

Kanban methodology and its impact on productivity in manufacturing companies: a systematic literature review.

Escobar Lazo, Anyela Shantal¹; Zevallos Valentín, Marina Isabel¹; Vásquez Espinoza Juan Manuel¹

¹Facultad de Ingeniería, Universidad Tecnológica del Perú, Lima, Perú, U19216235@utp.edu.pe, 1122167@utp.edu.pe, C21208@utp.edu.pe

Abstract– *This systematic review aims to investigate the current use of the KANBAN methodology and its impact on the productivity of companies in the manufacturing sector. To this end, a meta-analysis was carried out based on the PRISMA method for filtering and selecting articles. The final selection of 32 articles extracted from Scopus and Proquest are no more than 5 years old, where 28.1% of the selection corresponds to publications from 2023, 21.9% of the selection corresponds to 2019, and 15.6% corresponds to 2021. Analyzing the country of origin, Peru is shown as the country with the highest contribution to the final selection with 21.9%, followed by India with 18.8% and Indonesia with 12.5%. The results indicate that implementing Kanban brings multiple benefits, including the tool's ability to significantly reduce inventory levels, freeing up capital and optimizing storage space. The reduction in inventory translates into lower storage, handling, and material obsolescence and deterioration costs. Additionally, Kanban facilitates a more fluid and synchronized production flow, eliminating bottlenecks, and reducing wait times between stages. The improved production flow translates into shorter delivery times for customers and a greater ability to respond to their demands.*

Keywords-- KANBAN, manufacturing company, Productivity, impact.

Metodología Kanban y su impacto en la productividad en empresas manufactureras: una revisión sistemática de literatura.

Escobar Lazo, Anyela Shantal¹; Zevallos Valentín, Marina Isabel¹; Vásquez Espinoza Juan Manuel¹

¹Facultad de Ingeniería, Universidad Tecnológica del Perú, Lima, Perú, U19216235@utp.edu.pe, 1122167@utp.edu.pe, C21208@utp.edu.pe

Resumen – La presente revisión sistemática tiene el objetivo de indagar sobre el uso actual de la metodología KANBAN y el impacto que ocasionan sobre la productividad de las empresas del sector manufacturero. Para ello, se realizó un metaanálisis con base en el método PRISMA, para el filtrado y selección de artículos. La selección final de 32 artículos extraídos de Scopus y Proquest, tienen vigencia no mayor a 5 años, donde el 28.1 % de la selección corresponden a publicaciones del año 2023, un 21.9 % de la selección corresponden al año 2019 y un 15.6 % corresponden al año 2021. Analizando el país de origen, se muestra a Perú como el país con mayor aporte a la selección final con un 21.9 %, seguidamente, se tiene a la India con un 18.8 % e Indonesia con un 12.5 %. Los resultados indican que implementar Kanban conlleva a múltiples beneficios, entre las cuales se pudo validar que la herramienta permite una reducción significativa de los niveles de inventario, liberando capital y optimizando el espacio de almacenamiento. La disminución de inventarios se traduce en menores costos de almacenamiento, manejo, obsolescencia y deterioro de materiales. Adicionalmente, Kanban favorece un flujo de producción más fluido y sincronizado, eliminando cuellos de botella y reduciendo los tiempos de espera entre etapas. La mejora en el flujo de producción se traduce en menores tiempos de entrega para los clientes y una mayor capacidad de respuesta a sus demandas.

Palabras clave– KANBAN, empresa de manufactura, Productividad, impacto.

I. INTRODUCCIÓN

La automatización de procesos es una herramienta fundamental para optimizar la eficiencia y productividad en diversos sectores. Sin embargo, para implementarla de manera efectiva, es necesario contar con un enfoque sistemático que permita identificar las áreas de oportunidad y guiar el proceso de cambio. La metodología Kanban se presenta como una herramienta valiosa para este propósito, ya que facilita la visualización del flujo de trabajo, la identificación de cuellos de botella y la implementación de mejoras continuas [1].

El crecimiento del PIB global en 2021, a un ritmo del 5.8%, se convirtió en el principal motor del impulso que experimentó el sector manufacturero a nivel mundial. Este auge generalizado de la economía favoreció el desempeño de diversos sectores, destacando especialmente el crecimiento en la manufactura, la construcción, el transporte, el comercio y las comunicaciones. La manufactura experimentó un repunte notable durante este período, impulsada por el aumento de la demanda de bienes y servicios a nivel global. Este crecimiento se vio reflejado en un incremento en la producción industrial y en la generación de nuevos empleos en el sector., lo que apunta que las empresas

deben estar en constante actualización de su sistema productivo, y poder competir en un mercado cada vez más desafiante y dinámico [1]. Una de las soluciones para ser más productivos es el sistema Kanban, la cual permite mitigar los cuellos de botella en la productividad de los procesos de producción controlados por diferentes mecanismos de control pull. Los resultados demuestran que el tipo de mecanismo de control utilizado puede tener un impacto significativo en el nivel de productividad, especialmente en presencia de cuellos de botella [1]. Adicionalmente, la técnica puede ayudar a mejorar la eficiencia y la visibilidad del flujo de trabajo, incluso en entornos desafiantes [2]. En el ámbito nacional, la industria manufacturera experimentó un repunte significativo en 2021, registrando un crecimiento del 17.8%, ubicándose como el segundo sector de mayor crecimiento detrás de la construcción (34.5%). Este desempeño positivo refleja una recuperación nacional en medio de un contexto global desafiante [3].

A pesar de la importancia de KANBAN para la economía, la adopción de esta metodología de mejora continua en el sector manufacturero sigue siendo baja. Esta situación resulta preocupante, ya que la alta dependencia de maquinaria en los procesos productivos genera un alto nivel de incertidumbre y riesgo de interrupciones. La escasa implementación de Kanban en el sector manufacturero representa una oportunidad desaprovechada para optimizar la eficiencia, reducir costos y mejorar la calidad de la producción. Es necesario que las empresas del sector manufacturero tomen conciencia de los beneficios que Kanban puede aportarles y consideren su implementación para fortalecer su competitividad y contribuir al crecimiento sostenido de la economía nacional [3].

Kanban se distingue por ofrecer un enfoque integral para la mejora organizacional, yendo más allá de una simple optimización puntual. Su metodología permite a las empresas alinear diferentes áreas y departamentos, promoviendo un crecimiento sostenible que abarca diversos aspectos. A través de la implementación de Kanban, las organizaciones pueden incrementar su productividad de manera eficiente y efectiva, optimizando flujos de trabajo, reduciendo cuellos de botella y eliminando desperdicios. Este enfoque holístico no se limita a un solo punto de vista, sino que integra las necesidades y objetivos de distintas áreas, fomentando la colaboración y el alineamiento estratégico. De esta manera, Kanban se convierte en una herramienta poderosa para impulsar el crecimiento sostenible a largo plazo de las organizaciones. Algunos autores sugieren que su aplicación se puede desarrollar en 5 fases:

identificación de oportunidades, análisis del flujo de trabajo, diseño del sistema Kanban, implementación y mejora continua [4]. Algunas aplicaciones lo afirman, por ejemplo, en la India, una empresa de confección Pheonix Internacional, aumentó su productividad en aproximadamente un 8%. La implementación de KANBAN dio como resultado una reducción del tiempo del ciclo. También se redujo el desperdicio de fabricación de prendas y, por lo tanto, aumentan la calidad [5]. Otro estudio aplico Kanban en un entorno de gestión de proyectos, Los autores demuestran cómo Kanban puede ayudar a mejorar la comunicación y la colaboración entre los miembros del equipo [6]. Por esta razón, se busca indagar sobre el sistema KANBAN, que demuestre su importancia en el sector manufacturero, con la finalidad de mejorar la productividad en la industria.

En este contexto, se busca identificar estrategias para implementar el sistema Kanban y aumentar la productividad en el sector manufacturero. A través de una revisión sistemática de literatura (RSL), se persiguen los siguientes objetivos específicos: reconocer problemas solucionables con KANBAN: Se analizarán los desafíos que pueden abordarse mediante la aplicación del sistema Kanban en la industria manufacturera. Identificar herramientas y pilares del KANBAN: Se explorarán las herramientas y principios fundamentales del Kanban para mejorar los indicadores relacionados con la producción y la productividad. Determinar resultados obtenidos con KANBAN: Se evaluarán los resultados obtenidos al aplicar el Kanban en el sector manufacturero.

La estructura de esta investigación se organiza de la siguiente manera: metodología; se describe la metodología utilizada durante la RSL. Resultados combinados; se presenta una síntesis de los hallazgos basada en los criterios de búsqueda. resultados cualitativos y cuantitativos; se analiza los resultados específicos en términos de calidad y cantidad. Conclusiones; se extrae conclusiones relevantes que servirán como base para futuras

II. METODOLOGÍA

Con el objetivo de impulsar la productividad en el sector manufacturero, considerado un pilar clave para la economía nacional, se llevó a cabo una rigurosa RSL. En este proceso, se identificó a la metodología Kanban como una estrategia prometedora para afrontar dicho desafío. La revisión se realizó de forma organizada, minuciosa y replicable, siguiendo la metodología descrita en la Tabla 1. La búsqueda se enfocó en artículos científicos y ponencias de conferencias publicados en inglés o español, utilizando como fuente principal la base de datos Scopus. Se priorizaron artículos de libre acceso y se restringió el rango temporal de publicación entre 2019 y 2024, con el fin de asegurar la actualidad y relevancia de la información [6].

Para ampliar y optimizar los resultados, se implementaron estrategias avanzadas de búsqueda: se combinaron palabras clave mediante conectores booleanos (AND, OR), lo que

permitió refinar los resultados de manera precisa; además, se emplearon símbolos de truncamiento (*, “insert phrase”) para incluir variaciones de las palabras clave, ampliando así la cobertura temática de los documentos relevantes.

Una vez aplicados los criterios de búsqueda, se procedió a eliminar los artículos duplicados con el fin de garantizar la integridad y fiabilidad de la información recopilada. De esta forma, se obtuvo un conjunto optimizado de estudios para su posterior evaluación y selección. La Tabla 1 presenta un resumen conciso de las etapas clave del proceso metodológico seguido en la revisión. Para sistematizar y enfocar la búsqueda, se utilizó la estrategia PICO (Población, Intervención, Comparador, Resultado), una herramienta metodológica que facilita la formulación de preguntas de investigación claras y estructuradas. Esta desagregación condujo a la formulación de tres preguntas específicas que se detallan en la Tabla 2, las cuales guiaron la revisión hacia la identificación de la evidencia más pertinente.

TABLA II
RESUMEN DE LA METODOLOGÍA EMPLEADA PARA LA BÚSQUEDA.

Criterios de búsqueda	Parámetros para la búsqueda de información.			
Pregunta de investigación	¿De qué manera el método KANBAN automatiza los procesos y aumentando la productividad en las empresas manufactureras?			
Palabras claves empleadas en la búsqueda	Metodología Kanban Sistema Kanban productividad Empresas manufactureras Sistema de producción		Kanban Metodology Productivity manufacturing companies Kanban system productivity Manufacturing companies Production system	
Base de datos	Scopus	Sciendirect	Mendeley	Proquest
Periodo de selección	2019 – 2024.			
Idioma	Inglés.		Español.	
Tipo de documento	Artículo científico.		Papers de conferencia.	
Accesibilidad	Open Access.			
Criterio de selección	Selección a través de declaración PRISMA en 3 niveles (identificación, Cribado, Inclusión), comprendido en 10 etapas			

TABLA I
PREGUNTAS CONSTRUIDAS MEDIANTE METODOLOGÍA PIOC

Estructura PICO	Pregunta
P	¿Cuáles son los problemas asociados a la aplicación de metodología Kanban en empresas manufactureras?
I	¿De qué manera es aplicada la metodología Kanban en las empresas manufactureras?
C	No aplica

O	¿Cuáles son los principales resultados en términos de aplicación de metodología Kanban y su impacto en la productividad en el ámbito de empresas manufactureras?
---	--

III. RESULTADOS

A. Resultados Bibliométricos

La búsqueda inicial arrojó un total de 410 resultados: 405 provenientes de la base de datos Scopus y 5 de ProQuest. Posteriormente, se eliminaron 60 artículos duplicados, lo que redujo el conjunto a 350 documentos únicos. A partir de estos, se realizó una lectura detallada de los títulos y resúmenes, seleccionando 294 artículos que cumplieran con los criterios de inclusión establecidos para la RSL.

Como complemento a la búsqueda electrónica, se llevó a cabo una búsqueda manual que permitió identificar un artículo adicional de alta relevancia, no recuperado en las búsquedas automatizadas. Tras una evaluación más exhaustiva de los resúmenes de los 294 artículos, se seleccionaron finalmente 32 estudios, los cuales destacaron por su pertinencia temática, rigor metodológico y contribución significativa al objetivo de la investigación. El proceso completo de selección y filtrado de artículos se representa gráficamente en el diagrama de flujo PRISMA (Figura 1) [7], lo que permite evidenciar la rigurosidad, transparencia y trazabilidad metodológica empleada en esta etapa del estudio.

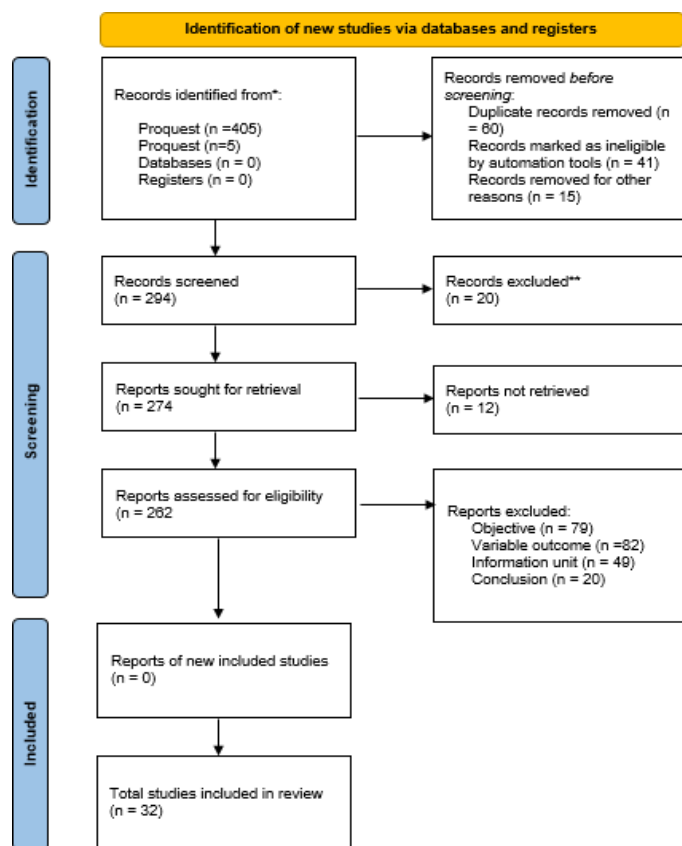


Fig. 1 Diagrama de flujo PRISMA.
Nota. Adaptado de <https://www.prisma-statement.org/prisma-2020>

Los 32 artículos seleccionados fueron organizados en una base de datos para su comprensión y análisis. Si se analiza la vigencia de los artículos seleccionados, en la siguiente figura 2 se muestra que el 28.1 % de la selección corresponden a publicaciones del año 2023 (9 artículos). Seguidamente, se tiene un 21.9 % de la selección corresponden al año 2019 (7 artículos), un 15.6 % corresponden al año 2021 (5 artículos). Posteriormente y en igual proporción, se tiene que un 12.5 % de la selección corresponden para el año 2022 (4 artículos) y 2020 (4 artículos). Un 9.4 % corresponden al año 2024 (3 publicaciones).

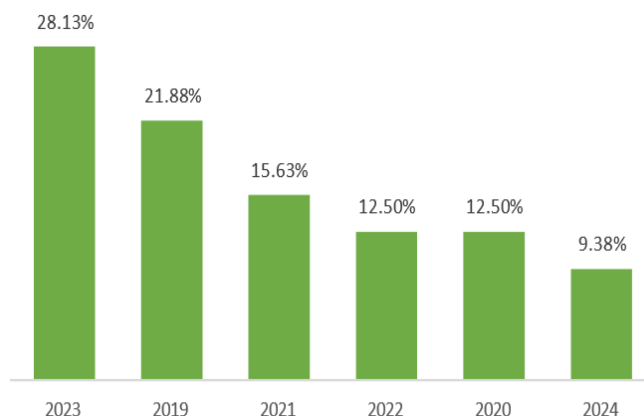


Fig. 2 Artículos científicos seleccionados según el año de publicación

Analizando el país de origen, la figura 3 muestra a Perú como el país con mayor aporte a la selección final con un 21.9 % (7 artículos), seguidamente, se tiene a la India con un 18.8 % (6 investigaciones), Indonesia con un 12.5 % (4 artículos). Los países Eslovaquia, Rumania, España y Alemania representan cada uno el 6.3 % (2 artículos cada uno). Y los países de Brasil, Pakistán, Rusia, Francia, Serbia y Croacia tienen un 3.1 % cada uno de aporte. La diversidad de los diferentes orígenes de los artículos revela la gran amplitud y alcance de la herramienta KANBAN, así como su aplicabilidad tomando en consideración las diferentes culturas asociadas a cada país.



Fig. 3 Artículos científicos seleccionados según el país de origen

B. Resultados de Ingeniería

Al analizar en profundidad los resultados de los 32 artículos seleccionados, es posible sintetizar la información en torno a los aspectos de ingeniería más relevantes para el desarrollo del estudio.

A. ¿Cuáles son las teorías claves que se requieren para aplicar KANBAN?

Los artículos seleccionados se relacionan directamente con la herramienta Kanban como solución a problemas en empresas manufactureras. No obstante, también se identifican otras herramientas y principios teóricos que facilitan su implementación exitosa. Tal como se observa en la Figura 4, que muestra las palabras clave más frecuentes en los estudios analizados, la filosofía Lean Manufacturing destaca como el enfoque principal que acompaña al uso de Kanban, presente en diversos trabajos [11], [16], [17], [18], [21], [22], [23], [26], [34]. Asimismo, la filosofía Kaizen también resulta relevante, apareciendo en varios estudios [8], [9], [12], [14]. Por otro lado, algunos artículos abordan conceptos como producción ágil [15], [18] y Jidoka [19], [20]. Finalmente, la productividad se identifica como una variable clave para observar el impacto generado por la implementación de Kanban [1], [2], [6], [18], [19], [22].

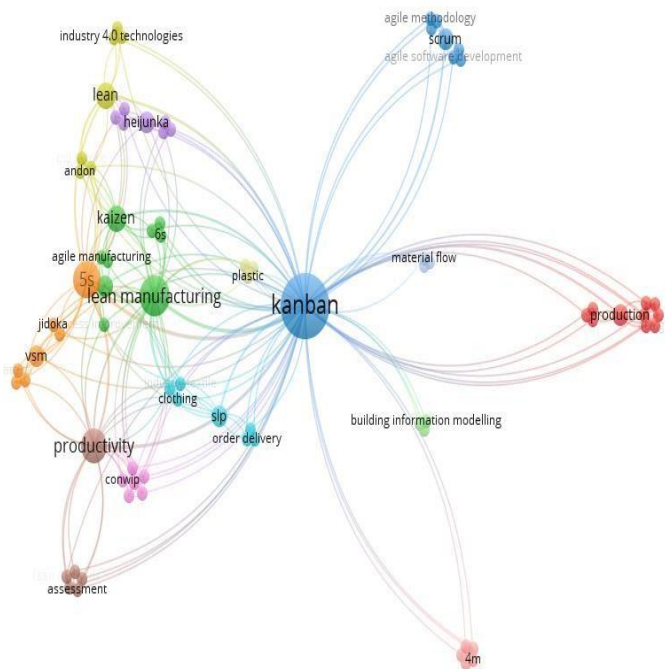


Fig. 4 Mapa de palabras claves de artículos seleccionados

B. ¿Cuáles son los problemas más comunes donde se aplicó KANBAN como alternativa de solución?

En cuanto a los problemas que más se presentan para ser solucionados mediante la herramienta Kanban, según la Figura 5, se destacan aquellos relacionados con largos tiempos de entrega [1], [2], [16], [21], [24], [27], [29], [33]; problemas de comunicación entre equipos [8], [15], [18], [23], [25], [31]; inconvenientes generados por ciclos de espera prolongados [5], [12], [13], [14], [22], [30]; cuellos de botella en líneas de producción [6], [10], [20], [26], [32]; investigaciones centradas en resolver flujos de trabajo ineficientes [3], [7], [11], [19]; y problemas por acumulación de tareas [9], [17], [28].

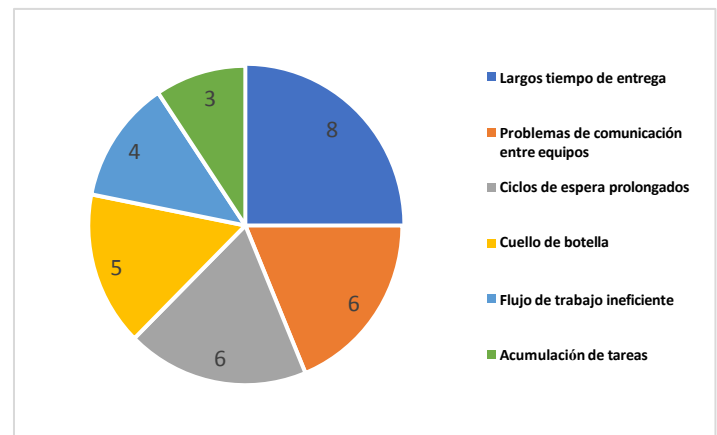


Fig. 5 Principales problemas que abordan los estudios seleccionados

C. ¿Cuáles son las herramientas más utilizadas para diagnosticar y aplicar KANBAN?

Los resultados de la selección mostrados en la Figura 6 indican que el Diagrama de Pareto es una de las técnicas con mayor aplicación (8 estudios). Le sigue la clasificación ABC de inventarios en proceso (6 artículos), destacando su uso debido a su capacidad para controlar eficientemente el inventario en curso. A continuación, se encuentra la herramienta VSM (Value Stream Mapping), una técnica clave para mapear el flujo de valor y determinar los ritmos de trabajo en el proceso productivo, identificada en 5 estudios. El diagrama de Ishikawa se presenta como el enfoque principal en 5 investigaciones, destacándose por su efectividad en el análisis de causas y efectos de los problemas. Finalmente, las técnicas de 5S y Jidoka se mencionan en 4 artículos cada una, subrayando su importancia en la mejora continua, el orden y la calidad en los procesos manufactureros.

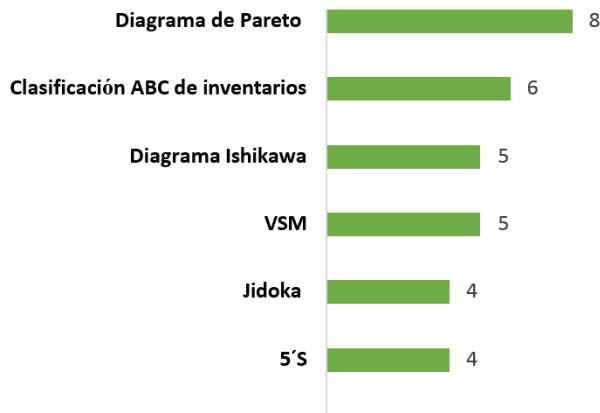


Fig. 6 Principales problemas que abordan los estudios seleccionados

D. ¿Cuáles son las prácticas que se adoptan al aplicar KANBAN en los grupos de trabajo?

Al aplicar Kanban, los autores sugieren visualizar constantemente los flujos de trabajo [9], [11], [15], [17], [19], [20], [27], [29]. Enfocarse en limitar el trabajo en proceso [16], [18], [23], [26], [30]. Se debe controlar la gestión del flujo de trabajo. Los estudios sugieren crear un tablero KANBAN físico o digital que muestre las diferentes etapas del flujo de trabajo y representar cada tarea como una tarjeta visual que se mueve a través del tablero a medida que avanza su progreso. También se observó que se utilizan colores e indicadores para destacar las tareas urgentes, los cuellos de botella y los elementos bloqueados [4], [14], [24], [32]. Se debe divulgar las políticas de Kanban al personal involucrado; a través de la documentación de las políticas y reglas que rigen el sistema Kanban. Hay que asegurar que todos los miembros del equipo comprendan y sigan las políticas, y revisar y actualizar las políticas periódicamente según sea necesario [2], [10], [13], [31]. El equipo de trabajo debe trabajar enfocados en la entrega de valor; se pudo observar la importancia de priorizar las tareas que entregan valor al cliente de manera oportuna, eliminando actividades que no agregan valor y reduciendo el desperdicio en el proceso. De igual manera, medir el tiempo de entrega y buscar formas de acortarlo [3], [5], [8], [21], [22], [25]. Se debe respetar los ritmos de trabajo de las estaciones y/o puestos de trabajo; los autores resaltan la importancia de no sobrecargar al equipo con más trabajo del que puede manejar, teniendo en cuenta la capacidad y el ritmo de trabajo del equipo al establecer expectativas y plazos, y ajustando el ritmo de trabajo según sea necesario para evitar el estrés y el agotamiento [6], [7], [12], [28], [33]. En consecuencia, la Figura 7 ilustra las prácticas clave adoptadas al implementar KANBAN, destacando las estrategias más efectivas para optimizar el flujo de trabajo y el enfoque en la entrega de valor.

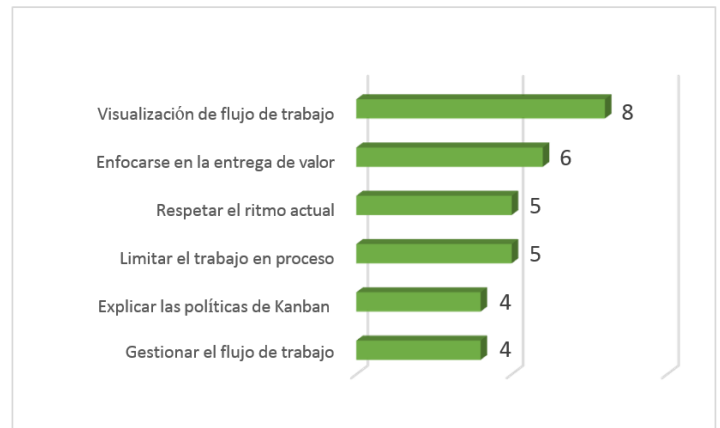


Fig. 7 Prácticas adoptadas al aplicar KANBAN

E. ¿Cuáles son las prácticas que se adoptan al aplicar KANBAN en los grupos de trabajo?

Según la tabla siguiente, al revisar los resultados, se observa que un 15.63 % de los estudios reportaron una disminución de inventarios en proceso [5], [6], [9], [15], [31]. Un 6.25 % de los artículos seleccionados lograron una mayor autonomía y control del proceso [10], [33]. Un 12.50 % destacaron que lograron una mayor disponibilidad de espacio en los puestos de trabajo [2], [13], [30], [32]. Un 12.50 % señalaron que obtuvieron una mayor visibilidad del progreso del trabajo [11], [19], [25], [28]. Un 6.25 % expresaron haber mejorado la comunicación interna [4], [12]. Un 3.13 % indicaron una mejora en la calidad del producto [26]. Un 6.25 % evidenciaron mejoras en la capacidad de respuesta al cliente [17], [20]. Un 9.38 % no reportaron resultados cuantificables [14], [21], [24]. Un 9.38 % obtuvieron una reducción de desperdicio [3], [7], [27]. Un 6.25 % alcanzaron una reducción en los inventarios finales [16], [23], y un 12.50 % lograron reducir el tiempo de ciclo [8], [18], [22], [29].

TABLA III
RESULTADOS ALCANZADOS POR ARTICULOS SELECCIONADOS

Beneficios alcanzados	Porcentaje
Disminución de inventarios en proceso.	15.63%
Gonzalo, D. et al [4]	3.13%
Karikalan, et al [5]	3.13%
Krishna, T. y Satyendra, S [9]	3.13%
Menanno, M. et al [15]	3.13%
Suza, A. et al [31]	3.13%
Mayor autonomía y control	6.25%
Permanajati, A. et al [10]	3.13%
Thenarasu, J. [33]	3.13%
Mayor disponibilidad de espacio en puestos de trabajo	12.50%
De la Cruz, A. y Altamirano, E. [1]	3.13%
Gayuh, L. [13]	3.13%
Sngla, V. y Sharma, S. [30]	3.13%
Tebuna, P et al [32]	3.13%

Mayor visibilidad del progreso	12.50%
Ames, V. et al [11]	3.13%
Dasharathraj, S. et al [19]	3.13%
Dimitrescu, A. [25]	3.13%
Orlov, E. [28]	3.13%
Mejor comunicación	6.25%
Kreutz, Et al [3]	3.13%
Peralta, A. et al [12]	3.13%
Mejora de la calidad	3.13%
Simic, D. et al [26]	3.13%
Mejora en la capacidad de respuesta a los clientes	6.25%
Hernández, N. et al [17]	3.13%
Lucena, C., Reyes, A. y Rodríguez, F [20].	3.13%
Otros beneficios no cuantificables	9.38%
Lang, J. et al	3.13%
Novera, E. y Elsy, M.	3.13%
Pekarcikova, M. et al	3.13%
Reducción de desperdicio	9.38%
Gozali, L. et al	3.13%
Pamela, A. et al	3.13%
Soto, J. et al	3.13%
Reducción de inventarios	6.25%
Ortega, et al	3.13%
Tofan, C.	3.13%
Reducción de tiempo de ciclo	12.50%
Alvarez, L. et al	3.13%
Arteaga A. y Calvo, R.	3.13%
Tošanovi, N	3.13%
Ukey, P. Deshmukh, A. y Arora, A.	3.13%
Total, general	100.00%

IV. DISCUSIÓN

El presente artículo se centra en la RSL que explora la aplicación de la metodología Kanban en el sector manufacturero, una herramienta estratégica utilizada para aumentar la productividad en las empresas de este sector, considerado un pilar fundamental de la economía nacional. En el proceso de búsqueda y selección de artículos, se identificaron importantes hallazgos que respaldan la relevancia de Kanban como una solución efectiva para la mejora de la eficiencia operativa.

En primer lugar, el análisis bibliométrico de los 32 artículos seleccionados revela que un 28.1% de las publicaciones provienen del año 2023, lo que indica que la metodología Kanban sigue siendo un tema de interés y relevancia reciente. Los países que más contribuyen a la producción de conocimiento en este campo son Perú (21.9%), India (18.8%) e Indonesia (12.5%), lo cual refleja la adopción global de esta metodología en diversas culturas y contextos

productivos, ampliando su aplicabilidad y evidencia en diferentes entornos industriales [6].

Uno de los aspectos clave observados es el impacto positivo que tiene Kanban sobre los problemas comunes de las empresas manufactureras. La literatura seleccionada destaca que los principales problemas abordados incluyen los largos tiempos de entrega (mencionados en el 27.8% de los estudios), la comunicación deficiente entre equipos (18.8%), los cuellos de botella en la producción (15.6%) y los ciclos de espera prolongados (12.5%) [5]. Estos problemas son cruciales para el rendimiento de cualquier empresa manufacturera, y la implementación de Kanban se presenta como una solución para optimizar estos procesos.

La adopción de Kanban también está vinculada a diversas herramientas de diagnóstico y mejora de procesos. Según los estudios analizados, las técnicas como el Diagrama de Pareto (presente en el 25% de los artículos), el Mapeo del Flujo de Valor (VSM) y el Diagrama de Ishikawa se destacan como métodos útiles para identificar cuellos de botella y mejorar el flujo de trabajo en las líneas de producción [8]. Además, las prácticas adoptadas en los grupos de trabajo que implementan Kanban incluyen la visualización constante de los flujos de trabajo, la limitación del trabajo en proceso y la priorización de tareas que entregan valor al cliente, lo que fomenta un ambiente de mejora continua [9].

En términos de los beneficios alcanzados por las empresas al adoptar Kanban, los resultados reportados en la literatura son notables. Un 15.63% de los estudios indican que se logró una disminución significativa de los inventarios en proceso, un 12.50% reportaron una mayor visibilidad del progreso del trabajo, y un 12.50% señalaron una reducción en los tiempos de ciclo [10]. Estos resultados son consistentes con la literatura previa, que destaca la capacidad de Kanban para reducir desperdicios y mejorar la eficiencia operativa. La mejora en la autonomía y el control del proceso, mencionada en el 6.25% de los estudios, también es relevante, ya que empodera a los equipos para tomar decisiones más informadas y ágiles, contribuyendo a la optimización general de la producción [5].

V. CONCLUSIONES

La implementación de Kanban conlleva múltiples beneficios, los cuales han sido validados a lo largo de diversas investigaciones. En primer lugar, se ha demostrado que esta herramienta facilita una reducción significativa de los niveles de inventario, lo que libera capital y optimiza el espacio de almacenamiento. Esta disminución de inventarios resulta en menores costos asociados al almacenamiento, manejo, obsolescencia y deterioro de materiales. Además, Kanban contribuye a un flujo de producción más fluido y sincronizado, eliminando cuellos de botella y reduciendo los tiempos de espera entre las diferentes etapas del proceso. Esta mejora en el flujo de producción se traduce en tiempos de entrega más cortos para los clientes, aumentando la capacidad de respuesta a sus demandas.

El uso de Kanban dentro de un área de producción proporciona una mayor visibilidad del estado de la producción en cada etapa, lo que permite identificar y abordar problemas de manera oportuna. La transparencia del proceso facilita la toma de decisiones informadas y la gestión eficiente de los recursos. Aunque Kanban es una metodología con varios años de historia, su eficacia en el sector manufacturero sigue siendo relevante y validada en la actualidad. Su amplio alcance y adopción en diferentes continentes y culturas evidencian su capacidad de adaptabilidad a diversos contextos. En conclusión, la implementación de Kanban en empresas manufactureras se ha convertido en una herramienta valiosa para mejorar la eficiencia, la calidad, la flexibilidad y la satisfacción tanto de los clientes como de los empleados. Sin embargo, su adopción exitosa requiere un compromiso sólido por parte de la dirección, una capacitación adecuada del personal y una adaptación del sistema a las necesidades específicas de cada empresa.

REFERENCIAS

- [1] E. Altamirano, H. de la Cruz, y C. del Carpio, "Lean model to reduce picking time delays through Heijunka, Kanban, 5S and JIT in the construction sector", en *Proceedings of the 18th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology: Engineering, Integration, And Alliances for A Sustainable Development* "Hemispheric Cooperation for Competitiveness and Prosperity on A Knowledge-Based Economy", 2020.
- [2] P. A. Lazarte-Pazos, S. S. E. Ordoñez-Carrión, y E. M. Avalos-Ortecho, "Implementation of lean manufacturing to increase productivity in the manufacture of kitchen sinks in a metal-mechanical company", *IOS Press*, 2023. Doi: 10.3233/ATDE230094.
- [3] M. Kreutz, A. A. Alla, M. Lütjen, y M. Freitag, "Autonomous, low-cost sensor module for fill level measurement for a self-learning electronic Kanban system", *IFAC-PapersOnLine*, vol. 54, núm. 1, pp. 623–628, 2021. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2021.08.173>.
- [4] D. Pavletich-Gonzalo, A. Mera-Reategui, M. Collao-Díaz, y J. C. Quiroz-Flores, "Production model based on lean manufacturing and SLP to increase productivity in an apparel sector MSME", en *Proceedings of the 21th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education and Technology (LACCEI 2023): "Leadership in Education and Innovation in Engineering in the Framework of Global Transformations: Integration and Alliances for Integral Development"*, 2023.
- [5] K. V. Tiwari y S. K. Sharma, "The impact of productivity improvement approach using lean tools in an automotive industry", *Proc. integration Optim. Sustain.*, vol. 6, núm. 4, pp. 1117–1131, 2022. Doi: <https://doi.org/10.1007/s41660-022-00252-4>.
- [6] P. Ukey, A. Deshmukh, y A. Arora, "Implementation of lean tools in apparel industry for improving productivity", *Proceedings on Engineering Sciences*, vol. 3, núm. 2, pp. 247–252, 2022. Doi: 10.24874/PES03.02.012.
- [7] M. J. Page et al., "The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews," *The BMJ*, vol. 372, Mar. 2021, doi: <https://doi.org/10.1016/j.recesp.2021.06.016>.
- [8] J. Montalvo-Soto, R. Salas-Castro, C. Astorga-Bejarano, L. Cardenas, y I. Macassi-Jauregui, "Reducción del tiempo de entrega de pedidos utilizando un modelo adaptado de gestión de almacén, SLP y Kanban aplicado en una Mype textil en Perú", en *Proceedings of the 18th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology: Engineering, Integration, And Alliances for A Sustainable Development* "Hemispheric Cooperation for Competitiveness and Prosperity on A Knowledge-Based Economy", 2020.
- [9] "Productivity improvement using lean concept in Automotive Welding Fixture Manufacturing industry", *Special Issue*, vol. 8, núm. 9S2, pp. 427–431, 2019. Doi: 10.35940/ijitee.I1091.0789S219
- [10] H. Diah, A. Parkhan, y M. Sugarindra, "Productivity improvement in the production line with lean manufacturing approach: case study PT. XYZ", *MATEC Web Conf.*, vol. 154, p. 01093, 2018.
- [11] D. K. Shetty, G. Abakari, L. L. R. Rodrigues, A. Oommen Mathew, y F. G. Motlagh, "To develop lean systems in electronic automotive parts manufacturing industry: A system dynamics modelling approach", en 2019 International Conference on Automation, Computational and Technology Management (ICACTM), 2019, pp. 277–283. Doi: 10.1109/ICACTM.2019.8776803
- [12] A. Peralta, L. Valverde, R. Salvador, G. Quispe, F. Dominguez, y C. Raymundo, "Application of lean manufacturing to improve the duct production process of an air conditioning company in the year 2021", *Int. J. Eng. Trends Technol.*, vol. 71, núm. 3, pp. 46–58, 2022. doi: <https://doi.org/10.14445/22315381/IJETT-V71I3P206>
- [13] P. Trebuna, M. Pekarcikova, M. Kliment, J. Kopecký, y T. Svantner, "Online e-Kanban System Implementation in a Manufacturing Company", *Int. J. Simul. Model.*, vol. 22, núm. 1, pp. 5–16, 2023. Doi: 10.2507/IJSIMM22-1-614.
- [14] J. Lang, A. Dörner, y S. Abels-Schlosser, "Digital kanban for agile production planning and scheduling in automotive supplier industry", en *Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*, 2024. Doi: 10.46254/AN14.20240025
- [15] A. de S. Lavareda, A. P. M. e. Silva, J. C. dos S. Lima, V. V. de M. Freires, G. de M. Veroneze, y M. A. de Oliveira, "Proposta de interface do sistema Kanban para gestão de projetos em um setor de teste de software", *Rev. Prod. Online*, vol. 23, núm. 4, p. 5155, 2024. doi: <https://doi.org/10.14488/1676-1901.v23i4.5155>
- [16] I. U. Ortega, A. Z. Amrani, y B. Vallespir, "Modeling: Integration of lean and technologies of industry 4.0 for enterprise performance", *IFAC-PapersOnLine*, vol. 55, núm. 10, pp. 2067–2072, 2022. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2022.10.012>
- [17] N. Hernández, W. Atoche, M. R. Ccapacca Medina, y F. E. Roncal Romero, "Reducción De Pérdida De Balanceo En Proceso De Manufactura De Camas Para El Sector Salud Aplicando Herramienta Lean (Heijunka, Kanban Y Supermercado)", en *Proceedings of the 19th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology: "Prospective and trends in technology and skills for sustainable social development" "Leveraging emerging technologies to construct the future"*, 2021.
- [18] A. G. Arteaga y R. Calvo, "Experimental analysis of alternative production flow controls for high variety product manufacturing", *Procedia Manuf.*, vol. 41, pp. 82–89, 2019. doi: <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2019.07.032>.
- [19] I. Macassi, V. Ames, C. Raymundo, y W. Vásquez, "Modelo de Gestión de mantenimiento basado en Lean Manufacturing para incrementar la productividad de una empresa del sector de Plástico", en *Proceedings of the 17th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology: "Industry, Innovation, and Infrastructure for Sustainable Cities and Communities"*, 2019.
- [20] C. F. L. Gonzalez, A. M. R. Rodriguez, y F. V. Manzanares, "Disruptive method for managing BIM design and construction using Kanban", *Organ. Technol. Manag. Constr. Int. J.*, vol. 16, núm. 1, pp. 1–12, 2024. doi: <https://doi.org/10.2478/otmcj-2024-0001>
- [21] [3] M. Pekarcikova, P. Trebuna, M. Kliment, M. Mizerak, y S. Kral, "Simulation testing of the E-kanban to increase the efficiency of logistics processes", *Int. J. Simul. Model.*, vol. 20, núm. 1, pp. 134–145, 2021. doi: 10.2507/IJSIMM20-1-551
- [22] A. Dimitrescu, C. Babis, E. Niculae, O. Chivu, y L. Dascalu, "Efficiency of a production line by application of the Kanban method", *Journal of Research and Innovation for Sustainable Society*, vol. 1, núm. 1, pp. 29–34, 2019. doi: 10.33727/JRISS.2019.1.4:29-34.
- [23] N. Tošanović y N. Štefanić, "Influence of bottleneck on productivity of production processes controlled by different pull control mechanisms", *Appl. Sci. (Basel)*, vol. 12, núm. 3, p. 1395, 2022. doi: <https://doi.org/10.3390/app12031395>.
- [24] N. E. Triana y M. E. Beatrix, "Production system improvement through kanban application in labor intensive company", *Sinergi*, vol. 23, núm. 1, p. 33, 2019. doi: <http://doi.org/10.22441/sinergi.2019.1.005>.

- [25]A. Dimitrescu, C. Babis, E. Niculae, O. Chivu, y L. Dascalu, “Efficiency of a production line by application of the Kanban method”, *Journal of Research and Innovation for Sustainable Society*, vol. 1, núm. 1, pp. 29–34, 2019.doi: 10.33727/jriss.2019.1.4:29-34.
- [26]D. Simić, V. Svirčević, E. Corchado, J. L. Calvo-Rolle, S. D. Simić, y S. Simić, “Modelling material flow using the Milk run and Kanban systems in the automotive industry”, *Expert Syst.*, vol. 38, núm. 1, 2021.doi: 10.1111/exsy.12546.
- [27]L. Gozali, L. Widodo, N. Sudiarta, y I. W. Sukania, “Kanban system and calculation of kanban production in stamping division of PT. XYZ”, en *Proceedings of the Tarumanagara International Conference on the Applications of Social Sciences and Humanities (TICASH 2019)*, 2020.doi: 10.2991/assehr.k.200515.012.
- [28]E. V. Orlov et al., “Comparative analysis of the use of kanban and scrum methodologies in IT projects”, *Univers. J. Acc. Fin.*, vol. 9, núm. 4, pp. 693–700, 2021.
- [29]L. Mayo-Alvarez, S. Del-Aguila-Arcentales, A. Alvarez-Risco, M. Chandra Sekar, N. M. Davies, y J. A. Yáñez, “Innovation by integration of Drum-Buffer-Rope (DBR) method with Scrum-Kanban and use of Monte Carlo simulation for maximizing throughput in agile project management”, *J. Open Innov.*, vol. 10, núm. 1, p. 100228, 2024.doi: <https://doi.org/10.1016/j.joitmc.2024.100228>.
- [30]V. Singla y S. Sharma, “Assessing the moderating role of the extent of implementation of lean methods in predicting productivity improvement”, *RAUSP Manag. J.*, vol. 58, núm. 3, pp. 219–232, 2023.doi: <https://doi.org/10.1108/RAUSP-08-2022-0196>.
- [31]M. Marialuisa, S. Matteo M., y S. Muhammad, “Optimizing milk-run system and IT-based Kanban with artificial intelligence: an empirical study on multi-lines assembly shop floor”, *Prod. Manuf. Res.*, vol. 11, núm. 1, 2023.doi: <https://doi.org/10.1080/21693277.2023.2179123>.
- [32]G. Lemadi, “The implementation of the Kanban system to improve the effectiveness of production processes in the food industry”, *Jurnal Baut dan Manufaktur: Jurnal Keilmuan Teknik Mesin dan Teknik Industri*, vol. 5, núm. 1, pp. 31–35, 2023.doi: <https://doi.org/10.34005/bautdanmanufaktur.v5i1.2552>.
- [33]Hospital director, A. P. MD. MBA. FISQua, P. M. Puspita, y A. Manager, “Using kanban to improve Indonesian Health Coverage patient task id at astrini hospital wonogiri”, *INTERNATIONAL JOURNAL OF MEDICAL SCIENCE AND CLINICAL RESEARCH STUDIES*, vol. 04, núm. 01, 2024.doi: <https://doi.org/10.47191/ijmscrs/v4-i01-23>.