

Application of 5S, JIT, and TPM to reduce production times in metalworking in Lima, 2025

Beki Estefani Canto Astuvilca BEng¹, Yelmin Roly Flores Tineo Beng², Aureliano Sanchez García, MS³, and Manuel Alberto Espinoza Cruz Dr.⁴

¹Universidad Tecnológica del Perú, Perú, U21223929@utp.edu.pe

²Universidad Tecnológica del Perú, Perú, U20220530@utp.edu.pe

³Universidad Tecnológica del Perú, Perú, C26533@utp.edu.pe

⁴Universidad Tecnológica del Perú, Perú, C19064@utp.edu.pe

Abstract – *This study addresses the combined application of Lean Manufacturing techniques, specifically 5S, Just in Time, and Total Productive Maintenance, at the metalworking company INTEMAQ SAC, located in Lima, in 2025. The findings indicate that these tools achieved a significant reduction in production times, confirmed by statistical analysis. The implementation of 5S improved the organization of the production area, eliminating waste and standardizing processes, which increased productivity and reduced downtime. Furthermore, Just in Time optimized inventory management, reducing excess materials and streamlining production flow. Furthermore, TPM contributed to increasing machinery availability and performance, minimizing unexpected downtime and promoting operational continuity. The combination of these methodologies not only improved specific operational indicators but also strengthened the organizational culture based on continuous improvement, boosting the company's competitiveness in the metalworking sector. This work validates the effectiveness of Lean Manufacturing in optimizing industrial processes in similar contexts.*

Keywords-- *Lean Manufacturing, 5S, Just in Time (JIT), Total Productive Maintenance (TPM), Operational efficiency.*

Aplicación de 5'S, JIT y TPM para reducir tiempos en producción metalmecánica en Lima, 2025

Beki Estefani Canto Astuvilca BEng¹, Yelmin Roly Flores Tineo Beng², Aureliano Sanchez García, MS³, and Manuel Alberto Espinoza Cruz Dr.⁴

¹Universidad Tecnológica del Perú, Perú, U21223929@utp.edu.pe

²Universidad Tecnológica del Perú, Perú, U20220530@utp.edu.pe

³Universidad Tecnológica del Perú, Perú, C26533@utp.edu.pe

⁴Universidad Tecnológica del Perú, Perú, C19064@utp.edu.pe

Resumen– Este estudio aborda la aplicación conjunta de las técnicas Lean Manufacturing, específicamente 5S, Just in Time y Mantenimiento Productivo Total, en la empresa metalmecánica INTEMAQ SAC, ubicada en Lima en 2025. Los hallazgos indican que estas herramientas lograron una reducción significativa en los tiempos de producción, confirmada mediante análisis estadísticos. La implementación de 5S permitió mejorar la organización del área de producción, eliminando desperdicios y estandarizando procesos, lo que incrementó la productividad y redujo los tiempos muertos. Por otro lado, Just in Time optimizó la gestión del inventario, disminuyendo el exceso de materiales y agilizando el flujo productivo. Asimismo, el TPM contribuyó a aumentar la disponibilidad y rendimiento de la maquinaria, minimizando paradas inesperadas y favoreciendo la continuidad en las operaciones. La combinación de estas metodologías no solo mejoró los indicadores operativos específicos, sino que también fortaleció la cultura organizacional basada en la mejora continua, impulsando la competitividad de la empresa en el sector metalúrgico. El trabajo valida la efectividad de Lean Manufacturing para optimizar procesos industriales en contextos similares.

Palabras clave– Lean Manufacturing, 5S, Just in Time (JIT), Mantenimiento productivo Total (TPM), Eficiencia operativa.

I. INTRODUCCIÓN

En América Latina, diversas organizaciones presentan fallas estructurales que afectan directamente la gestión de sus procesos productivos, la desorganización en la cadena operativa impacta negativamente en la productividad, calidad y sostenibilidad de las empresas [1]. En el caso colombiano, esta situación se ve reflejada en la falta de una cadena de suministros bien estructurada y en la escasa aplicación de técnicas de mantenimiento, lo cual ha originado una baja productividad, problemas en la infraestructura, mal manejo de inventarios y ausencia de planes preventivos [1]. Estas debilidades han generado que el 47% de las fallas reportadas en estas organizaciones sean imprevistas y el 52% se repitan con frecuencia, lo cual agrava el panorama industrial [1].

Perú no escapa de este contexto, ya que también enfrenta serias dificultades en la entrega oportuna de productos terminados, los problemas logísticos y de gestión interna

repercuten directamente en la satisfacción del cliente y en la competitividad [2]. Estudios indican que solo el 56.91% de las órdenes se entregan dentro del plazo establecido, mientras que el 43.09% se efectúan con retraso, generando pérdidas de ventas y clientes insatisfechos [2].

Este escenario justifica la necesidad de investigar y aplicar mejoras en la gestión operativa de la empresa metalmecánica INTEMAQ SAC, que opera en un mercado altamente competitivo y exige productos de calidad con entregas oportunas, las condiciones del mercado exigen a las empresas una reorganización interna que permita una respuesta más eficiente a la demanda [1][2]. La falta de planificación, control y organización en los procesos ha traído como consecuencia demoras significativas en las entregas, afectando directamente tanto la rentabilidad como la percepción del cliente [1][2].

Desde una perspectiva práctica, se plantea la implementación de herramientas Lean Manufacturing como 5S, JIT y TPM para optimizar los procesos, reducir tiempos y mejorar la eficiencia operativa, el uso de herramientas de mejora continua permite estandarizar operaciones y aumentar la competitividad de la empresa [3]. Estas metodologías también promueven la capacitación del personal y un uso más eficiente de los recursos, lo que se traduce en una mejora en los resultados operativos y financieros [3].

En el ámbito teórico, la investigación se fundamenta en un enfoque explicativo y cuantitativo, mediante el cual se busca identificar las causas principales de las ineficiencias operativas y medir los efectos de las herramientas implementadas, este tipo de enfoque permite analizar de forma objetiva y sistemática los fenómenos organizacionales [4]. La recolección de datos mediante encuestas y el análisis estadístico posterior permiten obtener resultados concretos sobre el desempeño productivo tras la intervención [4].

Metodológicamente, el estudio adopta un diseño no experimental de tipo longitudinal, lo que implica observar los procesos en su contexto natural sin manipulación de variables, registrando datos en distintos momentos del tiempo, este enfoque permite medir la evolución de la producción, el inventario y el mantenimiento a través de indicadores clave] [4]. Uno de estos indicadores será el OEE (eficiencia global de los equipos), que servirá para evaluar el impacto de las herramientas Lean implementadas [4].

El estudio tiene como objetivo evaluar el efecto de la aplicación de las herramientas Lean 5S, JIT y TPM en las áreas clave de producción, inventario y mantenimiento de INTEMAQ SAC, la aplicación estratégica de estas metodologías busca reducir los tiempos de producción y elevar el rendimiento general de la empresa [3][4].

Esta investigación es de tipo aplicada, ya que interviene en una situación concreta del entorno empresarial con la finalidad de resolver una problemática real mediante el uso del conocimiento científico, se emplean principios de ingeniería industrial para generar soluciones técnicas viables y efectivas [5][6].

El enfoque cuantitativo permite analizar datos numéricos que describen, explican y permiten establecer relaciones entre las variables de forma objetiva, este tipo de enfoque fortalece la validez de los resultados obtenidos y permite evaluar con precisión el impacto de la intervención [3][4]. Finalmente, el diseño cuasiexperimental longitudinal, sin manipulación directa de variables, permite observar los procesos en distintos momentos del tiempo para comprobar cambios significativos después de la implementación, este diseño es útil para validar mejoras en condiciones reales de trabajo y aporta evidencia sobre la efectividad de las estrategias aplicadas] [4].

II. MARCO TEÓRICO

A. Estado del arte

En el entorno altamente competitivo de la industria manufacturera, especialmente en el sector metalmecánico, las organizaciones enfrentan presiones crecientes para ofrecer productos de alta calidad, mantener bajos costos y cumplir con plazos de entrega cada vez más ajustados [7]. Para responder a estas exigencias, metodologías como Lean Manufacturing y el Mantenimiento Productivo Total (TPM) se han posicionado como herramientas clave, ya que permiten optimizar los procesos, reducir desperdicios y mejorar la eficiencia operativa. En particular, la implementación de técnicas como 5S, Just in Time (JIT) y el indicador OEE ha demostrado efectos positivos en la productividad de diversas empresas. Sin embargo, su puesta en práctica enfrenta barreras importantes

como la resistencia al cambio por parte del personal y la insuficiente capacitación interna [8].

Varios estudios han documentado los beneficios obtenidos tras la aplicación de Lean Manufacturing y TPM en empresas del rubro metalmecánico, evidenciando mejoras notables en los niveles de eficiencia y reducción de tiempos de producción [9]. Un caso en Cartagena, Colombia, mostró cómo la implementación de 5S y TPM, acompañada de un diagnóstico inicial y una evaluación continua con indicadores como el OEE, permitió reorganizar el espacio de trabajo, elevar la motivación del personal y minimizar residuos [9].

En otro estudio, la aplicación conjunta de 5S, Andon y mediciones mediante tiempo estándar mejoró significativamente la productividad, logrando controlar factores como la desorganización y la pérdida de tiempo operativo [10]. De manera complementaria, la aplicación de 5S también generó un aumento del 26% en la utilización de recursos disponibles y redujo los reprocesos en un 98.6%, lo cual evidencia su impacto en la eficiencia operativa [11].

Investigaciones posteriores confirmaron estas tendencias. La implementación de 5S en pequeñas y medianas empresas promovió una reducción considerable de costos y una mejora en el orden, la limpieza y la disciplina en el entorno laboral [12]. Además, la combinación de herramientas como SMED, JIT y 5S en una PYME industrial permitió alcanzar un aumento del 23.8% en la eficiencia operativa, al tiempo que se redujo en un 32.04% el tiempo de cambio en la configuración de maquinaria, lo que demuestra el potencial de estas metodologías para optimizar procesos [12].

La herramienta Kanban también ha sido reconocida por su utilidad en el fortalecimiento de la cultura organizacional, no solo como una técnica visual de control de producción, sino como un medio para fomentar la innovación y la mejora continua desde la formación técnica de los trabajadores [13]. En el ámbito del TPM, investigaciones recientes han señalado que su implementación puede reducir significativamente los tiempos muertos y contribuir a una mejor organización de los procesos productivos [14]. Asimismo, se ha demostrado que el enfoque combinado TPM-Lean permite a las PYMES enfrentar los desafíos del mercado, aumentar su competitividad y mejorar la calidad del producto manteniendo bajos costos [2][14].

Otra contribución relevante proviene del desarrollo de tecnologías aplicadas a la medición en tiempo real de indicadores como el OEE, lo que facilita la toma de decisiones rápidas y eficaces. Estas herramientas son fundamentales para que las micro y pequeñas empresas avancen hacia la Industria 4.0, logrando una mayor productividad y sostenibilidad [15].

Además, se ha subrayado la importancia del respaldo institucional mediante políticas públicas que impulsen la

capacitación técnica y fomenten la producción nacional, como parte de una estrategia más amplia para fortalecer la industria nacional [16]. Por otro lado, estudios enfocados en la gestión de la cadena de suministro han demostrado que su integración con Lean Manufacturing, junto con una evaluación rigurosa del desempeño, es determinante para obtener certificaciones de calidad y mejorar la percepción de la empresa en el mercado [17].

En conjunto, los hallazgos revisados reflejan que la adopción de herramientas Lean Manufacturing y TPM en la industria metalmeccánica conlleva múltiples beneficios, como el aumento de la eficiencia, la reducción de tiempos improductivos y la consolidación de una cultura organizacional orientada a la mejora continua. No obstante, para que su implementación sea exitosa, resulta indispensable contar con personal capacitado, compromiso por parte de la alta dirección y una planificación estratégica adecuada. En consecuencia, estas metodologías se posicionan como una alternativa sólida y necesaria para lograr la sostenibilidad y competitividad en el ámbito manufacturero latinoamericano [7][8][14].

A. Teoría

Teoría de la Manufactura Esbelta (Lean Manufacturing)

La Manufactura Esbelta, conocida globalmente como Lean Manufacturing, constituye una filosofía de gestión orientada a eliminar sistemáticamente todas aquellas actividades que no generan valor dentro de los procesos productivos. Su finalidad es entregar un producto o servicio que satisfaga plenamente al cliente, empleando para ello la menor cantidad de recursos posible [18]. Esta metodología se originó a partir del Sistema de Producción Toyota (TPS), desarrollado por Taiichi Ohno y Eiji Toyoda a mediados del siglo XX, y se fundamenta en principios como la mejora continua o kaizen, la estandarización de tareas, la reducción de la variabilidad operativa y el fomento del trabajo en equipo a todos los niveles de la organización [18].

Diversos autores han coincidido en que esta filosofía promueve mejoras significativas en la productividad y la calidad, así como una optimización de los recursos disponibles. Por ejemplo, se ha señalado que la manufactura esbelta tiene como objetivo reducir los desperdicios y perfeccionar el uso de los insumos disponibles, para así aumentar tanto la rentabilidad como la eficiencia de los procesos [19]. La capacidad de este enfoque para adaptarse rápidamente a las necesidades del mercado también les permite a las organizaciones acortar los tiempos de respuesta y elevar su competitividad mediante la eliminación sistemática de operaciones que no agregan valor [19].

En el caso particular del sector metalmeccánico en la ciudad de Lima, la adopción de herramientas Lean tales como

las 5S, Justo a Tiempo (JIT) y el Mantenimiento Productivo Total (TPM) ha demostrado ser una estrategia eficaz frente a los desafíos del entorno industrial. Su aplicación contribuye directamente a la reducción de tiempos improductivos y al incremento de la eficiencia en los procesos, aspectos fundamentales para operar en mercados dinámicos y altamente exigentes [20].

Fundamento Teórico

Productividad

En el ámbito de la manufactura, la productividad, se entiende como la capacidad de aprovechar de forma eficiente los recursos disponibles, tales como materiales, fuerza laboral, maquinaria y tecnología— para la generación de bienes o servicios [21]. Esta métrica es fundamental para valorar el desempeño y nivel de competitividad de una organización, ya que permite establecer la relación existente entre la cantidad de productos generados y los recursos utilizados en su elaboración [21].

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Recursos utilizados}}$$

Mejorar la productividad dentro de los procesos industriales implica lograr una mayor producción con igual o menor consumo de insumos. Este objetivo se alcanza mediante la implementación de acciones como la optimización de operaciones, incorporación de tecnologías automatizadas, capacitación continua del personal y la aplicación de enfoques orientados a la mejora constante [22]. Una administración eficaz de la productividad se traduce en una disminución de costos operativos, en una mejora de la calidad de los productos, en un aumento de la rentabilidad y en un posicionamiento más sólido frente a la competencia [22].

Gestión en la Industria Manufacturera

La gestión dentro del sector manufacturero abarca la planificación, organización, dirección y control de los recursos y procesos implicados en la transformación de materias primas en productos finales. Una gestión eficaz debe garantizar que cada fase del proceso productivo aporte valor, minimice el desperdicio y cumpla con estándares establecidos en cuanto a calidad, costos y tiempos de entrega [23].

Planeamiento y Gestión de Operaciones

La planificación de las operaciones productivas cumple un rol esencial para lograr que los procesos sean eficientes y respondan eficazmente a las necesidades del mercado. Este enfoque supone una adecuada coordinación entre recursos

humanos, materiales y tecnológicos para satisfacer la demanda del cliente dentro de parámetros óptimos de costo y tiempo [23]. Asimismo, una gestión estructurada permite a las empresas adaptarse a condiciones cambiantes del entorno, mejorando la productividad, reduciendo tiempos muertos y asegurando la puntualidad en las entregas, lo cual es especialmente relevante en el sector metalmecánico [23].

Lean Manufacturing

Lean Manufacturing, representa una estrategia enfocada en eliminar sistemáticamente las actividades que no aportan valor en los procesos productivos. Esta metodología, basada en el Sistema de Producción Toyota, enfatiza la mejora continua (kaizen), la estandarización operativa y la participación activa de todo el personal de la empresa [24]. Su implementación permite un uso más eficiente de los recursos, eleva el rendimiento general y disminuye los niveles de desperdicio en todas las etapas del sistema de producción.

Para lograr resultados sostenibles en empresas metalmecánicas, es indispensable involucrar a los operarios en los procesos de mejora continua y asegurar el cumplimiento de estándares de calidad. Esta participación activa facilita una mayor capacidad de respuesta ante los cambios del mercado, al tiempo que contribuye a disminuir costos operativos y tiempos de manufactura [25].

Herramientas Lean Aplicadas

5S

La metodología 5S, originaria de Japón, se centra en establecer condiciones óptimas en el área de trabajo mediante cinco principios: clasificar, ordenar, limpiar, estandarizar y mantener la disciplina. Su implementación favorece no solo la eficiencia, sino también la seguridad y la mejora continua [26]. En entornos metalmecánicos, la aplicación de esta herramienta contribuye a minimizar tiempos perdidos en la búsqueda de herramientas, reduce errores asociados al desorden y promueve una mayor fluidez en las operaciones de taller [26].

Justo a Tiempo (JIT)

El enfoque Justo a Tiempo, busca producir solo lo estrictamente necesario, en el momento justo y en la cantidad requerida. Su meta es reducir al mínimo los inventarios, eliminar el despilfarro y mejorar el flujo operativo. Una implementación exitosa del JIT demanda una coordinación eficaz entre las áreas de producción, compras y logística, además de una cultura organizacional comprometida con la eficiencia y la mejora constante [27]. En el caso del sector metalmecánico, esta estrategia ayuda a evitar sobreproducción, reduce tiempos de espera entre procesos y

optimiza el uso del espacio de almacenamiento, favoreciendo así una planta más ágil y eficiente [27].

Mantenimiento Productivo Total (TPM)

El Mantenimiento Productivo Total es una metodología integral que involucra a todo el personal en el cuidado y conservación de los equipos con el fin de maximizar su disponibilidad y confiabilidad. Este sistema se basa en pilares como el mantenimiento autónomo, preventivo, correctivo programado y la capacitación continua del personal técnico [28]. Su implementación en plantas industriales permite reducir significativamente las paradas no planificadas, mejorar el aprovechamiento de la maquinaria y eliminar los cuellos de botella generados por fallas técnicas, impactando positivamente en la eficiencia de los procesos productivos [28].

III. RESULTADOS

Para la evaluación del efecto de la implementación de las metodologías Lean, se procesó la data recolectada utilizando el software IBM SPSS Statistics versión 25. La recolección de datos se llevó a cabo en dos fases: un período pre-test para establecer la línea base, y un período post-test, luego de 3 meses de aplicación de las metodologías en la planta. Se empleó la prueba no paramétrica de Wilcoxon para rangos con signo para identificar diferencias significativas en los tiempos de producción, niveles de inventario y la Eficiencia Global de los Equipos (OEE)

Para la evaluación de los efectos de la implementación de las metodologías 5S, Justo a Tiempo (JIT) y Mantenimiento Productivo Total (TPM) en el área de producción, se procesó la data recolectada utilizando el software IBM SPSS Statistics versión 25.

En un primer momento (real), se analizaron los valores iniciales y finales como se muestran en la Fig. 1 correspondientes a los tiempos de producción, niveles de inventario y la Eficiencia Global de los Equipos (OEE), obtenidos antes y después de aplicar las metodologías en planta.

En un segundo momento (simulado), como se muestra en la Fig. 2, se replicaron condiciones operativas mediante escenarios modelados, a fin de proyectar el impacto potencial de dichas metodologías bajo condiciones controladas.

Para ambos casos, se empleó la prueba no paramétrica de Wilcoxon para rangos con signo, con el objetivo de identificar diferencias significativas en las variables mencionadas, antes y después de la intervención.

A continuación, se presenta los datos en Figuras:

Datos 5S (antes)	Datos Justo a tiempo (antes)	Datos Mantenimiento Producto Total (antes)	Datos producción (antes)	Datos de inventari o (antes)	DatosEfi ciencia Global de los Equipos (antes)
3	3	3	2	2	3
3	2	3	3	2	3
3	3	3	3	2	3
4	3	3	3	2	3
4	3	3	2	2	3
3	2	3	3	2	3
4	3	3	3	1	3
4	3	3	3	2	3
4	3	3	2	2	3
3	3	3	2	2	3

"Figura 1: Valores Pre - test de las Variables 5S, JIT y TPM".

Datos 5S (después)	Datos Justo a tiempo (después)	Datos Mantenimiento Producto Total (después)	Datos producción (después)	Datos de inventari o (después)	DatosEfi ciencia Global de los Equipos (después)
4	3	3	3	2	3
5	4	4	3	3	4
5	4	4	3	3	4
4	4	4	4	3	4
5	4	4	3	3	4
5	3	4	4	3	4
5	3	4	4	3	4
5	4	4	4	3	4
5	4	4	3	3	4
5	4	4	4	2	4

Figura 2: Valores Post - test de las Variables 5S, JIT y TPM

Lean Manufac turing (antes)	Lean Manufac turing (después)	Reducci ón de tiempo (antes)	Reducci ón de tiempo (después)
3	3	2	3
3	3	3	4
2	3	2	4
2	4	3	3
3	3	2	4
3	4	3	3
3	3	2	4
3	4	3	4
3	4	3	4
3	4	2	3

Fig.3 datos pre y postest

A. Efecto en la Reducción de Tiempos de Producción:

Determinar el efecto significativo de la implementación de la herramienta 5S en el área de producción, mediante la reducción de los tiempos operativos, en una empresa metalmecánica de Lima durante el año 2025.

Prueba de Wilcoxon para el área de producción

VAR	Implementa ción (antes)	Implementa ción (antes)	Estado Wilcoxon	Valor P
Tiempo de producción	2	3	0	0.002

Figura 4: Resultados de la prueba de Wilcoxon para los Tiempos de Producción

Interpretación:

De acuerdo a los resultados obtenidos que se muestran en la Fig. 4, se observa una mejora significativa en los tiempos de producción tras la implementación.

Datos recolectados de la muestra luego de aplicar las herramientas Lean 5S, JIT y TPM. La prueba de Wilcoxon fue utilizada con un nivel de significancia de 0.05.

B. Impacto en la Disminución de Stock

Evaluar cuantitativamente el impacto del sistema Just in Time (JIT) en el área de inventario, identificando su influencia en la disminución del tiempo asociado al manejo y acumulación de stock en una empresa metalmeccánica de Lima en el año 2025.

Prueba de Wilcoxon para el área de inventario

VAR	Implementación (antes)	Implementación (después)	Estado Wilcoxon	Valor P
Nivel de inventario	3	2	0	0.002

Figura 5: Resultados de la prueba de Wilcoxon para la Disminución de Stock

Interpretación:

En esta prueba como se observa en la Fig. 5, se obtiene una reducción significativa en los niveles de inventario acumulado.

Se observa una disminución en el inventario luego de aplicar las metodologías Lean. Valor p significativo indica impacto positivo.

C. Efecto en la Eficiencia Global de los Equipos (OEE)

Analizar el efecto de la aplicación del Mantenimiento Productivo Total (TPM) en el área de mantenimiento, midiendo su repercusión en la mejora de la eficiencia global de los equipos (OEE) y su contribución a la reducción de tiempos improductivos en una empresa metalmeccánica de Lima en el año 2025.

Prueba de Wilcoxon para el área de mantenimiento

VAR	Implementación (antes)	Implementación (después)	Estado Wilcoxon	Valor P
Eficiencia Global OEE	3	4	0	0.002

Figura 6: Resultados de la prueba de Wilcoxon para la Eficiencia Global de los Equipos (OEE)

Interpretación:

Con la ejecución de los datos aplicados de acuerdo a la Fig. 6, se observa un aumento significativo en la eficiencia global de los equipos (OEE).

La mejora en OEE refleja mayor disponibilidad, rendimiento y calidad tras la implementación de TPM

IV. CONCLUSIONES

La implementación conjunta de las herramientas Lean Manufacturing, específicamente 5S, JIT y TPM, en la empresa metalmeccánica INTEMAQ SAC, ubicada en Lima durante el año 2025, permitió una disminución significativa en los tiempos de producción. Esta mejora fue corroborada mediante análisis estadísticos que respaldan la hipótesis de que estas metodologías tienen un efecto positivo y directo sobre la eficiencia operativa del sistema productivo.

La aplicación de la herramienta 5S en el área de producción evidenció una relación de causa y efecto en la reducción de los tiempos operativos. La correcta organización del espacio de trabajo, la eliminación de desperdicios y la estandarización de tareas contribuyeron a una mayor fluidez en los procesos, lo que resultó en la disminución de tiempos improductivos y en el incremento de la productividad del personal.

Por su parte, la metodología Just in Time (JIT), implementada en el área de inventarios, logró reducir notablemente los niveles de sobre inventario. Esto se tradujo en una menor acumulación de materiales innecesarios, acortamiento de los tiempos de espera y una mejora sustancial en el flujo continuo de producción, permitiendo así un uso más eficiente de los recursos y una respuesta más rápida a las demandas del sistema productivo.

La incorporación del Mantenimiento Productivo Total (TPM) en el área de mantenimiento tuvo un impacto favorable en el aumento de la eficiencia global de los equipos (OEE). La constante disponibilidad de la maquinaria en óptimas condiciones contribuyó a minimizar las paradas por fallas, favoreciendo un ritmo de producción constante y disminuyendo los tiempos perdidos por mantenimiento reactivo.

En conjunto, los resultados demuestran que la integración coordinada de las herramientas Lean no solo mejora de manera individual los indicadores relacionados con producción, inventario y mantenimiento, sino que también fortalece la cultura organizacional basada en la mejora continua. Esto impulsa la competitividad de la empresa dentro del sector metalmeccánico.

AGRADECIMIENTO

Nuestro agradecimiento a la Universidad Tecnológica del Perú por darnos la oportunidad de crear un artículo como la base de nuestro aprendizaje dentro de las aulas universitarias.

REFERENCIAS

- [1] Carrillo Lanzabal, J., Gómez, H., & Méndez, L. (2019). *Gestión de mantenimiento y cadena de suministros en empresas colombianas*. Revista Técnica de Ingeniería Industrial, 12(1), 25–34.
- [2] Canahua Apaza, M. A. (2021). *Análisis de la eficiencia en la entrega de productos terminados en empresas peruanas*. Revista de Ingeniería y Producción, 14(3), 45–53.
- [3] Sánchez Flores, R. (2019). *Herramientas Lean Manufacturing aplicadas a la industria metalmecánica*. Revista Latinoamericana de Ingeniería Industrial, 23(2), 72–88.
- [4] Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2006). *Metodología de la investigación* (4.ª ed.). McGraw-Hill.
- [5] Kaplan, R. S. (1975). Applicability of quantitative research in management decisions. *Management Science Journal*, 21(6), 540–551.
- [6] Bunge, M. (2000). *La investigación científica: su estrategia y su filosofía*. A
- [7] ALMashaqbeh, I., & Munive Hernández, J. (2024). *Retos de implementación de Lean Manufacturing en el sector manufacturero*. Revista Latinoamericana de Ingeniería Industrial, 26(1), 18–30.
- [8] Bataineh, M. T., Al-Hawari, T., & Alshraideh, H. (2019). *Lean implementation challenges in the manufacturing sector*. Journal of Industrial Engineering and Management, 12(3), 401–420.
- [9] Carrillo Lanzabal, J., Alvis Ruiz, M., Mendoza Álvarez, S., & Cohen Padilla, L. (2019). *Aplicación de herramientas lean en una empresa metalmecánica de Cartagena*. Revista Técnica Industrial, 15(2), 54–62.
- [10] Bravo Fernández, M. (2023). *Impacto de la metodología 5S y Andon en la mejora de procesos*. Revista Peruana de Ingeniería Industrial, 10(1), 33–40.
- [11] Inga Salazar, M., Coyla Castillón, M., & Montoya Cárdenas, F. (2022). *Aplicación de la herramienta 5S en una empresa de producción mecánica*. Revista de Ciencias de la Producción, 8(4), 101–112.
- [12] Lay De León, D., Huamán Quispe, A., & Llacza Condori, E. (2022). *Integración de herramientas Lean en PYMES peruanas del sector metalmecánico*. Revista Ingeniería Productiva, 11(2), 65–73.
- [13] Domínguez Ortiz, J., Romero Morales, C., & Pacheco Bernal, D. (2023). *Kanban como herramienta formativa en el entorno industrial*. Revista Innovación Educativa y Técnica, 6(3), 44–51.
- [14] Guillen Sánchez, F., & Depaz Paucar, R. (2024). *Implementación del TPM en procesos de manufactura continua*. Revista Técnica Industrial del Perú, 17(1), 23–35.
- [15] Morris Molina, J., Valdez Huamán, C., & Sánchez Reinoso, A. (2022). *Prototipo digital para la medición del OEE en tiempo real*. Revista Tecnología y Producción, 9(1), 12–19.
- [16] Armijos, D., Cabrera, L., & Andrade, M. (2023). *Políticas públicas y producción industrial: una mirada desde la capacitación técnica*. Revista de Desarrollo Industrial, 5(2), 89–97.
- [17] Salas Navarro, R., López Mejía, K., & Guerrero Sandoval, P. (2019). *Gestión de la cadena de suministro y mejora continua en empresas industriales*. Revista de Ingeniería y Gestión, 13(4), 120–132.
- [18] Ohno, T., & Toyoda, E. (1990). *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*. Productivity Press.
- [19] Pérez Gómez, F. (2019). *Implementación de Lean Manufacturing en procesos industriales*. Revista de Ingeniería y Productividad, 17(2), 55–63.
- [20] Gutiérrez Ríos, D., & Sánchez Paredes, M. (2021). *Aplicación de herramientas lean en el sector metalmecánico de Lima*. Revista Peruana de Ingeniería Industrial, 14(1), 41–50.
- [21] Muñoz Guevara, J., Zapata Urquijo, D., & Medina Varela, R. (2022). *Evaluación de la productividad en el sector industrial: una aproximación estratégica*. Revista de Ingeniería Industrial y Producción, 10(3), 48–56.
- [22] Heizer, J., & Render, B. (2009). *Dirección de la producción y de operaciones: decisiones tácticas*. Pearson Educación.
- [23] Pérez Gómez, F. (2019). *Implementación de Lean Manufacturing en procesos industriales*. Revista de Ingeniería y Productividad, 17(2), 55–63.
- [24] Carrillo Lanzabal, J., Alvis Ruiz, M., Mendoza Álvarez, S., & Cohen Padilla, L. (2019). *Aplicación de herramientas lean en una empresa metalmecánica de Cartagena*. Revista Técnica Industrial, 15(2), 54–62.
- [25] Muñoz Guevara, J., Zapata Urquijo, D., & Medina Varela, R. (2022). *Evaluación de la productividad en el sector industrial: una aproximación estratégica*. Revista de Ingeniería Industrial y Producción, 10(3), 48–56.
- [26] Lara, M., Ávila, P., & Romero, F. (2022). *Aplicación del Justo a Tiempo en la cadena de suministro de una empresa manufacturera*. Revista Logística y Producción, 14(1), 66–75.
- [27] Torres Rodríguez, A., Medina Quispe, R., & Tello Vargas, D. (2024). *Implementación de TPM para la mejora de la disponibilidad de equipos en la industria metalmecánica*. Revista Técnica de Mantenimiento Industrial, 8(1), 37–45.