

Application of the Kanban Method for Improving Production in the Metalworking Sector in Latin America

Julio Bernal- Pacheco¹, Almendra Valera-Rinza², Angie Carhuachin-Medina³ y Lucero del Roció Ortega -Santiago⁴
Department of Engineering

¹Universidad Privada del Norte (UPN), Lima, Peru, julio.bernal@upn.edu.pe

²Universidad Privada del Norte (UPN), Lima, Peru, N00250949@upn.pe

³Universidad Privada del Norte (UPN), Lima, Peru, N00285969@upn.pe

⁴Universidad Privada del Norte (UPN), Lima, Peru, N00298300@upn.pe

Summary— The metalworking industry faces constant challenges in optimizing its production processes to increase efficiency, reduce costs, and improve the quality of the final product. An effective methodology to address these challenges is the Kanban method, a visual management tool that promotes continuous improvement and efficiency in production. As a result, an exhaustive investigation was carried out through a systematic review of the literature, collecting and analyzing previous related studies. This review allowed us to identify multiple investigations that support the effectiveness of the Kanban method in optimizing production processes in the metalworking sector. The reviewed studies demonstrated significant improvements in operational efficiency, reduction of cycle times, and improvement of product quality, highlighting Kanban's ability to positively transform production processes in this industry. In the present research, 40 articles were analyzed, finding that 24% of the total publications correspond to scientific articles and 76% to doctoral, master's and bachelor's theses, using Web Science, Scielo, Scopus and Google Scholar as a database. The review of the scientific literature focused mainly on projects related to the metalworking sector that apply the Kanban methodology and other tools that lead to favorable progress. 90% of the research focuses on operational efficiency, defect reduction, innovation and continuous improvement; while 10% on social and labor impact.

Keywords— Metalworking, Kanban, Efficiency, Productivity

Digital Object Identifier: (only for full papers, inserted by LEIRD).

ISSN, ISBN: (to be inserted by LEIRD).

DO NOT REMOVE

Aplicación del Método Kanban para la mejora de la producción para el Sector Metalmecánico en Latinoamérica

Julio Bernal- Pacheco¹, Almendra Valera-Rinza², Angie Carhuachin-Medina³ y Lucero del Roció Ortega -Santiago⁴
Facultad de Ingeniería

¹Universidad Privada del Norte (UPN), Lima, Perú, julio.bernal@upn.edu.pe

²Universidad Privada del Norte (UPN), Lima, Perú, N00250949@upn.pe

³Universidad Privada del Norte (UPN), Lima, Perú, N00285969@upn.pe

⁴Universidad Privada del Norte (UPN), Lima, Perú, N00298300@upn.pe

Resumen— La industria metalmecánica enfrenta desafíos constantes en la optimización de sus procesos de producción para aumentar la eficiencia, reducir costos y mejorar la calidad del producto final. Una metodología efectiva para abordar estos desafíos es el método Kanban, una herramienta de gestión visual que promueve la mejora continua y la eficiencia en la producción. Como resultado, se llevó a cabo una investigación exhaustiva mediante una revisión sistemática de la literatura, recopilando y analizando estudios previos relacionados. Esta revisión permitió identificar múltiples investigaciones que respaldan la efectividad del método Kanban en la optimización de procesos productivos en el sector metalmecánico. Los estudios revisados demostraron mejoras significativas en la eficiencia operativa, reducción de tiempos de ciclo, y mejora de la calidad del producto, subrayando la capacidad de Kanban para transformar positivamente los procesos de producción en esta industria. En la presente investigación se analizaron 40 artículos encontrándose un 24% del total de publicaciones corresponden a artículos científicos y complementa 76% con tesis doctorales, maestría y licenciatura, teniendo como base de datos a Web Science, Scielo, Scopus y Google Académico. La revisión de la literatura científica se centró principalmente en proyectos relacionados con el sector metalmecánico que aplican la metodología Kanban y otras herramientas que conducen a un progreso favorable. El 90% de la investigación se enfoca en la eficiencia operativa, la reducción de defectos, la innovación y la mejora continua; mientras que el 10% en el impacto social y laboral.

Palabras claves— Metalmecánica, Kanban, Eficiencia, Productividad.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, en un mundo caracterizado por una globalización intensa, las empresas e instituciones que desean mantenerse competitivas en el mercado deben satisfacer rigurosamente las demandas de calidad, puntualidad y volumen en la entrega de productos y servicios, evitando cualquier tipo de retraso en sus procesos de fabricación. Una de las filosofías que más beneficios aporta al optimizar el uso de recursos es el lean manufacturing, que marca el inicio de una nueva era en la producción [1].

La industria metalmecánica es un componente clave en la economía tanto a nivel mundial como nacional. No obstante, en el Perú, la productividad en este sector aumenta a un ritmo

cinco veces menor que en los países desarrollados. A pesar de esto, el sector metalmecánico en Perú muestra un crecimiento anual de entre 8% y 9% [2].

También, es fundamental mejorar la implementación de sistemas de producción en las plantas de fabricación metalmecánica. Incrementar la productividad no solo mejora las condiciones de maquinado, sino que también facilita una gestión más planificada en cada etapa o tarea del proceso. La automatización de la información y el procesamiento de datos contribuyen a una administración más eficiente, gracias a la programación adecuada de los procesos industriales [3].

Hay varias metodologías japonesas de mejora continua que se centran en optimizar los procesos industriales y la necesidad de un monitoreo eficiente de los recursos, llevando a la adopción de filosofías como el Método Kanban, parte del lean manufacturing propuesto por los pioneros japoneses Toyota y Ohno [4].

Según [5] en su Informe de Mejora Continua de Nissan, la implementación del Kanban en el sector metalmecánico representa una oportunidad significativa para transformar la gestión de procesos productivos. La adopción de métodos ágiles como Kanban ha demostrado reducir los tiempos de entrega en un 30% y mejorar la calidad de los productos en un 25%.

Asimismo, [6] propone optimizar el sistema de producción en una empresa metalmecánica mediante la implementación del método Kanban, destacando su impacto positivo en la rentabilidad. La investigación se centró en los procesos más críticos del área de producción, y para el análisis de los datos se utilizaron herramientas como cuadros estadísticos, el diagrama de Pareto y diagramas de bloque. Los resultados evidencian que la adopción de herramientas Lean permitió lograr reducciones significativas del 47%, 59% y 17% en los procesos, reprocesos y en el lead time, respectivamente. Este proyecto se enriquece con la aplicación de dichas herramientas Lean, que contribuyen a mejorar la gestión de los procesos y a disminuir el lead time de la empresa.

A partir de lo descrito en el trabajo, se logró formular la pregunta para el análisis de la revisión sistemática de la

literatura científica en Latinoamérica: ¿Cómo impactara la aplicación del método Kanban en la mejora de la eficiencia y productividad en el sector metalmeccánico?

La aplicación del método Kanban en el sector metalmeccánico impacta positivamente en la mejora de la eficiencia y productividad al permitir un control más eficiente del flujo de trabajo y una reducción de los tiempos de espera.

El trabajo de [4], menciona que la implementación del Kanban facilita la organización y optimización de los procesos industriales, lo que resulta en una gestión más efectiva de los recursos y una producción más ágil. El propósito es optimizar el flujo de trabajo en la producción de metalmeccánica mediante la implementación del Kanban, buscando la reducción de los tiempos de ciclo y la eliminación de los cuellos de botella en al menos un 20%.; asimismo, buscar una disminución de los costos de producción en un 15% en el primer año, a partir de la reducción de desperdicios y la mejora de la eficiencia operativa.

Estos logros son alcanzables como consecuencia de la implementación de políticas de proceso explícitas y las revisiones regulares de calidad.

II. METODOLOGÍA

El procedimiento de exploración de trabajos confiables se llevo a cabo a lo largo de dos meses, específicamente junio y julio de 2024. Se seleccionaron artículos científicos e investigaciones universitarias pertinentes a la investigación titulada “Aplicación del Método Kanban para la Mejora de la Producción en el Sector Metalmeccánico”. Para ello, se establecieron los siguientes criterios de selección.

1. Trabajos científicos y tesis de pregrado, maestría y doctorado efectuados en empresas y comunidades dentro del contexto latinoamericano. Además, todas estas investigaciones están disponibles en formato digital y en español. Estos recursos no solo proporcionan valiosa información académica, sino que también facilitan el acceso y la difusión del conocimiento a través de plataformas en línea, asegurando una mayor disponibilidad para investigadores y profesionales interesados en el tema.

2. La delimitación temporal para la revisión sistemática abarca los últimos diez años, lo que implica que las investigaciones analizadas corresponden desde el año 2013 hasta el 2024. Este enfoque tiene como objetivo evaluar el impacto de la implementación del método Kanban en la mejora de la eficiencia y la productividad dentro del sector metalmeccánico.

3. Se descartaron estudios que se enfocaron en la aplicación de herramientas de lean manufacturing sin utilizar el método Kanban como componente principal, como por ejemplo, publicaciones sobre el método PoKa Yoke, las 5S, entre otros. Asimismo, se excluyeron investigaciones desarrolladas fuera del contexto latinoamericano.

4. El juicio de búsqueda para la revisión, se consideró tanto el título como el ámbito de aplicación del tema abordado

en cada investigación. También, se consideraron las palabras claves que abarcan el campo referente al objetivo del presente estudio: Kanban, sector metalmeccánico, producción, eficiencia, reducción de tiempo. Los casos identificados consideraron a las pequeñas y medianas empresas, a los trabajadores y personas relacionadas al rubro metalmeccánica en el contexto como por ejemplo mejoras significativas en la producción aplicando la técnica Kanban. Luego, se recolectaron información sobre el instrumento usado en las investigaciones como fueron las encuestas, las entrevistas, etc.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La selección de estudios entre los artículos, tesis de grado y posgrado se efectuaron en la base de datos confiables; contando un total de 40 investigaciones en el periodo de los años 2012 - 2024. La distribución según su fuente es la siguiente (Fig.1): Web of science, 5 publicaciones; Scielo, 8 publicaciones; Scopus, 9 publicaciones y Google Académico, 18 publicaciones.

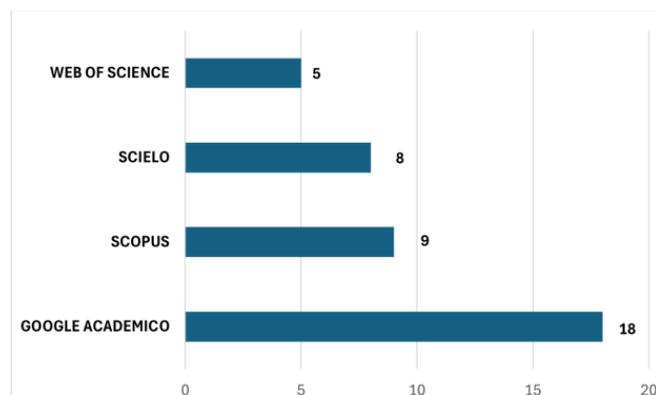


Fig. 1. Investigaciones recolectadas según base de datos científica

Igualmente, de estos 40 trabajos según se detalla en la Fig. 2, se halló que el 76% del total de publicaciones corresponden a Tesis de titulación y el 24% en artículos científicos.

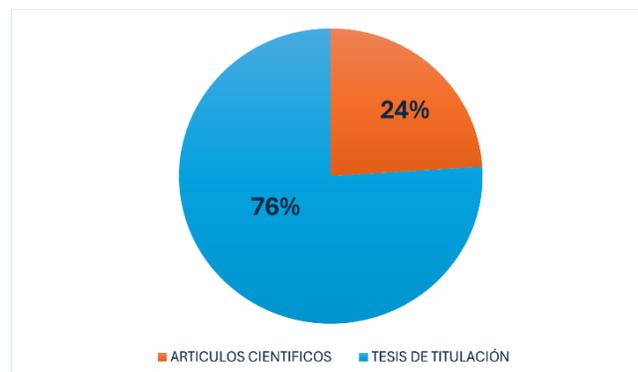


Fig.2. Investigaciones recolectadas según tipo de fuente

Es de suma importancia marcar que el 100% las publicaciones no estarán considerados para el análisis en la revisión de la literatura científica. Resultando 40 investigaciones en países latinoamericanos (Fig.3), distribuidos a continuación: Perú, 27; Ecuador,5; Colombia,4; Brasil, 2; México, 1; Cuba,1. Correspondiendo al primer criterio del PRISMA [7], ver figura 3 y 5.

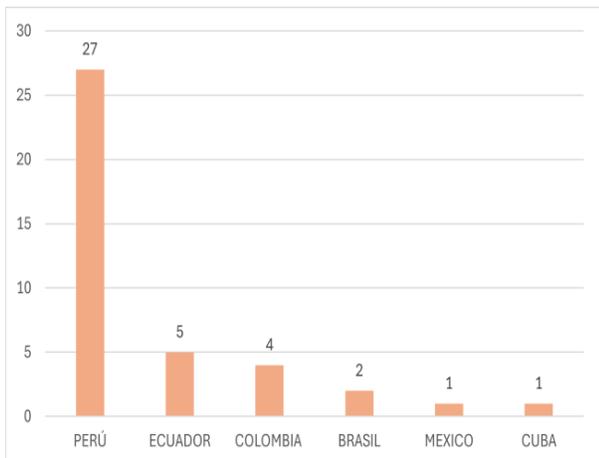


Fig.3. Investigaciones recolectadas según contexto geográfico

Inmediatamente, hacia la aplicación del segundo criterio de exclusión, se procedió con la lectura e interpretación del objetivo general y las conclusiones de cada investigación, segmentando aquellas que se realizaron en el sector metalmecánica. De esta forma, se descartaron 4 publicaciones orientadas a la mejora de producción y 6 herramientas de manufactura esbelta, resultan 10 publicaciones que no cumplieron con los criterios mencionados anteriormente, quedándonos con 30 investigaciones (Fig.4 y 5).

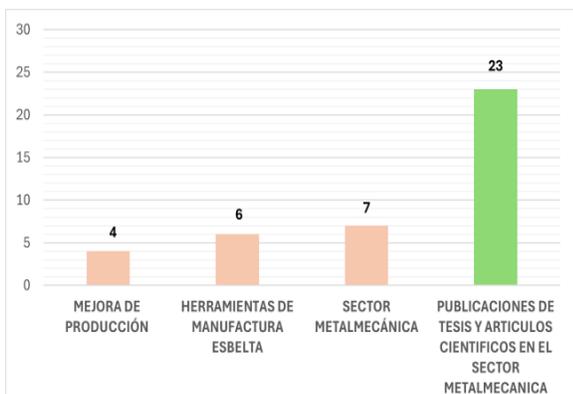


Fig.4. Investigaciones recolectadas según su objetivo y unidad de análisis

Para el tercer criterio de exclusión, se analiza como tema central Aplicación del Método Kanban para la mejora de la

producción para el Sector Metalmecánica, donde se identificó el entorno de la investigación, dentro del ámbito empresarial y también social. Así, se segregaron 10 publicaciones aplicadas fuera del contexto indicado anteriormente. Por lo tanto, se obtuvieron 20 publicaciones para las revisiones sistemáticas del presente estudio, de las cuales corresponden a artículos científicos (Tabla I) y a tesis de investigación. (Tabla II y III).

El proceso de revisión explicado anteriormente se basa en la metodología PRISMA [7], la cual propone un sistema de evaluación de revisión sistemática basado en la evaluación de diversos componentes clave del diseño y la ejecución de los estudios científicos para los que existen sólidas evidencias empíricas acerca de su relación con el objetivo de la investigación a desarrollar. Este planteamiento, se resume en el siguiente diagrama de flujo. (Fig.5).

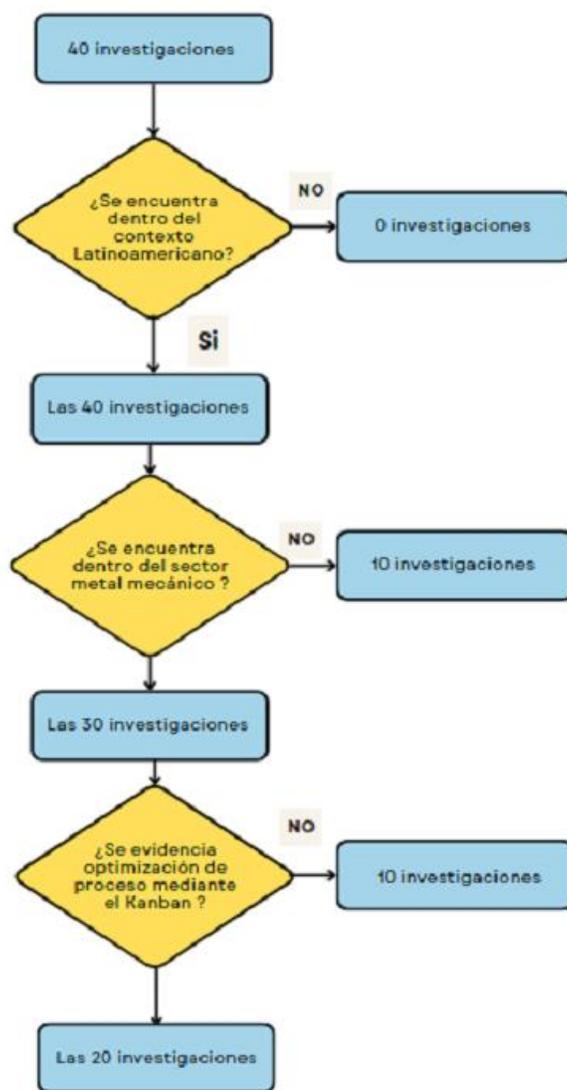


Fig.5. Proceso de selección de literatura científica

Consecutivamente, se procedió a consolidar las investigaciones seleccionadas para la presente revisión de la literatura científica. En la Tabla I y Tabla II, se pueden observar las publicaciones recopiladas en formato de artículo científico; mientras que, en la Tabla III, se logran apreciar las investigaciones seleccionadas en formato de tesis universitarias.

Características de la unidad de análisis respecto al título, país, institución de origen, muestreo, tamaño de muestra, instrumento y año.

TABLA I
UNIDAD DE ANÁLISIS EN ARTÍCULOS CIENTÍFICOS (PARTE I)

| AUTORES | TEMA/TÍTULO | AÑO | PAÍS | INSTRUMENTO | TIPO DE INVESTIGACIÓN | MUESTREO |
|--|---|------|------|-------------|-----------------------|-------------------|
| Ibarra Huaroc, Steven Gusman | Mejora en la cadena de abastecimiento utilizando la metodología del sistema KANBAN en una empresa metalmeccánica. | 2012 | Perú | Kanban | Aplicada | No probabilístico |
| Aranda Cortez, Luis Fernando Coronado Amaya, Jocelyn Lucia | Propuesta de aplicación de Herramientas Lean para mejorar la Gestión de la producción de tanques CIP en una empresa metal mecánica. | 2022 | Perú | Kanban | Aplicada | No probabilístico |
| Charaja Aznarán, Jesús Martín | Aplicación de herramientas de Lean Manufacturing para mejorar la productividad en empresas metal mecánica de aluminio. | 2020 | Perú | Kanban | Aplicada | No probabilístico |
| Bruno Toledo, Nathalie Alexandra | Marco teórico para diagnóstico y propuesta de mejora en la línea de producción de postes y vigas en una empresa metalmeccánica empleando herramientas de Lean Manufacturing. | 2020 | Perú | Kanban | Aplicada | No probabilístico |
| Diana Sofía Cadenillas Cortegana, Cynthia Sartui Silva Santisteban | Propuesta de mejora del proceso de producción de sistemas de refrigeración, basada en las herramientas de Lean Manufacturing para la disminución de desperdicios en una empresa metal mecánica, Cajamarca Perú, año 2023. | 2023 | Perú | Kanban | Aplicada | No probabilístico |

Características de la unidad de análisis respecto al autor, título, país de origen, tipo de muestreo, tamaño de muestra, instrumento y año.

TABLA II
UNIDAD DE ANÁLISIS EN TESIS DE INVESTIGACIÓN (PARTE I)

| AUTORES | TEMA/TÍTULO | AÑO | PAÍS | INSTRUMENTO | TIPO DE INVESTIGACIÓN | MUESTREO |
|--|---|------|----------|---|-----------------------|-------------------|
| Moncada Sanchez, Oriana Antonina Quiroz Morillo, Lilian Patricia | Propuesta de mejora basada en Herramientas Lean Manufacturing para reducir los costos operativos en las áreas de mantenimiento y producción en una empresa molinera, Trujillo, 2021 | 2021 | Perú | 5S, Kanban y Poke Yoke, PDCA y TPM | Aplicada | No probabilístico |
| Ledesma Gonzalez, Juan Diego Ponce Uriol, Lucreo Marby | Propuesta de mejora en las áreas de producción y logística para reducir costos operativos de una empresa panificadora en la ciudad Trujillo, 2022 | 2022 | Perú | PMP, KANBAN, PLAN DE INCENTIVOS, PLAN DE CAPACITACIONES, KARDEX, 5S r | Aplicada | No probabilístico |
| William Camilo Molina Balaguera, Adriana Stephany Mora Chocón | Aplicación De Herramientas Lean Para La Mejora Del Sistema De Gestión Operativa Del Centro De Distribución De Almacenes Corona S.A.S Ubicado En Cali | 2019 | Colombia | Kanban | Aplicada | No probabilístico |
| Juan Sebastián Pinto de los Ríos | Implementación del método Kanban en las empresas constructoras pequeñas y medianas en la ejecución de un proyecto en Colombia | 2015 | España | Kanban | Aplicada | No probabilístico |
| BELLIDO VEGA, Juan Edison TELLES VERA, Renato Augusto | Aplicación del método Lean Manufacturing en la empresa COTTASH E.I.R.L" | 2019 | Perú | Kanban | Aplicada | No probabilístico |
| Claudia Sarita, Gomez Ivana | Aplicación del Método Kanban para mejorar la productividad en los almacenes del Hospital Guillermo Kaelin de la Fuente | 2018 | Perú | Kanban | Aplicada | No probabilístico |
| Miguel Angel Menoscal Chichanda Nelson Iván Cisneros-Pérez Halder-Yandry Loor- | Contribución a la mejora del proceso de producción de chifle ecuatoriano utilizando el Método Kanban | 2024 | Ecuador | Kanban | Aplicada | No probabilístico |

Características de la unidad de análisis respecto al autor, título, país de origen, tipo de muestreo, tamaño de muestra, instrumento y año.

TABLA III
UNIDAD DE ANÁLISIS EN TESIS DE INVESTIGACIÓN (PARTE II)

| AUTORES | TEMA/TÍTULO | AÑO | PAÍS | INSTRUMENTO | TIPO DE INVESTIGACIÓN | MUESTREO |
|---|--|------|---------|---|-----------------------|-------------------|
| De La Cruz Areola, Flor Katherine Martínez Castillo, Jhonatan Smith | Propuesta de mejora del proceso para reducir tiempos improductivos en una PYME del sector metalmeccánico empleando herramientas de Lean Manufacturing. | 2021 | Perú | Herramientas de Lean Manufacturing como Kanban y 5S. | Aplicada | No probabilístico |
| Acasiete Alfaro, Jesus Antonio Falcon Vilca, Marco Jones | Propuesta de mejora del proceso de Armado de estructuras metálicas medianas para incrementar el nivel de eficiencia de producción aplicando Ingeniería de Procesos en la | 2017 | Perú | Estudio de métodos, la distribución sistemática del diseño y el Kanban. | Aplicada | No probabilístico |
| Lilian del Rocío Cholota Nux | Las líneas de producción y su incidencia en la calidad de los productos de la empresa "ALHICE". | 2019 | Ecuador | Encuesta | Aplicada | No probabilístico |
| Córdova Najaro, Medalit Milagros y Molleapaza Arteaga, Raúl Ruben | Implementación de lean manufacturing para incrementar la productividad en la empresa Estructuras Metálicas CORNEJO E.I.R.L. | 2019 | Perú | Observación Directa | Aplicada | No probabilístico |
| Mantilla Sanchez, Vanesa Alesandra | Propuesta de implementación de MRP, integrando métodos de Lean Manufacturing para aumentar la productividad de las líneas de envasado de una empresa azucarera ubicada en la región La Libertad 2021. | 2021 | Perú | Diagrama Ishikawa, Encuesta, Diagrama de Pareto, Matriz de priorización e indicadores, el diagrama de Gantt, Método de Kanban y TQM y MRP | Aplicada | No probabilístico |
| Alayo Alvarez, Yajayra Maribel, Siccha Camacho, Martha Micol | Propuesta de implementación de las herramientas de lean manufacturing para reducir los costos operativos de las áreas de producción y de logística de la empresa emporio Molino Virgen del Chigi S.A.C | 2021 | Perú | Diagrama de flujo, distribución de planta, diagrama de operaciones, método ABC, Kanban, manual de procedimientos, estudio de tiempos y | Aplicada | No probabilístico |
| Marquez Cruz, Jorge Luis | Implementación del sistema Kanban para mejorar la productividad en el área de producción de tapas para radiador modelo 10-27 en la empresa industria Crom S.R.L. | 2018 | Perú | Kanban | Aplicada | No probabilístico |

De las tablas anteriores, se puede observar que en cada investigación seleccionada se indica los criterios necesarios para ser incluidos en la revisión de la literatura científica. Por consiguiente, se ha obtenido entre los temas principal, Aplicación del Método Kanban para la mejora de la producción para el Sector Metalmeccánica.

Además, se ejecutó la comparación del intervalo de tiempo de trabajos seleccionados, las cuales se iniciaron desde el año 2012 hasta el 2024 (Fig.6). En los efectos obtenidos, se encontraron un número importante de publicaciones realizadas entre los años 2018 al 2022, que representan el 75% del total de trabajos; mientras que en los extremos, es decir, al inicio en el 2012 al 2017 y también del 2023 al 2024 (hasta la fecha) alcanzaron 15% y 10% respectivamente. La información mencionada, se detalla en el gráfico a continuación:



Fig.6. Revisión de la literatura según el año de publicación

Los tipos de investigación encontrados en el desarrollo de la revisión científica fueron: descriptiva y aplicada. Como resultado se obtuvo que el tipo de investigación más utilizado fue el de tipo aplicada ocupó un 92% y la investigación descriptiva alcanzó un 8% del total analizado.

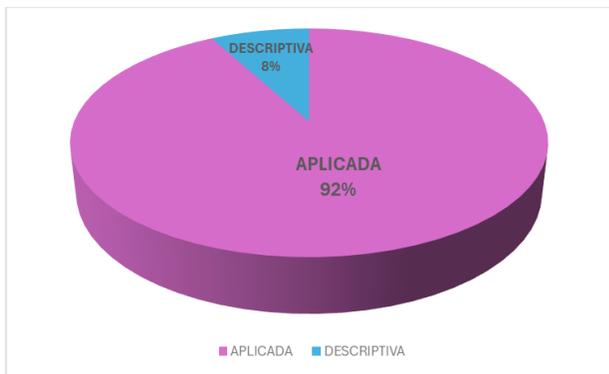


Fig. 7. Revisión de la literatura según tipo de investigación

A partir de la representatividad de la muestra y su posterior análisis en los estudios seleccionados, se logró interpretar los resultados obtenidos a partir de la identificación previa de una población objetivo. En el contexto de la aplicación del método Kanban para la mejora de la producción para el sector metalmeccánica, Además, se considera de relevante importancia la técnica de muestreo probabilístico, pues permite conocer la probabilidad que tiene cada individuo de la muestra en función de criterios específicos relacionados con el estudio. Aunque esta técnica no garantiza que toda la población tenga la misma posibilidad de ser seleccionada, permite una selección más dirigida y enfocada, lo cual es crucial para obtener resultados relevantes y detallados sobre la eficacia de los mecanismos Kanban implementados.

En esta investigación, se identificó 18 publicaciones (90%) utilizaron un tipo de muestreo no probabilístico. Estos estudios generalmente emplearon técnicas de observación, cuestionarios y entrevistas para recopilar datos específicos de las empresas y contextos en los que se implementaron las metodologías Kanban y Lean Manufacturing.

Por otro lado, las 2 investigaciones restantes (10%) reportaron un muestreo probabilístico, lo cual les permitió asegurar que toda la población tuviera la misma posibilidad de ser seleccionada. Estos estudios emplearon técnicas de observación, cuestionarios y entrevistas en sus análisis. Respecto al tamaño de la muestra, los estudios variaron significativamente. Algunos se enfocaron en un máximo de 50 empresas metalmeccánicas en una localidad específica, mientras que otros trabajaron con tamaños de muestra a nivel macro, involucrando comunidades o regiones completas. Además, varios estudios reportaron tamaños de muestra que incluyeron desde 40 o hasta más de 490 personas u hogares relacionados con la industria metalmeccánica. Finalmente, se observó que algunos estudios no reportaron el tamaño de

muestra, pero aun así lograron adecuarse a los objetivos de la investigación, proporcionando insights valiosos sobre la implementación de Kanban y Lean Manufacturing en el sector metalmeccánica.

En lo referente al instrumento más utilizado en la revisión de la literatura científica, se encontró que la combinación de observación, cuestionario y entrevistas alcanzó un 50% y en menor medida la observación y cuestionario con solo 4% (Fig. 8). Además, solo la observación representa un 38% del total del total de estudios analizados.

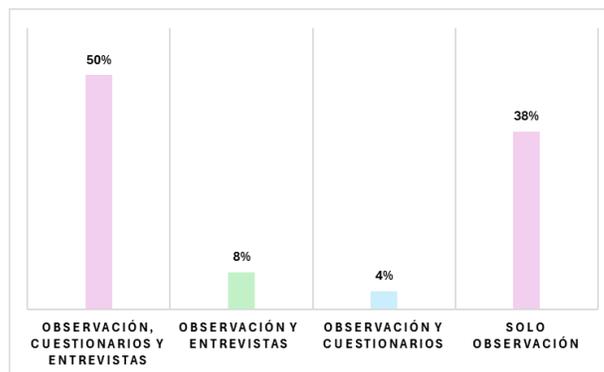


Fig. 8. Revisión de la literatura según el instrumento utilizado

En ese marco, se resalta la importancia de los métodos para obtener datos relevantes y detallados sobre la implementación de herramientas Lean en la industria metalmeccánica.

En el análisis de la literatura científica en el ámbito social y empresarial, se identificaron publicaciones realizadas en distintos entornos relacionados a la temática y herramientas utilizadas (Fig. 9). Entre ellos, se registraron proyectos de eficiencia operativa y reducción de defectos, los cuales se evidenciaron en 15 publicaciones lo que representa el 75%; además, se hallaron investigaciones realizadas en empresas relacionadas con la innovación y mejora continua que serían 3 publicaciones representando el 15%. También, se reportaron estudios sobre el impacto social y laboral, en los cuales se destacaron 2 publicaciones lo que equivale al 10%.

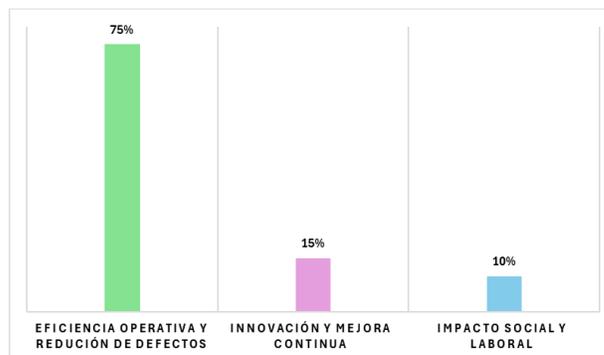


Fig. 9. Análisis de la revisión según sector empresarial y social

IV. CONCLUSIONES

Sobre la discusión de los resultados mencionamos lo siguiente:

El presente trabajo de investigación promueve la mejora de producción en el sector metalmecánica, debido a que sostiene una base científica para eliminar diversas ineficiencias al implementar el método Kanban, a partir del registro de investigaciones anteriores que fundamentan beneficios en la producción en el sector metalmecánica.

Cada tarjeta Kanban actúa como una alerta dentro del sistema, permitiendo un control estable y flexible de las tareas u operaciones del ciclo de vida del producto [8]. Es importante recordar que esta metodología implica adoptar un cambio cultural hacia la calidad dentro de la empresa por parte de los trabajadores, incorporando estas herramientas lean en su rutina laboral para mejorar sus acciones, técnicas y aumentar la productividad y eficiencia.

De otra forma, el Kanban facilita la comprensión de la trazabilidad y el flujo de trabajo necesario para controlar los procedimientos, afirmando las mejores prácticas y una adecuada gestión de la calidad. Esto fomenta el trabajo en equipo, ofreciendo argumentos fundamentales para la toma de decisiones en los efectos (problemas) y las causas que los originan [9].

Existen diversas maneras de implementar Kanban en las empresas. Para [10] la definición de que describe Kanban como una técnica fundada en un sistema pull que descarta la programación centralizada. En este sistema, se produce solo lo que los clientes demandan, y se rotan únicamente los materiales precisos para garantizar la continuidad de los consumidores de la empresa. De no haber demanda del producto, las acciones planificadas se detienen temporalmente, convirtiendo el sistema de producción en un modelo Justo a Tiempo.

Según [11], la implementación de herramientas Lean en el área metal mecánica permitió visualizar mejoras en los resultados actuales mediante la simulación de propuestas constituidas para optimizar el cometido de producción, lo cual se reflejó en adecuadas prácticas de producción y en un mejor ambiente laboral. Las tarjetas Kanban ayudó a determinar los tiempos en cada estación de trabajo. Estos indicadores mostraron que la satisfacción de la demanda mejoró en un 13.88%, el tiempo de entrega de pedidos en un 17% y el ambiente de trabajo en un 23%, lo cual resultó en una mejora del 17.96% en la gestión de la producción. Asimismo, influyó en el cumplimiento de plazos de entrega, reducción de costos laborales y mejora del ambiente laboral.

Para alcanzar estos objetivos con el método Kanban, se propone implementar herramientas Lean en la gestión de producción y abordar problemas de ineficiencia, lo que se refleja en la planificación y el pronóstico de tiempos de entrega.

A partir del análisis de la información recolectada en publicaciones científicas, se llega a la conclusión que la implementación del método Kanban ha permitido identificar y eliminar cuellos de botella en el proceso de producción, mejorando la eficiencia general. La reducción del trabajo en proceso y la optimización del flujo de trabajo han llevado a una disminución significativa en los tiempos de ciclo, mejora de la eficiencia y una mayor productividad en el sector metalmecánico en Latinoamérica.

Además, la gestión eficiente de los recursos y la eliminación de desperdicios han resultado en una reducción de los costos operativos. Esto se ha logrado mediante la aplicación de Kanban para gestionar el flujo de trabajo y mejorar la utilización de la capacidad productiva. La implementación de políticas de proceso explícitas y revisiones regulares ayudaron a reducir la tasa de defectos, mejorando la calidad del producto final.

Como menciona [11], los indicadores muestran una mejora del 13.88% en la satisfacción de la demanda y un 17% en el tiempo de entrega de pedidos. También la aplicación de Lean y la cultura de mejora continua han mejorado significativamente el ambiente laboral, con un incremento del 23% en la satisfacción del ambiente de trabajo. Esto se debe a una mejor comunicación, colaboración y un entorno de trabajo más organizado y eficiente y la capacidad de adaptarse rápidamente a cambios en la demanda y resolver problemas imprevistos ha sido mejorada gracias a la flexibilidad del método Kanban y las herramientas de simulación como ProModel.

Finalmente se recomienda expandir la implementación de herramientas Lean con el método Kanban a otras áreas de las diferentes empresas. La adopción de Lean en departamentos adicionales, como la logística y la cadena de suministro, puede resultar en mejoras adicionales en la eficiencia y la reducción de costos.

Proporcionar capacitación continua a todos los niveles de la organización sobre las herramientas Lean y sus beneficios es crucial para mantener y mejorar la eficiencia. La formación regular asegurará que todos los empleados comprendan y apliquen correctamente esta metodología permite que se incentiven en proponer mejoras y participar activamente en la optimización de los procesos.

REFERENCIAS

- [1] Tejada, A. S. (2011). Mejoras de Lean Manufacturing en los sistemas productivos. *Ciencia y Sociedad*, XXXVI(2). Obtenido de: <https://acortar.link/Mxxzm2>
- [2] Carranza-Inga, I., Villayzan-Palomino, E., Altamirano, E., & Del Carpio, C. (2021). Improvement Model Based on Four Lean Manufacturing Techniques to Increase Productivity in a Metalworking Company. En 2021 The 2nd International Conference on Industrial Engineering and Industrial Management (IEIM 2021). <https://doi.org/10.1145/3447432.3447442>

- [3] Mejillones Mamani, W. (2020). Sistema web para la administración de la producción y almacén. Universidad pública de alto. Obtenido de: http://repositorio.upea.bo/jspui/handle/12345_6789/73
- [4] Padilla, L. (2010). Lean manufacturing manufactura esbelta/ágil. Revista electrónica ingeniería primero issn, 2076(3166), 91-98.
- [5] Nissan. (2020). Continuous Improvement Report: Agile methods in manufacturing. Retrieved from: Nissan. (2020). Continuous Improvement Report: Agile methods in manufacturing. Retrieved from: https://www.researchgate.net/publication/340319148_Agile_New_Solution_Development_in_Manufacturing_Companies
- [6] Arroyo, Nelson (2018). Implementación de Lean Manufacturing para mejorar el sistema de producción en una empresa de metalmecánica. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Recuperado: <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/item/aeaf7d59-cc99-4445-afd2-64cb4514078c>
- [7] Bonfil, X. & Urrutia, G. (2010). Declaración PRISMA: Una propuesta para mejorar las revisiones sistemáticas y metaanálisis, 135, 11, 507-511. Recuperado de: https://es.cochrane.org/sites/es.cochrane.org/files/public/uploads/PRISMA_Spanish.pdf
- [8] Castellano Lendínez, L. (2019). Kanban. Metodología para aumentar la eficiencia de los procesos. 3C Tecnología. Glosas de innovación aplicadas a la pyme, 8(1), pp. 30-41. doi: <http://dx.doi.org/10.17993/3ctecno/2019.v8n1e29/30-41>
- [9] Carrizo, Dante & Alfaro Avalos Loki, Andres. (2018). Método de aseguramiento de la calidad en una metodología de desarrollo de software: un enfoque práctico. Ingeniare. Revista chilena de ingeniería. https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-33052018000100114&lng=en&nrm=iso&tlng=en
- [10] Quintero Torres, J, Andrade Dussan, J y Leal Pérez, J. (2019). Aplicación de las herramientas lean manufacturing e industria 4.0 para la mejora en el proceso de producción de la empresa CILINDROS UCC. Universidad Cooperativa de Colombia, Facultad de Ingenierías, Ingeniería Industrial, Neiva. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12494/15615>
- [11] Aranda Cortez, L. F., & Coronado Amaya, J. L. (2022). Propuesta de aplicación de Herramientas Lean para mejorar la Gestión de la producción de tanques GLP en una empresa metal mecánica. Universidad Ricardo Palma. <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/18253>
- [12] Arbós, L. (2009). Diseño avanzado de procesos y plantas de producción flexible: técnicas de diseño y herramientas gráficas con soporte informático. Profit Editorial
- [13] Alvarado Hinostraza, M., & Macedo Geronimo, E. (2017). Influencia de la disposición de planta en la productividad de spools de la empresa metalmecánica Fima, 2016. Universidad Privada del Norte. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/12482>
- [14] Aranda Cortez, L. F., & Coronado Amaya, J. L. (2022). Propuesta de aplicación de Herramientas Lean para mejorar la Gestión de la producción de tanques GLP en una empresa metal mecánica. Universidad Ricardo Palma. <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/18253>
- [15] Arango, M., Campuzano, L. y Zapata, J. (2015). Manufacturing process improvement using the Kanban. Scielo [en línea], vol. 27, no. 65. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S169233242015000200014&script=sci_abstract&tlng=en
- [16] Alayo Alvarez, Y. M., & Siccha Camacho, M. M. (2021). Propuesta de implementación de las herramientas de lean manufacturing para reducir los costos operativos de las áreas de producción y de logística de la empresa emporio Molino Virgen del Chapi S.A.C. Universidad Privada del Norte. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/26476>
- [17] Cadenillas Cortegana, D. S., & Sattui Silva Santisteban, C. (2023). Propuesta de mejora del proceso de producción de sistemas de refrigeración, basada en las herramientas de Lean Manufacturing para la disminución de desperdicios en una empresa metal mecánica, Cajamarca Perú, año 2023. Universidad Privada del Norte. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/36330>
- [18] Cruz, A., & Ivan, A. (2021). Implementación de un plan de mejora de la producción, aplicando la metodología lean manufacturing en la industria metalmeccanica de lima metropolitana 2021. Universidad Nacional del Callao. <https://repositorio.unac.edu.pe/handle/20.500.12952/7007>
- [19] Córdova Najarro, M. M., & Molleapaza Arteaga, R. R. (2021). Implementación de lean manufacturing para incrementar la productividad en la empresa Estructuras Metálicas CORNEJO E.I.R.L. Universidad Ricardo Palma. <https://repositorio.urp.edu.pe/handle/20.500.14138/6297>
- [20] Cruz, M., & Luis, J. (2018). Implementación del sistema Kanban para mejorar la productividad en el área de producción de tapas para radiador modelo tr-27 en la empresa industria Crom S.R.L., Los Olivos, 2017. Universidad César Vallejo. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/65621>
- [21] Dorantes-Benavidez, F. de J., Martínez-Cruz, M. Á., Dorantes-Benavidez, H., Chávez-Pichardo, M., & Acosta-Mendizabal, M. A. (2024). Modelo sistémico de kanban del área de acabados en la industria metalmeccanica. Revista Amazonia Investiga, 13(76), 31-41. <https://doi.org/10.34069/ai/2024.76.04.2>
- [22] Diaz, B., Pantoja, C. y Rodríguez, P. 2020. Simulación de mejoras en el sistema productivo de una curtiembre basada en el mapeo de su cadena de valor [en línea]. Vol. 25, no. 3. Disponible en: <https://revistas.utp.edu.co/index.php/revistaciencia/article/view/24231/16428>
- [23] Gálvez Ulloa, C. A., Tisnado Jáuregui, A. B. I., Rantes Valverde, M. L., & Solórzano Iparraguirre, K. J. (2021). Diseño De Un Plan De Mantenimiento Preventivo, Abc, Codificación, Sistema Kanban, Amfe Y Pronósticos Para Reducir Costos En La Empresa Metalmeccanica Ingenieros En Acción S.R.L.. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/31101>
- [24] Gutiérrez Castillo, M. C., Universidad Cesar Vallejo, Torres Pardo, F. M., Morales Suen, L. A., Universidad Cesar Vallejo, & Universidad Cesar Vallejo. (2020). Aplicación del Sistema Kanban para aumentar la productividad del área de producto terminado de una empresa pesquera. INgnosis Revista de Investigación Científica, 6(2), 38-51. <https://doi.org/10.18050/ingnosis.v6i2.2078>
- [25] Paz Cueva, M. E., & Rojas Abregú, G. M. (2021). Propuesta de mejora en el proceso manual de acanalado en el área de producción para reducir los tiempos improductivos en la empresa Metal Mecánica Macom R.M. S. A. C. Universidad Privada del Norte. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/27061>
- [26] Toledo, B., & Alexandra, N. (2021). Marco teórico para diagnóstico y propuesta de mejora en la línea de producción de postes y vigas en una empresa metalmeccanica empleando herramientas de Lean Manufacturing. Pontificia Universidad Católica del Perú. <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/18759>
- [27] Omogbai, O. y Saloniitis, K. (2017). Efectividad, eficacia y eficiencia en equipos de trabajo. Espacios [en línea]. n.º16. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.procir.2017.01.057>