalajara, Fondo Editorial Universitario, 72.
- Mateo Martínez, R. (2016). *Propuesta y validación de un modelo integrador de implantación del Mantenimiento Productivo Total (TPM). Aplicación en una empresa industrial* (Doctoral dissertation, Universitat Politècnica de València). <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=115625>
- Muthu, S. S., & Li, Y. (2021). The environmental impact of footwear and footwear materials. Handbook of footwear design and manufacture, 305-320. DOI: [10.1533/9780857098795.3.266](https://doi.org/10.1533/9780857098795.3.266)
- Ortega Blanco, M. A., & Coronel Robayo, J. C. (2022). Diseño e implementación de un sistema de mejora de la productividad para la empresa E&M suelas, 2021-2022, Bucaramanga, Santander. <http://repositorio.uts.edu.co:8080/xmlui/handle/123456789/11582>
- Peters, E. D., & Santillán, L. P. (2020). Nuevas condiciones, retos y oportunidades de la cadena del calzado en México post-Covid 19. <https://dusselpeters.com/279.pdf>
- Sanchis, R., Poler, R., Mula, J., & Peidro, D. (2010, October). Análisis del Impacto del Mantenimiento Productivo Total en la Fabricación de Alto Rendimiento. In *4th International Conference On Industrial Engineering and Industrial Management* (pp. 1177-1186). <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8671500>
- Yáñez Rivera, J. (2017). Innovación y transferencia tecnológica para ingenieros.
- Zaldívar, M. C., & Díaz, A. (2023). Aplicación de la reingeniería en la gestión del diseño en el mantenimiento industrial. *A3manos-Revista de la Universidad Cubana de Diseño*, 10(19). <https://a3manos.isdi.co.cu/index.php/a3manos/article/view/329>
- Zandin, K. B. (2005). MAYNARD Manual del Ingeniero Industrial. Tomo II. Mc Graw Hill. 5a. edición. México.