



Implementación TPM para incrementar el OEE en el sector manufactura: revisión sistemática de literatura.

TPM implementation to increase OEE in the manufacturing sector: a systematic literature review.

Ysabel Rossmery Vásquez-Caycho¹, Kelber Robert Reyes-Guzmán², Magaly María Vega-Caycho³

^{1,2}Universidad Privada del Norte, Trujillo - Perú

³Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima - Perú

Recibido: 10 de diciembre de 2024.

Aceptado: 18 de abril de 2025.

Publicado: 01 mayo de 2025.

Resumen- Este artículo es una revisión con el propósito de proporcionar un análisis bibliométrico de la investigación sobre el mantenimiento productivo total (TPM) y la eficiencia global de los equipos (OEE) en sector manufacturero. El sector manufacturero es el principal motor de crecimiento económico en el Perú, ya que genera nuevos empleos, inventos y fomenta el progreso. Los criterios de inclusión consistieron en seleccionar solo artículos de investigación y revisión de Scopus relevante a “TPM” y “OEE” durante el periodo 2013 – 2024, escritos en inglés y con acceso completo y gratuito, excluyendo artículos de conferencia, libros y documentos que no estuvieran directamente relacionados con el sector manufacturero. Tras la iteración realizada, la muestra final incluyó 44 artículos de revistas, concluyendo que existen pruebas empíricas suficientes para establecer una relación positiva entre la implementación TPM para aumentar el OEE en el sector manufactura.

Palabras clave: TPM, OEE, manufactura esbelta, kaizen.

Abstract— This article is a review with the purpose of providing a bibliometric analysis of the research on total productive maintenance (TPM) and overall equipment efficiency (OEE) in the manufacturing sector. The manufacturing sector is the main engine of economic growth in Peru, as it generates new jobs, inventions and fosters progress. The inclusion criteria consisted of selecting only research and review articles from Scopus relevant to “TPM” and “OEE” during the period 2013 - 2024, written in English and with full and free access, excluding conference articles, books and papers that were not directly related to the manufacturing sector. After iteration, the final sample included 44 review articles, concluding that there is sufficient empirical evidence to establish a positive relationship between TPM implementation to increase OEE in the manufacturing sector.

Keywords: TPM, OEE, lean manufacturing, kaizen.

*Autor para correspondencia.

Correo electrónico: magalymaria.vega@unmsm.edu.pe (Magaly María Vega Caycho).

La revisión por pares es responsabilidad de la Universidad de Santander.

Como citar este artículo: Y. R. Vásquez-Caycho, K. R. Reyes-Guzmán y M. M. Vega-Caycho, “Implementación TPM para incrementar el OEE en el sector manufactura: revisión sistemática de literatura”, Aibi revista de investigación, administración e ingeniería, vol. 13, no. 2, pp. 01-09 2025, doi: [10.15649/2346030X.4097](https://doi.org/10.15649/2346030X.4097)



I. INTRODUCCIÓN

En un mercado globalizado y altamente competitivo, la eficiencia operativa se ha convertido en un pilar fundamental para la supervivencia de las empresas del sector manufacturero. La optimización de los procesos de producción no solo se proyecta como una ventaja competitiva, sino una necesidad estratégica. En este contexto, el mantenimiento productivo total (TPM), ha ganado prominencia como un sistema integral que busca maximizar la efectividad de los equipos a través de la participación de todos los niveles de la organización [1].

El éxito del TPM se mide frecuentemente a través del indicador de eficiencia global de los equipos, también conocida como OEE, una métrica que evalúa la disponibilidad, el rendimiento y la calidad de los productivos. [2].

A pesar de la probada eficacia del TPM en contextos internacionales, su adopción en el sector manufacturero peruano, especialmente en las pequeñas y medianas empresas (pymes), sigue siendo limitada [3]. Esta brecha representa una oportunidad para mejorar la productividad y la competitividad en un sector vital para la economía del país.

Para guiar el desarrollo de este estudio, se plantean las siguientes preguntas de investigación:

a. Preguntas de investigación

P1: ¿Cuál es el panorama actual y la tendencia de la investigación científica sobre la relación entre TPM y OEE en el sector manufacturero durante 2013-2024?

P2: ¿Qué impacto tiene la implementación de las prácticas y pilares del TPM en la mejora del OEE?

P3: ¿Cuáles son las mejores prácticas, estrategias y herramientas complementarias que facilitan una implementación exitosa del TPM para la optimización del OEE?

b. Contribución del estudio

La presente investigación realiza una revisión sistemática y un análisis bibliométrico para responder estas preguntas. La contribución principal de este artículo es ofrecer un mapa cualitativo del estado del arte, identificando a los autores, países y áreas de conocimiento más relevantes. Segundo, sintetiza la evidencia empírica para proporcionar una guía práctica para las empresas manufactureras peruanas, demostrando no solo que el TPM funciona, sino cómo implementarlo de manera efectiva para lograr mejoras medibles en el OEE. Este trabajo busca contribuir para la adopción de estas metodologías, contribuyendo a la modernización y competitividad del tejido manufacturero nacional.

II. MARCO TEÓRICO

a. Justificación

En el Perú, el sector manufacturero se erige como el principal motor de crecimiento económico, siendo un pilar fundamental para la creación de empleo, la promoción de la innovación y el estímulo del desarrollo nacional. [4]. Según Balcázar y Chávez [3], más de 154,000 empresas operan en este sector, generando aproximadamente el 13% del producto bruto interno (PBI) y más de 900,000 puestos de trabajo. Dada su importancia estratégica, es primordial desarrollar y transferir soluciones que optimicen los procesos productivos, con el fin de fomentar empresas más eficientes, productivas y competitivas a nivel internacional.

A pesar de la importancia de la eficiencia operativa, la adopción de las metodologías avanzadas como el mantenimiento productivo total (TPM) en el país es notablemente limitada. Esta situación es particularmente preocupante en un sector tan vital para la economía peruana [3]. Si bien los conceptos de TPM y OEE se encuentran ampliamente documentados, se evidencia una carencia de investigaciones que sistematicen el conocimiento existente. Los estudios actuales tienden a ser análisis de casos aislados o no consolidan las mejores prácticas y factores críticos de éxito de una manera que facilite su implementación en economías emergentes como la peruana.

Por lo tanto, se hace necesaria una investigación profunda de la literatura que no solo mapee el panorama académico, sino que también muestre evidencia concreta sobre las estrategias de implementación de TPM más efectivas para la mejora del OEE. Este estudio busca cerrar esa brecha, proporcionando una base de conocimiento sólida.

- El objetivo principal es analizar la producción científica sobre la relación entre el TPM y el OEE.
- El segundo objetivo es evaluar el impacto de la integración del TPM y la mejora continua en términos OEE.
- El tercer objetivo consiste en identificar y sintetizar las mejores prácticas, estrategias que facilitan la implementación exitosa del TPM orientada a la optimización del OEE.

b. Estado del arte

Lean Manufacturing

El concepto de Lean Manufacturing o Producción Ajustada se ha consolidado como un pilar fundamental en la optimización de los procesos industriales, según los autores Abdulmalek y Rajgopal [5] "Lean Manufacturing surgió como una solución para reducir los residuos en los procesos de producción". Estos residuos se refieren a cualquier actividad que consume recursos, pero no agrega valor desde la perspectiva del cliente final.

Estos conceptos fueron implementados en el sistema de producción Toyota (TPS) [3], el TPS fue el resultado de un proceso evolutivo de mejora continua, conceptualizado por Eiji Toyoda, Taichi Ohno y Shigeo shingo, consolidando su concepto alrededor de 1975 [6]. Este sistema instauró una filosofía integral de eficiencia, calidad y respeto por el factor humano.

Womack, Jones y Roos, no solo popularizaron el término “Lean” [7], sino que destilaron la filosofía del TPS en cinco principios clave:

- Especificar el valor.
- Identificar el flujo de valor.
- Crear flujo (Flow).
- Establecer un sistema pull.
- Buscar la perfección.

Por su parte, Liker, profundiza en la dimensión cultural y filosófica que determina el éxito de Toyota, argumentando que es mucho más que un conjunto de herramientas, es un sistema integrado, destacando la importancia del pensamiento a largo plazo, el desarrollo de los empleados y el liderazgo comprometido como elementos indispensables para un éxito constante.

Finalmente, es importante destacar que una implementación demasiado rígida o puramente enfocada en la reducción de costos puede llevar a un aumento de la presión sobre los trabajadores y a una fragilidad en la cadena de suministro si no se gestiona adecuadamente la variabilidad. Por ello, es importante equilibrar la eficiencia con la resiliencia y el bienestar del capital humano, adaptando los principios Lean al contexto específico de cada organización.

Mantenimiento Productivo Total (TPM)

Para [8] “con el fin de mejorar el rendimiento técnico o el comportamiento de un proceso de fabricación, el objetivo del mantenimiento productivo total (TPM) es garantizar el cumplimiento de los estándares y mantener una búsqueda constante de métodos para mejorar dichos estándares”, garantizando que todos los miembros y funcionarios de la organización se impliquen y participen a diario en el proceso de producción.

Características clave del TPM:

1. Participación total de todos los empleados.
2. Integración de mantenimiento y producción para maximizar el aprovechamiento de equipos e instalaciones.
3. Cultura de prevención y mejora continua.

Pilares del TPM

Para Ahuja y Khamba [9], “se requieren los siguientes pilares”:

1. Mejoras enfocadas o Kobetsu Kaizen: eliminación sistemática de pérdidas específicas y mejora continua.
2. Mantenimiento autónomo o Jishu Hozen: empoderamiento de operadores para mantenimiento básico y cuidado constante.
3. Mantenimiento planificado: estrategias programadas para evitar fallos y paradas no planificadas.
4. Mantenimiento de calidad o Hinshitsu Hozen: prevenir defectos producidos por fallos de equipos.
5. Prevención de mantenimiento: diseño de equipos para facilitar mantenimiento y prevenir problemas futuros.
6. Mantenimiento en área administrativas: aplicación de TPM en procesos de soporte y gestión.
7. Entrenamiento y desarrollo de habilidades de operación: capacitación continua para reforzar habilidades técnicas y operativas.

Nakajima enfatiza la “participación total” y los objetivos de los “tres ceros”: cero defectos, cero averías y cero accidentes. Bajo estos parámetros se puede concebir el TPM como un ideal para alcanzar la máxima eficiencia operativa no solo de la tecnología, sino también de la gestión y el compromiso de los colaboradores.

Jasiulewicz-Kaczmarek define el TPM como un conjunto de iniciativas estratégicas para mantener y mejorar la producción mediante la gestión integral de equipos y procesos, involucrando operarios, técnicos y directivos, resaltando la naturaleza interdisciplinaria del TPM, evidenciando que la mejora continua no es tarea exclusiva de mantenimiento, sino de toda la organización [10].

Estas definiciones revelan que el TPM es más que una metodología de mantenimiento, es un sistema de gestión integral orientado a alcanzar una excelencia operativa sostenida a través de la colaboración de la organización. Así, el beneficio del TPM se encuentra en su estructura (pilares y objetivos) como en su flexibilidad para adaptarse a los cambios del entorno y las personas que lo implementan, permitiendo que el TPM evoluciones y mantenga relevancia en industrias de todo el mundo.

OEE (Efectividad Global del Equipo)

Para Ahuja y Khamba (2008) [9] OEE, significa (Eficiencia Global del Equipo) es una herramienta que se utiliza para medir, analizar y diagnosticar la eficiencia productiva de los equipos. Esta herramienta permite conocer la situación actual mediante indicadores porcentuales, lo que a su vez permite tomar decisiones más acertadas con el fin de mejorar continuamente los procesos de producción o los equipos [10].

Podemos observar estos indicadores en la Tabla 1.

Tabla 1: Indicadores de eficiencia OEE.

OEE < 65% Inaceptable
65% < OEE < 75% Regular
75% < OEE < 85% Aceptable
85% < OEE < 95% Buena
OEE > 95% Excelente

Fuente: Nakajima (1988).

III. METODOLOGÍA O PROCEDIMIENTOS

Para asegurar la rigurosidad de este estudio, se adoptó el enfoque de una revisión sistemática de literatura, complementada con un análisis bibliométrico. Se utilizó la base de datos Scopus por su amplia cobertura de literatura académica, que supera en aproximadamente un 20% a otras bases de datos como Web of Science. La cadena de búsqueda utilizada fue la siguiente:

Para asegurar la relevancia y calidad de los documentos analizados, se definieron los siguientes criterios:

(TITLE-ABS-KEY ("total productive maintenance" OR "TPM") AND TITLE-ABS-KEY ("overall equipment effectiveness" OR "OEE")) AND PUBYEAR > 2013 AND PUBYEAR < 2024

Criterios de inclusión

- Incluir solo artículos de investigación y revisión de Scopus.
- Incluir artículos relevantes a TPM y OEE en el sector manufactura
- Incluir solo artículo de investigación en el periodo 2013 -2024
- Incluir solo artículos en inglés
- Incluir solo artículos con acceso completo gratuito

Criterios de exclusión

- Excluir artículos de congreso
- Excluir libros
- Excluir capítulos de libros

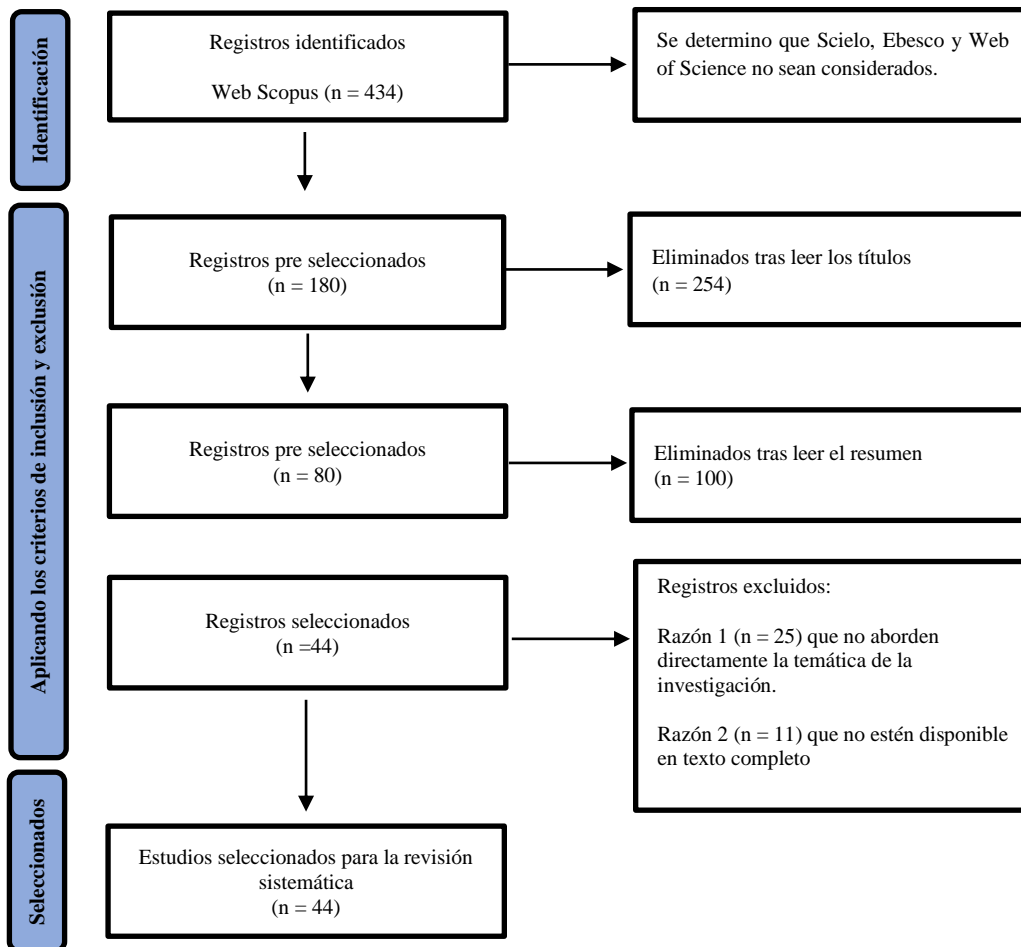


Figura 1: Proceso de selección de artículos.

Fuente: Elaboración propia.

El proceso de selección siguió el protocolo PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses), como se ilustra en la figura 1.

IV. RESULTADOS, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN

La figura 2 muestra las tendencias de publicación de la investigación relacionada con TPM y OEE durante 2013 y 2024. Desde el 2013 se ha observado un aumento en artículos publicados de manera constante, este aumento creciente en las publicaciones indica la creciente atención académica hacia la mejora del Mantenimiento Total Productivo como medio para lograr una Efectividad Total del Equipo (OEE).



Figura 2: Tendencia de publicaciones sobre TPM y OEE.
Fuente: Scopus.

En la tabla 2 se muestran los perfiles de documentos manifiestos para esta revisión bibliométrica, que comprende tanto artículos científicos, documentos de conferencias, revisiones, libros y capítulos de libros.

Tabla 2: Tipos de documentos.

Tipos de documentos	Cantidad	Porcentaje
Artículos Científicos	260	60%
Documentos Conferencias	142	33%
Artículos de Revisión	13	3%
Libros	10	2%
Capítulos de Libros	9	2%
	434	100%

Fuente: Scopus.

Las 10 principales áreas de investigación, según el volumen de artículos publicados en cada área, se muestran en la tabla 3.

Tabla 3: Publicaciones por área.

Área	Publicaciones	Porcentaje
Ingeniería	293	34.27%
Negocios, Gestión y Contabilidad	199	23.27%
Informática	106	12.40%
Ciencias de la Decisión	87	10.18%
Ciencias Sociales	58	6.78%
Ciencia de los Materiales	28	3.27%
Ciencias Ambientales	25	2.92%
Ingeniería Química	21	2.46%
Economía, Econometría y Finanzas	19	2.22%
Energía	19	2.22%
	855	100.00%

Fuente: Scopus.

Nuestro análisis muestra que la investigación sobre TPM y OEE se extiende más allá de una sola área de estudio, con contribuciones de diferentes áreas.

En la tabla 4 se puede apreciar el aporte de trabajos en temas relacionados a TPM y OEE, ubicándonos en el puesto once.

Tabla 4: Ranking de países por número de publicaciones período 2013-2024.

Puesto	País	Publicaciones	Porcentaje
11	Perú	16	4.04%
10	Suecia	17	4.29%
9	Alemania	22	5.56%
8	Reino Unido	22	5.56%
7	Italia	25	6.31%
6	España	25	6.31%
5	Malasia	27	6.82%
4	Portugal	26	6.57%
3	Polonia	36	9.09%
2	India	72	18.18%
1	Indonesia	108	27.27%
		396	100.00%

Fuente: Scopus.

Para cumplir con el objetivo principal de este estudio se presentan los siguientes principales resultados obtenidos durante la investigación (Ver Tabla 5).

Tabla 5: Autores seleccionados.

Autores	Revista
[12]	American Journal of Applied Sciences (2013) 10(2) 131-138
[13]	International Journal of Production Research (2014) 52(6) 1744-1754
[14]	Procedia Manufacturing (2015) 2 186-190
[10]	Sustainability (Switzerland) (2015) 7(7) 9031-9047
[15]	International Journal of Prognostics and Health Management (2016) 7(3)
[16]	Emerging Markets Review (2023) 57
[17]	Procedia Manufacturing (2017) 13 1128-1134
[18]	International Journal of Mechanical and Production Engineerin Research and Development (2018) 8(1)1027-1038
[19]	Quality Innovation Prosperity (2019) 23(1) 45-59
[20]	Quality Innovation Prosperity (2019) 23(3) 103-121
[21]	American Journal of Applied Sciences (2013) 10(2) 131-138
[22]	International Journal of Productivity and Performance Management (2019) 68(5) 858-878
[23]	Applied Sciences (Switzerland) (2020) 10(18)
[24]	Advances in Science and Technology Research Journal (2020) 14(2) 19-26
[25]	Journal Europeen des Systemes Automatises (2020) 53(1) 55-60
[26]	Advances in Production Engineering And Management (2020) 15(1) 81-92
[27]	International Journal of Industrial Engineering and Management (2020) 11(3) 192-204
[28]	International Journal of Engineering, Transactions B: Applications (2020) 33(11) 2245-2251
[29]	Implementing total productive maintenance in a manufacturing small or medium-sized enterpriseXiang Z, Feng CJournal of Industrial Engineering and Management (2021) 14(2) 152-175
[30]	Manufacturing Technology (2021) 21(1) 56-64
[4]	International Journal of Industrial Engineering and Management (2021) 12(4) 286-298
[31]	South African Journal of Industrial Engineering (2022) 33(2) 143-156
[32]	Journal of Manufacturing Technology Management (2022) 33(3) 489-520
[33]	International Journal of Advanced Manufacturing Technology (2022) 121(5-6) 3351-3367
[34]	International Journal of Logistics Management (2022) 33(3) 818-835
[35]	Chinese Journal of Wood Science and Technology (2022) 36(3), pp. 20–25
[36]	Eksploatacja i Niezawodnosc (2022) 24(4), pp. 677–686
[37]	Procedia Computer Science (2022) 200, pp. 660–668
[38]	International Journal of Production Economics (2022) 248, 108494
[2]	Journal of Competitiveness (2022) 14(3), pp. 113–132
[39]	Inventions (2022) 7(4), 119
[40]	International Journal of Engineering Business Management (2023) 15
[41]	International Journal of Research in Industrial Engineering (2023) 12(3), pp. 205–220
[42]	Journal of Applied Research on Industrial Engineering (2023) 10(4), pp. 637–653
[43]	Heliyon (2023) 9(10), e20516
[44]	Journal of Quality in Maintenance Engineering (2023), 29(4), pp. 763–798
[45]	Academic Journal of Manufacturing Engineering (2024) 22(2), pp. 129–137
[46]	International Journal of Advanced Technology and Engineering Exploration (2024) 11(111), pp. 243–256
[47]	Journal of Quality in Maintenance Engineering (2024) 30(1), pp. 51–80
[3]	Journal Europeen des Systemes Automatises (2024) 57(2), pp. 383–396
[48]	International Journal of Engineering Trends and Technology (2024) 72(8), pp. 128–138
[49]	International Journal of Research in Industrial Engineering (2024) 13(4), pp. 376–383
[50]	South African Journal of Industrial Engineering (2024), 35(4), pp. 37–51

Fuente: Scopus.

V. CONCLUSIONES

El análisis bibliométrico realizado en esta investigación confirma que la implementación del mantenimiento productivos total mantiene un crecimiento sostenido (2013-2024), desde enfoques descriptivos hasta estudios que integran TPM como tecnologías 4.0 (IoT, IA) y análisis de cadena de suministro complejas [33], [46], sectores como automotriz, electrónica y bienes finales predominan en la literatura analizada [10].

La implementación sistemática de pilares TPM mejora estadísticamente el OEE, reduciendo paradas entre un 15% - 30%, defectos y optimizando tiempos de ciclo [22], [44] Estos resultados se replican en diversos sectores, incluyendo pymes y multinacionales [29], [48].

Las estrategias más efectivas incluyen: compromiso gerencial visible [29], [48], capacitación adaptativa multinivel [18] e integración de herramientas complementarias como SMED, PDCA y plataformas digitales [28], [42]. Esta sinergia TPM y Lean emerge como facilitador clave [20], [32].

VI. RECOMENDACIONES

Profundizar y cuantificar el impacto de tecnologías digitales (IoT, IA) en pilares del TPM usando métricas estandarizadas [46], desarrollando marcos de implementación con protocolos de ciberseguridad para entornos industriales [33].

Generar modelos adaptados a pymes con enfoque en recursos limitados [29], [49], realizando estudios longitudinales mayores a 5 años para evaluar la sostenibilidad de las mejoras implementadas en OEEE [11].

Investigar integración TPM con Lean Six Sigma usando diseños experimentales [20], [32], identificando barreras organizacionales en implementaciones fallidas mediante tecnologías mixtas [42], [48], desarrollando métricas desagregadas por pilar TPM para evaluar contribuciones específicas al OEE [23].

VII. DISCUSIÓN

La literatura consolidada confirma que el TPM es una filosofía esencial para optimizar el OEE en el sector manufactura, aunque su éxito está determinado por factores contextuales. La integración con tecnologías 4.0 (IoT, gemelos digitales) responde a sistemas productivos complejos, pero se revela retos en ciberseguridad y escalabilidad.

Donde el sector manufactura constituye una de las actividades más exigente en el mercado mundial, ya que exige un crecimiento continuo de la productividad, que es un componente crucial en la mayoría de las empresas de fabricación industrial. Esto convierte el sector manufacturero en una de las actividades más exigente. La pérdida de producción es una realidad inevitable para los fabricantes, y puede ocurrir en diversos escenarios de fabricación, resultando en gastos significativos. Es por ello que en la presente investigación se realiza un análisis bibliométrico de las investigaciones sobre TPM y OEE, donde destacamos el trabajo de [24] quienes demuestran una mejora en la eficiencia de producción de los equipos, llegando a la misma conclusión que Tortorella et al. [32] quienes afirman que su trabajo proporciona evidencia empírica sobre el papel de la tecnología 4.0 para la mejora del Mantenimiento Productivo Total (TPM).

Con la creciente complejidad de los sistemas de producción, caracterizados por su heterogeneidad, se hace bastante difícil llevar a cabo un modelo de gestión eficaz y rentable de las herramientas y accesorios necesarios para garantizar una ejecución correcta y oportuna de los ciclos de producción planificados, para evaluar este impacto [28] propone utilizar el método TPM, el ciclo Planificar-Hacer-Verificar-Actura (PDCA), diagrama de Pareto y diagrama de pescado para aumentar el OEE. Además, Marinho et al. [4] afirman que existe una secuencia novedosa para la aplicación correcta de herramientas ligadas a Lean Manufacturing.

Las empresas siempre están buscando nuevas formas de mejorar para mantener su relevancia en el mercado, retener a sus clientes existentes y atraer nuevos. Pinto et al. [27] señalan que el modelo de gestión Mantenimiento Total Productivo (TPM) engloba términos de calidad, productividad, eficacia, disponibilidad de máquinas, entre otros. Esto permite a las empresas abordar cuestiones que surgen a la hora de mantener el rendimiento de las máquinas y equipos. La implementación de esta estrategia no solo busca aumentar la productividad, sino también crear capacidad para adaptarse a los requerimientos del mercado y promover la sostenibilidad a largo plazo en un sector que es crucial para la prosperidad económica del país [10].

VIII. REFERENCIAS

- [1] P. Ondra, "The Impact of Single Minute Exchange of Die and Total Productive Maintenance on Overall Equipment Effectiveness," *Journal of Competitiveness*, vol. 14, no. 3, pp. 113–132, 2022, doi: [10.7441/joc.2022.03.07](https://doi.org/10.7441/joc.2022.03.07).
- [2] P. Dobra and J. Józsvai, "Assembly Line Overall Equipment Effectiveness (OEE) Prediction from Human Estimation to Supervised Machine Learning," *Journal of Manufacturing and Materials Processing*, vol. 6, no. 3, 2022, doi: [10.3390/jmmp6030059](https://doi.org/10.3390/jmmp6030059).
- [3] P. J. Balcázar Hidalgo, Z. B. Chávez Romero, and K. F. Torres Mirez, "Mantenimiento productivo total en el sector manufacturero. Una revisión sistemática de literatura," *LACCEI (Latin American and Caribbean Consortium of Engineering Institutions)*, Dec. 2023. doi: [10.18687/leird2023.1.1.487](https://doi.org/10.18687/leird2023.1.1.487).
- [4] L. Espiritu, R. Paolo, L. Palomino, E. Gerardo, L. Chávarri, and C. Carolina, "UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS ASESOR(ES)."
- [5] F. A. Abdulmalek and J. Rajgopal, "Analyzing the benefits of lean manufacturing and value stream mapping via simulation: A process sector case study," *Int J Prod Econ*, vol. 107, no. 1, pp. 223–236, May 2007, doi: [10.1016/J.IJPE.2006.09.009](https://doi.org/10.1016/J.IJPE.2006.09.009).
- [6] L. F. Pocorey Choque and M. Ayabe, "v13n19_a09".
- [7] J. P. Womack, D. T. Jones, and D. Roos, "La máquina que cambió el mundo : el libro que descubrió el lean management, arma secreta de Toyota que revolucionó la industria del automóvil, y que mejor sigue explicando en qué consiste," 2017, Accessed: Jul. 23, 2025. [Online]. Available: <http://www.marcialpons.es/libros/la-maquina-que-cambio-el-mundo/9788416583973/>.
- [8] S. Sahoo and S. Yadav, "Influences of TPM and TQM Practices on Performance of Engineering Product and Component Manufacturers," *Procedia Manuf*, vol. 43, pp. 728–735, Jan. 2020, doi: [10.1016/J.PROMFG.2020.02.111](https://doi.org/10.1016/J.PROMFG.2020.02.111).
- [9] I. P. S. Ahuja and J. S. Khamba, "Total productive maintenance: Literature review and directions," *International Journal of Quality and Reliability Management*, vol. 25, no. 7, pp. 709–756, 2008, doi: [10.1108/02656710810890890](https://doi.org/10.1108/02656710810890890).
- [10] M. gorzata Jasiulewicz-Kaczmarek and M. Piechowski, "Practical Aspects of OEE in Automotive Company – Case Study," pp. 213–218, Aug. 2016, doi: [10.2991/MSMI-16.2016.51](https://doi.org/10.2991/MSMI-16.2016.51).
- [11] R. Domingo and S. Aguado, "Overall environmental equipment effectiveness as a metric of a lean and green manufacturing system," *Sustainability (Switzerland)*, vol. 7, no. 7, pp. 9031–9047, 2015, doi: [10.3390/su7079031](https://doi.org/10.3390/su7079031).
- [12] K. G. Eswaramurthi and P. V. Mohanram, "Improvement of manufacturing performance measurement system and evaluation of overall resource effectiveness," *Am J Appl Sci*, vol. 10, no. 2, pp. 131–138, 2013, doi: [10.3844/ajassp.2013.131.138](https://doi.org/10.3844/ajassp.2013.131.138).
- [13] D. Maletič, M. Maletič, and B. Gomišček, "The impact of quality management orientation on maintenance performance," *Int J Prod Res*, vol. 52, no. 6, pp. 1744–1754, 2014, doi: [10.1080/00207543.2013.848480](https://doi.org/10.1080/00207543.2013.848480).
- [14] A. Azizi, "Evaluation Improvement of Production Productivity Performance using Statistical Process Control, Overall Equipment Efficiency, and Autonomous Maintenance," *Procedia Manuf*, vol. 2, pp. 186–190, 2015, doi: [10.1016/j.promfg.2015.07.032](https://doi.org/10.1016/j.promfg.2015.07.032).
- [15] X. Jin, B. A. Weiss, D. Siegel, and J. Lee, "Present status and future growth of advanced maintenance technology and strategy in us manufacturing," *Int J Progn Health Manag*, vol. 7, no. 3, 2016, doi: [10.36001/ijphm.2016.v7i3.2409](https://doi.org/10.36001/ijphm.2016.v7i3.2409).
- [16] J. M. Simões, C. F. Gomes, and M. M. Yasin, "Changing role of maintenance in business organisations: Measurement versus strategic orientation," *Int J Prod Res*, vol. 54, no. 11, pp. 3329–3346, 2016, doi: [10.1080/00207543.2015.1106611](https://doi.org/10.1080/00207543.2015.1106611).
- [17] P. Guariente, I. Antonioli, L. P. Ferreira, T. Pereira, and F. J. G. Silva, "Implementing autonomous maintenance in an automotive components manufacturer," *Procedia Manuf*, vol. 13, pp. 1128–1134, 2017, doi: [10.1016/j.promfg.2017.09.174](https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.09.174).

- [18] S. Nallusamy, V. Kumar, V. Yadav, U. K. Prasad, and S. K. Suman, "Implementation of total productive maintenance to enhance the overall equipment effectiveness in medium scale industries," *International Journal of Mechanical and Production Engineering Research and Development*, vol. 8, no. 1, pp. 1027–1038, 2018, doi: [10.24247/ijmperdfeb2018123](https://doi.org/10.24247/ijmperdfeb2018123).
- [19] H. Pačaiová and G. Ižariková, "Base principles and practices for implementation of total productive maintenance in automotive industry," *Quality Innovation Prosperity*, vol. 23, no. 1, pp. 45–59, 2019, doi: [10.12776/QIP.V23I1.1203](https://doi.org/10.12776/QIP.V23I1.1203).
- [20] A. M. H. Pereira, M. R. Silva, M. A. G. Domingues, and J. C. Sá, "Lean six sigma approach to improve the production process in the mould industry: A case study," *Quality Innovation Prosperity*, vol. 23, no. 3, pp. 103–121, 2019, doi: [10.12776/QIP.V23I3.1334](https://doi.org/10.12776/QIP.V23I3.1334).
- [21] M. Sayuti, Juliananda, Syarifuddin, and Fatimah, "Analysis of the Overall Equipment Effectiveness (OEE) to Minimize Six Big Losses of Pulp machine: A Case Study in Pulp and Paper Industries," in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 2019. doi: [10.1088/1757-899X/536/1/012136](https://doi.org/10.1088/1757-899X/536/1/012136).
- [22] M. Gopalakrishnan, A. Skoogh, A. Salonen, and M. Asp, "Machine criticality assessment for productivity improvement: Smart maintenance decision support," *International Journal of Productivity and Performance Management*, vol. 68, no. 5, pp. 858–878, 2019, doi: [10.1108/IJPPM-03-2018-0091](https://doi.org/10.1108/IJPPM-03-2018-0091).
- [23] L. C. N. Corrales, M. P. Lambán, M. E. Hernandez Korner, and J. Royo, "Overall equipment effectiveness: Systematic literature review and overview of different approaches," *Applied Sciences (Switzerland)*, vol. 10, no. 18, 2020, doi: [10.3390/APP10186469](https://doi.org/10.3390/APP10186469).
- [24] I. Šajdlerová, V. Schindlerová, and J. Kratochvíl, "Potential and Limits of OEE in the Total Productivity Management," *Advances in Science and Technology Research Journal*, vol. 14, no. 2, pp. 19–26, 2020, doi: [10.12913/22998624/113617](https://doi.org/10.12913/22998624/113617).
- [25] A. Rozak, C. Jaqin, and H. Hasbullah, "Increasing overall equipment effectiveness in automotive company using DMAIC and FMEA method," *Journal European des Systemes Automatisés*, vol. 53, no. 1, pp. 55–60, 2020, doi: [10.18280/jesa.530107](https://doi.org/10.18280/jesa.530107).
- [26] I. Leksic, N. Stefanic, and I. Veza, "The impact of using different lean manufacturing tools on waste reduction," *Advances in Production Engineering And Management*, vol. 15, no. 1, pp. 81–92, 2020, doi: [10.14743/APEM2020.1.351](https://doi.org/10.14743/APEM2020.1.351).
- [27] G. Pinto, F. J. G. Silva, N. O. Fernandes, R. Casais, A. Baptista, and C. Carvalho, "Implementing a maintenance strategic plan using TPM methodology," *International Journal of Industrial Engineering and Management*, vol. 11, no. 3, pp. 192–204, 2020, doi: [10.24867/IJIE-2020-3-264](https://doi.org/10.24867/IJIE-2020-3-264).
- [28] C. Jaqin, A. Rozak, and H. H. Purba, "Case Study in Increasing Overall Equipment Effectiveness on Progressive Press Machine Using Plan-do-check-act Cycle," *International Journal of Engineering, Transactions B: Applications*, vol. 33, no. 11, pp. 2245–2251, 2020, doi: [10.5829/ije.2020.33.11b.16](https://doi.org/10.5829/ije.2020.33.11b.16).
- [29] Z. T. Xiang and C. J. Feng, "Implementing total productive maintenance in a manufacturing small or medium-sized enterprise," *Journal of Industrial Engineering and Management*, vol. 14, no. 2, pp. 152–175, 2021, doi: [10.3926/jiem.3286](https://doi.org/10.3926/jiem.3286).
- [30] T. Haddad, B. W. Shaheen, and I. Németh, "Improving Overall Equipment Effectiveness (OEE) of Extrusion Machine Using Lean Manufacturing Approach," *Manufacturing Technology*, vol. 21, no. 1, pp. 56–64, 2021, doi: [10.21062/mft.2021.006](https://doi.org/10.21062/mft.2021.006).
- [31] P. Marinho, D. Pimentel, R. Casais, F. J. G. Silva, J. C. Sá, and L. P. Ferreira, "Selecting the best tools and framework to evaluate equipment malfunctions and improve the OEE in the cork industry," *International Journal of Industrial Engineering and Management*, vol. 12, no. 4, pp. 286–298, 2021, doi: [10.24867/IJIE-2021-4-295](https://doi.org/10.24867/IJIE-2021-4-295).
- [32] J. C. Quiroz-Flores and M. L. Vega-Alvites, "REVIEW LEAN MANUFACTURING MODEL OF PRODUCTION MANAGEMENT UNDER THE PREVENTIVE MAINTENANCE APPROACH TO IMPROVE EFFICIENCY IN PLASTICS INDUSTRY SMES: A CASE STUDY," *South African Journal of Industrial Engineering*, vol. 33, no. 2, pp. 143–156, 2022, doi: [10.7166/33-2-2711](https://doi.org/10.7166/33-2-2711).
- [33] G. Tortorella et al., "The impact of Industry 4.0 on the relationship between TPM and maintenance performance," *Journal of Manufacturing Technology Management*, vol. 33, no. 3, pp. 489–520, 2022, doi: [10.1108/JMTM-10-2021-0399](https://doi.org/10.1108/JMTM-10-2021-0399).
- [34] Z. Huang, C. Jowers, D. Kent, A. Dehghan-Manshadi, and M. S. Dargusch, "The implementation of Industry 4.0 in manufacturing: from lean manufacturing to product design," *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, vol. 121, no. 5–6, pp. 3351–3367, 2022, doi: [10.1007/s00170-022-09511-7](https://doi.org/10.1007/s00170-022-09511-7).
- [35] N. Muhammad, A. Upadhyay, A. Kumar, and H. Gilani, "Achieving operational excellence through the lens of lean and Six Sigma during the COVID-19 pandemic," *International Journal of Logistics Management*, vol. 33, no. 3, pp. 818–835, 2022, doi: [10.1108/IJLM-06-2021-0343](https://doi.org/10.1108/IJLM-06-2021-0343).
- [36] Z.-R. Zhou, X.-Q. Xiong, J.-X. Wang, and H.-T. Bai, "Equipment Management of Customized Furnishing Manufacturers Based on Total Productive Maintenance," *Chinese Journal of Wood Science and Technology*, vol. 36, no. 3, pp. 20–25, 2022, doi: [10.12326/j.2096-9694.2021169](https://doi.org/10.12326/j.2096-9694.2021169).
- [37] E. Michłowicz, "Assessment of the modernized production system through selected TPM method indicators," *Eksploatacja i Niezawodność*, vol. 24, no. 4, pp. 677–686, 2022, doi: [10.17531/ein.2022.4.8](https://doi.org/10.17531/ein.2022.4.8).
- [38] D. Klimecka-Tatar and M. Ingaldi, "Digitization of processes in manufacturing SMEs - Value stream mapping and OEE analysis," in *Procedia Computer Science*, 2022, pp. 660–668. doi: [10.1016/j.procs.2022.01.264](https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.01.264).
- [39] Y.-H. Hung, L. Y. O. Li, and T. C. E. Cheng, "Uncovering hidden capacity in overall equipment effectiveness management," *Int J Prod Econ*, vol. 248, 2022, doi: [10.1016/j.ijspe.2022.108494](https://doi.org/10.1016/j.ijspe.2022.108494).
- [40] S. Singh, J. S. Khamba, and D. Singh, "Analysis of potential factors affecting execution of overall equipment effectiveness in Indian sugar mills," *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part E: Journal of Process Mechanical Engineering*, vol. 237, no. 6, pp. 2323–2333, 2023, doi: [10.1177/09544089221135010](https://doi.org/10.1177/09544089221135010).
- [41] S. D. Luozzo, F. Starmoni, and M. M. Schiraldi, "On the relationship between human factor and overall equipment effectiveness (OEE): An analysis through the adoption of analytic hierarchy process and ISO 22400," *International Journal of Engineering Business Management*, vol. 15, 2023, doi: [10.1177/18479790231188548](https://doi.org/10.1177/18479790231188548).
- [42] A. Abedin, "Improvement of Overall Equipment Efficiency with Root Cause Analysis and TPM Strategy: a Case Study," *International Journal of Research in Industrial Engineering*, vol. 12, no. 3, pp. 205–220, 2023, doi: [10.22105/riiej.2023.393216.1388](https://doi.org/10.22105/riiej.2023.393216.1388).
- [43] S. Supriyati and T. N. Wiyatno, "Monitoring Performance of Two-Wheeled Automotive Component Painting Service Companies Through the Implementation of TPM," *Journal of Applied Research on Industrial Engineering*, vol. 10, no. 4, pp. 637–653, 2023, doi: [10.22105/jarie.2023.382641.1522](https://doi.org/10.22105/jarie.2023.382641.1522).
- [44] N. Shannon, A. Trubetskaya, J. Iqbal, and O. McDermott, "A total productive maintenance & reliability framework for an active pharmaceutical ingredient plant utilising design for Lean Six Sigma," *Heliyon*, vol. 9, no. 10, 2023, doi: [10.1016/j.heliyon.2023.e20516](https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e20516).
- [45] R. Mohan, J. P. Roselyn, and R. A. Uthra, "LSTM based artificial intelligence predictive maintenance technique for availability rate and OEE improvement in a TPM implementing plant through Industry 4.0 transformation," *J Qual Maint Eng*, vol. 29, no. 4, pp. 763–798, 2023, doi: [10.1108/JQME-07-2022-0041](https://doi.org/10.1108/JQME-07-2022-0041).

- [46] M. Hermans and P. Tamás, "OVERALL EQUIPMENT EFFICIENCY, TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE AND DIGITAL TWIN TECHNOLOGIES - A LITERATURE REVIEW," *Academic Journal of Manufacturing Engineering*, vol. 22, no. 2, pp. 129–137, 2024.
- [47] S. S. Rathi, M. K. Sahu, and S. Kumar, "Implementation of lean manufacturing methods to improve rolling mill productivity," *International Journal of Advanced Technology and Engineering Exploration*, vol. 11, no. 111, pp. 243–256, 2024, doi: [10.19101/IJATEE.2023.10102004](https://doi.org/10.19101/IJATEE.2023.10102004).
- [48] M. T. Gelaw, D. K. Azene, and E. Berhan, "Assessment of critical success factors, barriers and initiatives of total productive maintenance (TPM) in selected Ethiopian manufacturing industries," *J Qual Maint Eng*, vol. 30, no. 1, pp. 51–80, 2024, doi: [10.1108/JOME-11-2022-0073](https://doi.org/10.1108/JOME-11-2022-0073).
- [49] F. Sumasto et al., "Enhancing Overall Equipment Effectiveness in Indonesian Automotive SMEs: A TPM Approach," *Journal Europeen des Systemes Automatisés*, vol. 57, no. 2, pp. 383–396, 2024, doi: [10.18280/jesa.570208](https://doi.org/10.18280/jesa.570208).
- [50] S. Castañeda, S. Rodriguez, O. Yildiz, D. Aranda, and J. C. Alvarez, "Increase of the Availability of Machinery in a Food Company Applying the TPM, SMED and RCM Methodologies," *International Journal of Engineering Trends and Technology*, vol. 72, no. 8, pp. 128–138, 2024, doi: [10.14445/22315381/IJETT-V72I8P114](https://doi.org/10.14445/22315381/IJETT-V72I8P114).
- [51] J. Biswas, "Total Productive Maintenance: An In-depth Review with a Focus on Overall Equipment Effectiveness Measurement," *International Journal of Research in Industrial Engineering*, vol. 13, no. 4, pp. 376–383, 2024, doi: [10.22105/riej.2024.453380.1436](https://doi.org/10.22105/riej.2024.453380.1436).
- [52] A. Mares Castro and J. Ramírez Pérez, "APPLICATION OF TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE IN A MANUFACTURING PROCESS OF CARDBOARD BOXES UNDER LEAN SIX SIGMA DMAIC METHODOLOGY," *South African Journal of Industrial Engineering*, vol. 35, no. 4, pp. 37–51, 2024, doi: [10.7166/35-4-3068](https://doi.org/10.7166/35-4-3068).