



Ciencia Latina
Internacional

Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), septiembre-octubre 2024,
Volumen 8, Número 5.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i5

**IDENTIFICACIÓN Y REDUCCIÓN DE
TIEMPOS MUERTOS COMO ESTRATEGIA
DE PRODUCTIVIDAD EN LA INDUSTRIA
METAL-MECÁNICA**

**IDENTIFICATION AND REDUCTION OF DOWNTIME
AS A PRODUCTIVITY STRATEGY IN THE
METALWORKING INDUSTRY**

Ingrid Liliana Hernandez Ledezma
Instituto Tecnológico de Matamoros, México

Zehila Castillo Treviño
Instituto Tecnológico de Matamoros, México

Apolinar Zapata Reboloso
Instituto Tecnológico de Matamoros, México

Claudio Alejandro Alcalá Salinas
Instituto Tecnológico de Matamoros, México

DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i5.14726

Identificación y Reducción de Tiempos Muertos como Estrategia de Productividad en la Industria Metal-Mecánica

Ingrid Liliana Hernandez Ledezma¹
m22206832@matamoros.tecnm.mx
<https://orcid.org/0009-0003-0162-5758>
TecNM/Instituto Tecnológico de Matamoros
México

Zehila Castillo Treviño
zehila.ct@tecnm.mx
<https://orcid.org/0009-0009-6733-536X>
TecNM/Instituto Tecnológico de Matamoros
México

Apolinar Zapata Reboloso
apolinar.zr@matamoros.tecnm.mx
<https://orcid.org/0000-0003-2590-8368>
TecNM/Instituto Tecnológico de Matamoros
México

Claudio Alejandro Alcalá Salinas
claudio.as@matamoros.tecnm.mx
<https://orcid.org/0000-0001-9441-7971>
TecNM/Instituto Tecnológico de Matamoros
México

RESUMEN

Esta investigación se enfoca en la mejora de la productividad en la operación de soldadura de una empresa metal-mecánica en H. Matamoros, Tamaulipas, mediante la identificación y reducción de tiempos muertos. Reconociendo la importancia crítica de la soldadura en la fabricación de productos metálicos, se llevó a cabo un análisis exhaustivo que abarcó todas las etapas del proceso, teniendo en cuenta tanto factores cuantitativos como cualitativos. Se adoptó un enfoque metodológico mixto que incluyó la recopilación de datos sobre los tiempos de inactividad y la aplicación de herramientas como el diagrama de Pareto, lo que permitió identificar las incidencias más significativas. Como resultado de las acciones correctivas implementadas, se logró una notable reducción de los tiempos muertos en la operación de soldadura, lo que se tradujo en un incremento de la productividad. Los hallazgos obtenidos evidencian la efectividad de las medidas adoptadas, destacando la importancia de la mejora continua y la optimización de procesos para alcanzar un rendimiento operativo más eficiente. Esta investigación resalta la necesidad de un enfoque proactivo en la gestión de ineficiencias, promoviendo un entorno de trabajo más productivo y rentable en el sector metal-mecánico.

Palabras clave: productividad, tiempos muertos, mejora continua

¹ Autor principal
Correspondencia: m22206832@matamoros.tecnm.mx

Identification and Reduction of Downtime as a Productivity Strategy in the Metalworking Industry

ABSTRACT

This research focuses on improving productivity in the welding operation of a metalworking company in H. Matamoros, Tamaulipas, through the identification and reduction of downtime. Recognizing the critical importance of welding in the manufacturing of metal products, a comprehensive analysis was conducted that encompassed all stages of the process, considering both quantitative and qualitative factors. A mixed-methods approach was adopted, which included the collection of data on downtime and the application of tools such as the Pareto diagram, allowing for the identification of the most significant incidents. As a result of the corrective actions implemented, a notable reduction in downtime during the welding operation was achieved, leading to an increase in productivity. The findings obtained demonstrate the effectiveness of the adopted measures, highlighting the importance of continuous improvement and process optimization in achieving more efficient operational performance. This research underscores the need for a proactive approach to managing inefficiencies, fostering a more productive and profitable work environment in the metalworking sector.

Keywords: productivity, downtime, continuous improvement

Artículo recibido 15 septiembre 2024

Aceptado para publicación: 20 octubre 2024



INTRODUCCIÓN

La industria metalmecánica a nivel nacional ha registrado un crecimiento destacado, representando aproximadamente el 15% del producto interno bruto nacional y consolidándose como un sector fundamental en la economía. Este sector es clave en la cadena productiva, ya que suministra maquinaria, bienes de consumo y herramientas metálicas a múltiples industrias. Con más de 22 mil empresas, desde pequeñas fábricas hasta grandes corporaciones, el sector metalmecánico no solo genera empleo, sino que también impulsa la innovación tecnológica en México, contribuyendo significativamente al desarrollo económico del país (AMG, 2023).

Para las pequeñas y medianas empresas del sector, uno de los principales retos es cumplir con los requisitos técnicos del mercado, lo cual limita su competitividad. En conjunto, estos hallazgos sugieren que la calidad y la productividad están fuertemente conectadas y se impulsan mutuamente (Becerril et al., 2019).

En los procesos productivos, el tiempo es crucial: cada segundo importa, y cualquier parada o interrupción afecta la eficiencia y rentabilidad. Los tiempos muertos son esos períodos de inactividad en el sistema de producción, durante los cuales la operación se detiene y no se generan productos, lo que conlleva pérdidas directas. Reducir estos tiempos es fundamental para optimizar la productividad y minimizar los costos en cualquier industria (Altertecnica, 2018).

Los tiempos muertos en producción pueden ser causados por diversos factores, incluyendo mantenimiento no planificado, falta de planificación y programación, problemas de suministro de materiales, y capacitación insuficiente del personal. También influyen fallos en la cadena de suministro, problemas de calidad, cambios frecuentes en la configuración de la maquinaria y fallas en la gestión del inventario. Identificar estos elementos es fundamental para implementar estrategias efectivas de mejora continua y minimizar los lapsos inactivos en la producción (Automaticatech, 2024).

El desarrollo de las empresas de servicios o manufactura generalmente sigue un proceso evolutivo en la manera en que se diseñan y establecen, y, al comenzar a operar, deben ajustarse continuamente a los cambios que las hacen madurar y ser competitivas. Estos ajustes son acciones de corrección, prevención, mejora o innovación ante las situaciones a las que se enfrentan.



En todo negocio, sea una empresa de transformación o bien de servicios, existe una serie de insumos que se resume en seis grandes grupos básicos: mano de obra, materiales, métodos, maquinas, medio ambiente y mediciones. Es importante reconocer que son muy diferentes entre ellas, pero tienen algún en común; el dinero (Socconini, 2013). La metodología Lean Manufacturing contribuye a disminuir los tiempos muertos en la producción al enfocarse en la eliminación de desperdicios y la optimización de procesos. Al identificar y erradicar los siete tipos de desperdicios, como los tiempos de espera y el exceso de inventario, se reduce el tiempo que los trabajadores pasan inactivos. Además, la metodología promueve un flujo continuo de trabajo, lo que facilita la ejecución secuencial de las operaciones sin interrupciones. También fomenta la capacitación del personal y la implementación de un mantenimiento preventivo, lo que permite abordar problemas de manera proactiva y evitar fallas en la maquinaria. En conjunto, estas prácticas generan un entorno de trabajo más eficiente, donde los tiempos muertos se minimizan y la productividad se maximiza (International Lean Six Sigma, 2024).

Otra herramienta eficaz para reducir tiempos muertos es el diagrama de Pareto, un gráfico de barras que organiza las categorías de datos de mayor a menor frecuencia o costo, con una línea que muestra el porcentaje acumulado. Esta visualización ayuda a identificar rápidamente las causas principales que requieren atención prioritaria; está asociado con la regla 80/20, que sugiere que el 80% de los problemas provienen del 20% de las causas. Sin embargo, esta regla es solo una referencia que destaca cómo unas pocas categorías concentran la mayor parte del impacto total (Garro, 2017). La implementación de un análisis y estudio de los movimientos que constituyen una operación, para mejorar el patrón de movimiento mediante la eliminación de los movimientos no eficientes y la reducción de los eficientes (Niebel & Freivalds, 2009). El concepto de productividad se refiere a la relación entre los resultados obtenidos y los recursos empleados para lograrlos. Aumentarla implica mejorar los resultados usando eficientemente los recursos disponibles, como trabajadores, tiempo o maquinaria (Gutiérrez Pulido, 2010).

En un entorno industrial cada vez más exigente, las empresas deben optimizar sus procesos para satisfacer la demanda del mercado y mantener costos operativos bajos. La soldadura, siendo un componente esencial en la fabricación de productos metálicos, representa una fuente significativa de ineficiencia si no se gestionan adecuadamente los tiempos muertos.



Al abordar este tema, la empresa no solo mejora su productividad y calidad, sino que también fomenta un ambiente de trabajo más ágil y proactivo. Esto se traduce en una mayor satisfacción del cliente, mejores márgenes de beneficio y una posición más sólida en el mercado, lo que es vital para el crecimiento y la sostenibilidad a largo plazo.

Esta investigación tiene como objetivo identificar y analizar los tiempos muertos dentro de la operación de soldadura para implementar estrategias que mejoren la productividad en este proceso crítico. Se realiza un estudio exhaustivo que mapea cada etapa de la operación de soldadura, analizando factores como esperas, paradas de mantenimiento, falta de estandarización y movimientos innecesarios. Este análisis permite identificar áreas de mejora y establecer una base para implementar prácticas más eficientes.

La hipótesis general de esta investigación plantea que identificar y reducir los tiempos muertos en la operación de soldadura mejora la productividad de la empresa metal-mecánica. En particular, se propone que la implementación de metodologías de mejora continua, como Lean Manufacturing, contribuye a disminuir los tiempos de espera, permitiendo que los trabajadores se concentren más en sus tareas. Además, la estandarización de procedimientos busca optimizar el flujo de trabajo al garantizar que todos sigan los mismos pasos, reduciendo así la variabilidad y las confusiones. Por último, se enfatiza la importancia de la capacitación continua del personal, que no solo mejora las habilidades de los operarios, sino que también los involucra en el proceso de mejora. Esto crea un ambiente de trabajo colaborativo donde cada empleado se siente valorado y parte fundamental del éxito de la empresa.

METODOLOGÍA

En esta investigación, se utiliza un enfoque cuantitativo mediante el diagrama de Pareto para identificar y reducir los tiempos muertos en la operación de soldadura, permitiendo recolectar datos numéricos claros y objetivos. Este método facilita la medición precisa de los tiempos y el análisis estadístico de las ineficiencias. A través de la observación directa y el cronometraje, se establece una base de datos sólida que permite comparar los tiempos muertos antes y después de las mejoras. Para complementar este enfoque, se incorpora un enfoque cualitativo mediante entrevistas y encuestas a los soldadores y supervisor del área, lo que ofrece una comprensión más profunda de las causas subyacentes de los



tiempos muertos. Al escucharlos, identificamos tanto problemas visibles como aspectos menos evidentes. Al combinar estos dos enfoques, logramos un estudio más completo que no solo cuantifica ineficiencias, sino que también las contextualiza en la realidad laboral, lo que resulta fundamental para implementar mejoras significativas en el entorno de trabajo. En este caso, busca identificar áreas de mejora en los procesos de producción de la empresa para aumentar la productividad y reducir costos operativos.

La investigación de campo se enfoca en recolectar y registrar datos sobre el tema de estudio, utilizando principalmente la observación y la interrogación (Baena, 2014). Por lo tanto, esta investigación se considera de tipo campo porque se recopilan datos directamente en el área de operación de soldadura.

La investigación descriptiva se enfoca en detallar las características y comportamientos de un fenómeno, centrandó su análisis en el "qué" sin considerar el "por qué" (Arellano, 2023). La presente investigación se considera descriptiva porque permite identificar y describir los tiempos muertos y las ineficiencias en la operación de soldadura mediante la recopilación de datos cuantitativos.

La población de esta investigación se encuentra en una empresa del ramo metal-mecánico en la ciudad de H. Matamoros, Tamaulipas, donde se realizó el estudio de tiempos y movimientos. Esta empresa está dividida en cuatro estaciones de trabajo que operan con cuatro soldadores, en las cuales se producen 12 números de parte diferentes.

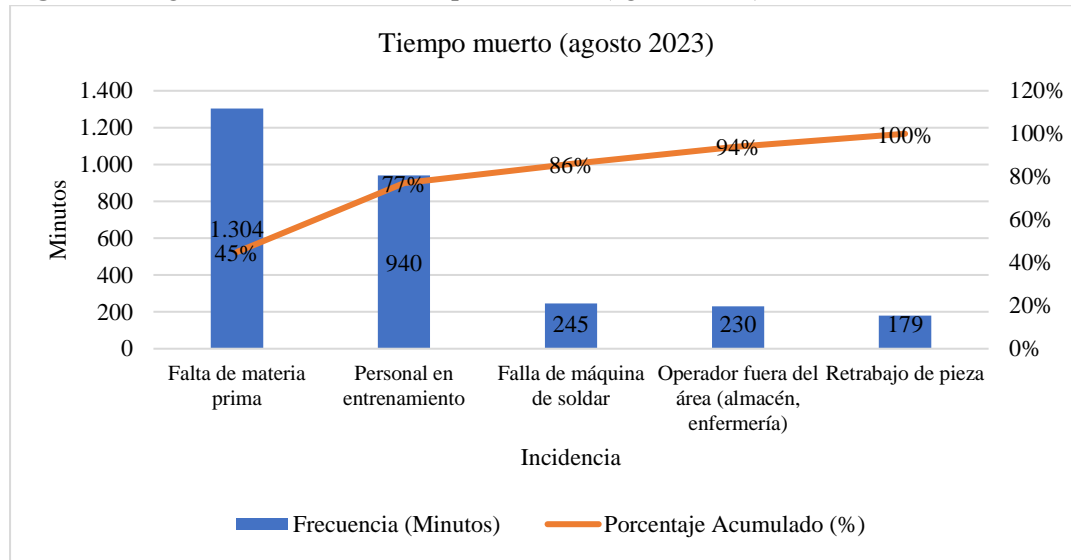
En este estudio, se recopilan los tiempos muertos utilizando los reportes diarios de producción. Este enfoque permite obtener una visión detallada del rendimiento diario de la operación. Posteriormente, los datos se ingresan en una base de datos en Excel para su análisis, y se elabora un diagrama de Pareto. Este diagrama no solo facilita visualizar las causas principales de los tiempos muertos, sino que también ayuda a identificar las incidencias más significativas que afectan la productividad del proceso. Al enfocarse en las áreas críticas, la empresa puede priorizar las acciones correctivas, optimizando recursos y mejorando la eficiencia operativa. Además, esta metodología fomenta una cultura de mejora continua, en la que cada miembro del equipo puede contribuir a la identificación y resolución de problemas, creando así un entorno de trabajo más colaborativo y proactivo.



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

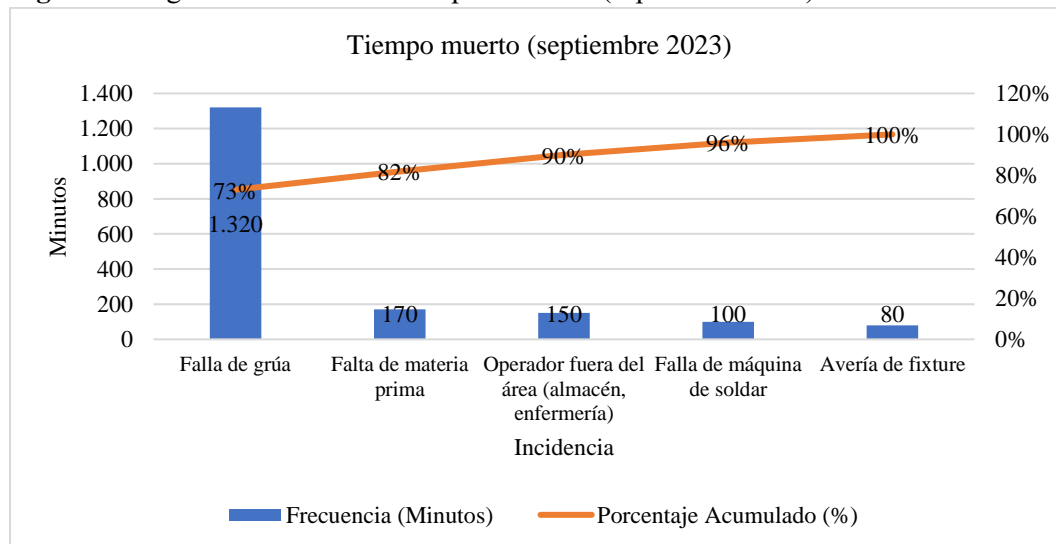
A continuación, se presentan los resultados obtenidos de la investigación de identificación de tiempos muertos en la empresa de ramo metal-mecánico: El diagrama de Pareto de tiempos muertos en agosto de 2023 identifica la falta de material 45% y el personal en entrenamiento 32% como las principales causas que impactan la productividad, permitiendo priorizar acciones correctivas en estas áreas.

Figura 1 Diagrama de Pareto de tiempos muertos (agosto 2023).



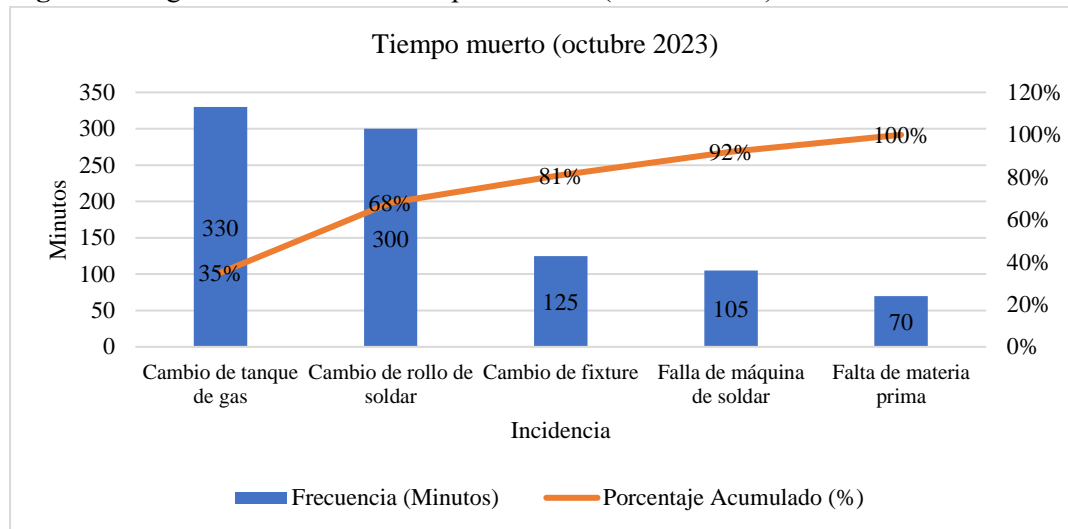
En septiembre, la incidencia más recurrente fue la falla de la grúa, que alcanzó un 73%, afectando considerablemente los tiempos de operación.

Figura 2 Diagrama de Pareto de tiempos muertos (septiembre 2023).



En octubre, las interrupciones se debieron principalmente al cambio de tanque de gas, que representó un 35%, y al cambio de rollo de soldar, con un 32%.

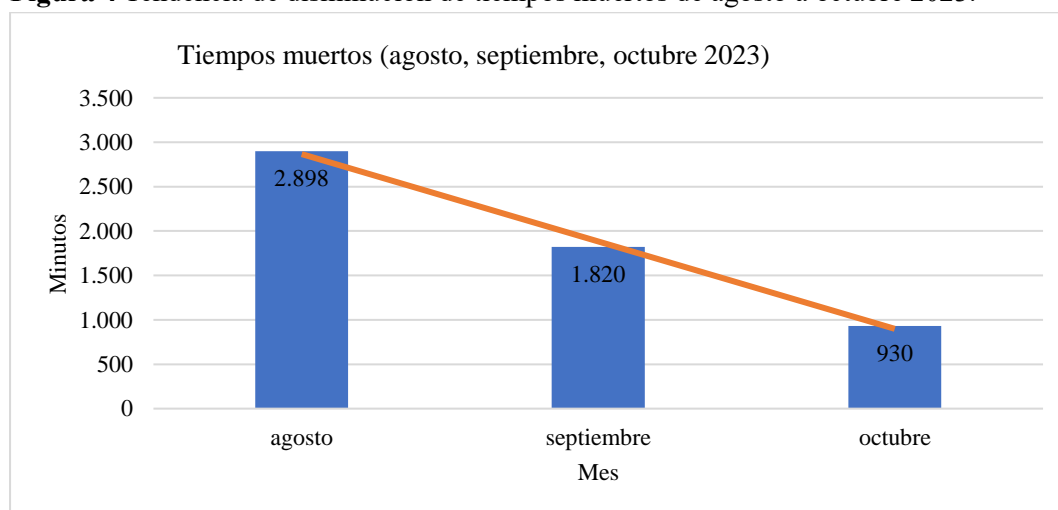
Figura 3 Diagrama de Pareto de tiempos muertos (octubre 2023).



Estos datos reflejan cómo la identificación y reducción de estos tiempos muertos, según la hipótesis general de la investigación, pueden ser clave para mejorar la productividad en la operación de soldadura dentro de la empresa metal-mecánica.

Con base en estos hallazgos, se realizaron acciones correctivas para atacar las causas más relevantes. Entre las principales acciones tomadas son la implementación de estrategias para puntos de requisición de materia prima disminuyendo la falta de material lo cual se observó como una incidencia mayor en el mes de agosto, en el mes de septiembre la incidencia mayor fue la falla de grúa, donde se estableció un programa regular de mantenimiento preventivo para inspeccionar, limpiar y lubricar las partes de la grúa y un sistema de bypass para eliminar el cambio de tanque de gas que fue la incidencia de mayor impacto en el mes de octubre 2023.

Figura 4 Tendencia de disminución de tiempos muertos de agosto a octubre 2023.



El gráfico anterior muestra una clara tendencia a la disminución de los tiempos muertos en los meses analizados. En agosto, los tiempos alcanzaron un total de 2,898 minutos, lo que indica un nivel elevado de improductividad. Sin embargo, en septiembre, se observó una reducción considerable a 1,820 minutos, lo que representa una disminución del 37%. Esta tendencia continuó en octubre, donde los tiempos muertos se redujeron aún más a 930 minutos, logrando una disminución del 49% en comparación con septiembre. En conjunto, estos datos reflejan la efectividad de las acciones correctivas implementadas para mejorar los procesos y la productividad, destacando un progreso significativo hacia la optimización de los tiempos de producción.

Como resultado de las acciones correctivas, los tiempos muertos se redujeron en un 68% respecto al total registrado y se obtuvo un aumento en la productividad al 81% en la operación de soldadura de aros.

La presente investigación ha demostrado que la identificación y reducción de los tiempos muertos en la operación de soldadura es fundamental para mejorar la productividad en la industria metal-mecánica. Los datos obtenidos reflejan una disminución significativa en la improductividad tras la implementación de acciones correctivas, lo cual reafirma la validez de aplicar metodologías como la mejora continua y el uso de herramientas de análisis de causas, como el diagrama de Pareto. Estas intervenciones no solo optimizan el rendimiento operativo, sino que también promueven la estandarización de procesos, lo cual es esencial para mantener la competitividad en el sector.

Desde una perspectiva teórica, el enfoque de mejora continua propuesto por *Lean Manufacturing* demuestra ser una herramienta eficaz para abordar ineficiencias sistémicas, al permitir que la empresa responda rápidamente a los desafíos operativos sin incurrir en mayores costos. La reducción de variabilidad en los procedimientos y la capacitación constante del personal han sido elementos clave para alcanzar estos resultados, alineándose con las premisas de la ingeniería de métodos y la optimización del uso de recursos.

No obstante, este estudio deja planteadas algunas interrogantes sobre la sostenibilidad a largo plazo de las mejoras implementadas. Aunque se ha logrado una notable disminución de los tiempos muertos, será necesario realizar estudios de seguimiento para evaluar si las acciones correctivas mantienen su eficacia con el paso del tiempo o si surgen nuevas causas de ineficiencia.



Además, futuros investigadores podrían ampliar este análisis explorando cómo la integración de tecnologías más avanzadas, como la automatización, podría complementar las estrategias de mejora ya aplicadas.

CONCLUSIONES

El artículo enfatiza la importancia de optimizar los procesos en la industria metalmeccánica, enfocándose en la identificación y reducción de tiempos muertos en la operación de soldadura. Para lograr mejoras sostenidas en la productividad, es fundamental implementar un monitoreo continuo de indicadores de rendimiento, lo que permitirá detectar desviaciones y oportunidades de mejora en tiempo real. La capacitación constante del personal es esencial, ya que un equipo bien entrenado no solo incrementa la eficiencia, sino que también se convierte en un activo clave en la identificación y resolución de problemas operativos. Fomentar un ambiente colaborativo donde cada empleado se sienta valorado y empoderado para contribuir al proceso de mejora continua es vital para el éxito a largo plazo de la empresa.

Asimismo, la integración de tecnologías avanzadas, como la automatización, podría complementar las estrategias de mejora ya implementadas, facilitando una producción más ágil y reduciendo la dependencia de factores humanos en tareas repetitivas. Además, ante la identificación de la falta de materiales como una de las principales causas de ineficiencia, diversificar la base de proveedores y establecer procedimientos claros para la requisición de insumos podría ayudar a mitigar este riesgo. La implementación de un sistema de gestión visual, como tableros de control, puede mejorar la comunicación y visibilidad de los flujos de trabajo, permitiendo a los equipos reaccionar rápidamente ante cualquier interrupción.

Finalmente, llevar a cabo un análisis de costos sobre los tiempos muertos proporcionará a la empresa una base sólida para priorizar acciones correctivas de manera más efectiva, optimizando así su productividad y fortaleciendo su competitividad en el sector. Realizar estudios de seguimiento y evaluaciones periódicas también será esencial para asegurar que las acciones correctivas mantengan su eficacia a largo plazo y para identificar nuevas áreas de mejora que puedan surgir a medida que la industria evoluciona.



REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Altertecnica. (2018). *Tiempos muertos: cómo gestionar las paradas productivas según la Ley de Pareto*.

<https://altertecnica.com/tempos-muertos-gestionar-paradas-ley-de-pareto/#>

AMG. (2023, July 14). *Impulso y crecimiento del sector del metal en México*.

<https://www.amgmetalmecanica.com/impulso-y-crecimiento-del-sector-del-metal-en-mexico/>

Arellano, F. (2023, November 23). *Investigación Descriptiva*.

<https://www.significados.com/investigacion-descriptiva/>

Automaticatech. (2024, January 26). *Aprende a identificar y reducir los tiempos muertos en producción*.

<https://automaticatech.com/tempos-muertos-en-produccion/>

Baena, G. (2014). *Metodología de la investigación* (Editorial Patria).

<https://elibro.net/es/ereader/itmatamoros/40362?page=1>

Becerril, O., Godínez, J., & Canales, R. (2019). Innovación y productividad en la industria metalmecánica de México, el contexto actual, 2010-2016. *Economía Coyuntural*.

http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2415-06222018000400005&lng=es&tlng=es

Garro, E. (2017). *7 herramientas de la calidad*.

Gutiérrez Pulido, Humberto. (2010). *Calidad total y productividad*. McGraw-Hill Interamericana.

International Lean Six Sigma. (2024, May 3). *Estrategias para reducir tiempos y aumentar la productividad*.

<https://internationalleansixsigma.org/estrategias-para-reducir-tiempos-y-aumentar-la-productividad>

Niebel, B., & Freivalds, A. (2009). *Ingeniería Industrial Metodos, estandares y diseño del trabajo*.

Socconini, L. (2013). *Lean company Más allá de la manufactura* (Primera Edición).

