

Continuous improvement methodologies in manufacturing companies: A systematic review of the literature 2016-2021

Sofia Julia Llacctas-Espinoza¹, Nicole Quezada-Albino¹, Dennis Alberto Espejo-Peña¹ y Evelyn Rondon-Jara¹
¹Universidad Privada del Norte, Lima, Perú, N00169389@upn.pe, N00172516@upn.pe, dennis.espejo@upn.pe, evelynrondon006@gmail.com

Summary: This research aims to determine the methodologies of continuous improvement most used in manufacturing companies for the identification and solution of problems in the production process that may arise. Scientific articles were used using the SCOPUS, EBSCO and SCIENCE DIRECT databases. The filtering processes were considered to carry out this study with articles that respond to the question posed, with language in English and Spanish and are between 2016 and 2021. Similarly, some keywords were taken for the search such as improvement, methodology, manufacturing, continuous improvement. We selected 51 articles for this systematic review. The result obtained indicated that the Lean Manufacturing methodology is the most used by manufacturing companies in the last 6 years. Since this methodology reduces waste, costs and unproductive times, it satisfies the client's need and increases the productivity of a company making it more competent. Similarly, the 5S tool was identified as the most used to improve organization, order and cleanliness in the company. It is worth mentioning that one of the limitations presented was the free access to documents that prevented a more accurate search.

Keywords-- Continuous improvement, methodologies, manufacturing, production processes.

Digital Object Identifier: (only for full papers, inserted by LACCEI).
ISSN, ISBN: (to be inserted by LACCEI).
DO NOT REMOVE

Metodologías de mejora continua en empresas del sector manufacturero: Una revisión sistemática de la literatura 2016-2021

Sofia Julia Llacctas-Espinoza¹, Nicole Quezada-Albino¹, Dennis Alberto Espejo-Peña¹ y Evelyn Rondon-Jara¹
¹Universidad Privada del Norte, Lima, Perú, N00169389@upn.pe, N00172516@upn.pe, dennis.espejo@upn.pe, evelynrondon006@gmail.com

Resumen: La presente investigación tiene como objetivo determinar las metodologías de mejora continua más utilizadas en las empresas manufactureras para la identificación y solución de los problemas en el proceso productivo que puedan presentarse. Se utilizaron artículos científicos mediante las bases de datos SCOPUS, EBSCO y SCIENCE DIRECT. Se consideraron los procesos de filtrado para realizar este estudio con artículos que respondan a la interrogante planteada, con idioma en inglés y español y se encuentran entre el 2016 al 2021. De igual forma, se tomó algunas palabras clave para la búsqueda como *improvement, methodology, manufacturing, continuous improvement*. Se seleccionaron 51 artículos para la realización de esta revisión sistemática. El resultado que se obtuvo indicó que la metodología Lean Manufacturing es la más utilizada por empresas manufactureras en los últimos 6 años. Dado que esta metodología reduce los desperdicios, costos y tiempos productivos, satisface la necesidad del cliente e incrementa la productividad de una empresa haciéndola más competente. De igual forma, se identificó a la herramienta 5S como la más utilizada por mejorar la organización, el orden y la limpieza en la empresa. Cabe mencionar que una de las limitaciones presentadas fue el acceso libre a los documentos que impidió una búsqueda más exacta.

Palabras clave-- Mejora continua, metodologías, manufactura, procesos productivos.

I. INTRODUCCIÓN

Con el pasar del tiempo aparecen más empresas manufactureras que buscan hacer crecer su negocio y, como se menciona, las organizaciones tienen diferentes objetivos, como una mejor calidad en su producto, la satisfacción de sus clientes, llevar un desarrollo adecuado de sus procesos productivos y entre otros. En lo que una organización se enfoca más, es en lograr un entorno competitivo para la expansión de su negocio, dado que cada vez hay más empresas nuevas, se cuenta con una mayor competencia y dificultad para que un negocio, ya establecido, pueda continuar o expandirse [1]. Por tanto, se busca aumentar la eficiencia de los procesos productivos [2], ya que esto muestra cambios significados para la empresa al mejorar su producción.

Cada negocio siempre se va a encontrar en un entorno cambiante que le exige la optimización de sus procesos, es decir, un mejoramiento en sus indicadores de gestión para dar certeza del cambio de mejora en la empresa. Por consiguiente, para aumentar la productividad, eficiencia, calidad u otros indicadores, se exige un mayor esfuerzo en la aplicación de mejoras continuas sobre el proceso o el producto, lo que genera que la empresa crezca [3]. A medida que las empresas crecen,

estas enfrentan nuevos desafíos por lo que deben mejorar con el tiempo, para poder superar sus debilidades y destacarse [4]. Para ello, se cuenta con Lean Manufacturing, que busca el mejoramiento del flujo de procesos junto con la eliminación de desperdicios. Por otro lado, se tiene a Six Sigma que se enfoca en los resultados, en la calidad y reducción de defectos en donde también se encuentra el Ciclo Deming que busca implementar un plan de mejora continua a través sus cuatro pasos (P-H-V-A) [5]. Otra metodología de mejora continua es Kaizen que se encarga de asegurar una constante búsqueda al cambio [6], y de esta forma hay más metodologías de mejora continua que garantizan la mejora de procesos como también TOC, enfocándose en la identificación de cuellos de botella [7]. De igual forma, también se encuentran varias herramientas aplicables junto con estas metodologías de mejora continua, como son las 5S, Value Stream Mapping, 5 Why, Diagrama de Pareto, Diagrama de Ishikawa, entre otras herramientas que se utilizan para llevar a cabo el objetivo de cada metodología.

Al considerar algunas de estas metodologías y herramientas, se llegó a las siguientes preguntas de investigación: ¿Cuáles son las metodologías de mejora continua más utilizadas en empresas manufactureras? y ¿cuáles son las herramientas más utilizadas en empresas manufactureras? Por ello, el objetivo es determinar las metodologías y herramientas de mejora continua más utilizadas en las empresas manufactureras para la identificación y solución de los problemas en el proceso productivo que puedan presentarse.

II. METODOLOGÍA

Una revisión sistemática es un resumen estructurado que está basado en una pregunta de investigación clara que representa el más alto nivel de evidencia porque reduce el riesgo de sesgo [8]. En esta revisión sistemática se consideró la utilización de la declaración PRISMA 2020 para garantizar que se capte toda la información [9] y se utilizó bases de datos como Scopus, Science Direct y EBSCO. Planteándose las siguientes preguntas de investigación: ¿Cuáles son las metodologías de mejora continua más utilizadas en empresas manufactureras? y ¿cuáles son las herramientas más utilizadas en empresas manufactureras?

Se utilizó como criterios de selección al acceso libre, tipo de documento, idioma, antigüedad y materia o tema a analizar.

Dichos artículos deben estar relacionados con “Improvement, methodology, manufacturing, continuous improvement”, que estén redactados en el idioma inglés o español, que pertenezcan al rango 2016-2021 de antigüedad y que pertenezcan al tema o materia de ingeniería o manufactura. De los artículos obtenidos, se evaluó según el criterio de exclusión que incluía a los artículos con más de 6 años de antigüedad, artículos escritos en un idioma diferente al inglés o español, los que tenían un acceso restringido y los que se enfocaban en empresas que no eran manufactureras. De esta manera se obtuvo 1084 artículos; no se eliminó artículos por similitud, pero se rechazaron 1027 artículos por no tener relación con el tema en estudio y se finalizó con la eliminación de 6 artículos por no responder a la pregunta de investigación planteada como se puede ver en la Fig. 1, también se diseñaron combinaciones de términos para la búsqueda de artículos por cada base de datos utilizada.

- SCIENCE DIRECT: (TITLE-ABS-KEY (Improvement))
- EBSCO: (TITLE-ABS-KEY (Improvement) AND (TITLE-ABS-KEY (Methodology) AND (TITLE-ABS-KEY (Manufacturing))))
- SCOPUS: (TITLE-ABS-KEY (improvement) AND TITLE-ABS-KEY (methodology))

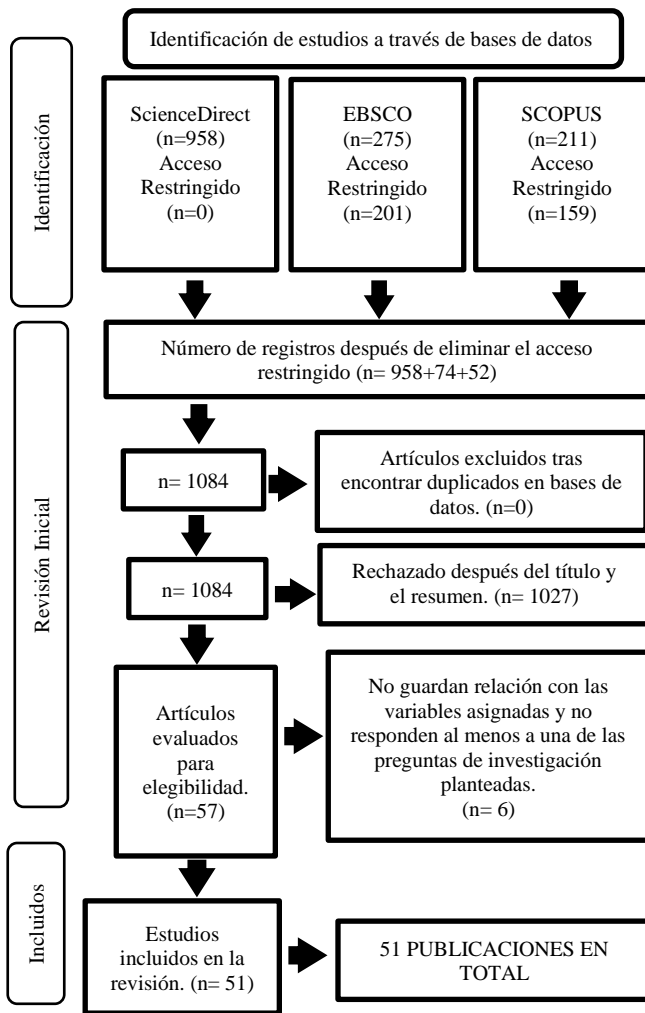


Fig. 1 Diagrama de flujo, según Declaración PRISMA

III. RESULTADOS

3.1. Artículos por bases de datos

Esta investigación se realizó con el análisis de 51 artículos relacionados con el tema de investigación y en cuanto a las tres bases de datos utilizadas, en la Fig. 2 se observa que en EBSCO se encontró 20 artículos, en SCOPUS se encontró 12 artículos y en Science Direct se encontró 19 artículos.

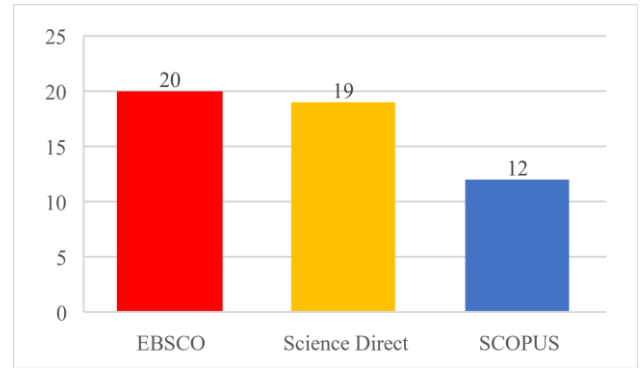


Fig. 2 Bases de datos

3.2. Artículos por año de publicación

La Fig. 3 muestra que la mayor cantidad de artículos utilizados son del 2019 con 12 artículos, continúa el año 2017 con 11 artículos encontrados, después viene el año 2018 con 10 artículos encontrados y los siguientes años del 2020, 2021 y 2016 con 8, 7 y 3 artículos encontrados respectivamente. Así mismo, se consideró los artículos que responden a la pregunta de investigación planteada, del 2016 al 2017 hubo un incremento de artículos en un 16%, del 2017 al 2018 hubo una disminución de un 2%, del 2018 al 2019 se presenta nuevamente un incremento de un 4%, del 2019 al 2020 se observa una disminución de un 8%, y del 2020 al 2021 vuelve a disminuir el porcentaje de artículos en un 2%.

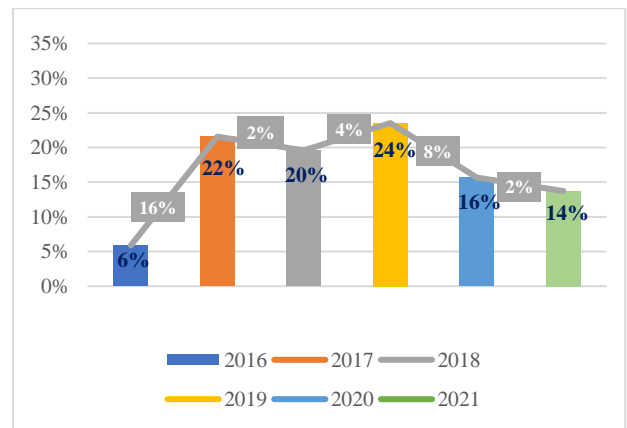


Fig. 3 Años y tendencias

3.3. Enfoque de la investigación

De acuerdo con estos artículos, se determina que la mayoría de estos solo utilizan una metodología de mejora continua para identificar o solucionar problemas en las empresas manufactureras, esto se puede ver en la Fig. 4 que muestra que

el 76% de estos artículos utilizan sólo una metodología y el 24% utiliza dos metodologías de mejora continua. Dado que cada metodología es extensa y puede ser de suficiente ayuda para optimizar los procesos de una empresa. No obstante, también se observa la utilización de dos metodologías que pueden complementarse entre ellas y, de igual forma, buscar la mejora de la empresa.

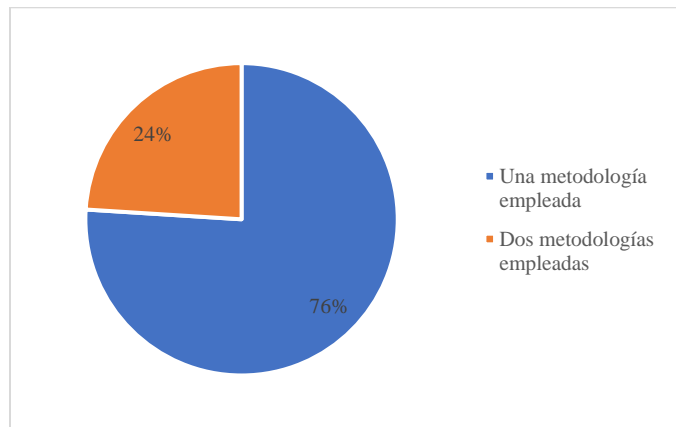


Fig. 4. Cantidad de metodologías utilizadas

También se puede identificar en la Fig. 5 qué metodología de mejora continua es implementada en los artículos que solo mencionan la utilización de una metodología, ya que esta representa un mayor porcentaje (76%). De tal manera que da como resultado a Lean Manufacturing con un 60%, seguido de Six Sigma con un 12%, continua la metodología SMED con un 8%, luego viene el ciclo Deming con un 7%, TPM y TOC que representan un 5% cada uno y finaliza con 5S que representa un 3%. Se observa que Lean Manufacturing mantiene una gran diferencia con respecto a las demás metodologías empleadas y se entiende que hay una preferencia en utilizarla con más frecuencia de acuerdo con los artículos que solo utilizan una metodología.

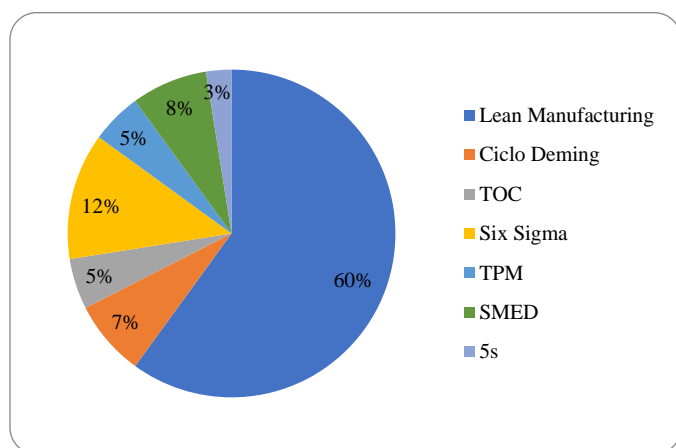


Fig. 5. Aplicación de una metodología de mejora continua

Al identificar qué metodologías son aplicadas juntas de acuerdo con los artículos que utilizan dos metodologías de mejora continua (24%), se determina que el 46% de estos relacionan a Lean Manufacturing y Six Sigma para ser aplicadas en

conjunto, seguido de Lean Manufacturing y Kaizen con un 18%, se continua con Six Sigma y el Ciclo Deming con un 18%, luego viene Lean Manufacturing y TPM con un 9% y de igual forma con Kaizen y Six Sigma con un 9% como se ve en la Fig. 6. Así también, se observa que tanto Lean Manufacturing como Six Sigma son aplicadas junto con otras metodologías, estas últimas son las más aplicadas en los artículos que prefieren utilizar dos metodologías juntas en sus investigaciones.

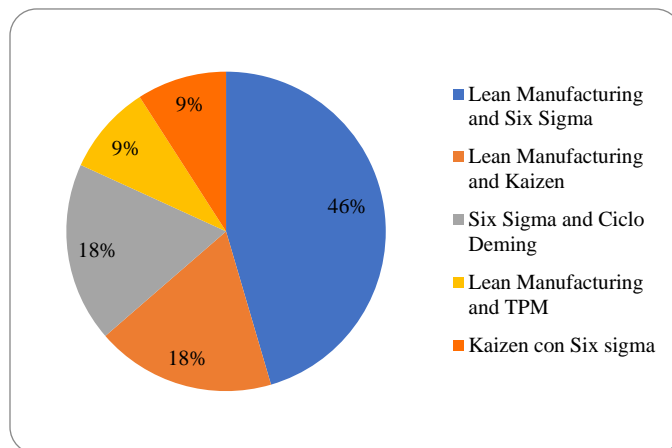


Fig. 6. Aplicación de dos metodologías de mejora continua

Y en la Fig. 7 se puede identificar a Lean Manufacturing como la metodología de mejora continua más utilizada con un 53%, seguido de Six Sigma con un 20%, Ciclo Deming con un 8%, Kaizen con un 5%, TPM con un 5%, SMED 5% y TOC con un 3%. Se tomaron en cuenta todos los artículos utilizados en esta investigación, sin importar que utilicen una o dos metodologías. Estos datos son recopilación de los últimos 6 años de diferentes países que las aplican y se puede ver que Lean Manufacturing mantiene una gran diferencia, como se mostró desde un inicio, a comparación de las otras metodologías de mejora continua.

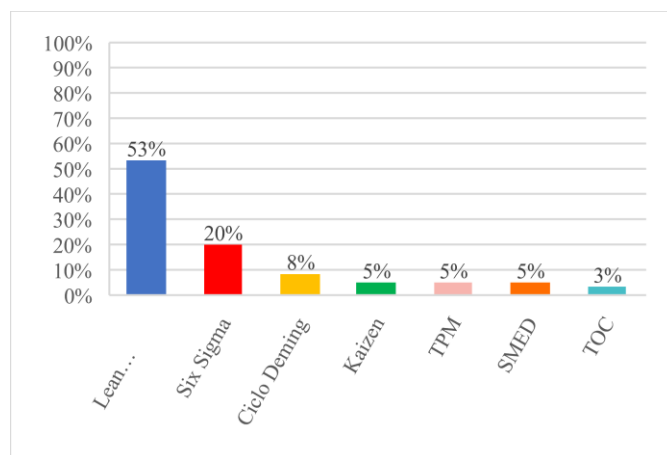


Fig. 7. Tipos de metodologías utilizadas

Cabe indicar que en algunos artículos no se mencionó qué metodología había sido usada, en esos casos se consideró el contexto de cada artículo, dado que, al tratarse de un método de aplicación para la solución de un problema, se aplicó tanto una como varias herramientas que se englobaban en un solo

contexto dirigido a una metodología definida. Puesto que los conceptos de las metodologías y herramientas pueden variar con la forma en cómo lo aplica cada autor. Así mismo, en la Fig. 8 se observa las herramientas utilizadas en los artículos analizados y se identificó a la herramienta 5S como la más utilizada (14%), seguido del VSM (13%), Diagrama de Pareto (10%), Diagrama de Ishikawa (9%), Kanban (8%), SMED (7%), TPM (5%), 5Why (5%), Gestión Visual (5%), Just in Time (4%), Trabajo Estándar (4%), Diagrama SIPOC (3%), Diagrama de Flujo (3%), Balanceo de línea (2%), Poka Yoke (2%) y se terminó con otras herramientas que no eran tan utilizadas (1%). Algo que se debe considerar es que estas herramientas fueron aplicadas para solucionar un problema, pero también algunas de ellas fueron utilizadas para identificar el problema a solucionar. Así que se consideró la aplicación de estas para conocer su frecuencia de utilidad, ya sea que hayan sido utilizadas para la identificación del problema o para solucionar y eliminar el problema.

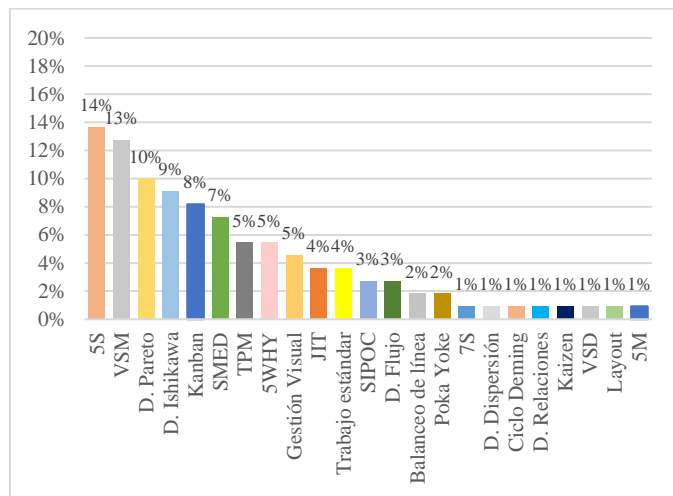


Fig. 8. Herramientas utilizadas

IV. DISCUSIONES Y CONCLUSIONES

Al desarrollar esta investigación, se pudo identificar a Lean Manufacturing como una metodología que ayuda a reducir los desperdicios y tiempos improductivos que no generan valor, por lo tanto, se incurren en menores costos por procesos y por materiales [10,11,12,13,14]. Y a través de su aplicación, las empresas buscan mejorar su eficiencia por procesos, aumentar su productividad, calidad y buscar la mejora continua [15,16,17,18,19,20,21,22]. No obstante, cabe resaltar que la metodología Lean también es utilizada con el respaldo de simuladores y programas para garantizar un mejor resultado, como son algunos el SIMIO®, discrete event simulator y la simulación de eventos discretos (DES). Estos son utilizados con el objetivo de poder investigar y solucionar problemas en los procesos y poder integrar estos simuladores con las herramientas Lean para la mejora de la productividad [23,24,25]. También se utilizan bases de datos, como es CRISP-DM, junto con algunas herramientas Lean para la mejora de procesos y automatización de procesos manuales para

identificar oportunidades de cambio y eliminar procesos manuales [26].

En otras metodologías, como en el Ciclo Deming o el Mantenimiento Productivo Total, se puede llegar a los mismos objetivos que con Lean Manufacturing [27,5,28,29], ya que se busca reducir residuos y costos en el proceso productivo, pero hay que resaltar que se utilizan algunas herramientas aplicadas también en Lean. También está la metodología TOC, que es empleada por la importancia que tiene para identificar los cuellos de botella en los procesos productivos y de esta forma se pueda actuar sobre el problema y se propongan soluciones [30,7]. Cabe mencionar que algunos estudios se realizan solo con la aplicación de herramientas como es 5S y se obtiene aumentos en la productividad, reducciones de desechos y mejor seguridad en el área de trabajo [31,32,33,34]. Así también, se aplica la herramienta SMED con el objetivo de aumentar la disponibilidad de las máquinas y reducir el tiempo de configuración [35,36,37]. Aunque al utilizar solo una herramienta, no se pueden abarcar otros problemas que posiblemente, como toda empresa, puedan presentarse. En cambio, al aplicar una metodología como Six Sigma, siempre busca mejorar los procesos y tiene el objetivo de reducir las inconformidades. De esta forma se evitan gastos en reprocesos y se optimiza la producción [38,39,40,41,42].

Hay que resaltar que al aplicar Lean Manufacturing, se busca mejorar la producción, pero se enfoca en la utilización mínima de recursos, la reducción de desperdicios y tiempos improductivos [43,44,37,45]. Pero cuando se aplica Six Sigma junto con Lean Manufacturing, se puede obtener un mejor resultado al optimizar los procesos y mejorar la calidad [46,47,48,49], ya que ambas metodologías pueden complementarse y brindar un valor agregado en los procesos. También cuando se aplica Kaizen y Lean Manufacturing, se genera una mejora continua en la empresa, ya que ayuda a la disminución de todo tipo de desperdicios, pero también busca la oportunidad de mejorar a través de acciones concretas y simples [50].

El Mantenimiento Productivo Total, al considerarse como una metodología, también es utilizada con Lean Manufacturing, en donde se aplica para mejorar el rendimiento de fabricación en el sector manufacturero a través de una estrategia aplicada para el funcionamiento continuo de los equipos, definición de roles y el compromiso de la alta dirección para el cumplimiento de los objetivos [51]. No obstante, se puede destacar que no siempre se utiliza a Lean Manufacturing acompañado de otra metodología para su aplicación. Por ende, se observa que se aplican las metodologías de Six Sigma y Kaizen con el objetivo de explorar las estrategias del Kaizen junto con Six Sigma para un aumento de rendimiento y calidad en el producto y proceso. También se aplica las metodologías de Six Sigma con el Ciclo Deming, que estaba direccionada a mejorar de forma continua el rendimiento de los procesos y la calidad de los productos [52,53,6]. Sea cual sea la metodología implementada, siempre

se va a observar una mejora en las empresas dado que es lo que se busca con su aplicación.

Al considerar las herramientas más utilizadas, se identifica al VSM como una de ellas, dado que, para iniciar con una investigación, va a ser necesario conocer la situación actual, la herramienta VSM es una de las más utilizadas para ello ya que se puede identificar los tiempos productivos e improductivos de los procesos de la empresa [18,21,37,47,54], de igual forma se cuenta con herramientas aplicadas para la identificación del problema, como un Diagrama de Ishikawa y 5 Why en donde se hallan las causas del problema a resolver [3,39,40,42, 41,45,47,51], así también, se encuentra el Diagrama de Pareto que es utilizado para conocer qué tan frecuente e importante es cada causa o problema determinado [3,40,42,45,47,51]. Una vez se identifica el problema y se conoce la situación actual, entonces se busca dar solución al problema para poder eliminarlo y para esto se tiene a las 5S, esta es una herramienta bastante utilizada ya ello, ya que lo que busca las 5S es identificar los desperdicios y tratar de eliminarlos, lo cual siempre está presente en las empresas manufactureras [15,37,45,54,55]. Otra herramienta es el Kanban que forma parte de la gestión visual utilizada para tener un control del flujo de trabajo y permite organizar mejor cada actividad a realizar [12,19,25,31]. Y así como estas, hay otras herramientas como Just in Time, Diagrama SIPOC, trabajo estándar, Diagrama de dispersión y entre otros que son aplicados de acuerdo a la situación de la empresa para la solución de un problema.

Entonces, al considerar la aplicación de todas estas metodologías y herramientas, la mayoría de los artículos utilizan a Lean Manufacturing, ya que impulsa la mejora continua en una gran escala de las operaciones industriales y abarca diferentes áreas como calidad, mantenimiento, logística y planificación [55]. Esto quiere decir que el pensamiento Lean está en constante evolución bajo la influencia del aprendizaje que adquiere en sus operaciones y la adaptación de diferentes técnicas a diferentes entornos industriales [54]. Así también, se identificó a las 5S como la herramienta más utilizada, ya que con su aplicación se puede mantener el orden, la organización y el control en el área de trabajo. Algo que siempre destaca es que en la mayoría de las empresas manufactureras se observa la falta de orden en el área de trabajo, es por ello que esta herramienta es empleada con mayor frecuencia.

Por lo tanto, se concluye que la metodología de mejora continua más utilizada en estos últimos seis años en empresas manufactureras fue Lean Manufacturing y la herramienta más utilizada fue las 5S. Cabe resaltar que se tuvo algunos inconvenientes por el acceso restringido y también por los sectores de las empresas investigadas, ya que en esta investigación se consideró solo artículos desarrollados en empresas manufactureras; aun así, la metodología Lean Manufacturing mantuvo una gran diferencia en su porcentaje de aplicación identificado. Con respecto a la herramienta de 5S, no se observó una gran brecha de diferencia, pero aun así se mantuvo como la herramienta más utilizada en estos artículos

de investigación revisados. Para una próxima investigación que se realice con respecto a este tema, se recomendaría poder enfocarse más en esta metodología Lean Manufacturing, ya que es muy amplia y se podría determinar en qué áreas se aplica más esta metodología de mejora continua.

V. REFERENCIAS

- [1] Hernández-Gómez, J., et al. "Six Sigma as a competitive strategy: main applications, implementation areas and critical success factors (CSF)". *DYNA*, vol. 86, no. 209, pp. 160–169, 2019. <https://doi.org/10.15446/DYNA.V86N209.76994>
- [2] Cuggia-Jiménez, et al. "Lean manufacturing: A systematic review in the food industry". *Información Tecnológica*, vol. 21, no. 5, pp. 163–172, 2020. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642020000500163>
- [3] Gracia, E., et al. "Mejora Continua en una empresa en México: estudio desde el ciclo Deming". *Revista Venezolana de Gerencia*, vol. 25, no. 92, pp. 1863–1868, 2020. <https://doi.org/10.37960/rvg.v25i92.34301>
- [4] Gisbert, V., et al. "METODOLOGÍA PARA ELABORAR UN PLAN DE MEJORA CONTINUA". *3C Empresa: Investigación y Pensamiento Crítico*, vol. 6, no. 5, pp. 50–56, 2017. <https://doi.org/10.17993/3cemp.2017.especial.50-56>
- [5] Arredondo-Soto, K., et al. "A Plan-Do-Check-Act based Process Improvement Intervention for Quality Improvement". *Industry, Innovation and Infrastructure*, vol. 9, pp. 132779–132790, 2017. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3112948>
- [6] Singh, H. y Singh, J. "Enigma of KAIZEN approach in manufacturing industry of Northern India – a case study". *International Journal of Quality and Reliability Management*, vol. 35, no. 1, pp. 187–207, 2018. <https://doi.org/10.1108/IJQRM-12-2016-0220>
- [7] Urban, W. "TOC implementation in a medium-scale manufacturing system with diverse product rooting". *Production and Manufacturing Research*, vol. 7, no. 1, pp. 178–194, 2019. <https://doi.org/10.1080/21693277.2019.1616002>
- [8] Cuellar, J., et al. "Revisiones Sistemáticas: definición y nociones básicas". *Rev. Clin. Periodoncia Implantol. Rehabil. Oral*, vol. 11, no. 3, pp. 184–186, 2018. <https://doi.org/10.4067/S0719-01072018000300184>
- [9] Akl, E., et al. "Declaración PRISMA 2020: una guía actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas". *Revista Española de Cardiología (English Edition)*, vol. 74, no. 9, pp. 790–799, 2021. <https://doi.org/10.1016/J.REC.2021.07.010>
- [10] Adiyatna, et al. "Application of lean manufacturing to improve procurement lead time in the case of the steel industry". *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, vol. 1010, no. 1, 2021. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1010/1/012022>
- [11] Brito, M., et al. "Lean and Ergonomics decision support tool assessment in a plastic packaging company". *Procedia Manufacturing*, vol. 51, pp. 613–619, 2020. <https://doi.org/10.1016/J.PROMFG.2020.10.086>
- [12] Carvalho, C., et al. "Value stream mapping as a lean manufacturing tool: A new account approach for cost saving in a textile company". *International Journal of Production Management and Engineering*, vol. 7, no. 1, pp. 1, 2019. <https://doi.org/10.4995/IJPM.2019.8607>
- [13] Petja, G., et al. "APPLICATION OF 7S METHODOLOGY: A SYSTEMATIC APPROACH IN A BUCKET MANUFACTURING ORGANISATION". *South African Journal of Industrial Engineering*, vol. 31, no. 4, pp. 178–193, 2020. <https://doi.org/10.7166/31-4-2283>
- [14] Syed, A., et al. "Productivity improvement of a manufacturing facility using systematic layout planning". *Cogent Engineering*, vol. 3, no. 1, 2016. <https://doi.org/10.1080/23311916.2016.1207296>
- [15] Abu, S., et al. "COURT SHOE PRODUCTION LINE: IMPROVEMENT OF PROCESS CYCLE EFFICIENCY BY USING LEAN TOOLS". *Revista de Pielărie Încălțăminte*, vol. 17, no. 3, pp. 135–146, 2017. <https://doi.org/10.24264/lfj.17.3.3>
- [16] Campilho, R., et al. "Analysis and Improvement of an Assembly Line in the Automotive Industry". *Procedia Manufacturing*, vol. 38, pp. 1444–1452, 2019. <https://doi.org/10.1016/J.PROMFG.2020.01.143>
- [17] Conceição, R. y Luis, F. "Improving the Quality and Productivity of Steel Wire-rope Assembly Lines for the Automotive Industry". *Procedia Manufacturing*, vol. 11, pp. 1035–1042, 2017. <https://doi.org/10.1016/J.PROMFG.2017.07.214>

- [18]Correia, D., et al. "Improving manual assembly lines devoted to complex electronic devices by applying Lean tools". *Procedia Manufacturing*, vol. 17, pp. 663–671, 2018. <https://doi.org/10.1016/J.PROMFG.2018.10.115>
- [19]Fernandes, N., et al. "Lean manufacturing applied to a wiring production process". *Procedia Manufacturing*, vol. 51, pp. 1387–1394, 2020. <https://doi.org/10.1016/J.PROMFG.2020.10.193>
- [20]Ferreira, L., et al. "The Impact of the Application of Lean Tools for Improvement of Process in a Plastic Company: a case study". *Procedia Manufacturing*, vol. 38, pp. 765–775, 2019. <https://doi.org/10.1016/J.PROMFG.2020.01.104>
- [21]Hernández, H., et al. "Improvement of Productivity and Quality in the Value Chain through Lean Manufacturing – a case study". *Procedia Manufacturing*, vol. 41, pp. 882–889, 2019. <https://doi.org/10.1016/J.PROMFG.2019.10.011>
- [22]Singh, H. y Singh, J. "Application of lean manufacturing in automotive manufacturing unit". *International Journal of Lean Six Sigma*, vol. 11, no. 1, pp. 171–210, 2020. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-06-2018-0060>
- [23]Makinde, O., et al. "Simulation-aided value stream mapping for productivity progression in a steel shaft manufacturing environment". *South African Journal of Industrial Engineering*, vol. 30, no. 1, pp. 171–186, 2019. <https://doi.org/10.7166/30-1-2089>
- [24]Rafi, Q., et al. "Improving productivity of road surfacing operations using value stream mapping and discrete event simulation". *Productivity of Road Surfacing Operations Using Value Stream Mapping and Discrete Event Simulation*, vol. 17, no. 3, pp. 294–323, 2017. <https://doi.org/10.1108/CI-11-2016-0058>
- [25]Rocha, H., et al. "Analysis and Improvement of Processes in the Jewelry Industry". *Procedia Manufacturing*, vol. 17, pp. 640–646, 2018. <https://doi.org/10.1016/J.PROMFG.2018.10.110>
- [26]Adrita, M., et al. "Methodology for data-informed process improvement to enable automated manufacturing in current manual processes". *Applied Sciences (Switzerland)*, vol. 11, no. 9, 2021. <https://doi.org/10.3390/APP11093889>
- [27]Ahmad, N., et al. "Improvement of overall equipment efficiency of ring frame through total productive maintenance: a textile case". *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, vol. 94, no. 1–4, pp. 239–256, 2018. <https://doi.org/10.1007/S00170-017-0783-2>
- [28]Dos, M., et al. "A TPM strategy implementation in an automotive production line through loss reduction". *Procedia Manufacturing*, vol. 38, pp. 908–915, 2019. <https://doi.org/10.1016/J.PROMFG.2020.01.173>
- [29]Rogowska, P. y Urban, W. "Methodology for bottleneck identification in a production system when implementing TOC". *Engineering Management in Production and Services*, vol. 12, no. 2, 2020. <https://doi.org/10.2478/emj-2020-0012>
- [30]Costa, C., et al. "Implementation of 5S Methodology in a Metalworking Company". *Computers & Applied Sciences Complete*, pp.001–012, 2018. <https://doi.org/10.2507/DAAAM.SCIBOOK.2018.01>
- [31]Ferreira, L., et al. "Implementation of Lean Methodologies in the Management of Consumable Materials in the Maintenance Workshops of an Industrial Company". *Procedia Manufacturing*, vol. 38, pp. 975–982, 2019. <https://doi.org/10.1016/J.PROMFG.2020.01.181>
- [32]Pérez, V. y Quintero, L. "Metodología dinámica para la implementación de 5's en el área de producción de las organizaciones". *Revista Ciencias Estratégicas*, vol. 25, no. 38, pp. 411–423, 2017. <https://doi.org/rces.v25n38.a9>
- [33]Singh, J. y Singh, I. "Structural equation modeling for validating impact of 5S implementation on business excellence of manufacturing organizations". *International Journal of Quality and Reliability Management*, vol. 34, no. 9, pp. 1592–1615, 2017. <https://doi.org/10.1108/IJQRM-08-2016-0129>
- [34]Al-Akel, K., et al. "The contribution of lean manufacturing tools to changeover time decrease in the pharmaceutical industry. A SMED project". *Procedia Manufacturing*, vol. 22, pp. 886–892, 2018. <https://doi.org/10.1016/J.PROMFG.2018.03.125>
- [35]Campilho, R., et al. "SMED methodology: The reduction of setup times for Steel Wire-Rope assembly lines in the automotive industry". *Procedia Manufacturing*, vol. 13, pp. 1034–1042, 2017. <https://doi.org/10.1016/J.PROMFG.2017.09.110>
- [36]Campilho, R., et al. "SMED methodology applied to the deep drawing process in the automotive industry". *Procedia Manufacturing*, vol. 51, pp. 1416–1422, 2020. <https://doi.org/10.1016/J.PROMFG.2020.10.197>
- [37]Fernandes, A., et al. "Continuous improvement through "Lean Tools": An application in a mechanical company". *Procedia Manufacturing*, vol. 13, pp. 1082–1089, 2017. <https://doi.org/10.1016/J.PROMFG.2017.09.139>
- [38]Ahmed, E., et al. "A Scientific Approach of using the DMAIC Methodology to Investigate the Effect of Cutting Tool Life on Product Quality and Process Economics: A Case Study of a Saudi Manufacturing Plant. Engineering", *Technology & Applied Science Research*, vol. 11, no. 1, pp. 6799–6805, 2021. <https://doi.org/10.48084/ETASR.4008>
- [39]Bucko, M., et al. "Application of six sigma tools in the production of welded chassis frames". *MM Science Journal*, vol. 2020, pp. 4188–4193, 2020. https://doi.org/10.17973/MMSJ.2020_12_2020056
- [40]Desai, D. y Nilesbhai, B. "Competitive advantage through Six Sigma at plastic injection molded parts manufacturing unit: A case study". *International Journal of Lean Six Sigma*, vol. 8, no. 4, pp. 411–435, 2017. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-06-2016-0022>
- [41]Gejdoš, P., et al. "Improving the performance and quality of processes by applying and implementing six sigma methodology in furniture manufacturing process". *Drvna Industrija*, vol. 70, no. 2, pp. 193–202, 2019. <https://doi.org/10.5552/DRVIND.2019.1768>
- [42]Jaqin, C., et al. "IMPLEMENTATION OF SIX SIGMA IN THE DMAIC APPROACH FOR QUALITY IMPROVEMENT IN THE KNITTING SOCKS INDUSTRY". *Tekstil ve Muhendis*, vol. 28, no. 124, pp. 269–278, 2021. <https://doi.org/10.7216/1300759920212812403>
- [43]Aldape-Alamillo, A., et al. "Estrategias para la mejora de la distribución de productos en una empresa embotelladora". *Revista de La Ingeniería Industrial*, January, vol. 12, no. 1, pp. 1-8, 2018. Recuperado de <https://swebesco.bibliotecaupn.elogim.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=6&sid=5333170a-baea-42d4-b736-c7b6bbbae3a5%40redis>
- [44]Castiblanco, I., et al. "Diseño de una herramienta guía basada en metodologías de mejora continua aplicable a pymes del sector lácteo en países de América Latina y el Caribe". *Ingeniería y Desarrollo*, vol. 39, no. 1, pp. 86–104, 2021. <https://doi.org/10.14482/inde.39.1.658.4>
- [45]Ferreira, L., et al. "Implementing Lean Tools in the Manufacturing Process of Trimmings Products". *Procedia Manufacturing*, vol. 17, pp. 696–704, 2018. <https://doi.org/10.1016/J.PROMFG.2018.10.119>
- [46]Acero, R., et al. "Order processing improvement in military logistics by Value Stream Analysis lean methodology". *Procedia Manufacturing*, vol. 41, pp. 74–81, 2019. <https://doi.org/10.1016/J.PROMFG.2019.07.031>
- [47]Adeodu, A., et al. "Implementation of Lean Six Sigma for Production Process Optimization in a Paper Production Company". *Journal of Industrial Engineering and Management*, vol. 14, no. 3, pp. 661–680, 2021. <https://doi.org/10.3926/jiem.3479>
- [48]Bindu, K., et al. "Implementation of Lean techniques for Sustainable workflow process in Indian motor manufacturing unit". *Procedia Manufacturing*, vol. 35, pp. 1196–1204, 2019. <https://doi.org/10.1016/J.PROMFG.2019.06.077>
- [49]Marsikova, K. y Sirova, E. "Optimization of selected processes in a company with the support of the lean concept". *MM Science Journal*, pp. 2300–2305, 2018. https://doi.org/10.17973/MMSJ.2018_03_2017111
- [50]Alecusan, A., et al. "ELIMINATION OF LOSSES USED LEAN MANUFACTURING TECHNIQUES AND KAIZEN PHILOSOPHY". *Fiabilitate Şi Durabilitate*, vol. 2, no. 22, pp. 58–64, 2018. <https://doaj.org/article/f86fae8ec1d14cf29db884b5dcd6b6b8>
- [51]Costa, T., et al. "Improve the extrusion process in tire production using Six Sigma methodology". *Procedia Manufacturing*, vol. 13, pp. 1104–1111, 2017. <https://doi.org/10.1016/J.PROMFG.2017.09.171>
- [52]Lai, W. y Tat, Y. "Total productive maintenance and manufacturing performance improvement". *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, vol. 23, no. 1, pp. 2–21, 2017. <https://doi.org/10.1108/JQME-07-2015-0033>
- [53]Berni, R., et al. "A Guideline for Implementing a Robust Optimization of a Complex Multi-Stage Manufacturing Process". *Applied Sciences (Switzerland)*, vol. 11, no. 4, pp. 1–19, 2021. <https://doi.org/10.3390/app11041418>
- [54]Escaida, I., et al. "MEJORA DE PROCESOS PRODUCTIVOS MEDIANTE LEAN MANUFACTURING". *Trilogía*, pp. 26-55, July 2016. Recuperado de <https://pwebesco.bibliotecaupn.elogim.com/ehost/detail/detail?vid=3&sid=856c6396-3e18-44bd-9e28-690db109ae6a%40redis&bdata=JkF1dGhUeXBIPWlwLHVpZCZsYW5nPWVzJnNpdGU9ZWhvc3QtbGl2ZQ%3D%3D#db=a9h&AN=118206172>

[55]Mauricio, C., et al. “Mejoramiento mediante herramientas de la manufactura esbelta, en una Empresa de Confecciones”. *Ingeniería Industrial*, vol. 37, no. 1, pp. 24–35, 2016. Recuperado de <https://swebesco.bibliotecaupn.elogim.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=1&sid=6008e113-de32-4896-8cfb-56518b1a36df%40redis>