

Análisis Bibliométrico: Herramientas *Lean Manufacturing*

Bibliometric Analysis: *Lean Manufacturing Tools*

Juan Carlos Herrera Vega¹; Javier Duran Ravelo²; Hugo Gaspar Hernández Palma³

¹Doctor, Docente Investigador, Fundación Universitaria Tecnológico Comfenalco, Cartagena, Colombia, juancarlos.herreravega@tecnocomfenalco.edu.co

²Magister, Docente Jornada Completa, Universidad Libre Seccional Barranquilla, Colombia, javier.duran@unilibre.edu.co

³Magister, Docente Investigador, Universidad del Atlántico, Barranquilla, Colombia, hugohernandezp@mail.uniatlantico.edu.co

Cite this article as: J.C. Herrera-Vega, J. Duran Ravelo, H.G. Hernández-Palma "Bibliometric Analysis: *Lean Manufacturing Tools*", *Prospectiva*, Vol. 20 N° 2, 2022

Recibido: 26/02/2022 / Aceptado: 27/07/2022

<http://doi.org/10.15665/rp.v20i2.2903>

RESUMEN

El objetivo fue detallar a las publicaciones y autores más importantes sobre las herramientas aplicadas en *Lean Manufacturing*. Se realizó una combinación de la bibliometría con el estudio de aplicación de herramientas *Lean*, tomando la base de datos Scopus como foco de búsqueda determinando los autores, revistas, años, y países con más publicaciones y relevancia en cuanto al tema de estudio. Así se obtuvieron resultados precisos sobre la literatura publicada entre 2017 y marzo 2021, de donde finalmente, se escogieron los artículos con más citas para diseñar a través de VOSviewer graficas de co-citas y correlación entre las palabras claves. En conclusión, la base de datos Scopus ratifica el pensamiento de la nueva industria 4.0 obligando a las personas a utilizar dispositivos de alta tecnología dentro de las industrias alrededor del mundo, empleando a las herramientas *Lean Manufacturing* como una de las más confiables y utilizadas en este proceso.

Palabras Claves: *Lean Manufacturing*, análisis bibliográfico, ingeniería industrial, herramientas *Lean*, publicaciones.

ABSTRACT

The objective was to detail the most important publications and authors about the tools applied in *Lean Manufacturing*. A combination of bibliometrics was carried out with the study of the application of *Lean* tools, taking the Scopus database as a search focus determining the authors, journals, years, and countries with the most publications and relevance in terms of the subject of study. Thus, results were obtained on the literature published between 2017 and March 2021, from where finally, the articles with the most citations were chosen to design through VOSviewer graphs of co-citations and correlation between the keywords.

Key words: *Lean Manufacturing*, bibliographic analysis, industrial engineering, *Lean* tools, publications.

1. INTRODUCCIÓN

Actualmente las bases de datos juegan un papel esencial en la recopilación de información publicada a nivel mundial, tanto que, día a día aumenta la cifra de publicaciones de artículos, libros, entrevistas, documentales, entre otros, sobre temas específicos que atraviesa la sociedad. Dicha información es filtrada por expertos antes de su publicación, lo que brinda seguridad a la hora de citar y tomar información para investigaciones de todo tipo [1] [2]. Por otro lado, las bases de datos de investigación ofrecen a los usuarios acceso a miles de libros, artículos de revistas, imágenes, cuadros y fuentes primarias [3].

Estas bases de datos contienen artículos académicos y son revisados por autores creíbles, como periodistas, investigadores y expertos en su campo. Dado que las bases de datos proporcionan herramientas de búsqueda eficaces

para reducir los resultados, los usuarios pueden encontrar más rápidamente la información que necesitan [4]. El desarrollo de las nuevas tecnologías y la facilidad de publicación en la red, sumado a la gran cantidad de información disponible, hacen imprescindible acudir a fuentes que nos garanticen, a través de procesos de selección previos, la recuperación de información fiable y de calidad, como por ejemplo los catálogos o las bases de datos [5].

Considerando lo anterior, para realizar una investigación, sin importar cuál sea el nivel, es importante la obtención de información, la cual es considerada por muchos universitarios y profesionales como fácil de encontrar debido a la ayuda del internet, sin embargo, no todas las fuentes resultan confiables y en su gran mayoría no se encuentran aprobadas por expertos, además, que mientras más se adentra un investigador a un tema, más se dificulta la búsqueda y se requiere de mucho tiempo para determinar cuáles son los autores con más publicaciones, los más citados, los títulos más importantes, entre otras variables que interfieren en la clasificación de la información [6] [7]. En vista de la problemática, surgió la necesidad de realizar un análisis bibliométrico adecuado para aumentar la confiabilidad y veracidad de las fuentes utilizadas para investigaciones en el campo de la ingeniería, ajustadas a la vanguardia y a los avances tecnológicos, con la finalidad de brindar, amplia y detallada información de las herramientas utilizadas para la aplicación de *Lean Manufacturing* en la industria; como afirman Martínez y sus coautores “La bibliometría se utiliza principalmente para sintetizar los resultados más representativos de una serie de documentos bibliográficos” [8]. En el presente artículo se realizará un análisis bibliométrico, el cual se fundamenta como el pilar de inicio de cualquier investigación de nivel industrial, bien sea académica o aplicada en una empresa; se estudiará la procedencia de los datos, la confiabilidad brindada, la cantidad de veces citadas, entre otras características; de igual forma el uso de la base de datos en cuanto a la búsqueda de artículos científicos.

Así mismo, se pretendió analizar y concluir cada una de las gráficas arrojadas por la base de datos con relación a la búsqueda y filtros realizados, con el objetivo de presentar una tabla que muestre los principales títulos y autores más importantes en cuanto al tema Herramientas aplicadas en *Lean Manufacturing*. Cabe resaltar que, Lean es una palabra inglesa que se puede traducir como “sin grasa, escaso, esbelto”, pero aplicada a un sistema productivo significa “ágil, flexible”, es decir, capaz de adaptarse a las necesidades del cliente [9][10]. De igual manera, Lean consiste en la aplicación sistemática y habitual de un conjunto de técnicas de fabricación que buscan la mejora de los procesos productivos a través de la reducción de todo tipo de “desperdicios”, definidos éstos como los procesos o actividades que usan más recursos de los estrictamente necesarios [11][12]. El tema tipo título, tiene por objetivo la eliminación del despilfarro mediante la utilización de una colección de herramientas, que se desarrollaron fundamentalmente en Japón. Los pilares del *lean manufacturing* son: la filosofía de la mejora continua, el control total de la calidad, la eliminación del despilfarro, el aprovechamiento de todo el potencial a lo largo de la cadena de valor y la participación de los operarios [13][14]. Por otro lado, se entiende por manufactura esbelta, la persecución de una mejora simultánea en todas las métricas de funcionamiento en fabricación mediante la eliminación del despilfarro, a través de proyectos que cambian la organización física del trabajo en la línea de fabricación, en la logística y en el control de producción a través de toda la cadena de suministro, y en la forma en que se aplica el esfuerzo humano, tanto en las tareas de producción como en las de apoyo [15][16].

Los pilares del *lean manufacturing* son: la filosofía kaizen (el concepto de la mejora continua), el control total de la calidad en todas las actividades [17][18], y el *Just in Time* que consiste en producir los artículos necesarios en el momento preciso, en las cantidades debidas para satisfacer la demanda combinando simultáneamente flexibilidad, calidad y coste [19][20]. El despilfarro, como todo aquello que no añade valor al producto o que no es absolutamente esencial para fabricarlo. Una vez iniciada la batalla para la erradicación del despilfarro, hay que entrenar la vista para su localización e idéntica los distintos tipos en que éste puede presentarse en la fábrica: sobreproducción, tiempo de espera o tiempo de vacío, transporte o movimientos innecesarios, sobre proceso, stock, defectos o errores generados por los operarios [21].

En este sentido, Lean manufacturing se ha convertido recientemente en herramientas de vital importancia en todos los sectores de la manufactura, debido a los beneficios que esta infiere como lo son el implementar técnicas de lean manufacturing ya sean individuales o combinadas con repercusiones como reducción en los ciclos tempo-

rales de procesos, eliminación de actividades no valuadas, además de espacios de trabajo ordenados y eficientes. Además de esto, habrá un dinámico flujo de producción, incremento en la productividad reducción en costos de producción, involucramiento del personal, documentación de los procesos laborales, disminución en inventario, mejores interconexiones para la ágil [22X] [23] [24].

Es de resaltar que además hay varios estudios que exponen que las técnicas de Lean Manufacturing presentan además una profunda oportunidad de aprovechamiento cuando estas se conjuntan con las tecnologías de la era 4.0, demostrando tanto elementos complementarios la una con la otra, así como sinérgicos que expanden las posibilidades de ambas considerablemente que sus efectos desde lo individual [25] [26]. Esta compenetración de elementos afecta positivamente el desarrollo operacional de las organizaciones industriales exponiendo entonces que este tipo de herramientas de manufactura esbelta, está lejos de volverse obsoleta, por el contrario toma nueva relevancia sobre la venidera cuarta revolución industrial y en función de aprovechar las existentes y venideras tecnologías para la mejora continua del rendimiento operacional de las organizaciones [27] [28].

Por último, se detalla que para el resto del desarrollo de la investigación se tiene el siguiente esquema: la Sección 2 describe la metodología utilizada para la revisión bibliométrica. Luego, en la Sección 3, se presentan los resultados. Finalmente, las conclusiones y futuras líneas de investigación se describen en la Sección 4.

2. METODOLOGÍA

La bibliometría, definida como la aplicación de métodos matemáticos a la literatura científica, fundamentada en la estadística y los índices bibliométricos; que permiten una búsqueda con relevancia a temas específicos, para su análisis, esta ciencia emplea diversos indicadores como parámetros de la actividad científica investigadora, identificando autores y grupos de investigación, el consumo de información, cantidad y citas de los artículos publicados, factor de impacto, entre otros [29].

Dicho de otra forma, es la implementación de métodos estadísticos aplicados a la literatura con la finalidad de cuantificar la escritura científica para poder comparar, medir, y tomar decisiones al realizar la búsqueda de un tema en específico en los buscadores que operan en la actualidad [30][31]. Igualmente, se define por su rigurosidad ya que posee un objetivo de investigación concreto, una estrategia de búsqueda específica e incluye la localización sistemática de toda la información disponible sobre el tema estudiado [32]. De igual modo, la bibliometría permite el análisis cuantitativo de la producción científica a través de la literatura, estudiando la naturaleza y el curso de una disciplina científica [33].

De esta forma, sus indicadores permiten evaluar, determinar y proporcionar información sobre los resultados del crecimiento en el proceso investigativo en cualquier campo de la ciencia. De esta manera se valora la calidad de la actividad científica, y la influencia (o impacto) tanto del trabajo como de las fuentes [34]. Los tres indicadores bibliométricos más conocidos son: el factor de impacto, el índice de inmediatez y la vida media de los artículos científicos. [35]; con estos se pueden realizar análisis para determinar las características implícitas en cada uno de los textos publicados en las diferentes revistas y bases de datos, tales como opiniones de expertos o comentarios de revisiones (calidad cognitiva, metodológica, estética, etc), temas tratados, citas, referencias, etc.

En cuanto al análisis bibliométrico de las herramientas utilizadas para *Lean Manufacturing*, se decidió trabajar con la base de datos suministrada por la Fundación universitaria Tecnológico Comfenalco “Scopus”, la cual en su última actualización incluyó la opción de “Analizar los resultados de la búsqueda”, dicha opción se encarga de clasificar, ordenar y filtrar toda la información recopilada en tablas estadísticas que optimizan la comprensión de la información, indicando cual es el autor más citado del total de la búsqueda, cual es el país que más publica, entre otra información de vital importancia para el análisis y conclusión del estudio. Teniendo en cuenta los resultados que se obtendrán, se aplicara el criterio “orden de mayor a menor número de citas” para conocer con exactitud las citas recibidas por cada autor y el título más citado, así mismo la herramienta más utilizada. Para la realización co-

recta del análisis se siguió una serie de pasos, el primero fue la obtención de referencias bibliográficas, efectuando una búsqueda en la base de datos Scopus (acceso en marzo de 2021), se prosigue con la búsqueda de palabras claves “Lean” y “Manufacturing” por separado, debido a que, si se busca por una sola palabra clave “Lean Manufacturing” se reduce a casi un tercio la cantidad de resultados. Obteniendo en este primer filtro 4.520 resultados.

El segundo filtro solamente se enfocó en los artículos científicos, dando como resultado un total de 2.104, debido a que estos son considerados por otros autores como “conocimiento certificado” [32], dado a la importancia de tener información legítima dando certeza de esta para un estudio y más aún cuando han sido revisados por expertos en el área. El tercer filtro se centró en el área de temática de las cuales se enfocan los artículos, para este caso es ingeniería industrial y trabajos aplicados, debido a que nuestra búsqueda está centrada en la minimización de las pérdidas de los sistemas de manufactura de empresas o alrededor del sector económico [36]. Luego de aplicado este filtro se redujo una gran parte de documentos a causa de que muchos de estos se encontraban enfocados al área de “Negocios, Gestión y Contabilidad”. El número de artículos restantes tras la aplicación de este filtro disminuyó hasta 1.502.

Para el último paso en la obtención de datos, se aplicó el filtro de los años, enfocándonos en los últimos 5 años, es decir, desde 2017 hasta marzo 2021, con el fin de obtener resultados donde se evidencie el uso de nuevas tecnologías en la mejora de procesos de *Lean Manufacturing*, obteniendo como resultado final de la búsqueda un total de 571 artículos científicos. (Ver tabla 1)

Tabla/Table 1. Número de artículos según los filtros realizados

Criterio de filtro	Número de artículos
Búsqueda inicial “lean” y “manufacturing”	4.546
Solo artículos científicos	2.121
Según el área de trabajo	1.512
Año de publicación (2017-2021)	577
“Lean manufacturing”	338

Fuente: Elaboración propia (2022)

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El presente análisis, busca interpretar las gráficas arrojadas por la base de datos Scopus luego de realizar los filtros anteriormente mencionados. Dichas graficas representan de forma clara y precisa la evolución de las publicaciones de artículos sobre el tema de estudio, tanto en año como en autores, revistas y países. Teniendo en cuenta que, la visualización gráfica de los datos tiene un papel fundamental en todos los estadios del análisis de datos, debido a que mejora la interpretación y análisis de la información presentada [37].

Evolución anual de las publicaciones sobre *lean manufacturing* (filtros aplicados)

A continuación, exponemos la tabla 2 donde se describen los últimos 5 años (2017-2021) en cuanto a artículos publicados en la base de datos Scopus; se tomó este periodo de tiempo con el fin de enfocar el análisis a las nuevas industrias, las cuales se caracterizan por tener un auge de crecimiento e implementación de herramientas que contribuyan a la mejora continua y aprovechamiento de los recursos.

Tabla/Table 2. Número de artículos publicados por año

Años	Artículos
2021	18
2020	82
2019	81
2018	91
2017	66

Fuente: Elaboración propia (2022)

Con base a la tabla 2, se realizar una gráfica con la finalidad de expresar de manera clara la variación presentada en cada uno de los años estudiados, respecto a la publicación de artículos del tema de interés.

Figura/Figure 1. Número de artículos publicados por año



Fuente: Elaboración propia (2022)

Luego de analizar el gráfico anterior se puede evidenciar que desde el año 2017 hasta la fecha, debido a que esta es suficiente para el análisis de información basada en tecnología de punta ajustada a la actualidad y aplicada a la industria, el promedio de publicaciones de artículos en la base de datos es de 75 artículos por año, sin embargo, durante el año 2018 se observa un aumento en el número de publicaciones gracias a que Guilherme Luz Tortorella en compañía de D Fettermann, publican su artículo llamado “Implementation of Industry 4.0 and lean production in Brazilian manufacturing companies” logrando este ser citadas en unas 265 veces hasta marzo de 2021 y motivó en ese entonces la competitividad en la investigación de tipo título. Dentro de la gráfica también se observa que en el año 2021 el número de artículos publicados no superan los 20, debido a que apenas ha transcurrido el primer trimestre del año, además, el nuevo reto que tienen los investigadores de suplir las necesidades de las empresas a las cuales la pandemia ocasionada por el coronavirus en 2020 ha integrado en la vida cotidiana.

Autores con más publicación sobre *lean manufacturing*

En el siguiente listado expondremos los 8 principales autores que han publicado artículos científicos (ver tabla 3).

Tabla/Table 3. Número de artículos por autor

Autores	Artículos
Tortorella, G.L	14
Mohamad, E.	6
Braglia, M.	5
Fettermann, D.	5
Garza-Reyes, JA	5
Vinodh, S.	5
Asokan, P.	4
Godinho Filho, M.	4

Fuente: Elaboración propia (2022)

Teniendo en cuenta la tabla anterior, se puede evidenciar que los 3 autores más publicados en el tema de estudio “*Lean Manufacturing*” son: el señor Ghilherme L Tortorella, quien es un profesor del área de ingeniería de la universidad Federal de Santa Catarina, con amplia experiencia en área de producción y calidad, quien tiene más de 45 artículos publicados en la base de datos Scopus, de los cuales 14 se encuentran relacionados y describen herramientas utilizadas en el tema de estudio, (cabe resaltar que Tortorella GL y Tortorella G son la misma persona). El segundo autor con más publicaciones referente al tema es el profesor Effendi Mohamad, quien es experto en ingeniería de manufactura, tiene más de 46 artículos publicados en la base de datos, de los cuales 6 artículos tratan el tema de las herramientas utilizadas en la aplicación de *Lean Manufacturing*. Por último, el señor Marcello Braglia quien es profesor experto en temas como manufactura esbelta, producción y logística, cuenta con más de 131 publicaciones en la base de datos de las cuales 5 hacen referencia exclusivamente a *Lean Manufacturing* y sus herramientas, dicho profesor se destaca de los 3 puestos siguientes que tienen la misma cantidad de artículos publicados debido a la cantidad de publicaciones y citas que ha recibido.

Evolución de revisas con más publicaciones sobre *lean manufacturing*

En la siguiente tabla se describe el número de artículos publicados por las 5 revistas más influyentes en temas investigativos y aplicativos sobre el tema de estudio en los últimos 5 años.

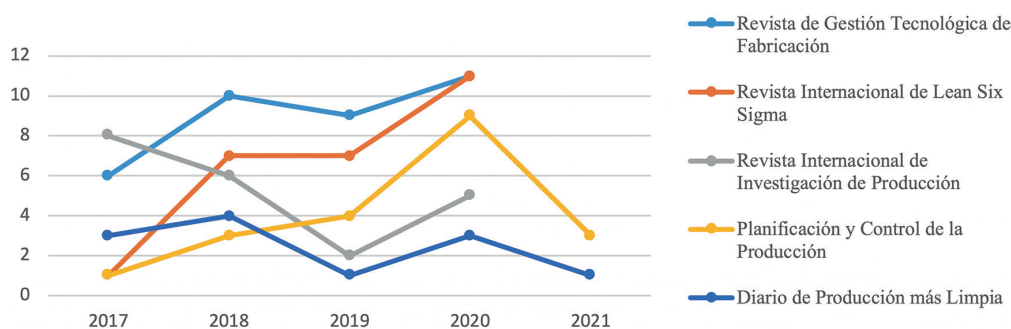
Tabla/Table 4. Evolución de revistas por año

Revistas	2017	2018	2019	2020	2021	Total
Journal of Manufacturing Technology Management	6	10	9	11	0	36
International Journal of Lean Six Sigma	1	7	7	11	0	26
International Journal of Production Research	8	6	2	5	0	21
Production Planning & Control	1	3	4	9	3	20
Journal of Cleaner Production	3	4	1	3	1	12
Total	19	30	23	39	4	115

Fuente: Elaboración propia (2022)

Teniendo en cuenta la tabla 4, se observan las publicaciones de las revistas tanto grupales como individuales, lo que permite interpretar de manera clara cual es total de publicaciones de cada una en cada año como en los 5 años de análisis, igualmente permite identificar el total de artículos de por año de las 5 revistas más influyentes de la revista Scopus en cuanto al tema de estudio.

Figura/Figure 2. Evolución de revistas por año



Fuente: Elaboración propia (2022)

En la gráfica anterior se evidencia la cantidad de artículos publicados por revistas en el último periodo de tiempo donde la revista “International January Of Lean Six Sigma” (tipo título) ha demostrado un notable crecimiento desde el 2017, al igual que esta, la revista “Journal Of Manufacturing Technology Management” (tipo título) a la fecha del 2020 cuentan con la misma cantidad de artículos publicados, siendo esta última, la que desde el 2017 se ha posesionado como las más fuertes de un total de 5 revistas con enfoque al *Lean Manufacturing*, estas revistas que se observan en las gráficas son caracterizadas por poseer un modelo investigativo / aplicativo logrando ser una herramienta importante por los departamentos de investigación de todo tipo de empresas de la industria alrededor del mundo.

Evolución de países con más publicaciones sobre *lean manufacturing*

En la siguiente tabla se puede mostrar el número de artículos publicados por países alrededor del mundo, dichos países mencionados han realizado estudios sobre herramientas *Lean Manufacturing* y la relación que tienen las herramientas mencionadas en la tabla 6 con el mejoramiento de la calidad, optimización de recursos y efectividad operativa. (ver tabla 5)

Tabla/Table 5. Número de artículos por países

Países	Artículos
India	84
Brasil	41
Malasia	30
Estados Unidos	28
Reino Unido	20
China	12
España	12
Indonesia	11

Fuente: Elaboración propia (2022)

La tabla describe a la India como el país con más artículos publicados en los últimos 5 años. 84 en total, lo cual es sustentado por el exponencial crecimiento a nivel mundial. Su agricultura, confección de textiles, productos químicos, metalmecánica, minería entre otros, por estas principales industrias, la India se cataloga como una economía emergente la cual podría llegar a estar a nivel de grandes potencias mundiales como Estados Unidos y la China.

La industria de la India tiende a la rápida globalización con la ayuda de nuevas tecnologías, a pesar de sus dificultades energéticas, cuentan con un nivel de investigación lo cual ha posicionado en la cima de este estudio como el país que más artículos científicos ha contribuido a la metodología Lean Manufacturing, seguido de este en el segundo puesto se encuentra Brasil con 41, gracias a las contribuciones de Tortorella y otros autores.

Herramientas lean manufacturing usadas en los artículos más referenciados

En cuanto al siguiente cuadro analítico, se destacan los artículos más referenciados hasta la fecha; cabe indicar que se encuentran aplicados los filtros de la tabla 1. Dichos artículos fueron examinados con la finalidad de identificar cada una de las Herramientas, ya sean descritas, analizadas, implementadas o estudiadas en los diferentes contextos, países, empresas y/o sectores de la industria.

Tabla/Table 6. Herramientas *Lean Manufacturing* por artículo referenciado

Título (español)	Título (idioma original)	Año	Autores	Fuente	Citas	Herramientas lean manufacturing
El vínculo entre la industria 4.0 y la manufactura esbelta: mapeo de la investigación actual y establecimiento de una agenda de investigación	The link between industry 4.0 and lean manufacturing: Mapping current research and establishing a research agenda [38]	2018	Buer, S.-V., Strandhagen, JO, Chan, FTS	Revista internacional de investigación de producción	183	VSM
Implementación de prácticas lean y sus relaciones con la capacidad de respuesta operativa y el desempeño de la empresa: un estudio italiano	Lean practices implementation and their relationships with operational responsiveness and company performance: an Italian study [39]	2017	Bevilacqua, M., Ciarapica, FE, De Sanctis, I.	Revista internacional de investigación de producción	69	JIT - TQM
Transición hacia un estado de Industria 4.0 del LeanLab en la Universidad de Tecnología de Graz	Transition towards an Industry 4.0 State of the LeanLab at Graz University of Technology [40]	2017	Karre, H., Hammer, M., Kleindienst, M., Ramsauer, C.	Fabricación de procedimientos	64	VSM
Mejora de la calidad y la productividad de las líneas de montaje de cables de acero para la industria automotriz	Improving the Quality and Productivity of Steel Wire-rope Assembly Lines for the Automotive Industry [41]	2017	Conceição, R., Silva, FJG, Pinto, LP	Fabricación de procedimientos	59	VSM
Prácticas de manufactura esbelta en PYMES manufactureras indias y su efecto en el desempeño de la sustentabilidad	Lean manufacturing practices in Indian manufacturing SMEs and their effect on sustainability performance [42]	2017	Sajan, MP, Shalij, PR, Ramesh, A., Biju, AP	Revista de gestión de tecnología de fabricación	45	PML
Planificación de procesos en el entorno de la Industria 4.0	Process Planning in Industry 4.0 Environment [43]	2017	Trstenjak, M., Cosic, P.	Fabricación de procedimientos	37	Planificación de producto
Desarrollo de productos esbeltos y manufactura esbelta: prueba de efectos de moderación	Lean product development and lean manufacturing: Testing moderation effects [44]	2018	Marodin, G., Frank, AG, Tortorella, GL, Netland, T.	Revista Internacional de Economía de la Producción	36	Desarrollo de producto ajustado
Un método de evaluación comparativa de producción ajustada y más limpia para la evaluación de la sostenibilidad: un estudio de empresas manufactureras en Brasil	A lean and cleaner production benchmarking method for sustainability assessment: A study of manufacturing companies in Brazil [45]	2018	Ribeiro, A., Espindola, J. C., Kumar, V., Garza-Reyes, J. A., Cherrafi, A.	Revista de producción más limpia	33	JIDOKA – KAIZEN – TPM – 5S – JIT

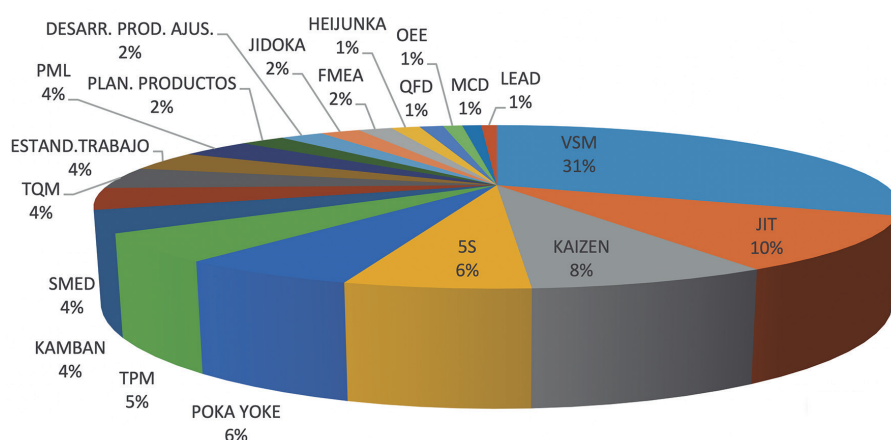
Titulo (español)	Titulo (idioma original)	Año	Autores	Fuente	Citas	Herramientas lean manufacturing
Mejora de procesos a través de Lean-Kaizen utilizando un mapa de flujo de valor: un estudio de caso en India	Process improvement through Lean-Kaizen using value stream map: a case study in India [46]	2018	Kumar, S., Dhingra, AK, Singh, B.	Revista internacional de tecnología de fabricación avanzada	32	KAIZEN – VSM – POKA YOKE
Un enfoque integrado ecológico y esbelto para mejorar el rendimiento de la sostenibilidad: un estudio de caso de una PYME de fabricación de envases en el Reino Unido	An integrated lean and green approach for improving sustainability performance: a case study of a packaging manufacturing SME in the U.K. [47]	2019	Choudhary, S., Nayak, R., Dora, M., Mishra, N., Ghadge, A.	Planificación y control de la producción	24	VSM
La implementación de la manufactura esbelta en la industria del mueble: una revisión y análisis de los motivos, barreras, desafíos y aplicaciones	The implementation of lean manufacturing in the furniture industry: A review and analysis on the motives, barriers, challenges, and the applications [48]	2019	Abu, F., Gholami, H., Mat Saman, MZ, Zakuan, N., Streimikiene, D.	Revista de producción más limpia	24	ESTANDARIZACIÓN DEL TRABAJO – JIT – HEIJUNKA – KAMBAN – VSM – TPM – SMED – POKAYOKE
El impacto de las prácticas lean en el desempeño operativo de las pymes en India	The impact of lean practices on the operational performance of SMEs in India [49]	2018	Yadav, V., Jain, R., Mittal, ML, Panwar, A., Lyons, A.	Sistemas de datos y gestión industrial	23	5S – TPM – SMED
Evaluación de las barreras de la manufactura esbelta: un proceso interpretativo	Evaluating lean manufacturing barriers: An interpretive process [50]	2017	Zhang, L., Narkhede, BE, Chaple, AP	Revista de gestión de tecnología de fabricación	22	KAIZEN – KAMBAN – estandarización del trabajo
Examinar la legitimación de la fabricación aditiva en la interacción entre innovación, fabricación ajustada y sostenibilidad	Examining legitimatisation of additive manufacturing in the interplay between innovation, lean manufacturing and sustainability [51]	2018	Ghobadian, A., Talavera, I., Bhattacharya, A., Kumar, V., Garza-Reyes, JA, O'Regan, N.	Revista Internacional de Economía de la Producción	20	JIT – SMED – POKA YOKE
QFD integrado difuso, marco FMEA para la selección de herramientas ajustadas en una organización de fabricación	Fuzzy integrated QFD, FMEA framework for the selection of lean tools in a manufacturing organisation [52]	2018	Bhuvanesh Kumar, M., Parameshwaran, R	Planificación y control de la producción	20	QFD - FMEA
Hacia un marco conceptual para la implementación del mapeo de la cadena de valor (VSM): una investigación de los factores de gestión	Towards a conceptual framework for value stream mapping (VSM) implementation: an investigation of managerial factors [53]	2017	Andreadis, E., Garza-Reyes, JA, Kumar, V.	Revista internacional de investigación de producción	18	VSM
Una metodología novedosa para integrar los sistemas de ejecución de fabricación con el enfoque de fabricación ajustada	A Novel Methodology to Integrate Manufacturing Execution Systems with the Lean Manufacturing Approach [54]	2017	D'Antonio, G., Bedolla, JS, Chiabert, P.	Fabricación de procedimientos	17	VSM
Producción ajustada en organizaciones agroindustriales: múltiples estudios de caso en un país en desarrollo	Lean production in agribusiness organizations: multiple case studies in a developing country [55]	2017	Satolo, EG, Hiraga, LES, Goes, GA, Lourenzani, WL	Revista internacional de Lean Six Sigma	16	KAIZEN – POKA YOKE – estandarización del trabajo
Herramienta de manufactura esbelta en un entorno de ingeniería a pedido: implementación de costos del proyecto	Lean manufacturing tool in engineer-to-order environment: Project cost deployment [56]	2019	Braglia, M., Frosolini, M., Gallo, M., Marrazzini, L.	Revista internacional de investigación de producción	16	VSM – OEE – MCD
Incorporar el pensamiento esbelto y la evaluación del ciclo de vida para reducir los impactos ambientales de los productos moldeados por inyección de plástico	Incorporating lean thinking and life cycle assessment to reduce environmental impacts of plastic injection moulded products [57]	2017	Cheung, WM, Leong, JT, Vichare, P.	Revista de producción más limpia	15	VSM – 5S – JIT - KAMBAN
Desarrollo de la producción ajustada en las pymes: un estudio de caso	Lean Production Development in SMEs: A Case Study [58]	2017	Majava, J., Ojanperä, T.	Revisión de ingeniería de producción y gestión	15	5S

Título (español)	Título (idioma original)	Año	Autores	Fuente	Citas	Herramientas lean manufacturing
Manufactura esbelta: tendencias y problemas de implementación	Lean manufacturing: Trends and implementation issues [59]	2018	Durakovic, B., Demir, R., Abat, K., Emek, C.	Publicaciones periódicas de ingeniería y ciencias naturales	13	PML
Aplicación de principios de manufactura esbelta para mejorar un proceso conceptual de suministro de 238 Pu	Application of lean manufacturing principles to improve a conceptual 238Pu supply process [60]	2018	Thomas, T., Sherman, SR, Sawhney, RS	Revista de sistemas de fabricación	13	VSM
Implementación de manufactura esbelta, contexto y comportamientos del liderazgo multinivel Una investigación exploratoria de métodos mixtos	Lean manufacturing implementation, context and behaviors of multi-level leadership A mixed-methods exploratory research [61]	2017	Tortorella, G., Fettermann, D., Anzanello, M., Sawhney, R.	Revista de gestión de tecnología de fabricación	13	VSM – LEAD
Implementación de manufactura esbelta y sistema de auditoría esbelta en una industria de fabricación de autopartes: un estudio de caso industrial	Implementation of lean manufacturing and lean audit system in an auto parts manufacturing industry—an industrial case study [62]	2018	Dhiravidamani, P., Ramkumar, AS, Ponnambalam, SG, Subramanian, N.	Revista internacional de fabricación integrada por computadora	12	KAIZEN – VSM
Manufactura esbelta y desempeño empresarial: prueba de la teoría de la curva en S	Lean manufacturing and business performance: testing the S-curve theory [63]	2020	Lopes, LL, Lopes, AB, Latan, H., Godinho, Chiappetta, CJ, Devós, GM	Planificación y control de la producción	8	JIT – TPM – KAMBAN
Una exploración del alcance de la implementación de Lean Six Sigma en el oeste de Irlanda	An exploration of the extent of Lean Six Sigma implementation in the West of Ireland [64]	2018	Iyede, R., Fallon, EF, Donnellan, P.	Revista internacional de Lean Six Sigma	8	5S – FMEA – VSM – KAIZEN

Fuente: Elaboración propia (2022)

Conforme a la tabla 6, se puede constatar que los artículos más referenciados exilan entre los años 2018 y 2017, obteniendo un 44% el año 2017, categorizándolo como el año con menos publicaciones referente al tema, pero con más cita, de acuerdo con la tabla 2 y 6.

Figura/Figure 3. Herramientas Lean Manufacturing por artículo referenciado



Fuente: Elaboración propia (2022)

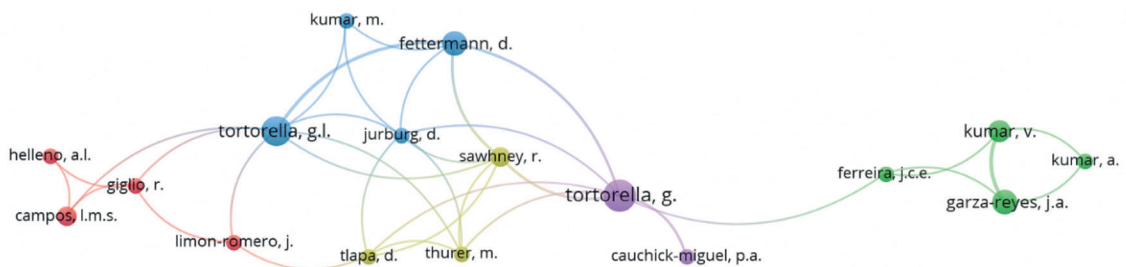
Considerando la gráfica anterior, se evidencia que la herramienta más mencionada, estudiada, descrita, analizada y/o implementada es VSM (Value Stream Mapping o Mapa del flujo de valor) con un 31%, seguida de JIT (Just In Time o justo a tiempo) con un 10%, mientras el resto presenta proporciones más disminuidas como por ejemplo el 4% de PML (Process Monitoring and Lean). Cabe resaltar que todas las herramientas Lean Manufacturing cum-

plen una función dentro de un área específica, ya que cada una de ellas estudia y busca minimizar en un 100% los desperdicios de las organizaciones sin importar cuál sea su fin económico, llevándolas a un estado de efectividad mediante la mejora continua, calidad total, y aprovechamiento de los recursos. Así mismo, se observa que las 3 herramientas con menor porcentaje son: LEAD con 1%, MCD (Despliegue de Costes de Fabricación) con 1% y OEE (Efectividad General del Equipo) con 1%.

Diagrama Co-Authorship Y Co-Occurrence

Al momento de aplicar los filtros mencionados en la tabla 1, se descargó el archivo RIS de todos los artículos registrados para ser procesados por la aplicación VOSviewer, el cual luego de escoger la opción de análisis Co-Authorship con Author y mínimo 2 autores, arrojo el diagrama mostrado líneas abajo, igualmente se realizó la opción de análisis Co-occurrence con Keywords y mínimo 7 palabras.

Figura/Figure 4. Diagrama Co-Authorship (colaboración de autores)



Fuente: Elaboración propia (2022)

Luego de observar la estructura de la red de análisis, donde por lo menos es 2 veces referenciado el nombre de un autor, se puede inferir la relación de co-citacion entre autores enfocados al estudio, ya sea por la implementación, estudio, análisis y/o relaciones formadas a partir de las herramientas *Lean Manufacturing*. Analizando la estructura, sobresaltan los autores con firma “Tortorella, G.I.” y “Tortorella, G.” siendo este un solo autor, que por distinto formato de nombre en los artículos, el programa VOSviewer los toma como dos autores diferentes. Otros de los autores referenciado por citas en menos cantidad son los hermanos “Kumar, V.”, “Kumar, A.” y “Kumar M.” ubicándose estos en los grupos de extremos que se conecta con los autores Fettermann, D. y Garza-Reyes J.A. logrando de esta forma, una red de colaboración entre ellos para el desarrollo de sus literaturas.

Figura/Figure 5. Diagrama Co-occurrence (palabras claves)



Fuente: Elaboración propia (2022)

Al analizar el diagrama de Co-occurrence, se observa como la palabra *Lean Manufacturing* conecta con todos las demás, las cuales se encuentran identificadas por ítem con distintos colores que son agrupados de acuerdo a las palabras que más se repiten entre sí. Así mismo, se logra identificar que las palabras con mayor número de repeticiones se encuentran situadas en círculos de mayor tamaño, siendo estas *Lean manufacturing*, *Lean production*, *Value Stream Mapping*, *Agile manufacturing*, *systems*, *productivity*, *industria 4.0*, entre otras, estando estas, categorizadas como los términos más representativos del clusters.

Evaluando los colores de los 5 ítem relacionados en el clusters, se contempla que el ítem 1 (color rojo) relaciona términos afines a la implementación y sectores del tema de estudio, el ítem 2 (color rosa) relaciona términos encaminados a la manufactura y los posibles beneficios de la aplicación LM, el ítem 3 (color amarillo) relaciona sectores de la industria y practicas Lean, el ítem 4 (color azul) relaciona términos encaminados a los resultados LM, y por último el ítem 5 (color verde) relaciona las críticas y modelos del tema de estudio.

Finalmente, se tiene un contexto más claro sobre el desarrollo de las principales investigaciones al redor del *Lean Manufacturing*, tomando en cuenta las principales tendencias de este tema en el ámbito investigativo como el desglose de cantidad de artículos por año, las revistas más asiduas sobre el tema al igual que los países y autores con mayores publicaciones dentro de esta área del conocimiento; aunado a esto se tiene la correlación entre co-citaciones de unos y otros autores, al igual que la concurrencia de las palabras clave que más destacan en dichos artículos. Este desarrollo deja claro una limitante importante que podría haber profundizado más aún la investigación pero que expone una posibilidad interesante para estudios próximos, como es el filtrado por herramientas específicas entre las más utilizadas para el *Lean Manufacturing*.

4. CONCLUSIONES

Luego de realizar el estudio bibliométrico en la base de datos Scopus se ratifica el pensamiento de la nueva industria 4.0 obligando a las personas a aprender nuevas tareas cotidianas, pero también a utilizar dispositivos de alta tecnología [43] dentro de las industrias alrededor del mundo, empleando a las herramientas *Lean Manufacturing* como una de las más confiables y utilizadas en este proceso [49] además, la tendencia general de los artículos revisados evidencia que la herramienta *lean manufacturing* como punto de partida en procesos de implementación a VSM (*Value Stream Mapping*) siendo esta empleada como metodología de identificación áreas de mejora en la cadena de valor [38]. Luego de estas se encuentran otras herramientas como lo es 5s y Kaizen, de igual manera se evidenció la relación que tiene la manufactura esbelta con procesos de producción más limpia enfocada a la sostenibilidad ambiental como el nuevo compromiso de las industrias [45]. Gracias a las gráficas y tablas obtenidas en base de datos Scopus y software VOSviewer, al igual que las de elaboración propia, se logró facilitar la interpretación y relación de la amplio campo implementación de dichas herramientas en industrias enfocadas a la mejor continua, disminución de pérdidas y aumento de la productividad, además, cabe resaltar que, a pesar de que donde se utilizaron por primera vez las herramientas LM fue en empresas como Toyota en Japón y líneas de producción en serie en EEUU a principios del siglo XX [65], luego de los análisis, las tablas evidencia a los países de la India y Brasil cuentan con más incidencia en el estudio y la implementación LM corroborando el auge de crecimientos y mejoras industriales en sus procesos desde la minería, agricultura, energía e sector manufacturero. Para finalizar, la base de una correcta implementación de estas herramientas para la mejora continua y optimización en los sistemas de producción relacionado depende del conocimiento previo, estudio e investigaciones certificadas por expertos en el área de la ingeniería.

Asimismo, el presente desarrollo investigativo permite visualizar y profundizar de manera clara y detallada el contexto en el cual se ha ido construyendo esta línea de investigación enfatizando la en el alto crecimiento investigativo dentro de los últimos años y la alta centralización en países específicos como India, Brasil Estados Unidos y Malasia; lo que entrevé que el tema no se ha convertido aún en un desarrollo globalizado y permite pensar que aún tiene un amplio espectro de crecimiento para investigaciones más profundas y específicas. Cabe destacar que

dentro de las limitantes de la investigación está no haber detallado la un numero más reducido de artículos científicos con base a las herramientas más utilizadas, debido a que hubo una diversidad muy amplia en este aspecto; lo cual puede entenderse como una posibilidad de desarrollar trabajos similares con mayor detalle para centrarse en dichas herramientas mas utilizadas como *Just in Time*, Heijunka, Kaizen, etc.

REFERENCIAS

- [1] M.C. Gómez, J. Goñi, “Análisis bibliométrico y de contenido. Dos metodologías complementarias para el análisis de la revista colombiana Educación y Cultura”, *Revista de Investigaciones UCM.*, 14(23), 14-31, 2016. <http://dx.doi.org/10.22383/ri.v14i1.5>
- [2] F.S. Blanco-Olea, (2010) Análisis bibliométrico de la revista “Educación”: de la Pontificia Universidad Católica del Perú (1992-2005). *Alexandria: revista de Ciencias de la Información* [on line], 4(7). Disponible desde: <http://eprints.rclis.org/15297/> [Acceso 19 de enero de 2022]
- [3] L. Sánchez Ruiz, B. Blanco Rojo, C.A. Pérez Labajos, (2013) Lean Management: Un estudio bibliométrico. *Tiempo de Gestión* [on line], 9(15), p. 9-28. Disponible desde: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4750875> [Acceso 19 de enero de 2022]
- [4] EBSCO (2018). Por qué las bases de datos son necesarias para la investigación [internet], EBSCO. Disponible desde: <https://www.ebsco.com/e/latam/blog/por-que-las-bases-de-datos-son-necesarias-para-la-investigacion2> [Acceso 19 de enero de 2022]
- [5] Biblioteca Universitaria (2015). La búsqueda de información científica [internet], Universidad de Alicante. Disponible desde: <http://rua.ua.es/dspace/handle/10045/33983> [Acceso 19 de enero de 2022]
- [6] E. Gómez-Luna, E., D.F Navas, G. Aponte-Mayor, L.A. Betancourt-Buitrago, “Metodología para la revisión bibliográfica y la gestión de información de temas científicos, a través de su estructuración y sistematización”, *Dyna.*, 81(184), 158-163, 2014. <https://doi.org/10.15446/dyna.v81n184.37066>
- [7] J. González, M. Moya, M. Mateos, (1997) Indicadores bibliométricos: Características y limitaciones en el análisis de la actividad científica. *Anales Españoles de Pediatría* [on line], 47(3), p. 235-244, 1997. Disponible desde: <https://www.aeped.es/sites/default/files/anales/47-3-3.pdf> [Acceso 19 de enero de 2022]
- [8] F.J. Martínez-López, J.M. Merigó, L. Valenzuela-Fernández, C. Nicolás, “Fifty years of the European Journal of Marketing: a bibliometric analysis”, *European Journal of Marketing.*, 52(1-2), 439-468, 2018. <https://doi.org/10.1108/EJM-11-2017-0853>
- [9] M. Rajadell, J. Sánchez, *Lean Manufacturing: La evidencia de una necesidad*. España: Ediciones Díaz de Santos, 2010, pp 1-6. https://books.google.com.co/s?hl=es&lr=&id=IR2xgsdmdUoC&oi=fnd&pg=PR1&dq=LEAN+MANUFACTURING+La+evidencia+de+una+necesidad&ots=K8LlKc6fvX&sig=Pq3pA_k19QzAB2nhs2zgP2aayil&redir_esc=y#v=onepage&q=LEAN%20MANUFACTURING%20La%20evidencia%20de%20una%20necesidad&f=false
- [10] J.G. Vargas-Hernández, G. Muratalla-Bautista, M. Jiménez-Castillo, (2016) Lean Manufacturing ¿una herramienta de mejora de un sistema de producción?. *Ingeniería Industrial. Actualidad y nuevas tendencias* [on line], 5(17), p. 153-174. Disponible desde: <https://www.redalyc.org/pdf/2150/215049679011.pdf> [Acceso 19 de enero de 2022]
- [11] Rojas Jáuregui, A. P., & Gisbert Soler, V. “Lean manufacturing: herramienta para mejorar la productividad en las empresas”, *3C Empresa, Investigación y pensamiento crítico.*, 116-124, 2017. <https://doi.org/10.17993/3cemp.2017.especial.116-124>
- [12] J. Hernández, A. Vizán, (2013). Lean manufacturing Conceptos, técnicas e implantación [internet]. Fundación EOI. Disponible desde: <https://www.eoi.es/es/savia/publicaciones/20730/lean-manufacturing-concepto-tecnicas-e-implantacion> [Acceso 19 de enero de 2022]
- [13] F.J. Figueredo Lugo, (2015) Aplicación de la filosofía Lean Manufacturing en un proceso de producción de concreto. *Ingeniería Industrial. Actualidad y Nuevas Tendencias* [on line], 4(15), p. 7-24, 2015. Disponible desde: <https://www.redalyc.org/pdf/2150/215047546002.pdf> [Acceso 19 de enero de 2022]
- [14] J.M. Rodrigues Benites, (2016) Implementación de Lean Manufacturing para mejorar la calidad del producto en la empresa productora de “Calzado Lupita” SA-2016. *Innovación En Ingeniería* [on line], 2(1), p. 1-10. Disponible desde: <http://revistas.ucv.edu.pe/index.php/innovacion/article/view/1725/1529> [Acceso 19 de enero de 2022]
- [15] L. Socconini, *Lean manufacturing. Paso a paso*. España: Marge books, 2019, pp 13-26. https://www.marge.es/fitxes_tecnicas/9788417903039.pdf
- [16] M. Lotfi, S. Saghiri, “Disentangling resilience, agility and leanness: Conceptual development and empirical analysis”, *Journal of Manufacturing Technology Management.*, 29(1), 168-197, 2018. <https://doi.org/10.1108/JMTM-01-2017-0014>
- [17] M. Cano Hormaza, “Beneficios de lean manufacturing en proceso operativo oficina Banco de Occidente”, Tesis de Pregrado [on line], Unicatólica, Cali, Colombia, 2019. Disponible desde: <https://repository.unicatolica.edu.co/handle/20.500.12237/1515> [Acceso 19 de enero de 2022]
- [18] E. Landazuri Casanova, M. Serna Rivera, J. Ospina Ocampo, “Factores claves de éxito del uso de la metodología Kaizen en el sector manufacturero Latinoamericano”, Tesis Doctoral [on line], Universidad Santiago de Cali, Cali, Colombia, 2019. Disponible desde: <https://repository.usc.edu.co/handle/20.500.12421/3792> [Acceso 19 de enero de 2022]
- [19] V. Sahni, (2013) India: a pesar de sus limitaciones, una potencia emergente. *Nueva Sociedad* [on line], 246, p. 102-114. Disponible

desde: <https://biblat.unam.mx/hevila/Nuevasociedad/2013/no246/8.pdf> [Acceso 19 de enero de 2022]

- [20] M.P. Sarria Yépez, G.A. Fonseca Villamarín, C.C. Bocanegra-Herrera, “Modelo metodológico de implementación de lean manufacturing”, *Revista Ean.*, 83, 51-71, 2017. <https://doi.org/10.21158/01208160.n83.2017.1825>
- [21] G.E. León, N. Marulanda, H.H. González, “Factores claves de éxito en la implementación de lean manufacturing en algunas empresas con sede en Colombia”, *Tendencias.*, 18(1), 85-100, 2017. <https://doi.org/10.22267/rtend.171801.66>
- [22] A. Palange, P. Dhattrak, P. “Lean manufacturing a vital tool to enhance productivity in manufacturing”. *Materials Today: Proceedings*, 46, 729-736, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.12.193>
- [23] C. Maware, M.O., Okwu, O., Adetunji, “A systematic literature review of lean manufacturing implementation in manufacturing-based sectors of the developing and developed countries”. *International Journal of Lean Six Sigma*, 13(3), 521-556, 2021. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-12-2020-0223>
- [24] F. E. Touriki, I. Benkhathi, S.S. Kamble, A. Belhadi, “An integrated smart, green, resilient, and lean manufacturing framework: A literature review and future research directions”. *Journal of Cleaner Production*, 319, 128691, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.128691>
- [25] S.V. Buer, M. Semini, J.O. Strandhagen, F. Sgarbossa, “The complementary effect of lean manufacturing and digitalisation on operational performance”. *International Journal of Production Research*, 59(7), 1976-1992, 2021. <https://doi.org/10.1080/00207543.2020.1790684>
- [26] C. Ciliberto, K. Szopik-Depczyńska, M. Tarczyńska-Łuniewska, A. Ruggieri, G. Ioppolo, “Enabling the Circular Economy transition: A sustainable lean manufacturing recipe for Industry 4.0”. *Business Strategy and the Environment*, 30(7), 3255-3272, 2021. <https://doi.org/10.1002/bse.2801>
- [27] I.P. Vlachos, R.M. Pascazzi, G. Zobolas, P. Repoussis, M. Giannakis, “Lean manufacturing systems in the area of industry 4.0: a lean automation plan of agvs/iot integration”. *Production Planning & Control*, 1-14, 2021. <https://doi.org/10.1080/09537287.2021.1917720>
- [28] M.S.B. Abd Rahman, E. Mohamad, A.A.B. Abdul Rahman, “Development of IoT—enabled data analytics enhance decision support system for lean manufacturing process improvement”. *Concurrent Engineering*, 29(3), 208-220, 2021. <https://doi.org/10.1177/1063293X20987911>
- [29] Q.H. Pu, Q.J. Lyu, H.Y. Su, “Bibliometric analysis of scientific publications in transplantation journals from Mainland China, Japan, South Korea and Taiwan between 2006 and 2015”, *BMJ Open.*, 6(8), 1-7, 2016. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2016-011623>
- [30] M. Dávila Rodríguez, R. Guzmán Sáenz, H.M. Arroyo, D. Piñeres Herera, D., De la Rosa Barranco, C.V. Caballero-Urbe, (2009) Bibliometría: conceptos y utilidades para el estudio médico y la formación profesional. *Salud Uninorte* [on line], 25(2), p. 319-330, 2009. Disponible desde: <http://www.scielo.org.co/pdf/sun/v25n2/v25n2a11.pdf> [Acceso 19 de enero de 2022]
- [31] L.F. Romero, A. Arce, “Applying value stream mapping in manufacturing: A systematic literature review”, *IFAC-PapersOnLine.*, 50(1), 1075-1086, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2017.08.385>
- [32] A.R. Ramos Rodríguez, J. Ruiz Navarro, (2008) Base intelectual de la investigación en creación de empresas: un estudio biométrico. *Revista europea de dirección y economía de la empresa* [on line], 17(1), p. 13-38. Disponible desde: https://www.researchgate.net/profile/Antonio-Ramos-Rodriguez/publication/40885786_Base_intelectual_de_la_investigacion_en_creacion_de_empresas_un_estudio_biometrico/links/553de6a70cf29b5ee4bce838/Base-intelectual-de-la-investigacion-en-creacion-de-empresas-un-estudio-biometrico.pdf [Acceso 19 de enero de 2022]
- [33] D. Palomares-Montero, M.J. Chisvert-Tarazona, M. Suárez-Ortega, “Formación y orientación para el emprendimiento. Lo que dicen la bibliometría y los emprendedores noveles”, *Revista Española de Orientación y Psicopedagogía.*, 30(1), 131-149, 2019. <https://doi.org/10.5944/reop.vol.30.num.1.2019.25198>
- [34] J.F. Espinosa-Castro, J. Hernández-Lalinde, J.E. Rodríguez, M. Chacín, V. Bermúdez-Pirela, (2019) Indicadores bibliométricos para investigadores y revistas de impacto en el área de la salud. *Archivos Venezolanos de Farmacología y Terapéutica* [on line], 38(3), p. 132-142. Disponible desde: <https://hdl.handle.net/20.500.12442/4577> [Acceso 19 de enero de 2022]
- [35] T.A. Escorcía Otálora, “Análisis bibliométrico como herramienta para el seguimiento de publicaciones científicas, tesis y trabajos de grado”, Tesis de Pregrado [on line], Universidad Javieriana, Bogotá, Colombia, 2008. Disponible desde: <http://hdl.handle.net/10554/8212> [Acceso 19 de enero de 2022]
- [36] A. Realyvásquez-Vargas, K.C. Arredondo-Soto, T. Carrillo-Gutiérrez, G. Ravelo, “Applying the Plan-Do-Check-Act (PDCA) cycle to reduce the defects in the manufacturing industry. A case study”, *Applied Sciences.*, 8(11), 2181, 2018. <https://doi.org/10.3390/app8112181>
- [37] H. Wickham, G. Grolemund, *R for data science: import, tidy, transform, visualize, and model data*. EEUU: O'Reilly Media, Inc, 2016, pp 117-132. https://books.google.com.co/s?hl=es&lr=&id=I6y3DQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT8&ots=FwXN5C2gS9&sig=173JYKZcJyo1dOQRyOS3tFpQ11w&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false
- [38] S.V. Buer, J.O. Strandhagen, F.T. Chan, “The link between Industry 4.0 and lean manufacturing: mapping current research and establishing a research agenda”, *International journal of production research.*, 56(8), 2924-2940, 2018. <https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1442945>

- [39] M. Bevilacqua, F.E. Ciarapica, I. De Sanctis, "Lean practices implementation and their relationships with operational responsiveness and company performance: an Italian study", *International Journal of Production Research.*, 55(3), 769-794, 2017. <https://doi.org/10.1080/00207543.2016.1211346>
- [40] H. Karre, M. Hammer, M. Kleindienst, C. Ramsauer, "Transition towards an Industry 4.0 state of the LeanLab at Graz University of Technology". *Procedia manufacturing.*, 9, 206-213, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.04.006>
- [41] R. Conceição, F.J.G. Silva, & L. Pinto Ferreira, L. "Improving the quality and productivity of steel wire-rope assembly lines for the automotive industry", *Procedia Manufacturing.*, 11, 1035-1042, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.07.214>
- [42] M.P. Sajan, P.R. Shalij, A. Ramesh, A. Biju, "Lean manufacturing practices in Indian manufacturing SMEs and their effect on sustainability performance", *Journal of Manufacturing Technology Management.*, 18(6), 772-793. <https://doi.org/10.1108/JMTM-12-2016-0188>
- [43] M. Trstenjak, P. Cosic, "Process planning in Industry 4.0 environment", *Procedia Manufacturing.*, 11, 1744-1750, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.07.303>
- [44] G. Marodin, A.G. Frank, G.L. Tortorella, T. Netland, "Lean product development and lean manufacturing: Testing moderation effects", *International Journal of Production Economics.*, 203, 301-310, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2018.07.009>
- [45] A. Ribeiro Ramos, J.C. Espíndola Ferreira, V. Kumar, J.A. Garza-Reyes, A. Cherrafi, "A lean and cleaner production benchmarking method for sustainability assessment: A study of manufacturing companies in Brazil", *Journal of cleaner production.*, 177, 218-231, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.12.145>
- [46] S. Kumar, A.K. Dhingra, B. Singh, "Process improvement through Lean-Kaizen using value stream map: a case study in India", *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology.*, 96(5-8), 2687-2698, 2018. <https://doi.org/10.1007/s00170-018-1684-8>
- [47] S. Choudhary, R. Nayak, M. Dora, N. Mishra, A. Ghadge, "A04n integrated lean and green approach for improving sustainability performance: a case study of a packaging manufacturing SME in the UK", *Production planning & control.*, 30(5-6), 353-368, 2019. <https://doi.org/10.1080/09537287.2018.1501811>
- [48] F. Abu, H. Gholami, M.Z.M. Saman, N. Zakuan, D. Streimikiene, "The implementation of lean manufacturing in the furniture industry: A review and analysis on the motives, barriers, challenges, and the applications", *Journal of Cleaner Production.*, 234, 660-680, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.06.279>
- [49] V. Yadav, R. Jain, M.L. Mittal, A. Panwar, A. Lyons, "The impact of lean practices on the operational performance of SMEs in India", *Industrial Management & Data Systems.*, 119(2), 317-330, 2018. <https://doi.org/10.1108/IMDS-02-2018-0088>
- [50] L. Zhang, B.E. Narkhede, A.P. Chaple, "Evaluating lean manufacturing barriers: an interpretive process", *Journal of Manufacturing Technology Management.*, 28(8), 1086-1114, 2017. <https://doi.org/10.1108/JMTM-04-2017-0071>
- [51] A. Ghobadian, I. Talavera, A. Bhattacharya, V. Kumar, J.A. Garza-Reyes, N. O'regan, "Examining legitimatisation of additive manufacturing in the interplay between innovation, lean manufacturing and sustainability", *International Journal of Production Economics.*, 219, 457-468, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2018.06.001>
- [52] M. Bhuvanesh Kumar, R. Parameshwaran, "Fuzzy integrated QFD, FMEA framework for the selection of lean tools in a manufacturing organisation", *Production Planning & Control.*, 29(5), 403-417, 2018. <https://doi.org/10.1080/09537287.2018.1434253>
- [53] E. Andreadis, J.A. Garza-Reyes, V. Kumar, "Towards a conceptual framework for value stream mapping (VSM) implementation: an investigation of managerial factors", *International Journal of Production Research.*, 55(23), 7073-7095, 2017. <https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1347302>
- [54] G. D'Antonio, J.S. Bedolla, P. Chiabert, "A novel methodology to integrate manufacturing execution systems with the lean manufacturing approach", *Procedia Manufacturing.*, 11, 2243-2251, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.07.372>
- [55] E.G. Satolo, L.E. de Souza Hiraga, G. Goes, W.L. Lourenzani, "Lean production in agribusiness organizations: multiple case studies in a developing country", *International Journal of Lean Six Sigma.*, 8(3), 335-358, 2017. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-03-2016-0012>
- [56] M. Braglia, M. Frosolini, M. Gallo, L. Marrazzini, "Lean manufacturing tool in engineer-to-order environment: Project cost deployment", *International Journal of Production Research.*, 57(6), 1825-1839, 2019. <https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1508905>
- [57] W.M. Cheung, J.T. Leong, P. Vichare, Incorporating lean thinking and life cycle assessment to reduce environmental impacts of plastic injection moulded products, *Journal of Cleaner Production.*, 167, 759-775, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.08.208>
- [58] J. Majava, T. Ojanperä, "Lean production development in SMEs: a case study", *Management and Production Engineering Review*, 8(2), 41-48, 2017. <https://doi.org/10.1515/MPER-2017-0016>
- [59] B. Durakovic, R. Demir, K. Abat, C. Emek, "Lean manufacturing: Trends and implementation issues", *Periodicals of Engineering and Natural Sciences (PEN).*, 6(1), 130-143, 2018. <http://dx.doi.org/10.21533/pen.v6i1.45>
- [60] T. Thomas, S.R. Sherman, R.S. Sawhney, "Application of lean manufacturing principles to improve a conceptual 238Pu supply process", *Journal of manufacturing systems.*, 46, 1-12, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2017.10.007>
- [61] G. Tortorella, D. Fettermann, M. Anzanello, R. Sawhney, "Lean manufacturing implementation, context and behaviors of multi-level leadership: a mixed-methods exploratory research", *Journal of Manufacturing Technology Management.*, 28(7), 867-891, 2017. <https://doi.org/10.1108/JMTM-06-2017-0128>

- [62] P. Dhiravidamani, A.S. Ramkumar, S.G. Ponnambalam, N. Subramanian, "Implementation of lean manufacturing and lean audit system in an auto parts manufacturing industry—an industrial case study". *International journal of computer integrated manufacturing*, 31(6), 579-594, 2018. <https://doi.org/10.1080/0951192X.2017.1356473>
- [63] L.L. Lopes Negrão, A.B. Lopes de Sousa Jabbour, H. Latan, M. Godinho Filho, C.J. Chiappetta Jabbour, G.M. Devós Ganga, "Lean manufacturing and business performance: testing the S-curve theory", *Production Planning & Control.*, 31(10), 771-785, 2020. <https://doi.org/10.1080/09537287.2019.1683775>
- [64] R. Iyede, E.F. Fallon, P. Donnellan, "An exploration of the extent of Lean Six Sigma implementation in the West of Ireland", *International Journal of Lean Six Sigma.*, 9(3), 444-462, 2019. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-02-2017-0018>
- [65] J. Touron, (2016). Lean Manufacturing [Internet], Sistemas OEE. Disponible desde: <https://www.sistemasoe.com/lean-manufacturing/#:~:text=E1%20Lean%20Manufacturing%2C%20o%20tambi%C3%A9n,tipo%20de%20valor%20al%20proceso>[Acceso 19 de enero de 2022]