

Revisión de la herramienta VSM (Value Stream Mapping) en el sector productivo en Colombia

Review of the VSM (Value Stream Mapping) tool in the production sector in Colombia

Emmanuel Peñuela Rojas¹
emmanuel.penuela00@usc.edu.co

Christian David Salazar Acosta¹
christian.salazar00@usc.edu.co

Juan Camilo García Jiménez, M. Sc²
juan.garcia10@usc.edu.co

Universidad Santiago de Cali, Facultad de Ingeniería, Programa de Ingeniería Comercial, Estudiante (1)
Universidad Santiago de Cali, Facultad de Ingeniería, Programa de Ingeniería Comercial, Docente (2)

Resumen

Este artículo identifica al VSM (Value Stream Mapping) como una de las principales herramientas del Lean Manufacturing que se utilizan para identificar la realidad de una empresa y de esta manera poder empezar con el proceso de mejora continua, obtener mayor productividad, eficiencia y rentabilidad. Para analizar el impacto de la implementación de la herramienta Lean se realizó una revisión de la literatura en bases de datos reconocidas y de alto impacto que tiene la Universidad Santiago de Cali y la Universidad de los Andes en Colombia, donde se recoge un lote de casos de estudios en los que se aplicó la herramienta en diferentes empresas que pertenecen al sector productivo, con lo cual se construyeron tres escenarios, correspondientes a la herramienta Lean Manufacturing a nivel regional e internacional. Por último, se agrega un análisis de aspectos relevantes organizando la información obtenida en las tablas y figuras, las cuales sobresale la eficiencia de esta aplicación constatar su validez, también se enuncian casos de éxito en su aplicación, así como datos relevantes que podría ser apoyo para aquellas empresas que no la hayan implementado y que decidan optar por su aplicación.

Palabras Clave: Manufactura esbelta, mapeo de la cadena de valor, mejora continua, optimización, sistema de producción.

Abstract

This article identifies the VSM (Value Stream Mapping) as one of the main tools of Lean Manufacturing that are used to identify the reality of a company and thus be able to start the process of continuous improvement, achieve greater productivity, efficiency and profitability. To analyze the impact of the implementation of the Lean tool, a review of the literature was carried out in recognized and high-impact databases that the Universidad Santiago de Cali and the University of the Andes in Colombia, where a batch of cases of e studies in which the tool was applied in different companies belonging to the production sector, which built three scenarios, corresponding to the Lean Manufacturing tool at the regional and international level. Finally, it includes the analysis of results organizing the data obtained in tables and figures, which highlight the efficiency of this tool by checking its validity, also expose success stories in its implementation, as well as relevant information that could be used as a basis for companies that have not implemented it and decide to opt for your application.

Keywords: Lean Manufacturing, Value Stream Mapping, continuous improvement, optimization, production system.

Resumo

Este artigo identifica o VSM (Value Stream Mapping) como uma das principais ferramentas da Lean Manufacturing que são usadas para identificar a realidade de uma empresa e, assim, ser capaz de iniciar o processo de melhoria contínua, alcançar maior produtividade, eficiência e rentabilidade. Para analisar o impacto da implementação da ferramenta Lean, foi realizada uma revisão da literatura em bancos de dados reconhecidos e de alto impacto que a Universidad Santiago de Cali e a Universidad de los Andes na Colômbia, onde um lote de casos de e estudos em que a ferramenta foi aplicada em diferentes empresas pertencentes ao setor produtivo, que construiu três cenários, correspondendo à ferramenta Lean Manufacturing em nível regional e internacional. Finalmente, inclui a análise dos resultados que organizam os dados obtidos em tabelas e números, que destacam a eficiência desta ferramenta verificando sua validade, também expõem histórias de sucesso em sua implementação, bem como informações relevantes que poderia ser usado como base para as empresas que não tenham implementado e decidir optar por sua aplicação.

Palavras-chave: Fabricação enxuta, mapeamento da cadeia de valor, melhoria contínua, otimização, sistema de produção.

1. INTRODUCCIÓN

Actualmente, las empresas colombianas están en una constante búsqueda de ser más competitivas a nivel nacional e internacional, por este motivo están implementando estrategias que contribuyan a una alta productividad y garanticen la calidad en los productos que ofrecen. (Womack & Jones, 1994).

Por tal razón, muchas organizaciones están buscando identificar la cadena de valor en cada uno de sus procesos. Se debe tener en cuenta que la “cadena de valor se define como aquellas actividades que le dan un valor agregado al cliente y que involucra todo el camino que debe seguir el producto desde la recepción del pedido hasta la entrega al cliente final.” (Nash & Poling, 2008).

VSM se puede considerar como “una metodología basada en el sistema de producción de Toyota que, mediante la eliminación de desperdicios o actividades que no agregan valor, permite alcanzar resultados inmediatos en la productividad, competitividad y rentabilidad de las empresas sin la necesidad de realizar inversiones en maquinaria, personal o tecnología” (Bernabe, 2012).

En la actualidad las organizaciones están en constante búsqueda que permitan cumplir con la necesidad del cliente, generando la menor cantidad de desperdicios posibles. (Womack & Jones, 1994).

Esta revisión bibliográfica se aborda con el propósito de analizar si las aquellas recomendaciones brindadas por los distintos estudios científicos de Lean Manufacturing y Six-Sigma coinciden con los resultados obtenidos en los estudios aplicados en empresas del sector productivo. De esta manera demostrar si la aplicación de herramientas Lean, en este caso, VSM (Value Stream Mapping) es efectiva para reducir desperdicios en el flujo productivo de una empresa.

Para lograr el objetivo mencionado el artículo se divide en las siguientes secciones: referencias conceptuales del VSM, VSM en Colombia, VSM a nivel internacional, Lean Manufacturing, revisión de casos, aspectos relevantes durante la implementación del VSM y conclusiones.

2. REFERENCIAS CONCEPTUALES DEL VSM

Lean Manufacturing es una filosofía japonesa que nació a partir de la búsqueda de obtener mejoras continuas en la productividad de una empresa. (Socconini, 2014).

Value Stream Mapping es una de las herramientas ofrecidas por esta filosofía, es aquella donde se toman aquellas actividades y procesos que agregan o no valor necesario para la transformación de la materia prima, desde el momento en que el cliente realiza el pedido hasta que lo recibe. (Womack & Jones, 1994).

Socconini (2014) afirma que:

La aplicación de esta herramienta se da en las actividades de producción a través de la identificación de aquellos procesos claves con un mapa de estado actual, donde se identifican los desperdicios, para poder visualizar un mapa de estado futuro con las mejoras necesarias a partir de las oportunidades que se presentan para poder tener un mejor proceso y lo más importante poder contar con un plan de acción para la obtención del estado futuro, pero de manera que se presente una mejora continua. (p.36)

Actualmente existen diversos métodos de VSM, cuyo objetivo común es la representación de flujos de procesos donde se identifican los cuellos de botellas, desperdicios y sus orígenes de flujo.

Para utilizar el VSM se debe tener en cuenta los siguientes pasos:

1. Definir el tipo de Familia o producto
2. Diseñar el VSM actual
3. Plantear mejoras en cada actividad o proceso
4. Diseñar el VSM futuro
5. Establecer el plano de acción

Al definir la familia o elemento a mapear es necesario considerar la clasificación ABC de la demanda y enfocar los principales productos a utilizar, una vez definido el producto se debe diseñar el estado actual e identificar los cuellos de botellas existentes en cada proceso y por último se diseña el VSM futuro con las soluciones más viables para un correcto funcionamiento en su productividad. (Rother & Shook, 1999).

3. VSM EN COLOMBIA

En la base de datos Scopus, se realizó la búsqueda de la palabra clave Value Stream Mapping Colombia y se obtuvo 1 resultado, de igual manera en Science Direct con 43 resultados y la base de datos de la Universidad de los Andes (Emerald Insight) que arrojó 3 resultados. Con un total de 47 artículos sobre implementaciones o uso de la herramienta VSM en Colombia. De la población de artículos encontrados, se seleccionaron 5 artículos, que se presentan en la siguiente Tabla 1.

Tabla 1. Población representativa de Value Stream Mapping Colombia.

Título / Autor(es)	Objetivo/Meta	Herramienta Lean utilizada	Resultado o conclusión principal
“Improving Road Transport Operations using Lean Thinking.” (Garza et al. ,2017).	Este documento tuvo como objetivo realizar un estudio de caso en el que las operaciones de transporte de un proveedor líder mundial de soluciones de embalaje basadas en papel que operan en Bogotá, Colombia, se midieron con el propósito de mejorar utilizando conceptos, métodos y herramientas Lean.	VSM	La medida TOVE (Transportation Overall Vehicle Effectiveness) resultó en una eficiencia del 54%. El estudio propuso recomendaciones de mejora basadas en los resultados de VSM y TOVE.
Vásquez, J. C. H. (2016). Propuesta de mejora para la actividad de mampostería divisoria basada en un análisis cuantitativo a través de observaciones instantáneas, Value Stream Mapping y Flow process Chart y validado a través de simulación por eventos discretos en el proyecto Sotto Sky Deck, Bucaramanga-Colombia (Doctoral dissertation, Uniandes).	El objetivo fue realizar el seguimiento de cada actividad para analizarla y a partir de este análisis para una toma de decisiones. Esta tesis se centró en analizar la actividad de mampostería en el proyecto Sotto Sky Deck en Bucaramanga para plantear una solución que permita aumentar la productividad y rendimiento de ella.	VSM	Cumplió con el objetivo de realizar una propuesta de mejora para la actividad de mampostería divisoria basada en un análisis cuantitativo y validado a través de simulación por eventos discretos. Para este resultado fue clave identificar las posibles mejoras a partir del mapeo de procesos con herramientas como el Flow Process Chart y el Value Stream Mapping.
“Diseño metodológico para la implementación del Value Stream Mapping (VSM) en una empresa manufacturera colombiana dedicada al mercado de ascensores.” Villadiego Tuirán, M. C. (2013).	Desarrollar un análisis real de la empresa Coservicios, visualizando las dificultades y oportunidades claramente.	VSM, Kaizen.	Se pudieron observar mejores niveles de competitividad y de la calidad de servicio, se garantizó la reducción en el costo del producto y de desperdicios, se obtuvo mayor rotación del inventario, mejorando la eficiencia en las operaciones internas. Villadiego Tuirán, M. C. (2013).
“Propuesta de mejora en el proceso de producción de los productos que generan mayor desviación en el avt por medio de la metodología Value Stream Mapping para disminuir las variaciones generadas en Gate Gourmet Colombia.” Osorio Ruiz, S. A. (2018).	“Desarrollar una investigación que presente el análisis y la fijación de variables que generan desperdicios en los flujos productivos de la cadena de valor del lomo de res sellado al vacío en Gate Gourmet Colombia.” (Osorio, 2018).	VSM	“Como resultado se obtuvo que, la mayoría de desperdicios generados internamente en la cadena de valor de los productos cárnicos son la causa de estándares inadecuados, poca flexibilidad y falencia del flujo continuo de los materiales.” (Osorio, 2018).
“Diseño de un Sistema de Producción para una Planta de Balanceados de Pollo de Engorde.” Clavijo, J. A., & Rodríguez, E. M. (2015).	“Diseñar un sistema de producción basado en la metodología VSM y VSM extendido, teniendo en cuenta las oportunidades de mejora, también Generar un plan de acción para la implementación del VSM Futuro,	VSM y VSM extendido.	“La metodología VSM facilitó la identificación de las brechas existentes entre el modelo actual y el propuesto en cada uno de las etapas del proceso, incluso permitió visualizar oportunidades de mejora en toda la cadena de valor.” (Clavijo & Rodríguez, 2015).

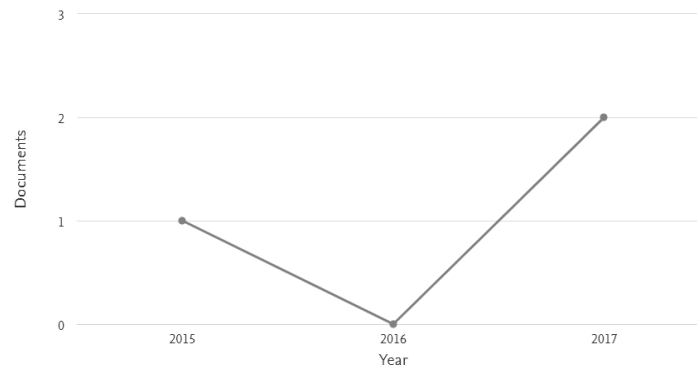
por medio del análisis estrategias.”
(Clavijo & Rodríguez, 2015).

Fuente: Elaboración propia (2019)

De acuerdo con la Tabla 1, se puede afirmar que la mayoría de los resultados fueron trabajos de grado en los que expusieron la necesidad de implementar la herramienta VSM en sistemas de producción y estos presentaron resultados positivos cumpliendo con el objetivo de cada documento.

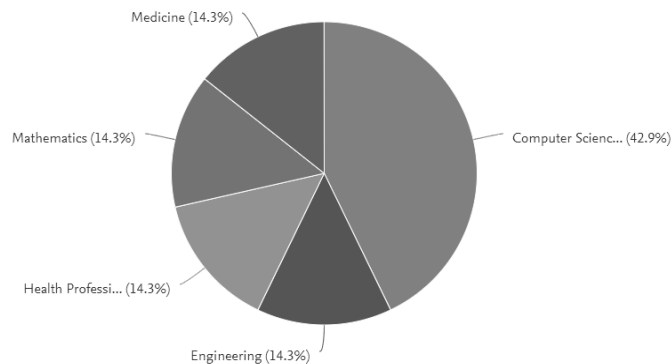
Con base a la Figura 1 presentada a continuación se puede afirmar que los documentos referentes al tema “Value Stream Mapping” tuvieron un crecimiento a partir del 2016. Además, a partir de la Figura 2 se puede observar que el área de estudio con mayor cantidad de documentos publicados en la base de datos Scopus referentes a este tema, son las ciencias de la computación con un (42,9%), seguidas por la ingeniería, profesiones de la salud, matemáticas y la medicina con un (14,3%) cada una.

Figura 1. Variación de documentos de “Value Stream Mapping Colombia” en los últimos 5 años.



Fuente: Base de datos, Scopus (2019).

Figura 2. Variación de documentos de “Value Stream Mapping Colombia” referente al área de estudio.



Fuente: Base de datos, Scopus (2019).

4. VSM A NIVEL INTERNACIONAL

Como se evidenció en la tabla anterior, se encontraron pocos resultados de aplicaciones de VSM y Lean en Colombia, por ende, se realizó una segunda búsqueda con las palabras claves Value Stream Mapping en Scopus encontramos 268 resultados, Science Direct 4357 resultados y la base de datos de la Universidad de los Andes (World Cat) que arrojó 78 resultados para un total de 4703 artículos. De la población de artículos encontrados, se seleccionaron 15 artículos, que se

presentan en la siguiente Tabla 2.

Tabla 2. Potencialidad de Value Stream Mapping aplicado en diferentes empresas.

Autor(es) / Título	Objetivo/Meta	Herramienta Lean utilizada	Resultado o conclusión principal
“Productivity enhancement using lean tools in low volume production.” Balaji, M., Manivel Muralidharan, V., Victor Prathaban, N., Vinoth, D. (2019).	Incrementar la productividad, reducción en el tiempo de entrega y de los defectos en el proceso mediante la implementación de herramientas Lean.	VSM, SMED, 5S, Kaizen	Logró mejorar las ventas y las cuotas de mercado de la empresa, lo que lleva a una mejor rentabilidad y mejorar la satisfacción del cliente.
“Lean Manufacturing Applications in the Manufacturing Industry.” Nasution, A, Siregar, I., Nasution, T., Syahputri, K., & Tarigan, I. R. (2018).	Este documento se enfocó en realizar un estudio de caso con el objetivo de reducir el desperdicio en la industria al hacer un producto.	VSM	De los resultados de este estudio se obtuvo la eficiencia del ciclo del proceso y la estimación total de la mejora del tiempo de entrega. Este cálculo puede ser un material de evaluación para la empresa.
“Design process to reduce production cycle time in product development.” Mahesh Mallampati, Kolla Sriviniwas & Tirumala Krishna. M. (2018).	Este documento trata sobre la revisión de varias herramientas y técnicas para reducir el tiempo de entrega. Este problema puede resolverse mediante la transición de la ingeniería secuencial a la ingeniería concurrente.	SMED, 5S, Poka-yoke, Kanban, Just-in-time (JIT), Value Stream Mapping (VSM), Jidoka. Socconini, L. (2014).	Ayudó a reducir el tiempo de entrega. También se utilizó los enfoques clásicos de Planificación de Recursos de Manufactura
“An integrated lean and green approach for improving sustainability performance: a case study of a packaging manufacturing SME in the U.K.” Choudhary, S., Nayak, R., Dora, M., Mishra, N., & Ghadge, A. (2019).	Proporcionar un enfoque sistemático para identificar los desechos magros y verdes mediante la aplicación de herramientas magras en una PYME de fabricación de envases de casos reales. Integrar el paradigma Lean y Green a través de una metodología sistemática y proponer una herramienta novedosa llamada GIVSM que permite el despliegue simultáneo de iniciativas Lean y Green para mejorar el desempeño operativo y ambiental en un estudio piloto en la compañía de casos.	VSM, GIVSM, Kaizen.	Este documento demostró los beneficios prácticos de utilizar el GIVSM en una PYME manufacturera y propone su implementación exitosa mediante el ciclo de mejora continua dentro de las PYME en la fabricación y otros sectores industriales que se enfrentan a la falta de fondos y otras limitaciones.
“Eliminating transportation waste using the transportation value stream map.” Popescu, M. C. (2018).	Este documento utiliza el Value Stream Mapping como una herramienta importante para identificar las fuentes de residuos y proponer alternativas de mejora en el segmento de transporte.	VSM	Como resultado se mostró la importancia de utilizar la herramienta VSM para transformar el segmento de transporte de la cadena de suministro de una actividad que no agregue valor a un proceso optimizado
“The use of value stream mapping to introduction of organizational.” (Wolniak & Skotnicka, 2014).	“Este artículo tiene como objetivo mejorar el funcionamiento de la organización aumentando la capacidad de producción y mejoras dentro del proceso utilizando Value Stream Mapping” (Wolniak., & Skotnicka, 2014).	VSM	Como resultado permitió dentro de las organizaciones un mejoramiento continuo reduciendo los desperdicios y optimizando tiempos en los procesos reduciendo costos en la producción para obtener así una entrega más rápida al cliente final
“Análisis y mejora de una línea de producción en una empresa del sector de la automoción aplicando métodos de control y gestión de inventario, value stream mapping y estandarización del proceso.” Navarro Jamain, J. O. S. É. (2018).	Este trabajo de grado tiene como fin mejorar el stock de los almacenes a través de un análisis de inventario, y del Value Stream Mapping de línea más representativa de la empresa.	VSM	Obtuvo la reducción de alrededor de un 75% en la cantidad de stock de seguridad necesario en el almacén de la planta. Con la aplicación del VSM se ha detallado y especificado todas las acciones que debe realizar el operario para completar con éxito la tarea asignada a cada puesto de trabajo.
“Aplicación del Mapa de Flujo de Valor para mejora de la eficiencia de los procesos de una empresa constructora en Varsovia (Polonia).” Frías Veloz, C.	El objetivo es realizar un plan de mejora de la eficiencia en los procesos en un proyecto de construcción en la ciudad de Varsovia, utilizando una de estas de herramientas Lean: Mapeo de flujo de valor	VSM	El mapeo del flujo de valor ha resultado una herramienta bastante efectiva para el análisis de los procesos e identificación de los puntos de mejora, de los cuales, los más importantes descritos son los procesos administrativos de

(2019).			procura y subcontrataciones y gestión de documento
“Mapeo del Flujo de Valor para el análisis de sostenibilidad en cadenas de suministro agro-alimentarias.” Rodríguez, Y., Abreu, R., & Franz, M. (2019).	“Analizar de sostenibilidad en cadenas de suministro. Con el mapeo de flujo de valor, el análisis sistemático de la literatura existente en bases de datos científicas y la utilización de los llamados: métodos de búsqueda hacia atrás y hacia adelante.” (Rodríguez, Abreu, & Franz, 2019).	VSM	“Marca un amplio rango de elementos, al combinarse con enfoques, tales como: análisis del ciclo de vida, métodos y tiempos de trabajo, ergonomía, seguridad y salud. La simulación del flujo de valor facilita la identificación de mejoras factibles.” (Rodríguez, Abreu, & Franz, 2019).
“Implementación piloto del Value Stream Mapping para fortalecimiento de procesos del departamento de producción de Cotecmar.” Murcia, H., Domínguez, K., & Fuciños, R. (2017).	“Una de las herramientas empleadas por Lean Manufacturing concretamente se centra en el uso de la metodología del Value Stream Mapping (VSM) aplicado sobre tres procedimientos que hacen parte de las tareas diarias comandadas por el departamento de producción.”(Murcia, 2017).	VSM	“El VSM, elaborado en este proyecto permitió identificar la situación que llevaba al consumo de más horas hombres en la realización de los trabajos en aceros, encontrándose evento o situación que no agrega valor sobre el trabajo ejecutado.” (Murcia, Domínguez, & Fuciños, 2017).
“Mapeo de la cadena de valor del proceso de pedido y entrega al cliente en una empresa de fabricación de vidrio para edificación.” Alarte Moreni, J. (2015).	“Aplicar los conceptos Lean utilizando la herramienta Mapa de Flujo de Valor (VSM), en una empresa del sector de la construcción, con el fin de proponer mejoras encaminadas a reducir sus costes y mejorar sus procedimientos de trabajo.” (Alarte, 2015).	VSM, Kanban, 5s, Poka-yoke, SMED, Just in time, Heijunka,	Permitió realizar un análisis de conjunto de un proceso completo, que abarca las cuestiones técnicas, económicas y de plazos de entrega. En el proceso estudiado, se estima que, de implementar las medidas propuestas, se liberaría el 62% del capital invertido en stock de materia prima. Éste dinero podría entonces dedicarse a inversiones que mejoraran la producción.
“Green value stream mapping approach to improving productivity and environmental performance.” (Muñoz et al., 2019).	El propósito de este documento es introducir una nueva metodología llamada rendimiento general de ecologización para Mapeo de flujo de valor (VSM). “Usando conceptos de valor agregado, este enfoque tiene el potencial de integrarse, medir, controlar y mejorar el desempeño productivo y ambiental de acuerdo con la contextualización de la empresa.” (Muñoz, 2019)	VSM	Esta investigación reveló la falta de integración práctica entre productivo y ambiental. Usando VSM, los gerentes pueden ver que las prácticas ambientales tienen un impacto directo en productividad. VSM permite encontrar un equilibrio entre las prácticas lean y green para lograr la mejora simultánea de la productividad y el desempeño ambiental.
“Combining factory simulation with value stream mapping: a critical discussion.” Antonelli, D., & Stadnicka, D. (2018).	“El objetivo es analizar los procesos de fabricación utilizando el VSM lo conduce al mejoramiento de cada proceso.” (Antonelli, 2018).	VSM	El análisis VSM permitió identificar los problemas de gestión debido a un exceso de actividades sin valor agregado. El mapa propuesto presenta muchas grandes mejoras y se estima que optimiza la mayoría de las medidas de rendimiento.
“Energy Value Stream Mapping a Tool to develop Green Manufacturing.” Verma, N., & Sharma, V. (2016).	El presente trabajo utiliza el concepto de mapeo de flujo de valor y desarrolló un mapeo de flujo de valor energético para abordar los procesos no productivos que consumen energía.	VSM	Con la ayuda del VSM, se pudo desarrollar un sistema de fabricación eficiente y ecológica. Este papel recomienda el camino para reducir el impacto ambiental y sugiere un enfoque para la implementación del sistema verde para varias unidades.
“Mejora en el tiempo de atención al paciente en una unidad de urgencias por medio de Lean Manufacturing.” (Martínez, Martínez, Cavazos, & Nuño, 2016).	“Dar una propuesta de mejora en el tiempo de atención al paciente mediante el uso de la metodología de VSM en una unidad de urgencias en una clínica en Bogotá.” (Martínez, 2016).	VSM	“La aplicabilidad de la propuesta se evaluó a través de simulaciones basadas en el Software Arena, obteniendo mejoras en los tiempos de espera del paciente de hasta un 67%.” (Martínez, 2016).

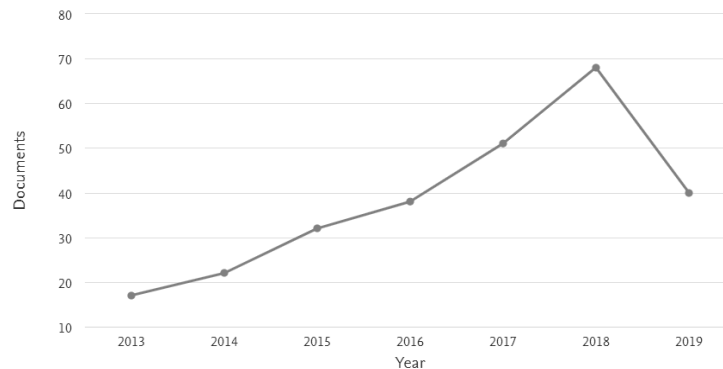
Fuente: Elaboración propia (2019)

Continuando con la revisión de antecedentes, de acuerdo con la Tabla 2, se puede afirmar que los resultados presentados fueron positivos y cumplieron con el objetivo del respectivo artículo después de una adecuada aplicación de la herramienta VSM en el flujo productivo de cada empresa.

Con base a la Figura 3 se observa que los documentos referentes al tema “Value Stream Mapping” venían con un

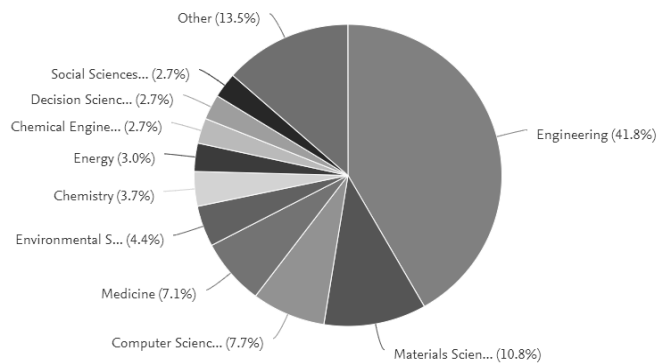
comportamiento creciente desde los últimos 5 años hasta el año 2018 donde presentaron un decrecimiento. Además, con la Figura 4 podemos decir que el área de estudio con mayor cantidad de documentos publicados en la base de datos Scopus es la ingeniería con un (41,8%), seguida por otras y las ciencias de la matemática con un (13,5%) y (10,8%) respectivamente.

Figura 3. Variación de documentos de “Value Stream Mapping” en los últimos 5 años.



Fuente: Base de datos, Scopus (2019).

Figura 4. Variación de documentos de “Value Stream Mapping” referente al área de estudio.



Fuente: Base de datos, Scopus (2019).

5. LEAN MANUFACTURING

Y una tercera búsqueda con las palabras claves lean manufacturing, en la base de datos Scopus se encontraron 653 resultados, Science Direct 4105 resultados y la base de datos de la Universidad de los Andes (World Cat) que arrojó 103 resultados para un total de 4861 artículos. De esta población de artículos se seleccionaron 10 que se presentan en la Tabla 3.

Tabla 3. Potencialidad de Lean Manufacturing aplicado a diferentes empresas.

Autor(es) / Título	Objetivo/Meta	Herramienta lean utilizada	Resultado o conclusión principal
“Lean Six Sigma en pequeñas y medianas empresas: un enfoque metodológico.” Felizzola, H., & Luna, C. (2014).	Proponer una metodología para la implementación de un enfoque integrado, comúnmente llamado Lean que se ajusta a las necesidades y características de las PYMES. Felizzola, H., & Luna, C. (2014).	Justo a Tiempo (JIT), Kanban, 5S, Cambios Rápidos (SMED), el Mantenimiento Total Productivo, Mapa de Flujo de Valor (Value Stream Mapping), Poka Yoke. Socconini, L. (2014).	Felizzola (2014) afirma que: Se brindaron los elementos necesarios para diseñar e implementar cambios en la organización que le permitieran desarrollar de forma efectiva proyectos LSS; identificar las áreas y procesos en donde se debían enfocar las mejoras; identificar proyectos claves; y tener a la mano un procedimiento claro para ejecutar y evaluar los proyectos LSS. (p.266)

<p>“Mejora de los Indicadores de productividad en una empresa textil mediante la sinergia de herramientas de Lean Manufacturing y el enfoque Sociotécnico.” (Vásquez, Rojas & Cáceres, 2018).</p>	<p>Generar un mayor nivel competitivo en la optimización del uso de sus recursos e incrementar el nivel de servicio del cliente en la empresa de estudio, mediante el uso de herramientas de Lean Manufacturing en el contexto social del Perú.</p>	<p>5S, el programa de mantenimiento preventivo, mantenimiento autónomo, sistemas kanban y Poka Yoke, y la eliminación de procesos innecesarios (VSM)</p>	<p>“Se pudo lograr una disminución del tiempo de operación de los procesos de costura y acabado de aproximadamente 20% en ambos casos.” (Vásquez J., Rojas J. E., Cáceres A. 2018).</p>
<p>“Impacto de la Manufactura Esbelta, Manufactura Sustentable y Mejora Continua en la Eficiencia Operacional y Responsabilidad Ambiental en México.” Monge, C., Cruz, J., & López, F. (2013).</p>	<p>“Definir bases para analizar posteriormente el modelo con el fin de predecir desempeños en la eficiencia operacional y sus variables clave, así como prescribir estrategias y tácticas para la adopción exitosa de los enfoques analizados.” (Cruz, 2013).</p>	<p>Kaizen.</p>	<p>“El modelo propuesto ayudó a priorizar acciones específicas de mejora continua y toma de decisiones, en la implantación de la manufactura esbelta y sustentable.” (Monge, 2013).</p>
<p>“Mejora en el tiempo de atención al paciente en una unidad de urgencias gineco-obstétricas mediante la aplicación de Lean Manufacturing.” (Sánchez, Flores, De La Parra & Arroyo, 2016).</p>	<p>“Realizar una propuesta de mejora en los tiempos de atención por medio de la metodología Lean Manufacturing en la unidad de urgencias gineco-obstétricas de la clínica ABC.” (Sánchez, 2016).</p>	<p>VSM</p>	<p>“La aplicabilidad de la propuesta se evaluó a través de simulaciones basadas en el software Arena, demostrando mejoras en los tiempos de atención de hasta el 56 %.” (Sánchez, 2016).</p>
<p>“Factores claves de éxito en la implementación de lean manufacturing en algunas empresas con sede en Colombia.” (León, Marulanda, & González, 2017).</p>	<p>“La investigación del presente documento pretende identificar en cinco empresas de diferentes sectores de la economía, en Colombia, cuáles han sido los factores claves que han permitido implementar con éxito herramientas de manufactura esbelta o Lean Manufacturing.” (León, 2017).</p>	<p>Kaizen, Six sigma, SMED, Kanban, VSM, TPM, 5S.</p>	<p>“El éxito de la implementación de la filosofía Lean, en empresas colombianas, es crítico y definitivo el compromiso de dueños y altos directivos de las organizaciones, quienes deben aprender a hacer y a la vez dejar hacer.” (León, 2017).</p>
<p>“Lean, Seis Sigma y Herramientas Cuantitativas: Una Experiencia Real en el Mejoramiento Productivo de Procesos de la Industria Gráfica en Colombia.” Vergara, I. G. P., & López, J. A. R. (2019).</p>	<p>En empresas que trabajan bajo pedido y emplean sistema pull, el tiempo de cambios de referencias es un factor que incide directamente en el tiempo del ciclo, por lo que reducirlo, incidirá directamente en el nivel de servicio. Entre las causas más frecuentes que generan retrasos se encuentra la mano de obra y los métodos de trabajo pudiéndose reducir sus impactos con la participación de los operarios en el proceso de toma de decisiones. (Vergara & López, 2019).</p>	<p>SMED, 5S</p>	<p>la metodología Lean Manufacturing, entre las que destacaron 5S y SMED, fueron de un gran impacto en la disminución de los tiempos de alistamiento en las máquinas pegadoras, lo que además de constatarse en la prueba piloto se pudo cuantificar a través de modelos de simulación. “Al implementar herramientas lean se obtuvo reducción de los costos y aumento de la productividad, al reducir tiempos improductivos.” (Vergara & López, 2019).</p>
<p>“Mejora de procesos productivos mediante Lean Manufacturing.” Villalobos, I. E., & Palavecino, M. L. (2016).</p>	<p>“La presente investigación realizada a compañías CDC, tuvo como objetivo identificar y entregar una propuesta de mejora a las ineficiencias en la producción de colchones.” (Villalobos, I. E., & Palavecino, M. L., 2016).</p>	<p>VSM, Diagramas de Ishikawa</p>	<p>Se evidenció cuatro problemas principales y sus causas, con el fin de eliminar las malas prácticas que generan desperdicios en la producción de colchones en la planta. (Villalobos, 2016).</p>
<p>“Mejoramiento de los procesos en el quirófano mediante la aplicación de la metodología Lean de Toyota.” (Martín, Rampersad, Low & Reed, 2014).</p>	<p>El objetivo es mejorar la calidad y reducir tiempos en los servicios de atención en la salud.</p>	<p>VSM, 5S, Kaizen</p>	<p>Se obtuvieron resultados como: “Eliminación del desperdicio en documentación, Reducción del tiempo de espera en el preoperatorio, tiempo de rotación en anestesia regional, diseño integrado de las instalaciones y flujos en un centro de cirugía ambulatoria.” (Martín, 2014).</p>

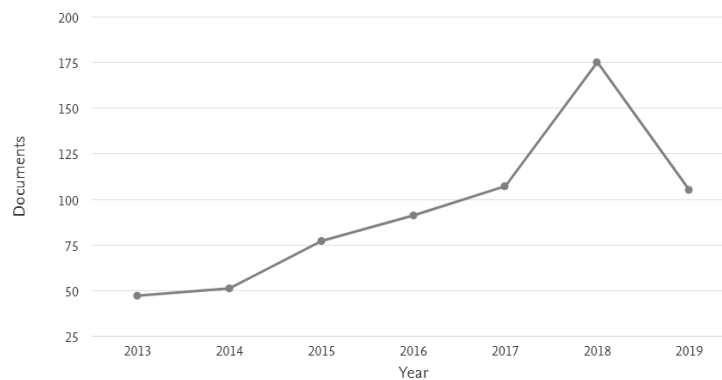
<p>“Modelo metodológico de implementación de lean manufacturing.” Sarria Yépez, M. P., Fonseca Villamarín, G. A., & Bocanegra-Herrera, C. C. (2017).</p>	<p>El propósito de este artículo fue “presentar una metodología flexible para la implementación de lean manufacturing enfocada en empresas industriales en Colombia, partiendo de los modelos teóricos existentes, bajo unos criterios de selección de la secuencia de prácticas para una adecuada implementación de Lean Manufacturing” Sarria Yépez, M. P., Fonseca Villamarín, G. A., & Bocanegra-Herrera, C. C. (2017).</p>	<p>JIT, JIDOKA, VSM, 5S, SMED, TPM, KANBAN.</p>	<p>“Se propuso modelo que requiere iniciar la implementación de Lean Manufacturing con la práctica 5S, que permite obtener un logro a corto plazo incentivando a la empresa a continuar con la implementación a pesar de los posibles obstáculos que aparezcan.” (Sarria, 2017).</p>
<p>“La cooperativa Fagor Ederlan: el'lean manufacturing' como modelo de gestión.” Altuna, R., & Urteaga, E. (2014).</p>	<p>Este artículo analiza la manera en que la cooperativa Fagor Ederlan, ha optado aplicar lean production para mejorar los altos niveles de su economía. Altuna, R., & Urteaga, E. (2014).</p>	<p>TPM, SMED</p>	<p>La aplicación de sistemas de producción ajustada ha traído consigo el logro de altos niveles de eficiencia económica pero también de tensiones sociales. Altuna, R., & Urteaga, E. (2014).</p>

Fuente: Elaboración propia (2019)

La Tabla 3 muestra que las herramientas de Lean Manufacturing son aplicables a cualquier tipo de empresa y se puede afirmar que las herramientas para la reducción de desperdicios en las empresas, además de arrojar mejoras a nivel de productividad, implementando de manera independiente las herramientas, se puede “generar efectos significativos más efectivos que potencialicen la utilidad de la herramienta al ser aplicadas de forma simultánea” (Womack, & Jones, 1994).

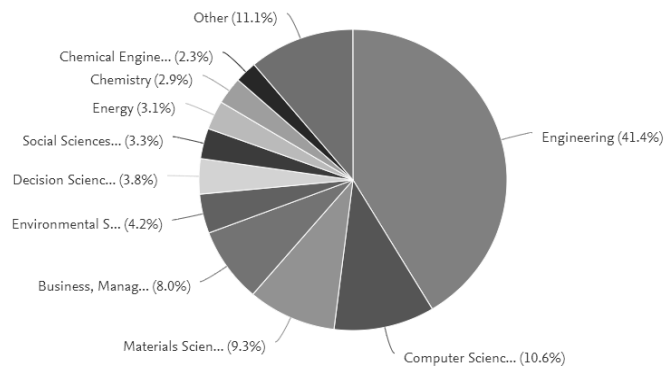
Con base a la Figura 5 se puede afirmar que los documentos sobre el tema “Lean Manufacturing” venían con un comportamiento creciente desde los últimos 5 años hasta el año 2018 donde presentaron un decrecimiento. Y con la Figura 6 podemos decir que el área de estudio con mayor cantidad de documentos publicados en la base de datos Scopus referentes a este tema es la ingeniería con un (41,4%), seguida por otras y las ciencias de la computación con un (11,1%) y (10,6%) respectivamente.

Figura 5. Variación de en la cantidad de documentos de “Lean Manufacturing” en los últimos 5 años.



Fuente: Base de datos, Scopus (2019).

Figura 6. Variación de documentos de “Lean Manufacturing” referente al área de estudio.



Fuente: Base de datos, Scopus (2019).

6. REVISIÓN DE CASOS

La búsqueda manual realizada para identificar parte de los documentos incluidos permito establecer una aproximación más exhaustiva sobre la situación actual de empresas colombianas que han implementado la metodología del VSM para reducir desperdicios en sus flujos productivos. (Womack, & Jones, 1994).

Sobre los trabajos expuestos en las tablas anteriormente, se escogen 4 empresas a nivel de Colombia y un caso de Brasil para proceder hacer una explicación más amplia sobre el uso de la herramienta VSM. Estos casos se presentan a continuación.

6.1 Caso 1. Empresa: Coservicios S.A. (2013)

Propósito:

Coservicios S.A. es una empresa colombiana que se dedica al mercado de los ascensores y al mercado de las subestaciones eléctricas y equipos asociados, con la marca IMELEC. (Murcia, 2017).

Este trabajo tiene como propósito disminuir los desperdicios de cada uno de los procesos y mejorar la rotación de los inventarios, con el fin de obtener una mejor eficiencia en las distintas operaciones mediante la implementación de la herramienta VSM (Value Stream Mapping).

“Implementar (VSM), es muy importante ya que este tipo de mejoras realizan un estudio completo de la empresa, verificando problemas y oportunidades de mejora, VSM ayuda a que la empresa obtenga soluciones inmediatas en sus actividades.” (Womack & Jones, 1994).

Metodología:

La metodología planteada por el autor, recomienda la implementación del VSM en cuatro etapas básicas, información general de la empresa, eventos Kaizen, análisis construcción del VSM actual y futuro. (Womack & Jones, 1994).

El autor hizo un análisis de tiempos que consistía en registrar ritmos de trabajo a los elementos de cada actividad, con el fin de averiguar el tiempo requerido para la realización de una tarea dentro de la empresa.

Según Villadiego (2013) afirma que:

Luego de haber obtenido la toma de tiempos y registros se hace un análisis detallado de cada uno de ellos, haciendo uso de herramientas estadísticas como la desviación estándar que sirvió para identificar los datos tomados en cada tiempo para poder clasificar el número de trabajadores por máquina. (p.28)

Barreras:

“Para el caso fue indispensable desarrollar un estudio de toma de tiempos y movimientos aplicados al equipo más vendido de la empresa. Este estudio de tiempos es importante para la elaboración del VSM” (Womack & Jones, 1994).

“Es importante identificar la información cuando se recibe la orden de compra hasta el final del producto terminado, se debe documentar en cada lugar de trabajo desperdicios y recursos utilizados para poder obtener una producción más eficiente” (Villadiego, 2013).

Logros:

“Se logró estructurar el VSM actual bajo las condiciones establecidas, mermando el número de trabajadores en cada lugar de trabajo para garantizar mejoras para la implementación del VSM futuro” (Villadiego, 2013).

6.2 Caso 2. Empresa: Gate Gourmet Colombia (2018).

Propósito:

Según Osorio (2018) afirma que:

Teniendo en cuenta las herramientas ofrecidas por la metodología Lean Manufacturing específicamente la herramienta Value Stream Mapping; el objetivo de este trabajo fue definir las actividades que generan valor dentro de la compañía Gate Gourmet Colombia, una vez definidos los procesos que generan desperdicios se desarrollarían alternativas de mejora para la disminución de los mismos y generar un impacto económico favorable y ofrecer propuestas de mejora basadas en las oportunidades que se puedan observar. (p.26)

Metodología:

“Para realizar esta investigación se presentó el diagnóstico y la determinación de las variables que generan desperdicios en los procesos productivos de la cadena de valor del lomo de res sellado al vacío en Gate Gourmet Colombia” (Osorio, 2018).

Con el fin de realizar un análisis de variables cuantitativas fundamentadas en muestras realizadas en el proceso, además de usar métodos descriptivos para mostrar la cadena de valor y los diagramas de recorrido pertinentes a las diferentes áreas.

Barreras:

Al no tener definida la cadena de valor de las materias primas fue difícil entender que operaciones le agregan valor y cuáles no, por tal motivo las acciones correctivas que se tomaron para mitigar los sobrecostos que se generan en el proceso pudieron ser inadecuadas ya que no se tiene certeza de que se esté atacando el problema real, por el cual se le esté dando una inadecuada utilización a las materias primas implicando en solicitudes altas de estas sin ningún tipo de control afectando las ganancias en este caso.

Logros:

Teniendo en cuenta el interés de la empresa por reducir lo más posible sus costos en la operación, se realizaron dos propuestas basadas en las oportunidades de mejora observadas en el Value Stream Mapping estado actual.

“El desarrollo de esta investigación arrojó como resultado que, la mayoría de desperdicios generados dentro de la cadena de valor de los productos cárnicos son a causa de estándares inadecuados, poca flexibilidad de los procesos ante la variabilidad de la demanda y la falencia del flujo continuo de los materiales” (Osorio, 2018).

En la primera se desarrolló una comparación en donde se evidenció el ahorro que se genera al darle un aprovechamiento a la reducción que se observó del lomo de res al utilizarla en la preparación del estofado el cual se

realiza con bola eliminando está perdida en el área de porcionados lo cual permitió un ahorro de \$12.429.750 pesos por mes.

En la segunda se propuso un cambio en los porcentajes de la reducción acordada en el sistema para el área de producción teniendo en cuenta lo que se observó en las muestras realizadas en esta, con el fin de cumplir realmente con el estándar establecido con el cliente, de este modo, reducir sustancialmente las PQR que se generan para Gate Gourmet Colombia por cada ítem. Se estableció un control estadístico de este proceso basado en las reducciones observadas, para identificar la variabilidad del proceso y que, esta permita definir los límites máximos y mínimos de control dentro del mismo, permitiendo percibir un ahorro de \$24.000.000 de pesos por mes.

6.3 Caso 3. Empresa: Sotto Sky Deck (2016).

Propósito:

Esta tesis se enfocó en analizar la actividad de mampostería en el proyecto Sotto Sky Deck en Bucaramanga para plantear una solución que permita aumentar la productividad y rendimiento de ella por medio del método de muestreo de trabajo, mapeo del proceso y simulación de la actividad mediante un software de análisis de variables discretas. El propósito fue realizar una propuesta de mejora para la actividad de mampostería divisoria basada en un análisis cuantitativo y validado a través de simulación por eventos discretos.

Metodología:

Al inicio de las actividades de mampostería, no se cuenta con la estructura completa, pues se deben realizar actividades de estructura y acabados de manera simultánea. En consecuencia, se generan actividades que dependen de otras para formar un proyecto. Es por esto que es de vital importancia que cada actividad pueda realizarse según la programación para evitar atrasos en la obra.

El muestreo de trabajo es un método de medición indirecto, en el cual, por medio de observaciones instantáneas se determina la cantidad de tiempo en actividad o inactividad de un proceso productivo” (Martínez, 2012).

Esta es una técnica que consiste en agarrar una cantidad considerable de observaciones instantáneas y aleatorias enfocadas hacia maquinaria, personal y/o procesos en un determinado periodo de tiempo. “El muestreo de trabajo se basa en las leyes fundamentales de la probabilidad, es por esto que el muestreado es quien escoge el nivel de confianza que se desea en los resultados” (Martínez, 2012).

El muestreo de trabajo y la implementación de VSM en Colombia. Este son implementaciones fundamentales en el desarrollo y progreso de las obras en Colombia ya que, como se ha observado a través de la historia, son metodologías de fácil implementación que logra remover actividades que no generan valor en los procesos usados constantemente en la construcción.

Barreras:

El transporte de material es esencial para toda labor constructiva ya que es un tiempo contributivo necesario para la producción. Al ser una necesidad, el transporte siempre existirá por lo cual se busca minimizar el tiempo de transporte. Al minimizar los tiempos contributivos se busca que este tiempo pase a ser tiempo productivo y así obtener un mayor rendimiento y menor duración en las actividades. Mediante la aplicación de observaciones instantáneas se busca reducir el tiempo de transporte de materiales de la actividad de mampostería en el proyecto Sotto Sky Deck de la constructora Fénix Construcciones S.A. en la ciudad de Bucaramanga.

Lo más importante de esta actividad que aplica a todos los métodos de transporte de unidades de mampostería es el compromiso entre el proveedor y la obra de cumplir con la programación establecida desde un inicio. Es de suma complejidad tener el control sobre un externo como es el caso del proveedor de bloques o ladrillos. Sin embargo, mostrar las metas de la empresa al proveedor mejorara la comunicación y el compromiso entre ambas partes.

Logros:

En conclusión, el trabajo realizado cumplió con el propósito de brindar una mejora para la actividad de mampostería divisoria basada en un análisis cuantitativo y validado a través de simulación por eventos discretos. Para este resultado fue clave identificar las posibles mejoras a partir del mapeo de procesos con herramientas como el Flow Process Chart y el Value Stream Mapping porque se obtuvo un rendimiento más alto al calculado en un principio con el estado actual. Cabe resaltar que se usa la misma cantidad de recursos para los dos modelos y que una redistribución de ellos llevó a tener un mayor rendimiento. A su vez, el software de simulación Arena fue indispensable para analizar cada modelo ya que los resultados arrojados por el programa fueron consistentes con la realidad y es una herramienta que puede seguir siendo utilizada para evaluar eventos discretos.

6.4 Caso 4. Empresa: Industrias Pavaplast S.A. (2015).

Propósito:

Industrias Pavaplast S.A. como empresa manufacturera dentro de sus objetivos estratégicos es perseguir una gestión enfocada a maximizar su productividad en la cadena de suministro, asumiendo el reto de focalizar sus mejores esfuerzos en abastecer clientes internos y externos oportunamente con alto grado de calidad y oportunidad.

El objetivo meta de este trabajo era desarrollar un sistema de producción con base en la metodología VSM y VSM extendido, teniendo en cuenta las oportunidades de mejora, del mismo modo generar un plan de acción para la implementación del VSM futuro, por medio del análisis de brechas y estrategias.

Metodología:

Mejorar el tiempo de atención de pedidos y cumplimiento de los acuerdos de servicio (Tiempo, Cantidad y Calidad) tendrá un impacto positivo para la compañía de tal manera que los clientes recuperen la confianza y su nivel de satisfacción. Enfocar las actividades y esfuerzos de la empresa a la generación de valor agregado para el cliente con la implementación de herramientas y técnicas que ayuden a reducir el tiempo de entrega de pedidos. Baquero Pulido, T. P., & Ocampo Laverde, D. W. (2015).

Barreras:

Según Baquero (2015) afirma:

La realización de proyectos Lean requieren del apoyo decidido de la alta dirección para promover el cambio de la cultura organizacional y la aceptación de nuevos modelos de administración y mejora. Alconpo debe entender que la metodología VSM es un instrumento de mejora y que como tal es dinámico y requiere su constante evaluación, y que para lograr mejoras verdaderamente significativas debe implementar indicadores de gestión más que de operación. (p. 34)

Logros:

Según Baquero (2015) afirma:

La metodología de análisis VSM permitió desarrollar una representación real del sistema actual, facilitando la identificación de las fuentes de desperdicio, el sistema con restricción de capacidad, el flujo de información y la composición del tiempo de proceso visualizando claramente en donde se agrega valor y en donde no se agrega. El uso de la metodología VSM facilitó la identificación de las brechas existentes entre el modelo actual y el propuesto en cada una de las etapas del proceso, incluso permitió visualizar oportunidades de mejora en toda la cadena de valor. (p. 30)

7. ASPECTOS RELEVANTES DURANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL VSM

“Uno de los principales problemas que pueden llevar al éxito o al fracaso de toda empresa o institución es la administración y la toma de decisiones.” (Vargas, Muratalla & Jiménez, 2016).

Por esta razón, se realizó esta revisión de casos, para que a través de los datos que se han obtenido en las investigaciones desarrolladas sobre la aplicación de Lean Manufacturing en las empresas, se pueda llegar a una mejora continua para optimizar los sistemas de producción. Este estudio demuestra claramente que en general, las empresas que aplicaron la herramienta VSM y otras herramientas del Lean Manufacturing en sus áreas de trabajo, se puede analizar de acuerdo con los resultados obtenidos que lograron reducciones importantes en las “áreas implementadas como son, los costos de producción, inventarios, de compra y Lead Time, al mismo tiempo que aumentan su productividad, flexibilidad, mejor utilización del personal, mejoran la calidad y logran un mejor uso del espacio y maquinarias.” (Vargas, Muratalla & Jiménez, 2016).

“Se espera continuar mostrando a grandes rasgos nuevos hallazgos de como los de la primera fase de la investigación sobre la implementación de Lean Manufacturing, la mejora continua y la optimización de un sistema de producción.” (Vargas, Muratalla & Jiménez, 2016). Utilizando como base este estudio para la decisión de implementar la herramienta VSM en diferentes empresas.

8. CONCLUSIONES

“Después de realizar la investigación y revisar los proyectos de implementación del VSM y otras herramientas del Lean Manufacturing” (Womack & Jones, 1994).

Se examinó que la conexión existente entre las recomendaciones realizadas por los diferentes estudios científicos de Lean Manufacturing y Six-Sigma coincide y es muy estrecha con los resultados obtenidos en los estudios aplicados en empresas del sector productivo.

“Las herramientas de Lean Manufacturing pueden ser aplicables a cualquier tipo de empresa y se puede concluir que las herramientas para la reducción de desperdicios en el proceso productivo de las empresas” (Womack & Jones, 1994).

Además de arrojar “mejoras a nivel de productividad, aplicando las herramientas de forma independiente, se puede generar efectos significativos más efectivos que potencialicen la utilidad de la herramienta al ser aplicadas de forma simultánea.” (Aguirre & Correa, 2014).

Finalmente, en las visitas realizadas en las empresas ZEN ubicadas en Brusque e Intelbras en São José, Santa Catarina se vieron mejoras “debido a la implementación de estas herramientas, que incluían reducciones importantes de desperdicios, mejora en el orden y la configuración de las áreas de trabajo, reducción de inventarios de materia prima, producto en proceso y producto terminado.” (Womack & Jones, 1994).

“Motivar al personal a fortalecer los hábitos productivos, priorizar acciones específicas de mejora continua, documentar procesos y tomar decisiones para una reducción de tiempos. Todos estos factores representaron un incremento en la utilidad y productividad de las empresas.” (Socconini, 2014).

REFERENCIAS

- Alarte Moreno, J. O. R. G. E. (2015). Mapeo de la cadena de valor del proceso de pedido y entrega al cliente en una empresa de fabricación de vidrio para edificación (Doctoral dissertation).
- Aguirre, Y., & Correa, A. (2014). Análisis de las herramientas Lean Manufacturing para la eliminación de desperdicios en las Pymes. Universidad Nacional de Colombia.
- Altuna, R., & Urteaga, E. (2014). La cooperativa Fagor Ederlan: el'lean manufacturing'como modelo de gestión. CIRIEC-España, Revista de Economía Pública, Social y Cooperativa, (82), 29-64.
- Antonelli, D., & Stadnicka, D. (2018). Combining factory simulation with value stream mapping: a critical discussion.

- Procedia CIRP, 67, 30-35.
- Balaji, M., Manivel Muralidharan, V., Victor Prathaban, N., & Vinoth, D. (2019). Productivity enhancement using lean tools in low volume production. *International Journal of Mechanical and Production Engineering Research and Development*, 8(Special Issue 7), 77-86.
- Baquero Pulido, T. P., & Ocampo Laverde, D. W. (2015). Diseño de un sistema de producción y operaciones para la mejora de la productividad en la cadena de valor en PAVAPLAST SA.
- Bernabe Sanchez, C. R. (2012). Filosofía Lean Manufacturing, de escuela de organización industrial: <https://www.eoi.es/blogs/carmenrosabernabe/2012/02/06/filosofia-lean-manufacturing/>
- Choudhary, S., Nayak, R., Dora, M., Mishra, N., & Ghadge, A. (2019). An 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.
- Clavijo Tautiva, J. A., & Rodríguez Ortíz, E. M. (2015). Diseño de un Sistema de Producción para una Planta de Balanceados de Pollo de Engorde.
- Felizzola Jiménez, H., & Luna Amaya, C. (2014). Lean Six Sigma en pequeñas y medianas empresas: un enfoque metodológico. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 22(2), 263-277.
- Frías Veloz, C. (2019). Aplicación del Mapa de Flujo de Valor para mejora de la eficiencia de los procesos de una empresa constructora en Varsovia (Polonia).
- Garza-Reyes, J. A., Forero, J. S. B., Kumar, V., Villarreal, B., Cedillo-Campos, M. G., & Rocha-Lona, L. (2017). Improving road transport operations using lean thinking. *Procedia Manufacturing*, 11, 1900-1907.
- León, G. E., Marulanda, N., & González, H. H. (2017). Factores claves de éxito en la implementación de lean manufacturing en algunas empresas con sede en Colombia. *Tendencias*, 18(1), 85-100.
- Mahesh Mallampati, Kolla Srivivinas, Tirumala Krishna. M. (2018). Design Process to Reduce Production Cycle Time in Product Development.
- Martin, L. D., Rampersad, S. E., Low, D. K., & Reed, M. A. (2014). Mejoramiento de los procesos en el quirófano mediante la aplicación de la metodología Lean de Toyota. *Revista Colombiana de Anestesiología*, 42(3), 220-228.
- Martínez, P., Martínez, J. L., Cavazos, J., & Nuño, J. P. (2016). Mejora en el tiempo de atención al paciente en una Unidad de urgencias por medio de Lean Manufacturing. *Nova scientia*, 8(16), 17-40.
- Martínez-Salgado, C. (2012). El muestreo en investigación cualitativa: principios básicos y algunas controversias. *Ciência & Saúde Coletiva*, 17, 613-619.
- Monge, C., Cruz, J., & López, F. (2013). Impacto de la manufactura esbelta, manufactura sustentable y mejora continua en la eficiencia operacional y responsabilidad ambiental en México. *Información tecnológica*, 24(4), 15-32.
- Muñoz-Villamizar, A., Santos, J., Garcia-Sabater, J. J., Lleo, A., & Grau, P. (2019). Green value stream mapping approach to improving productivity and environmental performance. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 68(3), 608-625.
- Murcia, H., Domínguez, K., & Fuciños, R. (2017). Implementación piloto del Value Stream Mapping para fortalecimiento de procesos del departamento de producción de Cotecmar. *DERROTERO, Revista de la Ciencia y la Investigación.*, 10(1).
- Nash, M. A., & Poling, S. R. (2008). Mapping the total value stream: a comprehensive guide for production and

- transactional processes. Productivity Press.
- Nasution, A. A., Siregar, I., Nasution, T. H., Syahputri, K., & Tarigan, I. R. (2018). Lean Manufacturing Applications in the Manufacturing Industry. In MATEC Web of Conferences (Vol. 220, p. 02005). EDP Sciences.
- Navarro Jamain, J. O. S. É. (2018). Análisis y mejora de una línea de producción en una empresa del sector de la automoción aplicando métodos de gestión de inventario, Value Stream Mapping y estandarización del proceso (Doctoral dissertation).
- Osorio Ruiz, S. A. (2018). Propuesta de mejora en el proceso de producción de los productos que generan mayor desviación en el avt por medio de la metodología value stream mapping para disminuir las variaciones generadas en Gate Gourmet Colombia.
- Popescu, M. C. (2018, May). Eliminating transportation waste using the transportation value stream map. In Proceedings of the International Conference on Business Excellence (Vol. 12, No. 1, pp. 793-803). Sciendo.
- Rodríguez-Fernández, Y., Abreu-Ledón, R., & Franz, M. (2019). Mapeo del Flujo de Valor para el análisis de sostenibilidad en cadenas de suministro agro-alimentarias. *Ingeniería Industrial*, 40(3), 316-328.
- Rother, M., & Shook, J. (2003). Learning to see: value stream mapping to add value and eliminate muda. Lean Enterprise Institute.
- Sánchez, G., Paola, V., & González Negrete, D. C. (2013). Propuesta de mejoramiento del sistema productivo en la empresa de confecciones Mercy empleando herramientas de Lean Manufacturing (Bachelor's thesis, Facultad de Ingeniería).
- Sánchez, P. M., Flores, J. M., De La Parra, P. N., & Arroyo, J. C. (2016). Mejora en el tiempo de atención al paciente en una unidad de urgencias gineco-obstétricas mediante la aplicación de Lean Manufacturing. *Revista Lasallista de Investigación*, 13(2).
- Sarria Yépez, M. P., Fonseca Villamarín, G. A., & Bocanegra-Herrera, C. C. (2017). Modelo metodológico de implementación de lean manufacturing. *Revista EAN*, (83), 51-71.
- Socconini, L. (2014). Certificación Lean Six Sigma Yellow Belt para la excelencia en los negocios. Marge Books. 192-194.
- Vargas-Hernández, J. G., Muratalla-Bautista, G., & Jiménez-Castillo, M. (2016). Lean Manufacturing: ¿una herramienta de mejora de un sistema de producción?. *Ingeniería Industrial. Actualidad y Nuevas Tendencias*, (17), 153-174.
- Vásquez, J. C. H. (2016). Propuesta de mejora para la actividad de mampostería divisoria basada en un análisis cuantitativo a través de observaciones instantáneas, Value Stream Mapping y Flow process Chart y validado a través de simulación por eventos discretos en el proyecto Sotto Sky Deck, Bucaramanga-Colombia (Doctoral dissertation, Uniandes).
- Vásquez Médico J. V., Rojas Polo J. E., Cáceres Casanya A. (2018). Mejora de los Indicadores de productividad en una empresa textil mediante la sinergia de herramientas de Lean Manufacturing y el enfoque Sociotécnico. Proc LACCEI Int Multi-conference Eng Educ Technol.
- Verma, N., & Sharma, V. (2016). Energy value stream mapping a tool to develop green manufacturing. *Procedia Engineering*, 149, 526-534.
- Vergara, I. G. P., & López, J. A. R. (2019). Lean, Seis Sigma y Herramientas Cuantitativas: Una Experiencia Real en el Mejoramiento Productivo de Procesos de la Industria Gráfica en Colombia//Lean, Six Sigma and Quantitative Tools: A Real Experience in the Productive Improvement of Processes of th. *Revista de Métodos Cuantitativos para la Economía y la Empresa*, 27, 259-284.

- Villadiego Tuirán, M. C. (2013). Diseño metodológico para la implementación del Value Stream Mapping (VSM) en una empresa manufacturera colombiana dedicada al mercado de ascensores (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de Colombia).
- Villalobos, I. E., & Palavecino, M. L. (2016). Mejora de procesos productivos mediante lean manufacturing. TRILOGÍA, 26.
- Wolniak, R., & Skotnicka-Zasadzien, B. (2014). The use of value stream mapping to introduction of organizational innovation in industry. Metalurgija, 53(4), 709-712.
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (1994). From lean production to the lean enterprise. Harvard business review, 72(2), 93-103.