

Revisión de la literatura sobre la implementación del modelo de gestión Lean Manufacturing en
empresas del sector industrial colombiano

Ferney David Quiroga Pinzón

Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Industrial

Director

Néstor Raúl Ortíz Pimiento

Doctor en Ingeniería

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Físico- Mecánicas

Escuela de Estudios Industriales y Empresariales

Bucaramanga

2022

Dedicatoria

Esta tesis está dedicada a mis padres por su esfuerzo y apoyo en todos estos años de formación, a mis hermanos por estar presentes cuando necesité un consejo y a Adriana por ser la mujer que me acompañó en los momentos más difíciles de la carrera, los quiero a todos.

Agradecimientos

Agradezco a los docentes que hicieron parte de mi proceso formativo en la universidad, en especial a mi director de Tesis el Dr Néstor Ortiz por guiar esta investigación. Agradezco a mis amigos que me acompañaron en los momentos difíciles, alegres y tristes, en general, a todas esas personas que en su momento decidieron estar presentes en mi proceso de crecimiento profesional y como persona. Agradezco a mi familia por su apoyo económico y emocional, finalmente, agradezco a la Universidad Industrial de Santander por permitirme ser parte de ella.

Contenido

	Pág.
Introducción	17
1. Cumplimiento de Objetivos	19
2. Generalidades del Proyecto.....	19
2.1 Planteamiento y Justificación del Problema	20
2.2 Objetivos	22
2.2.1 Objetivo General	22
2.2.2 Objetivo Específicos	22
3. Marco de Referencia	23
3.1 Marco de Antecedentes.....	23
3.2 Marco Teórico.....	26
3.2.1 Revisión de la Literatura.....	26
3.2.2 Modelo de gestión Lean Manufacturing	28
3.2.3 Sector Industrial	32
3.3 Marco Conceptual	33
3.3.1 Introducción a Lean Manufacturing.....	33
3.3.1.1 Principios de lean Manufacturing.	34
3.3.1.2 Herramientas de Lean Manufacturing.	35

REVISIÓN DE LA LITERTURA SOBRE LEAN MANUFACTURING	5
3.3.1.3 Otros conceptos relacionados	37
3.3.1.3.1 Desperdicio	37
3.3.1.3.2 Balanceo de Línea.....	38
3.3.1.3.3 Tiempo de ciclo.....	38
3.3.1.3.4 Valor agregado.....	38
4. Desarrollo Metodológico	38
4.1 Fase 1: Descriptiva.....	39
4.1.1 Clarificación de Conceptos:.....	39
4.1.2 Identificación de la Necesidad.....	40
4.1.3 Desarrollo de un Protocolo de Revisión	41
4.1.4 Clasificación de Documentos para la Revisión	43
4.2 Fase 2: Constructiva.....	44
4.2.1 Análisis de la revisión.....	44
4.2.2 Reporte.....	44
4.3 Fase 3: Interpretativa.....	44
4.3.1 Consolidación de resultados	44
4.3.2 Realización informe final.....	45
5. Resultados de la Revisión	45
5.1 Resultados Fase Descriptiva	45
5.1.1 Análisis Bibliométrico	45
5.1.2 Matriz Bibliográfica.....	50
5.2 Resultados Fase Constructiva	50
5.2.1 Análisis de la Matriz Bibliográfica	50

5.2.2 Análisis de Experiencias de los Casos de Estudio por Sector Productivo.....	57
5.2.2.1 Sector Textil y de Confección.....	57
5.2.2.2 Sector Alimentos.....	69
5.2.2.3 Sector Plásticos o Derivados del Petróleo.	77
5.2.2.4 Sector Fabricación de Productos de Vidrio, Cristal o Porcelana.	82
5.2.2.5 Sector Químico.	87
5.2.2.6 Sector Fabricación de Productos de Construcción.	92
5.2.2.7 Sector Metalmecánico.....	98
5.2.2.8 Sector Fabricación de Maquinaria y Equipos..	104
5.2.2.8 Sector Gráfico.	110
5.2.3 Documentación Visual.....	111
5.2.3.1 Printer Colombiana S.A.S.....	111
5.2.3.2 Sofassa Colombia.....	112
5.2.4 Análisis Comparativo de Experiencias de los Casos de Estudio.....	114
6. Conclusiones.....	119
7. Recomendaciones.....	122
Referencias Bibliográficas.....	123
Apéndices.....	134

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1. <i>Cumplimiento de los Objetivos</i>	19
Tabla 2. <i>Tipos de Revisión de la Literatura</i>	28
Tabla 3. <i>Principios de Lean Manufacturing</i>	34
Tabla 4. <i>Metodología del Proyecto</i>	39
Tabla 5. <i>Criterios de Inclusión y Exclusión</i>	41
Tabla 6. <i>Descripción Tipos de Impacto</i>	57
Tabla 7. <i>Casos de Estudio sobre Herramientas LM en Empresas del Sector Textil y Confección en Colombia</i>	58
Tabla 8. <i>Casos de Estudio sobre Herramientas LM en Empresas del Sector Alimentos en Colombia</i>	69
Tabla 9. <i>Casos de Estudio sobre Herramientas LM en Empresas del Sector Plástico o Derivados de Petróleo en Colombia</i>	77
Tabla 10. <i>Casos de Estudio sobre Herramientas LM en Empresas del Sector Fabricación de Productos de Vidrio, Cristal o Porcelana en Colombia</i>	83
Tabla 11. <i>Casos de Estudio sobre Herramientas LM en Empresas del Sector Químico en Colombia</i>	88

Tabla 12. <i>Casos de Estudio sobre Herramientas LM en Empresas del Sector Fabricación de Productos de Construcción en Colombia</i>	93
Tabla 13. <i>Casos de Estudio sobre Herramientas LM en Empresas del Sector Metalmecánico en Colombia</i>	98
Tabla 14. <i>Casos de Estudio sobre Herramientas LM en Empresas del Sector Fabricación de Maquinaria y Equipos en Colombia</i>	104
Tabla 15. <i>Casos de Estudio sobre Herramientas LM en Empresas del Sector Grafico en Colombia</i>	110
Tabla 16. <i>Comparativo de Experiencias por Sector Productivo</i>	114
Tabla 17. <i>Comparativo de Experiencias por Tamaño de la Empresa</i>	115
Tabla 18. <i>Comparativo de Experiencias por Ubicación de la Empresa</i>	116
Tabla 19. <i>Comparativo entre las Herramientas de Lean Aplicadas en los Sectores Productivos</i>	117

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1. <i>Adaptación de la Casa Toyota</i>	31
Figura 2. <i>Lean Manufacturing (LM) - concepts. Resultados</i>	46
Figura 3. <i>Análisis de Resultados. LM-Concepts. Por país</i>	47
Figura 4. <i>Análisis de Resultados LM-Concepts. Por Tipo de Documento</i>	48
Figura 5. <i>Análisis de Resultados LM-Concepts. Por Área Temática</i>	48
Figura 6. <i>Clasificación de Documentos según Base de Datos</i>	49
Figura 7. <i>Distribución de Documentos por Año de Publicación</i>	51
Figura 8. <i>Tendencia de Crecimiento de la Aplicación de Lean en Colombia</i>	51
Figura 9. <i>Distribución de Revisiones Bibliográficas por Sector</i>	52
Figura 10. <i>Distribución de Documentos por Sectores Productivos</i>	53
Figura 11. <i>Distribución de Documentos por Tamaño de Empresa</i>	54
Figura 12. <i>Distribución de Documentos por Territorio del País</i>	55
Figura 13. <i>Distribución de Documentos por Departamento del País</i>	56
Figura 14. <i>Impacto LM en Empresas del Sector Textil y Confecciones en Colombia</i>	65
Figura 15. <i>Herramientas LM en el Sector Textil y Confecciones en Colombia</i>	65
Figura 16. <i>Documentos por cada Herramienta LM según Tamaño de la Empresa en el Sector Textil y Confecciones en Colombia</i>	66

Figura 17. *Distribución de Herramientas LM por Tamaño de la Empresa en el Sector Textil y Confecciones en Colombia* 67

Figura 18. *Documentos por Cada Herramienta LM según Ubicación de la Empresa en el Sector Textil y Confecciones en Colombia*..... 68

Figura 19. *Distribución de Herramientas LM por Ubicación de la Empresa en el Sector Textil y Confecciones en Colombia* 68

Figura 20. *Impacto LM en Empresas del Sector Alimentos en Colombia* 73

Figura 21. *Herramientas LM en el Sector Alimentos en Colombia*..... 74

Figura 22. *Documentos por cada Herramienta LM según Tamaño de la Empresa en el Sector Alimentos en Colombia* 75

Figura 23. *Distribución de Herramientas LM por Tamaño de la Empresa en el Sector Alimentos en Colombia* 75

Figura 24. *Documentos por cada Herramienta LM según Ubicación de la Empresa en el Sector Alimentos en Colombia*..... 76

Figura 25. *Distribución de Herramientas LM por Ubicación de la Empresa en el Sector Alimentos en Colombia* 76

Figura 26. *Impacto LM en Empresas del Sector Plástico o Derivados del Petróleo en Colombia* 79

Figura 27. *Herramientas LM en el Sector Plástico o Derivados del Petróleo en Colombia* 80

Figura 28. *Documentos por cada Herramienta LM según Tamaño de la Empresa en el Sector Plástico o Derivados del Petróleo en Colombia*..... 81

Figura 29. *Distribución de Herramientas LM por Tamaño de la Empresa en el Sector Plástico o Derivados del Petróleo en Colombia*..... 81

Figura 30. *Documentos por cada Herramienta LM según Ubicación de la Empresa en el Sector Plástico o Derivados del Petróleo en Colombia*..... 82

Figura 31. *Impacto LM en Empresas del Sector Fabricación de Productos de Vidrio, Cristal o Porcelana en Colombia* 84

Figura 32. *Herramientas LM en el Sector Fabricación de Productos de Vidrio, Cristal o Porcelana en Colombia* 84

Figura 33. *Documentos por cada Herramienta LM según Tamaño de la Empresa en el Sector Fabricación de Productos de Vidrio, Cristal o Porcelana en Colombia* 85

Figura 34. *Distribución de Herramientas LM por Tamaño de la Empresa en el Sector Fabricación de Productos de Vidrio, Cristal o Porcelana en Colombia* 86

Figura 35. *Documentos por cada Herramienta LM según Ubicación de la Empresa en el Sector Fabricación de Productos de Vidrio, Cristal o Porcelana en Colombia* 86

Figura 36. *Distribución de Herramientas LM por Ubicación de la Empresa en el Sector Fabricación de Productos de Vidrio, Cristal o Porcelana en Colombia* 87

Figura 37. *Impacto LM en Empresas del Sector Químico en Colombia* 89

Figura 38. *Herramientas LM en el Sector Químico en Colombia* 90

Figura 39. *Documentos por cada Herramienta LM según Tamaño de la Empresa en el Sector Químico en Colombia* 90

Figura 40. *Distribución de Herramientas LM por Tamaño de la Empresa en el Sector Químico en Colombia* 91

Figura 41. *Documentos por cada Herramienta LM según Ubicación de la Empresa en el Sector Químico en Colombia* 91

Figura 42. <i>Distribución de Herramientas LM por Ubicación de la Empresa en el Sector Químico en Colombia</i>	92
Figura 43. <i>Impacto LM en Empresas del Sector Fabricación de Productos de Construcción en Colombia</i>	95
Figura 44.. <i>Herramientas LM en el Sector Fabricación de Productos de Construcción en Colombia</i>	95
Figura 45. <i>Documentos por cada Herramienta LM según Tamaño de la Empresa en el Sector Fabricación de Productos de Construcción en Colombia</i>	96
Figura 46. <i>Distribución de Herramientas LM por Tamaño de la Empresa en el Sector Fabricación de Productos de Construcción en Colombia</i>	96
Figura 47. <i>Documentos por cada Herramienta LM según Ubicación de la Empresa en el Sector Fabricación de Productos de Construcción en Colombia</i>	97
Figura 48. <i>Distribución de Herramientas LM por Ubicación de la Empresa en el Sector Fabricación de Productos de Construcción en Colombia</i>	97
Figura 49. <i>Impacto LM en Empresas del Sector Metalmecánico en Colombia</i>	101
Figura 50. <i>Herramientas LM en el Sector Metalmecánico en Colombia</i>	101
Figura 51. <i>Documentos por cada Herramienta LM según Tamaño de la Empresa en el Sector Metalmecánico en Colombia</i>	102
Figura 52. <i>Distribución de Herramientas LM por Tamaño de la Empresa en el Sector Metalmecánico en Colombia</i>	102
Figura 53. <i>Documentos por cada Herramienta LM según Ubicación de la Empresa en el Sector Metalmecánico en Colombia</i>	103

Figura 54. <i>Distribución de Herramientas LM por Ubicación de la Empresa en el Sector Metalmecánico en Colombia</i>	103
Figura 55. <i>Impacto LM en Empresas del Sector Fabricación Maquinaria y Equipos en Colombia</i>	106
Figura 56. <i>Herramientas LM en el Sector Fabricación Maquinaria y Equipos en Colombia ...</i>	107
Figura 57. <i>Documentos por cada Herramienta LM según Tamaño de la Empresa en el Sector Fabricación Maquinaria y Equipos en Colombia</i>	108
Figura 58. <i>Distribución de Herramientas LM por Tamaño de la Empresa en el Sector Fabricación Maquinaria y Equipos en Colombia</i>	108
Figura 59. <i>Documentos por cada Herramienta LM según Ubicación de la Empresa en el Sector Fabricación Maquinaria y Equipos en Colombia</i>	109
Figura 60. <i>Distribución de Herramientas LM por Ubicación de la Empresa en el Sector Fabricación Maquinaria y Equipos en Colombia</i>	109
Figura 61. <i>Simulación estado Actual Vs Estado Futuro de la Empresa Printer Colombiana S.A.S</i>	112
Figura 62. <i>Distribución Herramientas LM en el Sector Industrial Colombiano</i>	118

Lista de Apéndices

Ver apéndices adjuntos y pueden ser consultados en la base de datos de la Biblioteca UIS

Apéndice A. Matriz Bibliográfica

Resumen

Título: Revisión de la literatura sobre la implementación del modelo de gestión lean manufacturing en empresas del sector industrial colombiano *

Autor: Ferney David Quiroga Pinzón **

Palabras Clave: Manufactura esbelta, Sector Industrial, Impacto, Colombia, Empresas

Descripción:

En la actualidad, la eficacia y la competitividad son trascendentales para el éxito de cualquier empresa (micro, pequeña, mediana y grande). Por ende, la filosofía Lean es un pilar que ha encaminado hacia la mejora continua a grandes industrias a través de la focalización en las necesidades de los clientes, potenciando las aptitudes de los trabajadores y la mejora de los procesos.

En consecuencia, este trabajo de investigación se desarrolla a partir de una revisión de la literatura sobre el modelo de gestión lean manufacturing implementado en el sector industrial colombiano desde el 2011 hasta el 2020 en las bases de datos Scopus, Dialnet, Scielo, Biblioteca UIS y Google Académico. En total fueron 73 documentos hallados donde 14 de ellos corresponden a revisiones bibliográficas. Esta información se ordena en una matriz bibliográfica donde se incluye título, empresa donde fue aplicada la filosofía lean, resumen, objetivos, metodologías, resultados y conclusiones. Finalmente se consolida la información detallando las experiencias evidenciadas con el propósito de realizar un análisis comparativo de los resultados obtenidos en términos de productividad con la implementación del modelo.

Los resultados principales fueron un impacto positivo en la gran mayoría de sectores productivos pertenecientes a la industria manufacturera respaldados con la utilización adecuada de las herramientas en especial 5S, quien tuvo mayor participación en los casos de estudio. Así mismo, intervinieron otras como VSM, SMED, Kanban, Kaizen, TPM, Poka-Yoke, Jidoka, JIT y Heijunka. Además, el modelo lean fue aplicado principalmente en el departamento de Cundinamarca y en los diferentes tamaños de empresa con una pequeña brecha de diferencia.

* Trabajo de Grado

** Facultad de Ingenierías Físico-mecánicas. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales. Director Néstor Raúl Ortíz Pimiento. Doctor en ingeniería.

Abstract

Title: Review of the literature on the implementation of the lean manufacturing management model in companies in the Colombian industrial sector *

Author: Ferney David Quiroga Pinzón **

Key Words: Lean Manufacturing, Industrial Sector, Impact, Colombia, Companies

Description:

Nowadays, efficiency and competitiveness are transcendental for the success of any company (micro, small, medium and large). However, the Lean philosophy has led to continuous improvement in large industries by focusing on the needs of customers, enhancing the skills of workers and improving processes.

Consequently, this research work is developed from a literature review on the lean manufacturing management model implemented in the Colombian industrial sector from 2011 to 2020 in the databases Scopus, Dialnet, Scielo, UIS Library and Google Scholar. A total of 73 documents were found where 14 of them correspond to bibliographic reviews. This information is organized in a bibliographic matrix including title, company where the lean philosophy was applied, summary, objectives, methodologies, results and conclusions. Finally, the information is consolidated detailing the experiences evidenced with the purpose of making a comparative analysis of the results obtained in terms of productivity with the implementation of the model.

The main results were a positive impact in the great majority of productive sectors belonging to the manufacturing industry, supported by the adequate use of the tools, especially 5S, which had the greatest participation in the case studies. Other tools such as VSM, SMED, Kanban, Kaizen, TPM, Poka-Yoke, Jidoka, JIT and Heijunka were also involved. In addition, the lean model was applied mainly in the department of Cundinamarca and in the different company sizes with a small difference gap.

* Degree Work

**Faculty of Physical-Mechanical Engineering. School of Industrial and Business Studies. Director Néstor Raúl Ortíz Pimiento. Ph.D. in engineering.

Introducción

Diariamente las empresas manufactureras se enfrentan a un mercado cada vez más competitivo, por lo que se ven obligadas a innovar en sus estrategias adoptando nuevas técnicas de producción con la finalidad de mantenerse activos y competentes en el sector. Dichas técnicas deben resolver uno de los problemas más comunes presentados en los procesos productivos de estas empresas, el desperdicio, que consume recursos sin crear valor en el producto final. Un ejemplo de ello son los movimientos innecesarios de los trabajadores o de materia prima, debido a que solo se ocasiona un costo innecesario. Por ende, para enfrentar este desafío, se deben desarrollar estrategias operativas que trabajen en conjunto para ayudar a reducir costos y al mismo tiempo eliminar desperdicios para lograr la calidad del producto final. Aplicar lean manufacturing es una alternativa para lograr la calidad esperada reduciendo desperdicios con diferentes herramientas donde se persigue agregar valor para el cliente, por ello debe existir la integración completa de todas esas técnicas generando un cambio de pensamiento para que la filosofía lean sea duradera en el tiempo conduciendo al éxito y evitando regresar a las malas prácticas de fabricación.

Lean Manufacturing tiene su origen en el sistema de producción Just in Time (JIT) desarrollado en los años 50 por la empresa automovilística Toyota. Con la extensión del sistema a otros sectores y países se ha ido configurando un modelo que se ha convertido en el paradigma de los sistemas de mejora de la productividad asociada a la excelencia industrial. De forma resumida puede decirse que 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. (J. Hernández & Vizán, 2013, p.6)

Por otra parte, desde hace unos años la tendencia de aplicar la filosofía lea en Colombia ha ido aumentando. Sin embargo, aún existe gran número de pequeñas y medianas empresas incipientes con diversas problemáticas en sus procesos productivos, agregando que no tienen conocimiento de la existencia de la metodología y a las cuales les sería beneficiosa su implementación. Por lo expuesto, el propósito de esta revisión de la literatura es evidenciar el uso de las herramientas de manufactura esbelta en la mejora de sistemas y procesos en empresas del sector industrial colombiano que ya han adaptado esta filosofía en sus organizaciones. Así pues, se recopila la información en las diferentes tesis universitarias, en documentos científicos y no científicos, donde se expone la aplicación de la metodología, organizando la información recolectada en una matriz bibliográfica con los datos más relevantes de la implementación en diferentes empresas a nivel nacional, donde se incluye título, empresa donde fue aplicada la metodología, resumen, objetivos, metodologías, resultados y conclusiones. Finalmente se consolida esta información detallando las experiencias evidenciadas en la industria colombiana al implementar el modelo de gestión lean manufacturing por medio de un análisis comparativo de experiencias de los casos de estudio.

1. Cumplimiento de Objetivos

El cumplimiento de objetivos se evidencia en la siguiente tabla (Ver Tabla).

Tabla 1.

Cumplimiento de los Objetivos

Objetivo	Cumplimiento
Desarrollar un marco conceptual referente a la metodología de gestión lean manufacturing en las industrias.	Capítulo 5 (5.1.1)
Organizar la revisión de la literatura referente a la implementación del modelo de gestión lean manufacturing en empresas del sector industrial colombiano en una matriz bibliográfica teniendo en cuenta literatura gris y científica.	Apéndice A
Analizar los resultados de la revisión, clasificando e integrando los diferentes objetivos, metodologías, hallazgos y conclusiones relacionados con la implementación del modelo de gestión lean manufacturing en empresas del sector industrial colombiano.	Capítulo 5 (5.2.1)
Detallar las experiencias que se ha evidenciado en la industria colombiana al implementar el modelo de gestión lean manufacturing por medio de un análisis comparativo de experiencias de los casos de estudio.	Capítulo 5 (5.2.2)

2. Generalidades del Proyecto

A continuación, se describen las generalidades del proyecto, las cuales corresponden a: planteamiento y justificación del problema y los objetivos propuestos.

2.1 Planteamiento y Justificación del Problema

Actualmente las empresas industriales se enfrentan al reto de buscar e implantar nuevas técnicas organizativas y de producción que les permitan competir en un mercado global. El modelo de fabricación esbelta, conocido como Lean Manufacturing, constituye una alternativa consolidada y su aplicación y potencial deben ser tomados en consideración por toda empresa que pretenda ser competitiva (J. Hernández & Vizán, 2013, p.6).

Así pues, el modelo de gestión Lean manufacturing está orientado a la eliminación de desperdicios en los procesos buscando simultáneamente crear valor al producto beneficiando al consumidor final. Para ello esta filosofía de gestión permite afrontar de manera efectiva los problemas de costos, calidad y flexibilidad a través de herramientas integrales, métodos y principios.

En el contexto colombiano, las micro, pequeñas y medianas empresas (MiPymes) son representantes trascendentales en la reactivación de la economía, la producción nacional y el progreso competitivo del país. Según, el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), las MiPymes ayudan con el 35% del Producto Interno Bruto (PIB), generan el 80% del empleo y constituyen el 90% del sector productivo de Colombia; asimismo se evidencia un gran aporte en generación de empleo en el país (C. Hernández, 2018).

En este sentido, dentro de los factores que explican el aumento de la productividad de las empresas, el 65% corresponde a los esfuerzos internos que puede hacer cada compañía, como las ganancias por posicionamiento de productos y obtención de mayor participación en el mercado, y la mejora de procesos productivos o las prácticas gerenciales” (Consejo Privado de competitividad, 2017, p.24).

No obstante, las empresas, especialmente:

las Pymes, enfrentan diversas situaciones que restringen su productividad, tales como la dificultad para lograr el control de los procesos, la inexistencia estándares de calidad implementación, la generación de desperdicios en tiempo de producción y la inadecuada utilización de los equipos (Velásquez, 2003, p.8).

En consecuencia, en la gran mayoría de empresas, es poco común la implementación de prácticas de manufactura esbelta, haciéndolas ineficientes y poco competentes comparadas con aquellas empresas que sí han adoptado esta filosofía (Ballesteros & Universidad tecnológica de pereira, 2008). Se nota entonces la importancia de difundir esta herramienta en el ambiente de las MiPymes, esperando de esta manera aportar a la optimización de los procesos de las empresas del sector industrial colombiano. No obstante, existen documentos de tesis recientes con revisiones bibliográficas y literarias sobre la aplicación de lean en los diferentes tipos de empresas colombianas, pero estas se desarrollaron de forma general y están limitadas en cuanto información por la cantidad de documentos analizados.

Teniendo en cuenta lo descrito en el párrafo anterior, se considera necesario la realización de una revisión de la literatura para analizar las experiencias de implementación de las herramientas de Lean Manufacturing delimitándola al sector industrial colombiano con el fin de identificar y comparar dichas experiencias, y de ser posible, evaluar su impacto en términos de productividad mostrando la efectividad de este modelo. Igualmente se tendrá en cuenta no solo documentos científicos si no también la literatura gris existente con el fin de ampliar la información, dando así más profundidad a la revisión.

2.2 Objetivos

2.2.1 Objetivo General

Realizar una revisión de la literatura sobre la implementación del modelo de gestión lean manufacturing en empresas del sector industrial colombiano, con el fin de analizar las experiencias del modelo aplicado en la mejora de los procesos productivos.

2.2.2 Objetivo Específicos

Desarrollar un marco conceptual referente a la metodología de gestión lean manufacturing en las industrias.

Organizar la revisión de la literatura referente a la implementación del modelo de gestión lean manufacturing en empresas del sector industrial colombiano en una matriz bibliográfica teniendo en cuenta literatura gris y científica.

Analizar los resultados de la revisión, clasificando e integrando los diferentes objetivos, metodologías, hallazgos y conclusiones relacionados con la implementación del modelo de gestión lean manufacturing en empresas del sector industrial colombiano.

Detallar las experiencias que se ha evidenciado en la industria colombiana al implementar el modelo de gestión lean manufacturing por medio de un análisis comparativo de experiencias de los casos de estudio.

3. Marco de Referencia

3.1 Marco de Antecedentes

Un primer trabajo corresponde a Arrieta, Muñoz, et al (2011) quienes realizaron la “aplicación lean manufacturing en la industria colombiana: revisión de literatura en tesis y proyectos de grado”, en esta revisión se hace la recopilación de los proyectos de grado y tesis de las principales universidades del país en empresas industriales. Para ello, se escogieron algunas de las herramientas de manufactura esbelta como lo son: 5’S, SMED, Justo a Tiempo, Poka Yoke, seis sigma, VSM y fábrica visual, utilizando en su metodología tres pasos: definición de objetivos de su investigación, realización de búsqueda bibliográfica y selección de tesis y por último organización de la información haciendo un análisis bibliométrico de los resultados obtenidos. Después de realizar la investigación y revisar los proyectos se observó que la relación que existente entre sus herramientas es muy estrecha, además se vieron mejoras significativas en diversos aspectos para la mayoría de las empresas debido a la implementación de las herramientas de

manufactura esbelta. Todos estos factores representaron un incremento en la productividad, la utilidad, y una reducción de costos debido a disminución de tiempos y desperdicio. Lo anterior, conduce a que si se puede evidenciar un impacto después de la implantación de la metodología lean, que es justamente lo que se persigue este proyecto de grado. (J. Arrieta et al., 2011)

En un segundo trabajo perteneciente a Vargas (2018) titulado “Revisión documental sobre el impacto de la aplicación del modelo six sigma en pymes colombianas “donde se describe el estado actual de la literatura sobre el impacto generado por la implementación de Six Sigma en empresas a nivel mundial y en Colombia. Esta revisión se lleva a cabo mediante un análisis bibliométrico de publicaciones indexadas en Redalyc y Scopus con el fin de realizar un análisis comparativo de beneficios obtenidos al implementar dicho modelo. En consecuencia, se observa que en el contexto colombiano existe un aumento en el número de artículos publicados, en los cuales se hace referencia tanto a Six Sigma como a PYMES describiendo su evolución, evidenciándose así, la inclusión a través del tiempo de más herramientas. Por otra parte, en el marco comparativo entre la literatura publicada a nivel internacional y las investigaciones realizadas en Colombia, se permite establecer una lista de beneficios comunes entre empresas extranjeras y nacionales, siendo estos: mejoras en métricas de desempeño claves, reducción de tiempos, mejoras en calidad y aumento en la capacidad de proceso, el aumento de ventas y finalmente la reducción de costos. En vista de lo anterior, se deduce que en la actualidad ya existen numerosas empresas colombianas aplicando la filosofía lean y de las cuales se pueden detallar impactos positivos tras su implantación. (Vargas, 2018)

El tercer trabajo fue realizado por Gómez, Giraldo y Ocampo (2019), denominado “Revisión de herramientas de Lean Manufacturing para el mejoramiento continuo”, este es un artículo de revisión de documentación bibliográfica correspondiente al análisis de la metodología

de mejoramiento continuo, basada en las herramientas de Lean, con miras en reducción de desperdicio en todo sentido. Además, es un trabajo tipo monográfico donde se desarrollaron tres aspectos en su metodología: Búsqueda del material documental necesario para el desarrollo del objetivo donde se incluyen artículos y textos académicos de distintas universidades del país, presentación de los hallazgos derivados del análisis documental realizado y una elaboración de conclusiones pertinentes. Esta revisión documental permitió conocer la metodología de mejora continua, pudiendo relacionarla con cada una de las herramientas que permiten el alcance de los objetivos que propone, así como las variables que impacta dentro de las organizaciones para finalmente llegar a comparar la teoría con la realidad actual de una empresa. Así pues, no importa en qué parte del mundo este establecida una empresa, la metodología lean está diseñada para funcionar en diversos entornos, y es por ello que la revisión apuntara a captar tal éxito en la industria colombiana. (Gómez et al., 2019)

En un cuarto trabajo de Vargas y castaño (2020) llamado “Lean Manufacturing y la aplicación de esta herramienta en empresas colombianas” muestra una revisión bibliográfica de artículos, trabajos de grados y estudios de casos relacionados con temas de la filosofía LEAN tales como: JUST IN TIME, 5’S, KAIZEN, SISTEMAS SMED, KANBAN entre otros, implementados en empresas colombianas. La metodología de este trabajo se desarrolla mediante una búsqueda en bases datos de la biblioteca SANTIAGO CADENA COPETE con una ventana de observación de 5 años. Asimismo, se desarrollan tablas, que contienen, la revisión bibliográfica de acuerdo con cuatro herramientas seleccionadas. Los resultados obtenidos fueron 30 artículos, de los cuales fueron 11 de la Santiago Copete y del Google Scholar 19. Dando como resultado que las herramientas Lean, que más utiliza la industria colombiana son 5s, Kanban, Smed y Kaizen, logrando excelentes resultados en la eficiencia por la productividad en procesos. Entonces, se

muestra la continua adaptación del modelo en Colombia y que puede seguir creciendo de manera exponencial al manifestar los casos de éxitos que se han venido dando en los últimos años. (Vargas & Castaño, 2020). Este trabajo es un artículo donde solo desarrolla información de la biblioteca Santiago cadena copete y Google académico, omitiendo información que podría ser relevante para justificar el impacto de la filosofía lean en diferentes empresas, con enfoque en el sector industrial. De igual forma, este artículo no presenta clasificación en cuanto el tamaño de la empresa, la actividad económica y la región del país enfocándose únicamente en las herramientas del modelo de gestión.

3.2 Marco Teórico

3.2.1 Revisión de la Literatura

La revisión de la literatura es una etapa esencial de cualquier trabajo de investigación, ya que permite ubicar el estudio y sustentarlo teórica y conceptualmente a partir de lo que otros investigadores han escrito previamente sobre este tema. La cuestión, por lo tanto, es identificar las contribuciones más relevantes (pasadas y presentes) al objeto de investigación, así como identificar los conceptos y teorías clave que sirven para sustentar y comprender el problema y evaluar su supresión en un marco más general (Sabates & Sala, 2020, p.3).

Otros conceptos sobre las revisiones de la literatura las definen como:

La operación documental de recuperar un conjunto de documentos o referencias bibliográficas que se publican en el mundo sobre un tema, un autor, una publicación o un trabajo específico. Es una actividad de carácter retrospectivo que nos aporta información acotada a un periodo determinado de tiempo”.

También, se define la revisión bibliográfica como:

La selección de los documentos disponibles sobre el tema, que contienen información, ideas, datos y evidencias por escrito sobre un punto de vista en particular para cumplir ciertos objetivos o expresar determinadas opiniones sobre la naturaleza del tema y la forma en que se va a investigar, así como la evaluación eficaz de estos documentos en relación con la investigación que se propone (Girao, 2015).

Ahora bien, los principales pasos a considerar en el proceso de revisión de la literatura son:

- Diseñar la estrategia de búsqueda
- Identificar y seleccionar la literatura relevante
- Almacenar y registrar los resultados de búsqueda
- Modelar y organizar las referencias seleccionadas
- Analizar e interpretar los resultados de los artículos seleccionados (Sabates & Sala, 2020,

p.4).

Seguidamente, en la Tabla 2 se observa una forma tradicional de clasificación es la realizada que divide las revisiones en tres tipos: la revisión descriptiva, la revisión exhaustiva y la revisión evaluativa.

Tabla 2.

Tipos de Revisión de la Literatura

Tipo	Descripción
Descriptiva	Proporciona a los lectores una actualización sobre conceptos útiles en campos en constante cambio. Este tipo de revistas son muy útiles en la enseñanza y también serán de interés para muchas personas en campos relacionados.
Exhaustiva	Se trata de un artículo de bibliografía comentada, son trabajos bastante largos muy especializados y no ofrecen muy precisa a un profesional interesado en responder a una pregunta científica.
Evaluativa	Responde a una pregunta específica sobre aspectos etiológicos, diagnósticos, clínicos o terapéuticos.

Nota: Tomado de (Girao, 2015)

3.2.2 Modelo de gestión Lean Manufacturing

Lean manufacturing es un conjunto de principios y herramientas de gestión de la producción que busca la mejora continua a través de minimizar el desperdicio considerado este último como toda actividad que no agrega valor. Así pues, el objetivo de esta filosofía es desarrollar una cultura de cumplir con los requisitos del cliente a través de una

organización más eficiente a través de cambios en los procesos comerciales que mejoran la capacidad de respuesta al reducir el desperdicio, el costo y el tiempo (Sarria et al., 2017, p.53).

Los tres pilares básicos sobre los que se sustenta la gestión lean según (Sola, 2019, p.5) son:

- Enfoque y orientación plena hacia el cliente. Aportar valor real al cliente, dándole un producto o servicio que atienda su necesidad completamente, minimizando el coste, proporcionando exactamente aquello requiere, dónde y cuándo lo demande.
- Eliminación del despilfarro. Luchar sin tregua para detectar y eliminar el despilfarro (en japonés, MUDA), entendiendo el despilfarro como todas las actividades de un proceso que no aportan valor al cliente y que sí añaden coste. Todas las tareas que se realizan y no aprecia el cliente, sobran.
- Flexibilidad de los procesos. Los procesos han de adaptarse y responder ágilmente a la demanda del mercado y sus cambios, tanto en términos de tipo de producto (diseño) como de capacidad (escalabilidad) o plazos de entrega (rapidez)

En la praxis, también se podría precisar cinco fases durante el proceso de implementación de la filosofía Lean manufacturing dentro de una organización según la fuente de información (Blog CEUPE, n.d.).

Fase de diagnóstico: Es la etapa donde el equipo responsable estudia, analiza y recoge datos reales de la situación inicial de la planta. Con esta información, se establecen directrices y luego se elabora el VSM con el propósito de reconocer las oportunidades de mejora y optimización.

Fase de elaboración del plan de mejora: Corresponde a la etapa en la cual se planifica y se establecen los objetivos principales de la propia implantación. Esta planificación debe incidir sobre los siguientes puntos:

- Enumeración de los recursos humanos y materiales, necesarios para llevar a cabo el proyecto de implantación de la filosofía lean en la organización.
- Determinación de indicadores para lleva a cabo un apropiado seguimiento del proyecto.
- Comprobación y posibles correcciones en la estructura de mando de la planta. Reestructuración de responsabilidades y/o funciones de los integrantes.
- Asimilación por parte de los colaboradores sobre la importancia de los sistemas de información en los que se basará el funcionamiento de la planta.

Fase de lanzamiento: En esta fase se empiezan con los cambios más significativos a lo largo de toda la línea productiva. Comenzando por las técnicas más sencillas como lo son las 5S, SMED y TPM. Las otras herramientas se irán aplicando de acuerdo a las oportunidades halladas en el VSM.

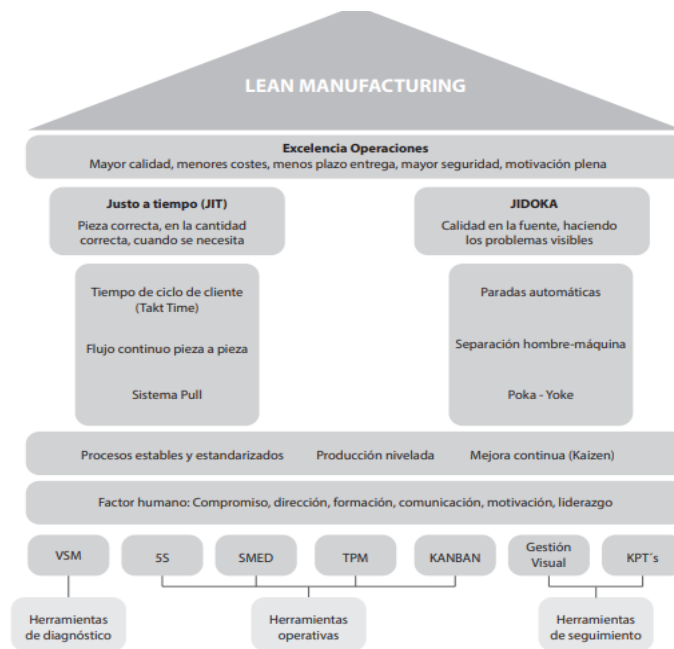
Fase de estabilización y estandarización de mejoras: Esta es la parte del proceso de implementación donde se comienzan a realizar los grandes cambios y metodologías, Según lo establecido durante la fase anterior.

Fase obtención de resultados Lean: Para finalizar, Se comienza a producir con la filosofía Lean ya implementada (JIT y sistema Pull), con el propósito de nivelar la producción y mantener los estándares de calidad. Para esto, se implementan otras técnicas más complejas como: Jidoka, Heijunka y Kanban.

Dentro de los aspectos fundamentales de las prácticas lean, es importante destacar la estructura del sistema de producción según la disposición de los pilares lean que se determinaron en lo cual se conoce como la Casa Toyota, la que ha sido adaptada para una más amplia comprensión de las dimensiones que en ella se consideran (Figura 1)

Figura 1.

Adaptación de la Casa Toyota



Nota: Tomado de Sarria, M., Fonseca, G., & Bocanegra, C. (2017). Modelo metodológico de implementación de lean manufacturing. *Revista EAN*, 83, 51–71

Todos estos elementos de la casa se construyen aplicando una serie de tecnologías como Herramientas de Diagnóstico: VSM (Value Stream Map), Herramientas Operacionales: 5S, SMED, Kanban, TPM, Herramientas de Monitoreo: KPIs y Gestión Visual. Sin embargo, hay que tener en cuenta que esta opción es muy flexible y no todas las empresas la utilizan de la misma forma, ya que utilizarán un conjunto de herramientas u otras según su capacidad, tipo y capacidad, metas a corto plazo.

3.2.3 Sector Industrial

Este sector incluye unidades económicas destinadas principalmente a la transformación mecánica, física o química de materiales o materiales para crear nuevos productos; montaje en masa de piezas y componentes manufacturados; reconstrucción integral de maquinaria industrial, comercial, de oficina y otros equipos, y acabado de productos fabricados mediante tintura, tratamiento térmico, recubrimiento y procesos similares. Asimismo, aquí se incluyen mezclas de productos para diferentes productos, tales como aceites, lubricantes, plásticos y fertilizantes. El trabajo de torneado se puede realizar en lugares como fábricas, molinos, talleres, maquiladoras o casas particulares (Equipo editorial, 2021).

A juzgar por su posicionamiento dentro de la cadena de producción de bienes de la economía, podemos establecer tres tipos para este sector de acuerdo con (Equipo editorial, 2021) enumeradas a continuación

- Tradicional. Que convierte la materia prima en productos listos para su comercialización y consumo final.
- Intermedias. Que fabrican bienes semielaborados para alimentar otras industrias manufactureras, como piezas para el ensamblado.
- Mecánicas. Cuyo producto final son herramientas y maquinarias necesarias para los procesos industriales de otros tipos, sean o no del sector secundario.
- Residuales. Que emplean como materia prima los sobrantes y residuos de otros procesos industriales.

De los anteriores tipos para esta industria, resultan varios subsectores dependiendo de su actividad económica como lo son: Sector textil y confecciones, sector Alimentos. sector plásticos o derivados del petróleo, sector fabricación de productos de vidrio, cristal o porcelana, sector químico, sector productos de construcción, sector Metalmecánico, sector fabricación de maquinaria y equipos, sector gráfico, entre otros.

3.3 Marco Conceptual

3.3.1 Introducción a Lean Manufacturing

Lean es un sistema multidimensional que afecta específicamente la disposición de residuos aplicando diferentes técnicas. Lean supone un cambio cultural en la organización de la empresa con el fuerte compromiso de la dirección de la empresa que decidió implementarlo. En estas circunstancias, es difícil hacer un esquema simple que refleje

muchos pilares, los fundamentos, principios, técnicas y métodos, dado que varían dependiendo la fuente que los describa (J. Hernández & Vizán, 2013, p. 16).

3.3.1.1 Principios de lean Manufacturing. Los principios más frecuentes asociados al sistema, desde el punto de vista del “factor humano” y de la manera de trabajar y pensar, según (J. Hernández & Vizán, 2013, p. 19,20) son:

Tabla 3.

Principios de Lean Manufacturing

1	Trabajar en la planta y comprobar las cosas in situ.
2	Formar líderes de equipos que asuman el sistema y lo enseñen a otros.
3	Interiorizar la cultura de “parar la línea”.
4	Crear una organización que aprenda mediante la reflexión constante y la mejora
5	continua.
6	Desarrollar personas involucradas que sigan la filosofía de la empresa.
7	Respetar a la red de suministradores y colaboradores ayudándoles y proponiéndoles retos.
8	Identificar y eliminar funciones y procesos que no son necesarios.
9	Promover equipos y personas multidisciplinarios.
10	Descentralizar la toma de decisiones.
11	Integrar funciones y sistemas de información.
12	Obtener el compromiso total de la dirección con el modelo Lean.

A estos principios hay que añadir los relacionados con las medidas operacionales y técnicas a usar:

- Crear un flujo de proceso continuo que visualice los problemas a la superficie.
- Utilizar sistemas “Pull” para evitar la sobreproducción.
- Nivelar la carga de trabajo para equilibrar las líneas de producción.
- Estandarizar las tareas para poder implementar la mejora continua.
- Utilizar el control visual para la detección de problemas.
- Eliminar inventarios a través de las diferentes técnicas JIT.
- Reducir los ciclos de fabricación y diseño.
- Conseguir la eliminación de defectos.comercialización inmediata a través de distribuidores y otros mecanismos que los aproximan a sus públicos consumidores.

3.3.1.2 Herramientas de Lean Manufacturing.

Lean Manufacturing se materializa en la práctica a través de la aplicación de una amplia variedad de técnicas, muy diferentes entre sí, que se han ido implementado con éxito en empresas de muy diferentes sectores y tamaños. Estas técnicas pueden implantarse de forma independiente o conjunta, atendiendo a las características específicas de cada caso. La mejor manera de obtener una visión simple, organizada y cohesiva de las técnicas más importantes es agruparlas en tres grupos diferentes, conforme a (J. Hernández & Vizán, 2013, p. 33), descritos a continuación.

El primer grupo estará formado por personas cuyas características, claridad y realismo las hagan aplicables a cualquier empresa/producto/industria. A continuación, se enlistan.

- Las 5S. Técnica utilizada para la mejora de las condiciones del trabajo de la empresa a través de una excelente organización, orden y limpieza en el puesto de trabajo.(J. Hernández & Vizán, 2013)

- SMED. Sistemas empleados para la disminución de los tiempos de preparación. • Estandarización. Técnica que persigue la elaboración de instrucciones escritas o gráficas que muestren el mejor método para hacer las cosas. (J. Hernández & Vizán, 2013)

- TPM. Conjunto de múltiples acciones de mantenimiento productivo total que persigue eliminar las perdidas por tiempos de parada de las máquinas. (J. Hernández & Vizán, 2013)

- Control visual. Conjunto de técnicas de control y comunicación visual que tienen por objetivo facilitar a todos los empleados el conocimiento del estado del sistema y del avance de las acciones de mejora.(J. Hernández & Vizán, 2013)

El segundo grupo lo formarán las herramientas, que, aunque se aplican a cualquier situación, estas requieren un mayor compromiso y un cambio de cultura por parte de personas, mandos, mandos intermedios y mandos directos.

- Jidoka. Técnica basada en la incorporación de sistemas y dispositivos que otorgan a las máquinas la capacidad de detectar que se están produciendo errores.(J. Hernández & Vizán, 2013)

- Técnicas de calidad. Conjunto de técnicas proporcionadas por los sistemas de garantía de calidad que persiguen la disminución y eliminación de defectos.(J. Hernández & Vizán, 2013)

- Sistemas de participación del personal (SPP). Sistemas organizados de grupos de trabajo de personal que canalizan eficientemente la supervisión y mejora del sistema Lean.(J. Hernández & Vizán, 2013)

El conjunto final incluirá tecnologías más específicas destinadas a modificar la forma en que se planifican, programan y controlan las instalaciones de producción y las cadenas de suministro. En comparación con las herramientas anteriores, son más avanzadas, ya que requieren recursos especializados para su implementación:

- Heijunka. Conjunto de técnicas que sirven para planificar y nivelar la demanda de clientes, en volumen y variedad, durante un periodo de tiempo y que permiten a la evolución hacia la producción en flujo continuo, pieza a pieza. (J. Hernández & Vizán, 2013)
- Kanban. Sistema de control y programación sincronizada de la producción basado en tarjetas.(J. Hernández & Vizán, 2013)

3.3.1.3 Otros conceptos relacionados

3.3.1.3.1 Desperdicio.

De acuerdo con el diccionario un desperdicio es el mal aprovechamiento que se realiza de alguna cosa o de alguien. Como segunda acepción, un desperdicio también es aquel residuo o desecho de algo, más popularmente conocido como basura.

En consonancia con la definición académica, en lean manufacturing se entiende como desperdicio aquellos procesos o actividades que usan más recursos de los estrictamente necesarios (Gisbert, 2015).

3.3.1.3.2 Balanceo de Línea. “Es un proceso a través del cual, con el tiempo, se van distribuyendo los elementos del trabajo dentro del proceso en orden, para que alcancen el takt time. El balanceo de línea ayuda a la optimización del uso del personal” (Villaseñor & Galindo, 2007)

3.3.1.3.3 Tiempo de ciclo. “Es qué tan frecuente una parte o producto es terminado en un proceso, en un determinado tiempo. También, el tiempo que le toma a un operador ir a través de todos sus elementos de trabajo antes de que los repita” (Villaseñor & Galindo, 2007)

3.3.1.3.4 Valor agregado.

El monto por el cual el valor de un producto se incrementa en cada etapa de su producción, excluyendo los costos iniciales. La diferencia entre lo que cuesta poner un producto de determinadas características en el mercado y lo que el cliente está dispuesto a pagar por él, o lo que éste percibe como valor (Salvador, 2016).

4. Desarrollo Metodológico

Para el debido desarrollo del plan propuesto es necesaria la realización de una metodología de carácter cualitativo, con un alcance exploratorio descriptivo basada en casos de estudio, la cual estará sustentada por una revisión a la literatura. En consecuencia, para su construcción se programan tres fases en el procedimiento: Descriptiva, Constructiva e interpretativa.

Tabla 4.*Metodología del Proyecto*

Objetivo Especifico	Fase
Desarrollar un marco conceptual referente a la metodología de gestión lean manufacturing en las industrias.	Fase 1: Descriptiva
Organizar la revisión de la literatura referente a la implementación del modelo de gestión lean manufacturing en empresas del sector industrial colombiano en una matriz bibliográfica teniendo en cuenta literatura gris y científica.	Fase 2: Constructiva
Analizar los resultados de la revisión, clasificando e integrando los diferentes objetivos, metodologías, hallazgos y conclusiones relacionados con la implementación del modelo de gestión lean manufacturing en empresas del sector industrial colombiano.	Fase 3: Interpretativa
Detallar las experiencias que se ha evidenciado en la industria colombiana al implementar el modelo de gestión lean manufacturing por medio de un análisis comparativo de experiencias de los casos de estudio.	Fase 3: Interpretativa

4.1 Fase 1: Descriptiva

4.1.1 Clarificación de Conceptos: La investigación en diferentes fuentes bibliográficas sobre el modelo de gestión lean manufacturing permite realizar una contextualización al tema, desarrollando así:

Un marco conceptual, el cual es un intento por caracterizar todos aquellos elementos que intervienen en el proceso de la investigación; a través de la revisión de publicaciones de varios autores y teorías se busca encontrar a aquellas definiciones, conceptos y líneas para enmarcar la investigación e interpretar los resultados y las conclusiones que se alcanzan. El problema, además de definir conceptos de información, es también utilizar una

definición apropiada para el nivel y el propósito de la investigación que se realice (de la cruz, 2009).

En consecuencia, con la intención de enmarcar el tema de la revisión, primeramente, se realiza un análisis bibliométrico en la base de datos Scopus con la siguiente ecuación:

- (TITLE (“lean manufacturing”) AND TITLE-ABS-KEY (concepts))

Dicha búsqueda arrojó 256 documentos en los años 2000-2021, a partir de esta información se seleccionan diversos documentos para construir el marco conceptual.

4.1.2 Identificación de la Necesidad

En esta etapa se desarrolla la visión para la investigación, la cual comienza en el reconocimiento de una necesidad, un problema, o una oportunidad para mejorar las condiciones existentes, por lo tanto, es preciso identificar los ítems a estudiar, para determinar la necesidad de una revisión que contribuya significativamente a la comunidad científica. Ahora bien, se formula la pregunta de investigación ¿Qué impacto genera la implementación del modelo de gestión lean manufacturing en el mejoramiento de los procesos productivos en empresas del sector industrial colombiano? Identificando como necesidad el reconocer que el implemento de la manufactura esbelta puede ayudar a empresas micro, pequeñas y medianas a lograr continua mejora y optimización del sistema de producción mediante la eliminación de desperdicios y actividades que no suman ningún tipo de valor al proceso, aportando así información a la comunidad científica sobre las herramientas más utilizadas actualmente en el entorno colombiano, sumado con el porcentaje de empresas según la actividad económica, el tamaño y ubicación donde se está

llevando a cabo la implementación de esta metodología. Se busca dar cumplimiento a esta necesidad con base en literatura científica y gris.

4.1.3 Desarrollo de un Protocolo de Revisión

De acuerdo con lo planteado en la etapa anterior, se procede a consultar literatura científica y literatura gris sobre la implementación del modelo en diferentes empresas industriales colombianas puntualizando en sus beneficios, estrategias y resultados obtenidos después de dicha implementación del modelo. Para ello, se utilizaron las palabras “implementación”, “manufactura esbelta”, “Sector industrial”, “Colombia”. Así mismo, se tuvieron en cuenta criterios de inclusión y exclusión aumentando la probabilidad de obtener documentos más pertinentes para la investigación. (Ver Tabla 5)

Tabla 5.

Criterios de Inclusión y Exclusión

Criterio	Descripción
Inclusión	<ul style="list-style-type: none"> • Tipo de investigación: Experimental evidenciando el uso de las herramientas lean y las mejoras obtenidas dentro del sector industrial colombiano. (Artículos, revisiones bibliográficas, tesis, casos de estudio, videos) • Documentos en idioma inglés y español • Periodo de la publicación: entre el año 2011 y el año 2021 • País: Colombia

Criterio	Descripción
Exclusión	<ul style="list-style-type: none"> • Documentos fuera del intervalo de tiempo establecido. • Documentos que no cuenten con las palabras clave determinadas en las ecuaciones de búsqueda. • Documentos fuera del intervalo de tiempo establecido • Documentos repetidos en las diferentes bases de datos

Para esta revisión de literatura se seleccionaron las bases de datos Scopus, Scielo, Dialnet, Biblioteca de la Universidad industrial de Santander para la literatura científica, y para la literatura gris y Google académico. Por consiguiente, se obtienen documentos de las anteriores fuentes con ayuda de la ecuación de búsqueda, la cual permite una formulación estructurada de las expresiones de búsqueda que se adaptan a la necesidad de la investigación. Así pues, se emplean los términos mencionados anteriormente junto con los conectores booleanos y utilizando filtros con los cuales los resultados alcanzados son más concretos.

A continuación, se muestran las ecuaciones de búsqueda establecidas para las diferentes bases de datos

- ALL (Implementación Lean Manufacturing) OR ALL (Aplicación Lean Manufacturing) AND ALL (sector industrial) AND ALL (Colombia)

- ALL (Lean Manufacturing implementation) OR ALL (application Lean Manufacturing) AND ALL (industrial sector) AND ALL (Colombia)

- ALL (Lean Manufacturing) AND ALL (industrial sector) AND ALL (Colombia)

Tras evaluar las anteriores ecuaciones en los buscadores se obtuvieron 9 documentos en Scopus, 10 en Scielo, 10 en la base de datos de la universidad industrial de Santander, 8 en Dialnet y 36 en Google Academic dando un total de 73 documentos.

Cabe aclarar, que existen muchos más documentos, pero estos están restringidos para su visualización, por tanto, se delimito esta revisión a 73 documentos dentro de los cuales 14 de ellos son revisiones sistemáticas o de literatura y los otros 58 son implementaciones de la filosofía a empresas del sector industrial.

4.1.4 Clasificación de Documentos para la Revisión

Se procede a realizar una matriz bibliográfica a partir de la revisión bibliográfica referente a la implementación del modelo lean manufacturing en empresas del sector industrial colombiano, clasificando el material preseleccionado, teniendo en cuenta el título, resumen, objetivos, metodologías, resultados y conclusiones de acuerdo con la pertinencia en el trabajo. Se definió este método de organización para la información, dado que al consolidarse en forma de catálogo permite un análisis cómodo y factible para evidenciar las experiencias resultantes al efectuar la metodología de la manufactura esbelta. Este instrumento fue diseñado en Microsoft Excel donde se inventariaron todos los textos que conformaron la búsqueda y sobre el cual se aplicaron los filtros de selección.

4.2 Fase 2: Constructiva***4.2.1 Análisis de la revisión***

En esta subetapa se realiza una lectura crítica y minuciosa de los documentos registrados en la matriz bibliográfica, haciendo énfasis en los textos más relevantes, y con más utilidad para la aplicación en la investigación de la implementación del modelo lean manufacturing en las empresas industriales colombianas. Posterior a la lectura, se hace un análisis de la matriz clasificando la información en cuatro variables: tipo de actividad económica, tamaño de la empresa, ubicación de la empresa y año de implementación del modelo de gestión.

4.2.2 Reporte

Finalmente, se construye un análisis comparativo de experiencias de los casos de estudio detallando las experiencias evidenciadas en la industria colombiana al implementar el modelo de gestión lean manufacturing. Lo anterior, con el fin de identificar aquellas herramientas o metodologías seguidas por las empresas para mejorar sus procesos productivos.

4.3 Fase 3: Interpretativa***4.3.1 Consolidación de resultados***

Se hace la construcción de las conclusiones a partir de los resultados alcanzados en la investigación realizada con la información previamente extraída del análisis de la matriz y el análisis comparativo de los casos de estudio.

4.3.2 Realización informe final

Por último, con toda la información relevante estructurada, analizada y caracterizada resultante de las dos anteriores fases, se elabora un informe académico donde se sintetiza los hallazgos y conclusiones sobresalientes de la investigación.

5. Resultados de la Revisión

5.1 Resultados Fase Descriptiva

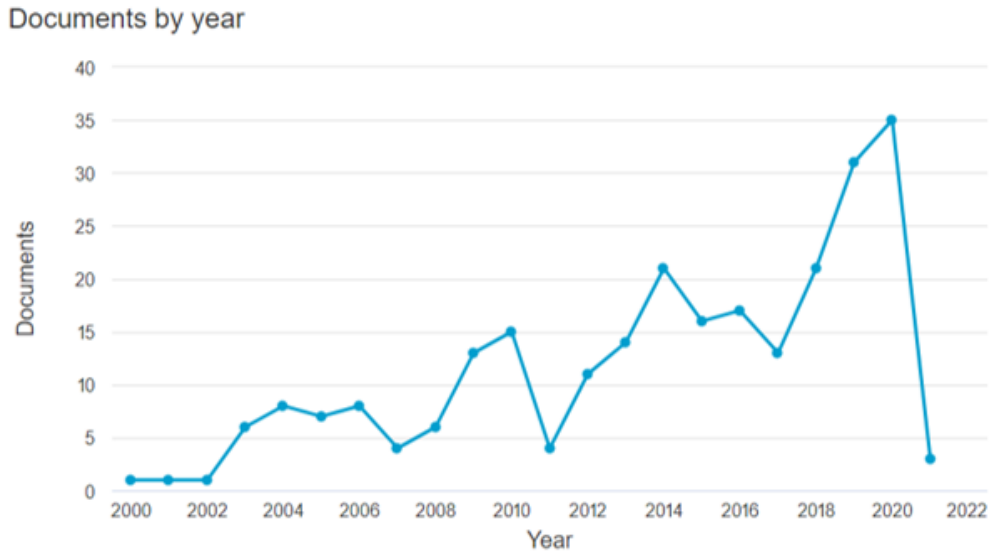
5.1.1 Análisis Bibliométrico

Para determinar la disponibilidad de documentos para el estudio en este proyecto y antes de construir la revisión literaria, es importante generar una contextualización del modelo de gestión de lean manufacturing. Siendo consecuente con los anterior y con el propósito de evaluar la actividad científica respecto a los conceptos y teoría sobre lean manufacturing se realizó un análisis bibliométrico en la base de datos Scopus. La Figura 2 muestra los resultados de la búsqueda avanzada de documentos con la palabra clave “lean manufacturing” y “concepts” haciendo uso del operador booleano AND quedando así la ecuación de búsqueda; (TITLE ("lean manufacturing") AND TITLE-ABS-KEY (concepts)). Con dicha ecuación se encontraron 256 documentos en los años 2000-2021. En este análisis se tuvieron en cuenta los siguientes indicadores bibliométricos: cantidad de publicaciones realizadas por áreas de estudio, el número de publicaciones por año, los

países para los cuales se presenta un mayor número de publicaciones y la participación de cada uno de los tipos de publicaciones realizadas.

Figura 2.

Lean Manufacturing (LM) - concepts. Resultados

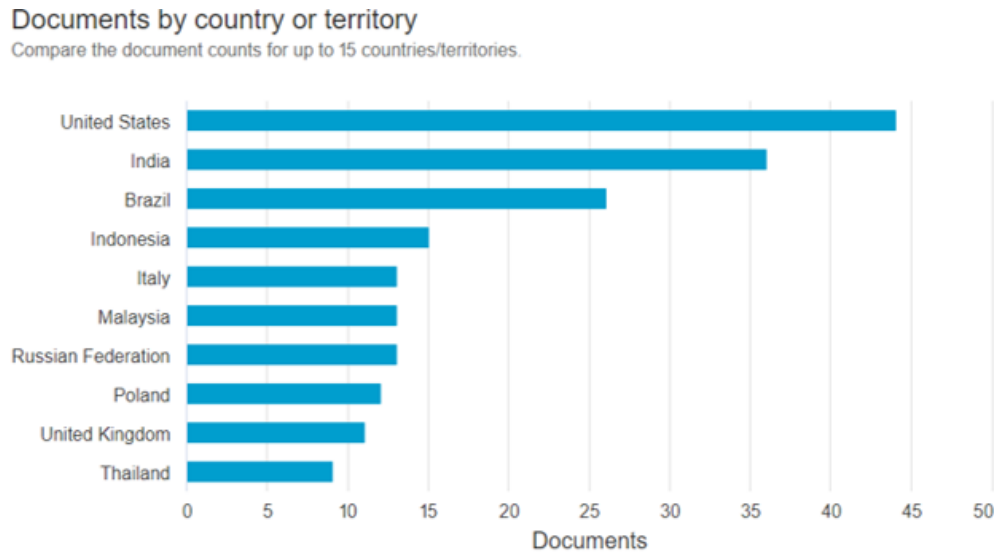


Nota: Tomado de Scopus, 2021

En los documentos producidos por año, se evidencia un crecimiento constante a lo largo de los años exceptuando el 2011, 2015, 2016 y 2017 donde se evidencia en la gráfica un decrecimiento. Así mismo, el año donde más se publicaron documentos relacionados con los conceptos de la metodología lean fue en 2010-2020, mostrando así un aumento en el interés por esta filosofía en los últimos años. (Ver Figura 3).

Figura 3.

Análisis de Resultados. LM-Concepts. Por país

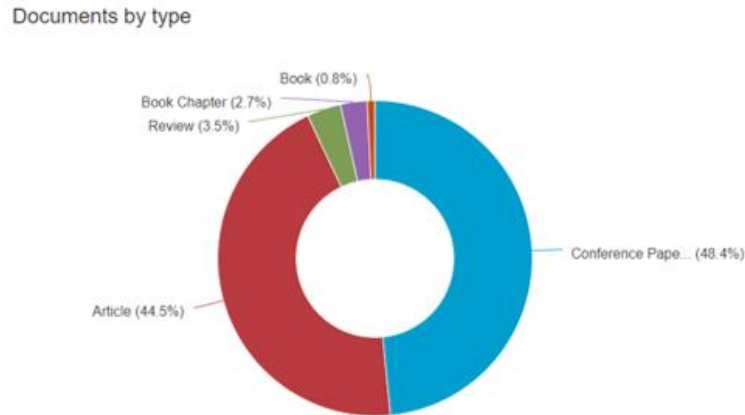


Nota: Tomado de Scopus, 2021

El país con más investigación en relación con la teoría sobre lean manufacturing es Estados Unidos con 44 referencias de los 256 resultados, seguido por la india con 36 referencias, Brasil con 26 referencias, indonesia con 15 referencias, Italia, Malasia y la federación rusa con 12 referencias cada una, Polonia con 12 referencias, Reino Unido con 11 referencias, Tailandia con 9 referencias, Los demás países tienen menos referencias comparados con los anteriormente mencionado. (Ver Figura 4).

Figura 4.

Análisis de Resultados LM-Concepts. Por Tipo de Documento

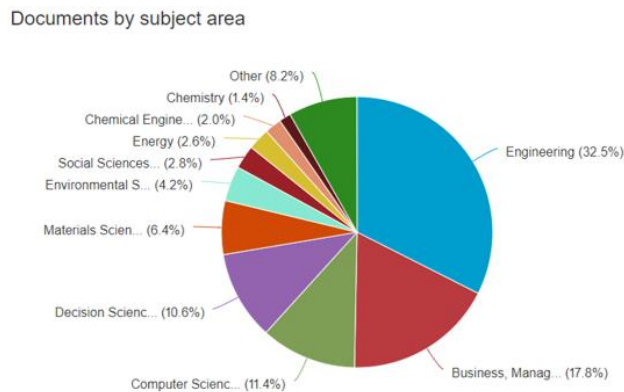


Nota: Tomado de Scopus, 2021

En el análisis de resultados por tipo de documento se registra mayor participación en los documentos de sesión (48.4%) seguido de los artículos (44.5%) y finalmente en inferior participación las revistas (3.5%), los capítulos de libro (2,7%) y libros (0,8%). (Ver Figura 5).

Figura 5.

Análisis de Resultados LM-Concepts. Por Área Temática



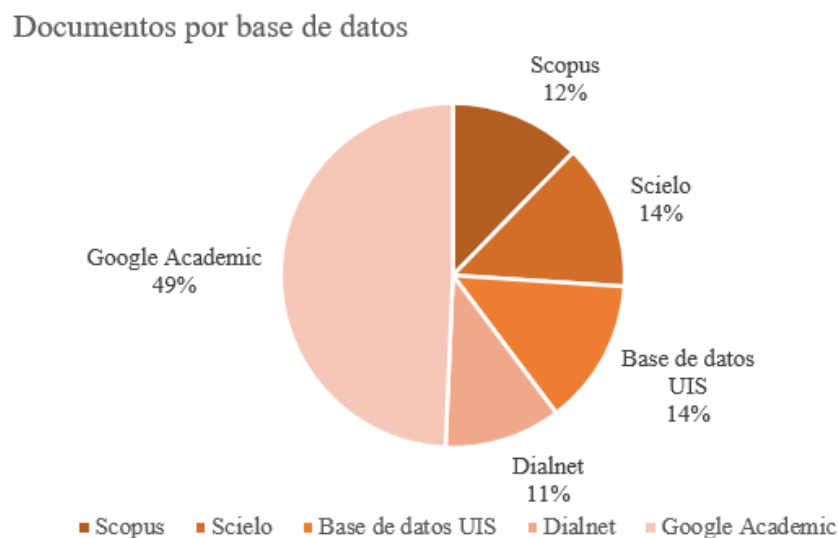
Nota: Tomado de Scopus, 2021

Complementario a la figura 3 se muestra las diferentes áreas temáticas en las cuáles se ha realizado estos estudios, siendo la principal ingeniería (32.5%), y de menor porcentaje ciencias de la computación (11.4%) seguida por la categoría ciencias de la decisión (10.6%), otros (8.2%), ciencia de los materiales (6.4%), Ciencias Ambientales (4.2%), Ciencias Sociales (2.8%), Energía (2.6%), Ingeniería Química (2.0%), y Química (1.4%). Figura 5.

Ahora bien, para iniciar la ejecución de la revisión de la literatura se debe dar cumplimiento al segundo objetivo establecido en este trabajo, donde se buscarán documentos que expongan la aplicación de lean manufacturing en el sector industrial colombiano y en este sentido lograr efectuar el cuarto objetivo donde se detallarán las experiencias evidenciadas tras la implementación de esta metodología. A continuación, se muestra la cantidad de documentos disponibles en las bases de datos.

Figura 6.

Clasificación de Documentos según Base de Datos



En la Figura 6 se evidencia lo sobresaliente e importante que es la literatura gris para la construcción de esta revisión sistemática, obteniendo así un 49% en Google Academic, un 14% en la base de datos UIS y Scielo, un 12% en Scopus y finalmente un 11% en Dialnet.

5.1.2 Matriz Bibliográfica

En una matriz bibliográfica construida en Microsoft Excel se reseñaron un total de 73 documentos de diverso tipo de material: artículos de revista, trabajos de investigación, trabajos de pregrado y posgrado considerando un total de 14 revisiones bibliográficas y 59 documentos de aplicación en casos de estudio a organizaciones. La matriz contiene título, autores, empresa, título de la fuente, año, resumen, objetivos, metodología, resultados y conclusiones. (Ver Apéndice A)

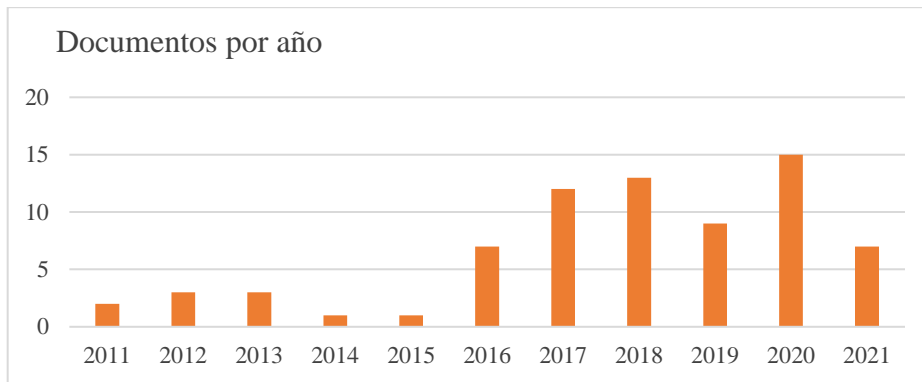
5.2 Resultados Fase Constructiva

5.2.1 Análisis de la Matriz Bibliográfica

Se analizó la información consolidada en la matriz bibliográfica donde se clasificaron los documentos teniendo en cuenta cuatro factores: Año en el cual se llevó a cabo la investigación, tipo de actividad económica de las empresas (aplica para casos de estudio que tienen una implementación directa con la metodología), así como el tamaño de dicha empresa, y la ubicación por ciudades y departamentos de Colombia. A continuación, se presentan los resultados.

Figura 7.

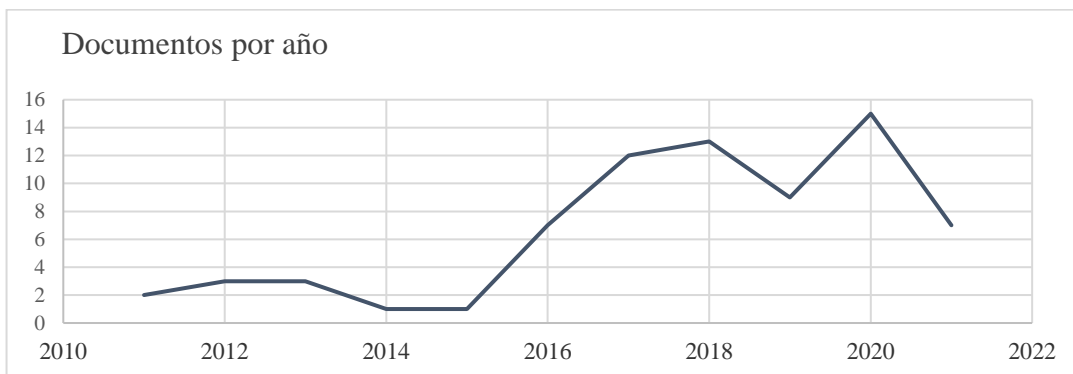
Distribución de Documentos por Año de Publicación



La investigación se delimitó a una ventana de 10 años, desde el año 2011 hasta el presente año. En consecuencia, en la Figura 7 se evidencia dos casos documentados sobre la implementación de la metodología en el año 2011, tres en el 2012 y 2013, una en los años 2014 y 2015, siete en el 2016, doce documentos en el 2017, trece en el 2018, y luego descendió a nueve para el 2019. Sin embargo, en el año 2020 el número ascendió a los quince documentos. Finalmente, para el año 2021 se registraron un total de siete documentos.

Figura 8.

Tendencia de Crecimiento de la Aplicación de Lean en Colombia

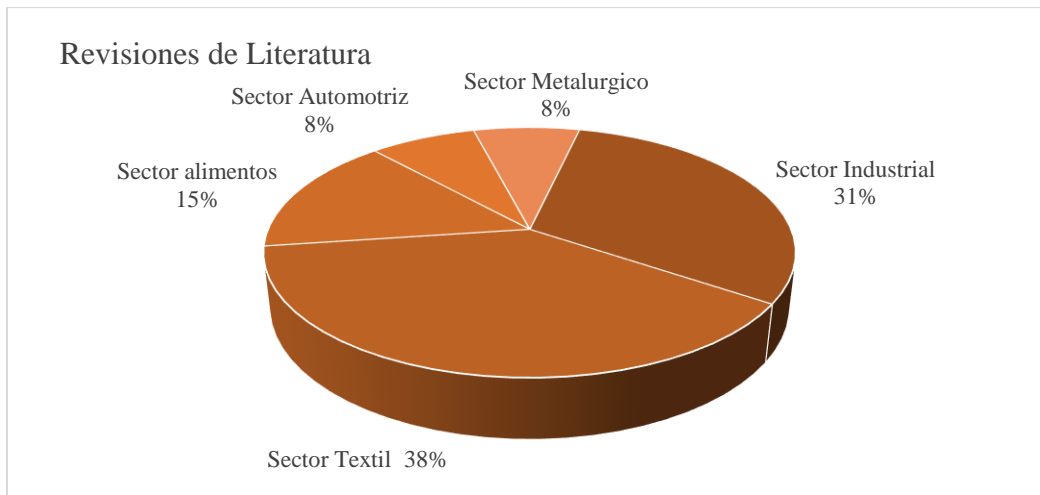


La anterior figura muestra el crecimiento continuo que ha tenido la aplicación del modelo de gestión en las empresas del sector industrial colombiano en los últimos 10 años. Desde el año 2015 al 2018 hay un significativo incremento de casos documentados, y aunque se observa un descenso en el año 2019, en el año 2020 ya existen más casos registrados. Cabe aclarar que no es posible obtener información concreta para el año 2021, dado que hasta el año siguiente se publica más información de investigaciones realizadas en ese año.

Seguidamente, se muestra una clasificación de las revisiones bibliográficas encontradas dentro de los 73 documentos sobre la manufactura esbelta en Colombia y los diferentes sectores productivos que se vieron involucrados en dichas investigaciones.

Figura 9.

Distribución de Revisiones Bibliográficas por Sector



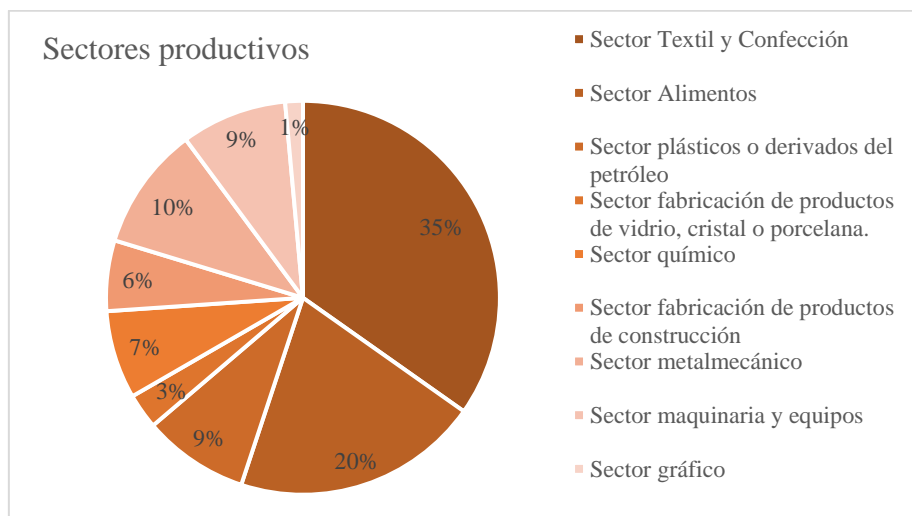
Según la Figura 9, el 31% de las revisiones fueron hechas en diversas empresas del sector industrial colombiano, el 38% corresponde al sector textil en diferentes partes del país, existen algunas investigaciones que se realizaron a empresas en la ciudad de Medellín. El sector de

alimentos comprende un 15%, donde las revisiones abarcaron empresas situadas en la ciudad de Bogotá y en procesadoras de café de todo el país. Por último, un 8% le concierne a cada uno de los siguientes sectores: Automotriz y Metalúrgico en la región del Atlántico.

Los casos de estudio se distribuyeron según el proceso productivo que lleve cada una de las organizaciones implicadas en esta revisión. (Ver Figura 10)

Figura 10.

Distribución de Documentos por Sectores Productivos



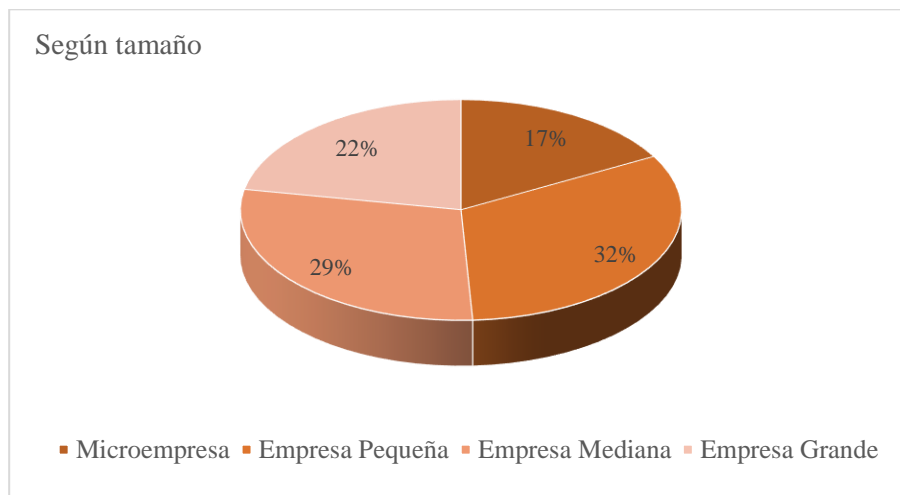
De acuerdo con la figura anterior, se evidenció que el mayor porcentaje de empresas con aplicación de la filosofía lean es el sector textil y confección con un 35%, seguido del sector alimenticio con un 20%. El sector metalmecánico comprende un 10%, posterior están los sectores de fabricación de maquinaria y equipos, así como la fabricación plásticos o derivados del petróleo con un 9% para cada uno de ellos. El 7% le concierne al sector químico y el 6% para el sector de fabricación de productos de construcción. Entre los sectores con menos participación en esta

revisión está la fabricación de productos de vidrio, cristal o porcelana y el sector gráfico con un porcentaje de 3% y 1% respectivamente.

En la revisión de literatura se tuvieron en cuenta no solo las Pymes sino también las grandes empresas. Así pues, para esta clasificación se tuvieron en cuenta dos elementos el número de empleados y los ingresos que posee cada una. En consecuencia, La microempresa: Personal no superior a 10 trabajadores. Pequeña Empresa: Personal entre 11 y 50 trabajadores. Mediana Empresa: Personal entre 51 y 200 trabajadores. Por último, Grande Empresa: Personal superior a los 200 trabajadores. En cuanto los ingresos el máximo para las microempresas es \$1.535 millones, hasta \$14.781 son pequeñas, y por debajo de \$74.066 millones medianas. Ingresos por encima de este último valor se consideran de una gran empresa. A continuación, se exponen los resultados de la implementación de la metodología Lean en los diferentes tipos de empresa según su tamaño.

Figura 11.

Distribución de Documentos por Tamaño de Empresa

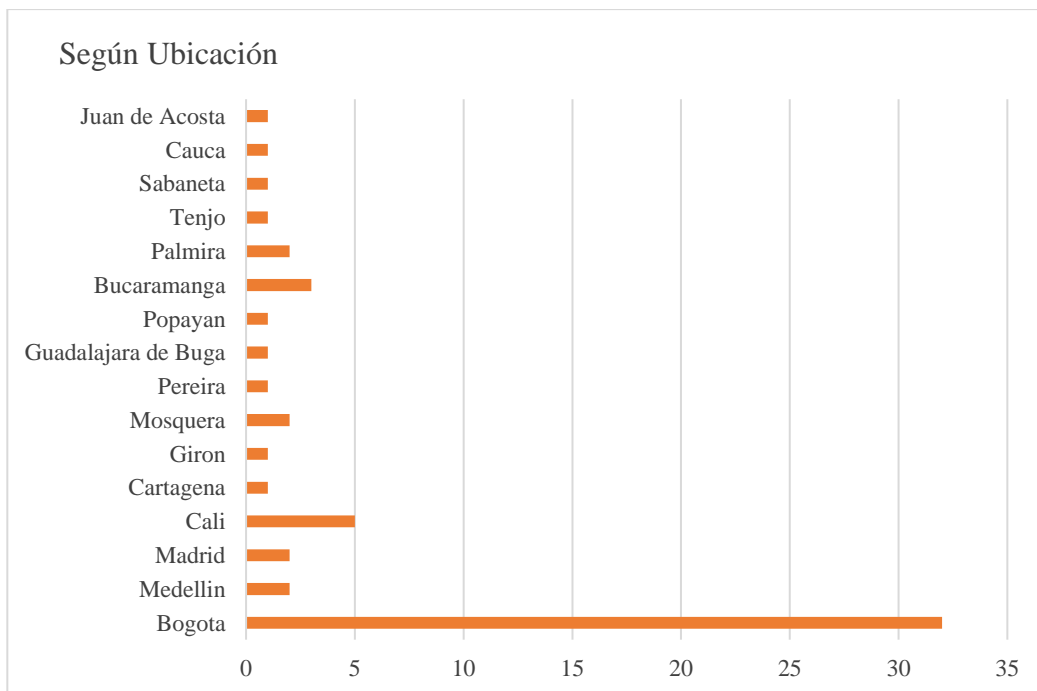


Se evidenció que la principal implementación de la metodología Lean estuvo presente en la pequeña empresa con un 32%, seguido de la mediana empresa con un 27%. Las grandes empresas abarcaron un porcentaje del 22% y, por último, pero no menos importante la microempresa con un valor del 17%. En conclusión, no existe una gran brecha de diferencia en la aplicación de la filosofía entre los diferentes tipos de empresa como se observó en la figura anterior.

Otro punto estudiado, es la respectiva ubicación de las empresas que hacen parte de los casos de estudio, dado que se sitúan en distintas partes del país. Por ende, se realizó una clasificación por ciudades y departamentos de Colombia. (Ver Figura 12 y Figura 13)

Figura 12.

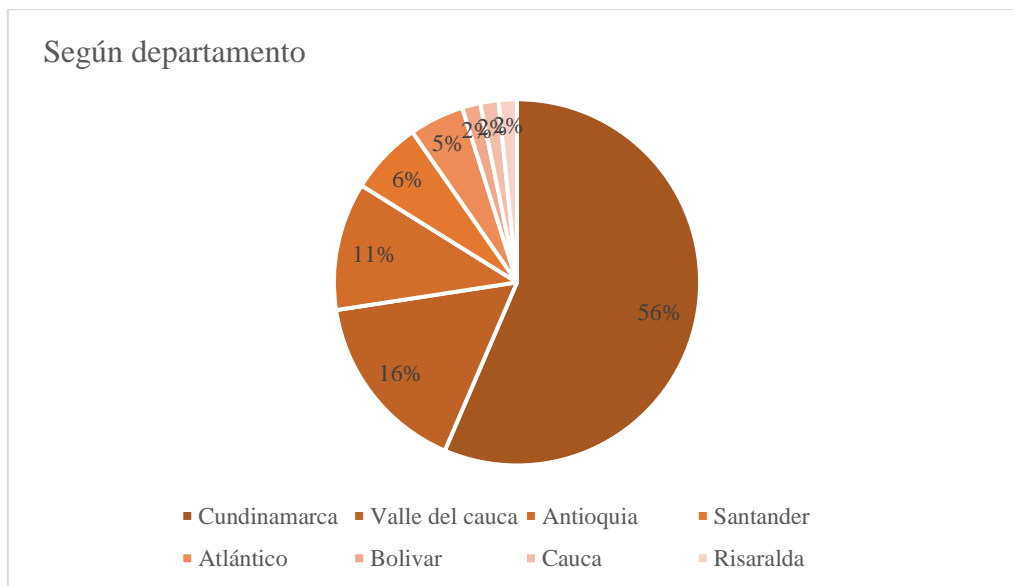
Distribución de Documentos por Territorio del País



Como se muestra en la Figura 12, la principal ubicación pertenece a la capital colombiana Bogotá D.C, seguido de otras ciudades como Cali, y Bucaramanga. Con una menor presencia en la revisión se encuentra Medellín, Madrid, Cartagena, Mosquera y Palmira posterior a ellas esta Girón, Pereira, Popayán, y Guadalajara de Buga.

Figura 13.

Distribución de Documentos por Departamento del País



Entre los departamentos, Cundinamarca es la ubicación principal de los casos estudiados (56%), seguido de Valle del Cauca (16%), Antioquia (11%) y Santander (6%). Los departamentos con menos casos documentados son Atlántico (5%), Bolívar (2%), Cauca (2%), y Risaralda (2%). En las demás zonas del país no se encontraron registros de la aplicación de manufactura esbelta.

5.2.2 *Análisis de Experiencias de los Casos de Estudio por Sector Productivo*

El presente análisis se realizó por cada una de las empresas de los casos de estudio dependiendo de la actividad económica correspondiente. Se identificaron impactos positivos, negativos o neutros (Ver Tabla 6). De acuerdo con lo anterior, se exhiben resultados tabulados y gráficos, donde se describieron las experiencias evidenciadas al aplicar las herramientas que hacen parte del modelo de gestión Lean Manufacturing. Igualmente, se tuvo en cuenta su porcentaje participación de acuerdo con el tamaño de la empresa y la ubicación respectiva en el país.

Tabla 6.

Descripción Tipos de Impacto

Tipo de impacto	Descripción
Positivo	Cuando se implementa la filosofía Lean y los resultados obtenidos reflejan una mejora en los procesos productivos de la empresa.
negativo	Cuando se implementa la filosofía Lean y los resultados obtenidos no reflejan una mejora en los procesos productivos de la empresa.
Neutro	Cuando se hace un diseño de una propuesta para la mejora de la empresa, pero no evidencia de una aplicación real que permita identificar los resultados.

5.2.2.1 Sector Textil y de Confección. La industria manufacturera en Colombia tiene gran fuerza de productividad en la industria textil y en su mayoría está conformado por las micro, pequeñas y medianas empresas, las cuales se encuentran en una constante búsqueda de mejoras en sus procesos que les garantice la prolongación de la competitividad tanto en el mercado local como extranjero.

En la revisión se encontraron 24 documentos relacionados a este sector. A continuación, se muestran los resultados de la metodología de trabajo al aplicar la filosofía lean.

Tabla 7.

Casos de Estudio sobre Herramientas LM en Empresas del Sector Textil y Confección en Colombia

Autor	Herramientas Utilizadas	Impacto
(Gachama & Gonzales, 2013)	TPM, 5S, Kanban, Jidoka	POSITIVO: en el escenario actual y propuesto se destacó que el tiempo de ciclo se redujo en un 12% lo que incide positivamente en la mejora del tiempo de prueba del indicador, el tiempo de escaneo se redujo en un 20% del tiempo de montaje fue el cuello de botella que afectó el flujo de trabajo
(J. Arrieta et al., 2016)	Sin especificar	NEGATIVO: Las empresas no han desarrollado una cultura ni han implementado la filosofía Lean Manufacturing de manera consciente y completa; es decir, se trata de empresas que se han visto obligadas por la búsqueda de competitividad a idear el mínimo de herramientas que les permitan alcanzar esta calificación.
(Fonseca et al., 2018)	VSM	NEGATIVO: Del análisis de las PYMES estudiadas, se puede concluir que todas ellas carecen de los conocimientos y diversas herramientas de Lean Six Sigma debido a que para la mayoría de las empresas son familiares, con una larga trayectoria y tradición, los gerentes y supervisores confían en su experiencia. También es posible analizar mediante fichas de detalle de procesos que la tasa de

Autor	Herramientas Utilizadas	Impacto
		<p>actividad que no agrega valor al proceso es muy superior a la tasa de actividad que cubre el tiempo del ciclo.</p>
(González et al., 2018)	Sin especificar	<p>POSITIVO: Gracias a la integración de Lean en todos los ámbitos de la organización empresarial, se desarrolla una ventaja competitiva dentro de las empresas y con la aplicación de ambas propuestas. Sin embargo, la aplicación de la filosofía Lean es poco común en algunas empresas del sector textil, en la subregión del Valle de Aburrá</p>
(Cabrera & Vargas, 2011)	VSM, 5S	<p>POSITIVO: Inicialmente, el mapa general de la empresa permitió la visualización y con 5s, se pudo dar una mejor imagen de la empresa y eliminar algunos elementos innecesarios. Se han despejado áreas y pasillos, se han despejado áreas de trabajo y se han acordonado áreas</p>
(Moreno, 2020)	5S, SMED, VSM	<p>POSITIVO: El área de interferencia ha sido determinada por el VSM. El uso de 5s en el área de ensamble para mejorar los sistemas de producción en términos de tiempos de ciclo tuvo un efecto positivo. La adopción de SMED en la fabricación significa una reducción del tiempo de microcambio del 60,7 %.</p>
(Orozco et al., 2016)	SMED	<p>POSITIVO: La metodología SMED fue la adecuada para disminuir los tiempos de alistamiento y por consiguiente disminuir los lead time.</p>
(J. Paredes & Nieto, 2016)	5S	<p>POSITIVO: La herramienta 5S, dio como resultado un entorno de trabajo más limpio, más ordenado y más seguro en la línea de producción; la reasignación de fábrica reduce el tiempo de transición del operador entre operaciones.</p>

Autor	Herramientas Utilizadas	Impacto
(Cortes & Ramírez, 2016)	SMED	NEUTRO: Al determinar el efecto del mantenimiento sobre la eficiencia, se concluye que la herramienta más adecuada es SMED. Con estos pequeños cambios implementados, se espera que el tiempo de montaje de cada disparador se reduzca de diez minutos a tres minutos.
(Gamboa & Gil, 2016)	5S, VSM	NEUTRO: 5S es una herramienta que proporciona planes de acción a implementar. Además, con la ayuda de herramientas como el control visual de la ejecución de acciones, para desarrollar una mayor eficiencia y control sobre el proceso, cuyo propósito es lograr los elementos y pasos requeridos en forma de resumen para completar el proceso. .
(J. Martínez & Arboleda, 2021)	5S, SMED, TPM	NEUTRO: Con las recomendaciones realizadas para las tres herramientas de producción esbelta se observa un efecto positivo, ya que el análisis de la información recolectada ayuda a identificar claramente la necesidad de un inicio temprano en la implementación de la propuesta anterior.
(Silva, 2013)	5S, Poka-Yoke, Heijunka, Kanban, SMED, Jit	POSITIVO: Al implementar sugerencias de mejora en el proceso, se obtiene una reducción del 19,8 % en las operaciones sin valor añadido para el proceso actual de fabricación de suelas
(J. González, 2019)	5S	NEUTRO: Con la implementación de mejoras, se tomó un nuevo período para determinar el resultado de la mejora. Una vez hecho esto, el tiempo del ciclo se puede reducir ya que se reducirán los suplementos para las posturas incómodas y la fatiga.

Autor	Herramientas Utilizadas	Impacto
(Quintana, 2020)	5's, Andon, Heijunka, Kanban, JIT, Jidoka y Poka Yoke	NEUTRO: 5S ayudará a crear una cultura de disciplina para mantener las normas de orden e higiene. Poka yoke se hará tan pronto como lo haga Anderson, ya que Andon es quien toma la decisión de decidir a dónde ir para el poka yoka,, Jidoka comprueba lo anterior. Con Heijunka, se nivela la carga de trabajo y encuentra cuellos de botella o cambios en el flujo de materiales. Después de aclarar los puntos importantes de la acumulación de inventario actual, se puede implementar el kanban. Finalmente, JIT medirá qué tan bien funcionan juntas las otras herramientas.
(Dayan & Torres, 2014)	5S, Kanban	POSITIVO: 5S contribuye al rediseño del layout de la planta, lo que contribuye a optimizar las operaciones, eliminando movimientos innecesarios de producto. Kanban reduce el tiempo que transcurre en el proceso de tejido a mano
(Marmolejo et al., 2016)	5S, VSM	POSITIVO: Las herramientas de implementación (5's y Control Visual) han demostrado ser efectivas para resolver el problema del proceso de importación. Esto afecta: tiempo de ciclo, porcentaje de tiempo para operaciones sin valor agregado y ahorros de costos
(Barrios & Reyes, 2020)	5S	POSITIVO: Con la implementación de la metodología 5'S se han creado facilidades para la organización y uso del puesto de trabajo, que además de la implementación del plan de necesidades de materiales (MRP) permitirá organizar la producción y mejorar el sistema productivo.

Autor	Herramientas Utilizadas	Impacto
(Medina & Rodríguez, 2021)	VSM, 5S Kaizen	POSITIVO: VSM se utiliza como herramienta de diagnóstico de la situación actual de una organización donde hay muchas oportunidades de mejora. Con 5S, sugerimos usar la tarjeta roja para eliminar todo lo innecesario de la compilación y sugerimos organizar el inventario en archivos y formatos para el trabajo. Kaizen proporciona un mapa de control que nos permite involucrarnos en eventos que no agregan valor al proceso, brindando así una oportunidad de mejora.
(Cardona, 2020)	JIT, SMED, VSM, TPM	Las herramientas de Lean Manufacturing más utilizadas en los sectores de fabricación son JIT al 9%, VSM al 7%, 5sec al 6%, TPM al 6%, Kaizen al 6% y SMED al 5%., en un. En términos de compromiso de los empleados, la mayoría de las empresas muestran una participación insignificante con un 55 %, mientras que el 32 % afirma que sus empleados están involucrados en la implementación de mejoras continuas
(Bedoya et al., 2020)	VSM, 5S, Kanban	POSITIVO: VSM puede visualizar el estado actual de los procesos de producción, 5S ha tenido un gran impacto en la empresa, creando una cultura de orden y limpieza. Finalmente, existe una mejor comunicación entre las áreas de producción gracias a la gestión de la información mediante tarjetas kanban, lo que reduce los errores en el proceso de fabricación del producto.

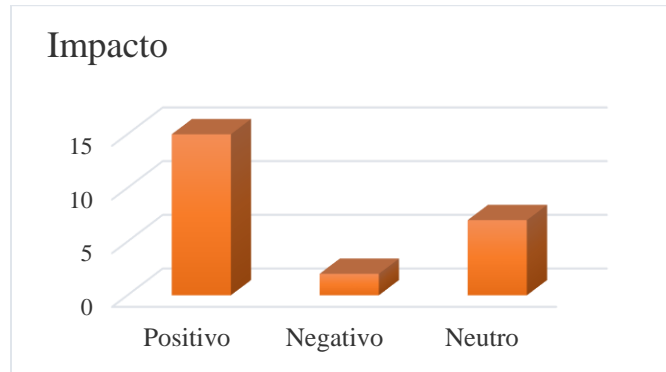
Autor	Herramientas Utilizadas	Impacto
(Suárez & Galvis, 2018)	VSM, Kaizen, SMED	POSITIVO: El VSM actual pudo sugerir y trazar el escenario futuro, considerando el uso inadecuado del espacio de la fábrica, el tiempo perdido debido a viajes y viajes innecesarios. Los eventos Kaizen se enfocan en reducir el movimiento y redistribuir el diseño de la planta. Además, sugerir mejoras para establecer comunicación de forma eficaz gracias a una gestión visual y reduce el número de participantes en determinadas actividades gracias a SMED
(Corredor & Quintero, 2018)	5S	NEUTRO: Fue capaz de adaptarse a la eliminación de los residuos existentes y reducir el impacto; Entre las grandes ventajas que tiene la empresa al realizar las actividades aquí descritas se encuentran: obtener un trabajo ordenado, productivo y seguro, reducir significativamente los transportes y las distancias, reducir los defectos en el proceso productivo, reducir el tiempo de inactividad de los equipos y aprovechar la vida útil de los equipos, cambiar el mentalidad y cultura de la organización.
(Celis & Fernández, 2018)	Heijunka, 5S	POSITIVO: Con la implementación del Heijunka, es posible proponer 6 escenarios diferentes con equilibrio de flujo optimizando el tiempo de ciclo de 4,68 a 1,75 minutos para el Escenario 6. La realización de los escenarios ayuda a garantizar que los recursos se utilicen de manera óptima y se pongan en producción durante el mayor tiempo posible. La Herramienta 5, que evalúa y reorganiza las estaciones de trabajo, ayuda a organizarlas de una manera que facilita a los trabajadores mantener las estaciones de trabajo libres de objetos que no agregan valor a las operaciones.

Autor	Herramientas Utilizadas	Impacto
(Marulanda & González, 2017)	Sin especificar	POSITIVO: La filosofía de producción ajustada ha sido estudiada como una alternativa para crear una ventaja competitiva en las empresas textiles. Esta ventaja proviene de la eliminación de desperdicios en el proceso de producción y del empoderamiento de los miembros en diferentes niveles de la jerarquía. A su vez, el posicionamiento sostenible en el mercado para estas organizaciones se logra alineando las herramientas de manufactura esbelta con la estrategia operativa y las decisiones de capacidad estratégica y reduciendo la incertidumbre del producto

En la industria textil y de confección se analizaron 24 documentos como se mencionó anteriormente, de los cuales 15 corresponden a un impacto positivo, 7 a un impacto neutro dado que, solo se hizo el diseño de una propuesta de implementación y 2 a un impacto negativo, estos últimos pertenecen a revisiones bibliográficas donde las empresas de estudio no tenían conocimiento acerca de la filosofía lean y por tanto sus empresas tenían aplicadas metodologías obsoletas. (Ver Figura 14)

Figura 14.

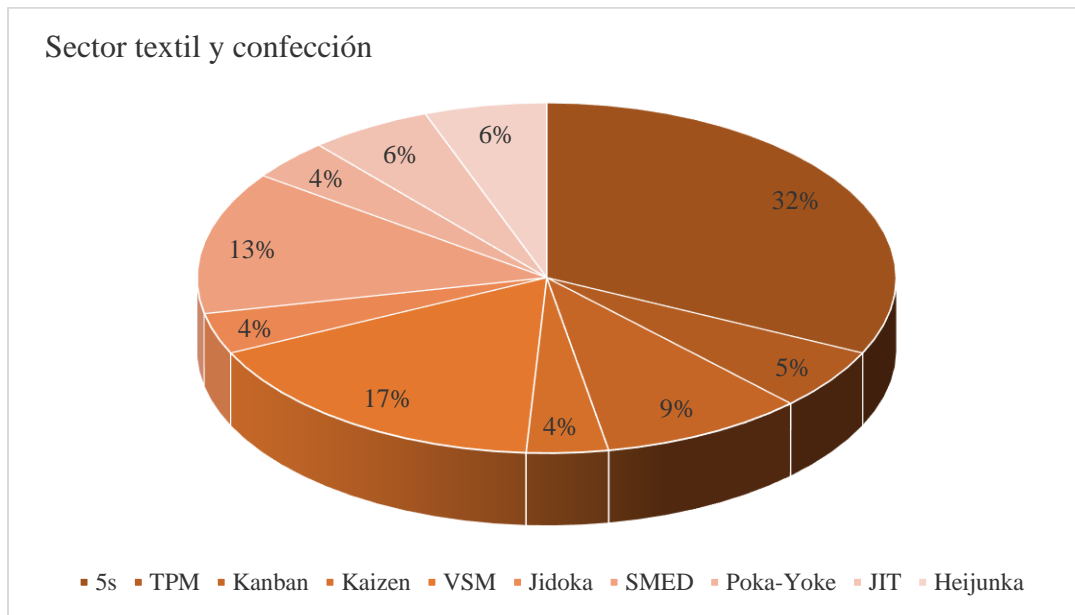
Impacto LM en Empresas del Sector Textil y Confecciones en Colombia



A continuación, se muestra la clasificación de herramientas LM empleadas en las empresas de industria textil y su distribución según el tipo de empresa (por tamaño) y según el sitio de ubicación (por departamentos).

Figura 15.

Herramientas LM en el Sector Textil y Confecciones en Colombia



En este sector de producción se evidenció la aplicación de diversas herramientas de la metodología Lean, donde se observó a la herramienta 5s (32%) como la principal en la implementación de la filosofía seguida de las herramientas VSM (17%) y SMED (13%). Luego las herramientas Kanban (9%), TPM (5%), JIT (6%), y Heijunka (6%). Por último, con menos participación las herramientas Kaizen (4%), Poka- Yoke (4%), y Jidoka (4%). Lo anterior evidenció que las empresas de este sector tienen mayor enfoque en aspectos como el uso de los espacios de trabajo, la organización, la higiene, las normas y las dinámicas de convivencia dentro de sus compañías.

Figura 16.

Documentos por cada Herramienta LM según Tamaño de la Empresa en el Sector Textil y Confecciones en Colombia

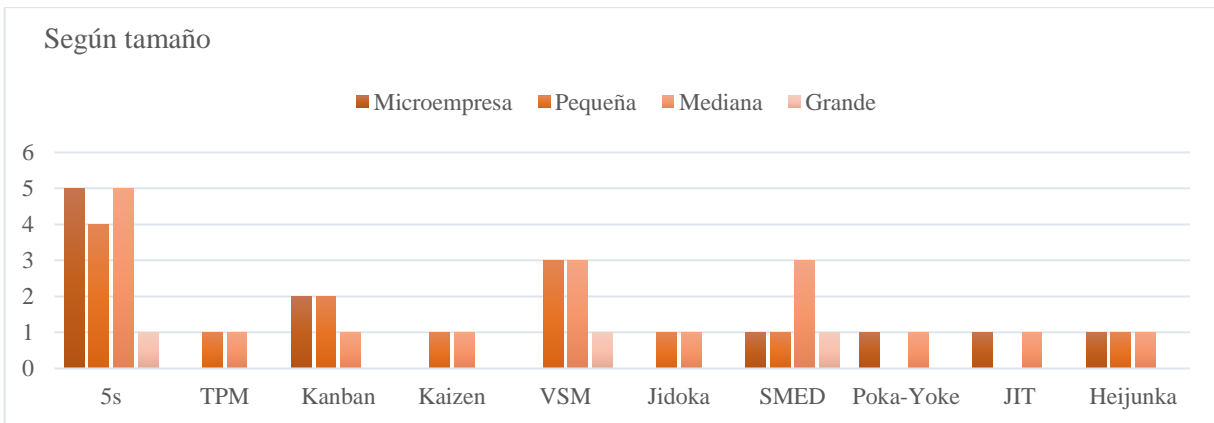
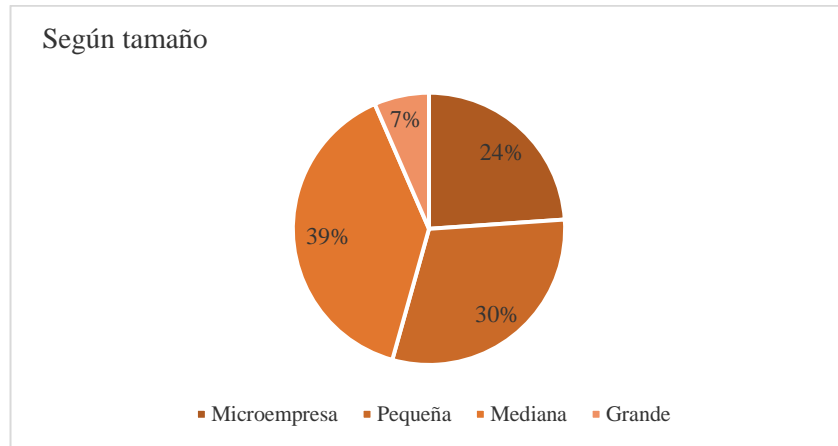


Figura 17.

Distribución de Herramientas LM por Tamaño de la Empresa en el Sector Textil y Confecciones en Colombia



Al clasificarse por tamaño de empresa, se encontró en la micro y mediana de este sector mayor aplicación de la herramienta 5s. La herramienta SMED estuvo presente en la mediana empresa con buena participación. Para las demás herramientas solo se halló uno dos documentos por cada tipo de empresa. Así pues, se concluye una alta representación en las medianas empresas (39%) del sector, posterior a ellas, están las pequeñas empresas (30%) y microempresas (24%) y por último, la grande empresa (7%).

Figura 18.

Documentos por Cada Herramienta LM según Ubicación de la Empresa en el Sector Textil y Confecciones en Colombia

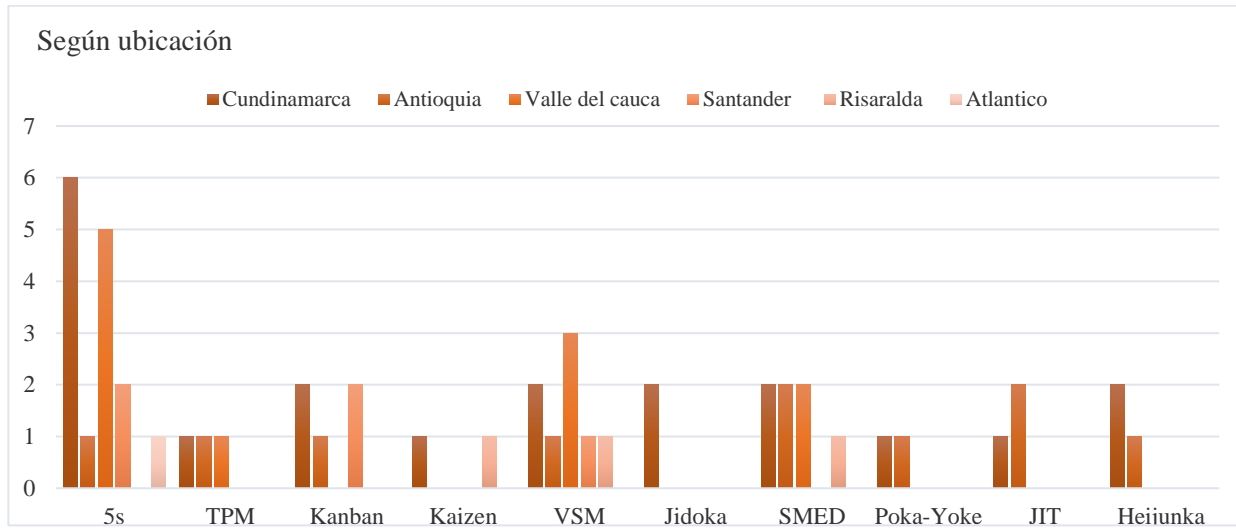
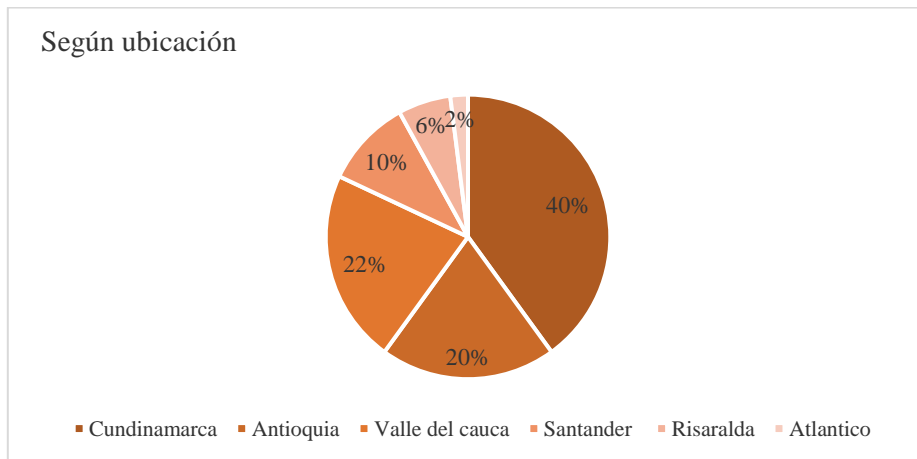


Figura 19.

Distribución de Herramientas LM por Ubicación de la Empresa en el Sector Textil y Confecciones en Colombia



En la industria textil, prevalecieron los casos de estudio registrados en el departamento de Cundinamarca donde existió una alta presencia de la herramienta 5s con 6 documentos registrados, seguido se encuentra el departamento de Antioquia con casos de la herramienta SMED y valle del cauca con 5s y VSM. En consecuencia, el departamento de Cundinamarca tiene un porcentaje de 40% de implementación de la metodología, seguido por Antioquia y valle de la cauca con 22% y 20% respectivamente. Y los departamentos con mayor ausencia son Santander, Risaralda y atlántico con 10%, 6% y 2% como se observa en la figura anterior.

5.2.2.2 Sector Alimentos. Siendo la más grande de las industrias por su naturaleza y demanda, tiene un alto grado de complejidad, ya que el masivo consumo y las nuevas tendencias exigen a las empresas de estos sectores a permanecer actualizados con su propuesta en el mercado y a estar en continua evolución. Haciéndolo aún mucho más complejo, el consumidor espera siempre obtener productos frescos, de calidad óptima y seguros para su consumo. De los casos de estudio hallados 13 pertenecen a este sector. A continuación, se muestran los resultados de los casos documentados.

Tabla 8.

Casos de Estudio sobre Herramientas LM en Empresas del Sector Alimentos en Colombia

Autor	Herramientas Utilizadas	Impacto
(Villa, 2013)	SMED	NEUTRO: Con la aplicación de la herramienta SMED se obtuvieron resultados tangibles e intangibles: reducción de tiempos de cambio de referencia, estandarización de actividades y desarrollo de

Autor	Herramientas Utilizadas	Impacto
(D. Rodríguez et al., 2019)	VSM, 5S, Poka Yoke	conocimientos y habilidades de los participantes. Participación en el cambio, así como formación adquirida que permitirá a los mediadores y asistentes convertirse en profesores y mentores en el uso de esta metodología.
(Burbano & Torres, 2020)	Kaizen	NEUTRO: Para la fase de planificación, se debe gastar el 60 % del esfuerzo del equipo Kaizen, el 10 % en implementación y el 30 % en pruebas y ajustes. Estos pasos se desarrollan en ocho (8) pasos kaizen en los que la responsabilidad de la implementación será del equipo.
(Mahecha, 2018)	Kaizen, 5S	POSITIVO: El campo de mejora continua de Gate Gourmet se basa en herramientas como 5s, kaizen, evaluaciones y desarrollo de proyectos que de alguna manera hacen que el proceso sea eficiente y manejable. Un motivo para mantener la filosofía Lean Manufacturing.

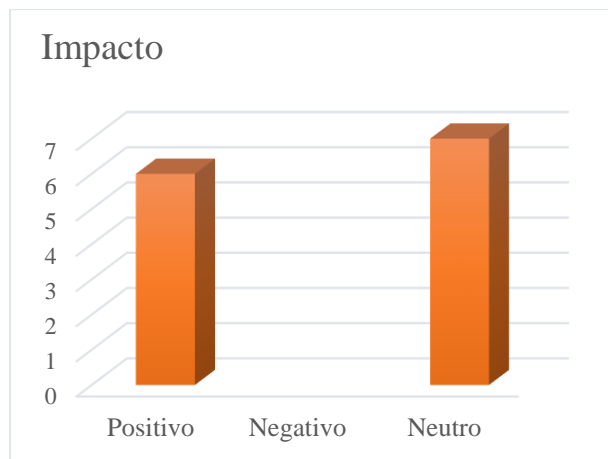
Autor	Herramientas Utilizadas	Impacto
(A. González & Martínez, 2020)	VSM, 5S, Kanban, JIT	POSITIVO: La investigación realizada permitió determinar que las variables más importantes en el proceso de elaboración de dulces son: costo, inventario, mano de obra, seguridad, calidad, recorrido, espacio, latencia y tiempo de respuesta. Así como se ha demostrado que las herramientas de Lean Manufacturing son capaces de modificar positivamente todas las variables del proceso de producción de dulces, cuando se crea el modelo se toma como referencia la relación entre las variables.
(Robles, 2012)	Sin especificar	NEUTRO: Aumentar la producción en un 77%, reducir los riesgos laborales por operaciones redundantes y reducir el tiempo. Existe un impacto en los resultados corporativos a nivel financiero
(Canales & Cuervo, 2018)	VSM, Kaizen, Kanban	POSITIVO: Gracias a VSM, se pueden identificar ineficiencias en los procesos en términos de caos, transporte innecesario, falta de control sobre las materias primas y reprocesamiento. Kaizen es la herramienta que mayor impacto ha tenido en los embutidos defectuosos, ya que se comprobó mediante ANOVA que su implementación redujo las unidades defectuosas en más de un 75%. Con la implementación de las 5s, no solo se ha mejorado el proceso de producción del chorizo paisa, sino que la fábrica, además de estar más organizada, ahora cuenta con herramientas que ayudan a mantener el trabajo de los trabajadores más limpio y organizado.

Autor	Herramientas Utilizadas	Impacto
(Rivera, 2019)		POSITIVO: La nueva organización y apariencia del centro de distribución se tradujo en menos errores en el manejo de inventarios, reduciendo así las tasas de escasez de productos.
(Soria & Peña, 2020)	Kaizen	NEUTRO: Se utiliza la filosofía Kaizen para establecer los controles necesarios. Se ha estimado que esta propuesta mejora la productividad de la planta en un 20 % y reduce el reproceso en un 10 %.
(V. Rodríguez & Castillo, 2019)	VSM, SMED, Poka Yoke, TPM	NEUTRO: VSM brinda el tiempo y la descripción del retraso generado durante el procesamiento de la carne. SMED, afirma que el 55% de las operaciones realizadas provocan retrasos innecesarios. Gracias a la aplicación POKA-YOKE se desechan lotes de un mismo producto, lo que reduce significativamente el tiempo de proceso. La introducción del TPM crea una capacidad de mantenimiento óptima, lo que conduce a una mejora general en la eficiencia del sistema.
(Sánchez & Zapata, 2021)	TPM	POSITIVO: Los resultados de este enfoque son evidentes a través de mejoras en varios procesos, mayor eficiencia del equipo; la fiabilidad y la disponibilidad.
(Cárdenas & Molina, 2018)	TPM, 5S, SMED	POSITIVO: La herramienta de mantenimiento TPM se usa para reducir el tiempo de inactividad debido al tiempo de inactividad de la máquina, también adopta la herramienta de tiempo de conmutación SMED que se usa para reducir el tiempo de configuración en el área de trituración y en los componentes de precisión, 5S para reducir el tiempo de transporte en el almacén de productos terminados.

Autor	Herramientas Utilizadas	Impacto
(M. Martínez, 2021)	5S, SMED, TPM y Kaizen	NEUTRO: Las herramientas 5S, SMED, TPM y Kaizen son las mejores para implementar la propuesta de mejora dentro de la organización reduciendo así despilfarros.

Figura 20.

Impacto LM en Empresas del Sector Alimentos en Colombia

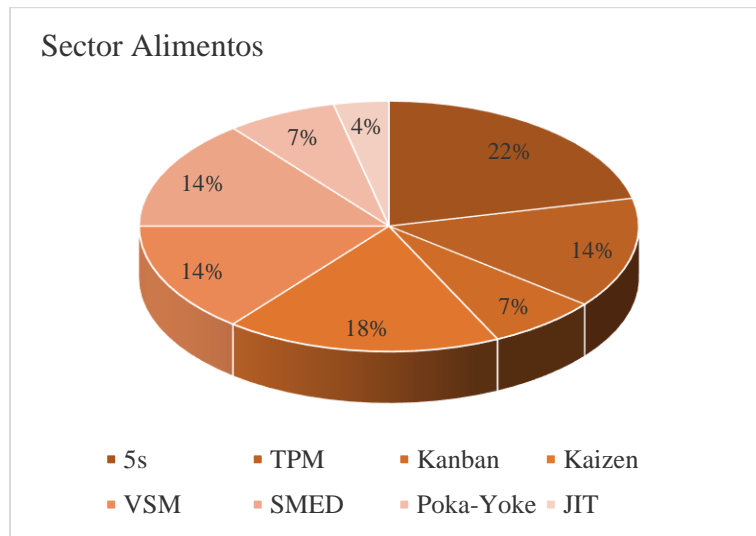


De acuerdo con lo evidenciado en la Tabla 8 de los 13 documentos correspondientes a esta industria, en 6 hubo impactos positivos para las organizaciones y 7 con un impacto neutro. No existió ningún caso donde fuera negativa la respuesta a la implementación de la metodología de la manufactura esbelta. Lo anterior se puede observar en la Figura 20.

Con posterioridad se exponen los resultados en forma gráfica de las herramientas involucradas en las diferentes empresas del sector.

Figura 21.

Herramientas LM en el Sector Alimentos en Colombia



En la Figura 21, se logró evidenciar una pequeña brecha de diferencia entre las herramientas implementadas. Por ejemplo, 5s abarca un 22 %, Kaizen y VSM un 17%, TPM corresponde al 12% y SMED al 13% y en menor porcentaje estuvieron las herramientas Kanban, Poka-Yoke y JIT. Lo anterior indicó que las empresas de este sector productivo no solo se preocuparon por la reorganización de la empresa con 5s, si no también tuvieron en cuenta otros componentes como conocer los desperdicios que se generar durante el proceso de producción y conseguir que la mejora continua se extienda por toda la organización.

Figura 22.

Documentos por cada Herramienta LM según Tamaño de la Empresa en el Sector Alimentos en Colombia

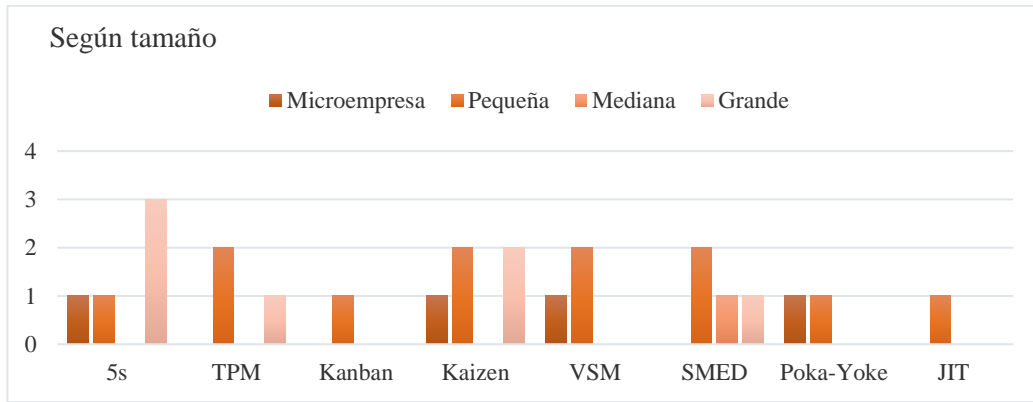
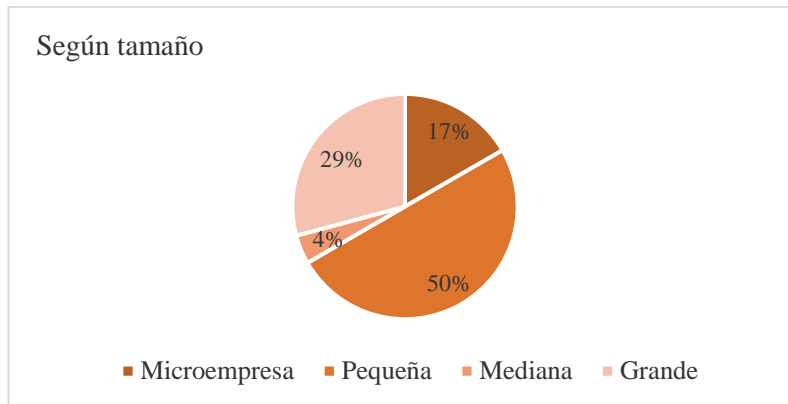


Figura 23.

Distribución de Herramientas LM por Tamaño de la Empresa en el Sector Alimentos en Colombia



De la anterior figura, se observó que, predominaron las pequeñas empresas alcanzando a cubrir la mitad del total de participación de los cuatro tipos de empresa (50%) posterior a esta, están las grandes (29%) y las micro (17%). Así mismo se muestra que la herramienta 5s tiene mayor representación en la grande empresa y las herramientas TPM, Kaizen, VSM y SMED en las pequeñas empresas.

Figura 24.

Documentos por cada Herramienta LM según Ubicación de la Empresa en el Sector Alimentos en Colombia

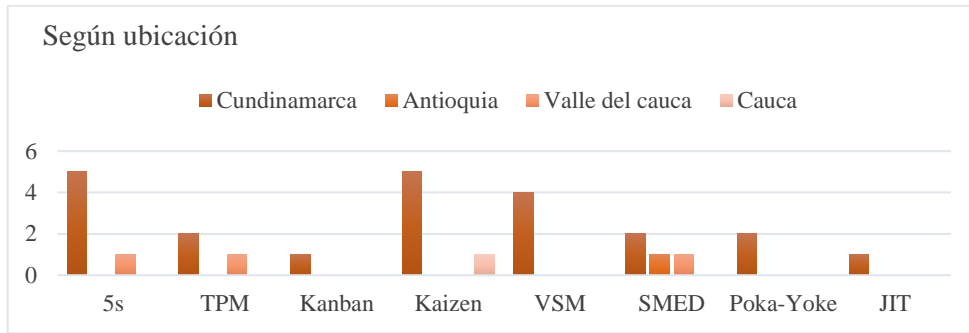
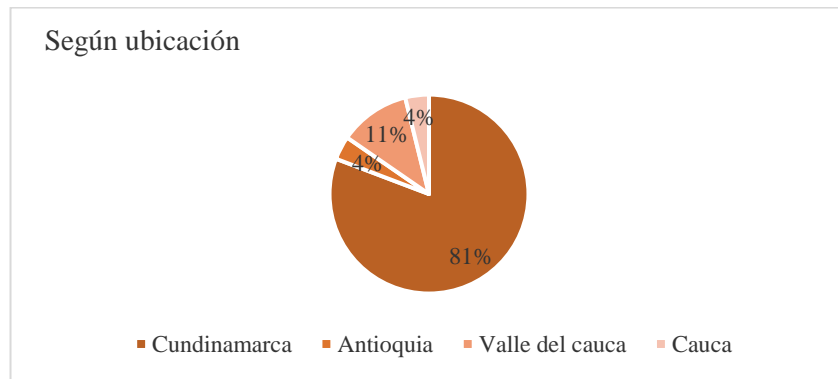


Figura 25.

Distribución de Herramientas LM por Ubicación de la Empresa en el Sector Alimentos en Colombia



En este sector, solo fueron actores cuatro departamentos de Colombia, en donde Cundinamarca tuvo un total de 4 documentos registrados con 5s, 4 con VSM, 3 con Kaizen, 3 con Poka-Yoke y 1 con las demás herramientas presentes en esta industria. Además, en valle del Cauca tuvo presencia 5s, TPM, SMED con 1 documento. Asimismo, para Antioquia con SMED y Cauca

con Kaizen. El principal departamento de implementación fue Cundinamarca (77%) y con un porcentaje menor para Antioquia (4%), Valle del cauca (14%) y Cauca (5%).

5.2.2.3 Sector Plásticos o Derivados del Petróleo. La mayoría de los productos que se consumen o utilizan en la cotidianidad tienen elementos hechos de plástico o en su defecto derivados del petróleo, por este motivo, esta industria es uno de los indicadores del comportamiento de la economía en Colombia, dado que este es un sector intermedio que actúa como proveedor de varias actividades económicas. (Mitchell, 2018). Por consiguiente, se hace necesario contar con un sistema de mejora de productividad, mejora de procesos y tiempos estándares para cimentar bien la base, para después continuar con un sistema de mejora continua. El total de casos documentados y analizados en esta industria equivale a 6 documentos. A continuación, se muestra la descripción de los impactos encontrados.

Tabla 9.

Casos de Estudio sobre Herramientas LM en Empresas del Sector Plástico o Derivados de Petróleo en Colombia

Autor	Herramientas Utilizadas	Impacto
(Flechas & Palma, 2019)	VSM, 5S	POSITIVO: La herramienta VSM es eficaz para determinar el efecto de los problemas detectados y, mediante la aplicación de la herramienta 5, puede reducir el tiempo del proceso de instalación y desmontaje del molde a 20 minutos desde el sitio del molde frente a las personas, y los movimientos de la máquina y el tiempo de montaje también se reducen.

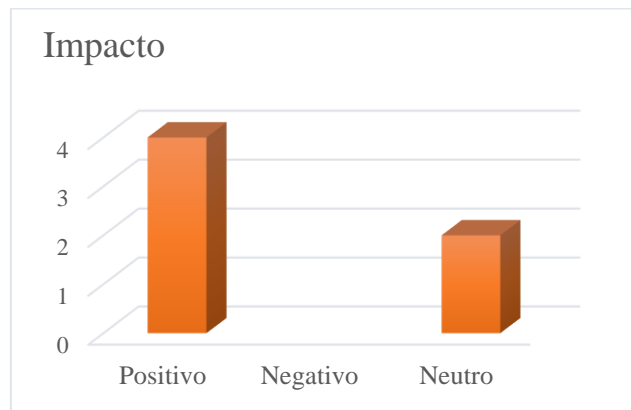
(Ruiz et al., 2017)	5S, SMED, TPM	POSITIVO: La implementación de un plan estratégico basado en Lean Manufacturing tiene un impacto significativo en la sostenibilidad ambiental, ya que los artículos de plástico se utilizarán al final de su ciclo de vida.
(Benitez, 2012)	5S	POSITIVO: a herramienta 5S en la región estimuló y fomentó la participación de los empleados, quienes participaron en todas las actividades y aportaron ideas para mejorar la región. Asimismo, se ha reducido el desorden, el desorden y la suciedad, y también se ha reducido el riesgo de accidentes.
(Verdugo, 2021)	VSM, Poka Yoke, 5S	NEUTRO: VSM proporciona una evaluación completa del sistema. El desarrollo de un prototipo para simular el funcionamiento del sistema productivo de acuerdo a la implementación hipotética de herramientas Lean consta de 3 etapas
(D. Ramírez & Martínez, 2019)	5S, SMED, Kanban	NEUTRO: 5S posibilita la limpieza y el orden, facilitando el crecimiento productivo de cualquier negocio. Se ha propuesto una herramienta SMED para reducir el tiempo de cambio de rodillos de la cortadora, y se adopta un mecanismo de transmisión del transportador propuesto, ayuda al operador a reducir el tiempo de búsqueda de material y Kanban brinda soporte intuitivo para los operadores y supervisores
	VSM, 5S, TPM	

(Algarra & Sierra, 2018)	<p>POSITIVO: VSM se utilizó para identificar y resolver el problema. 5S eliminó la inscripción alta y los tiempos de adaptación debido a la mala distribución, así como también mejoró la disciplina. y TPM en la mitigación de deficiencias por paradas de máquinas</p>
---------------------------------	---

Los impactos positivos se reflejaron en 4 empresas de los casos de estudio, y las otras 2 empresas tuvieron un impacto neutro. En este sector plástico o derivados del petróleo no se encontró ningún archivo con impactos negativos a la implementación de lean manufacturing.

Figura 26.

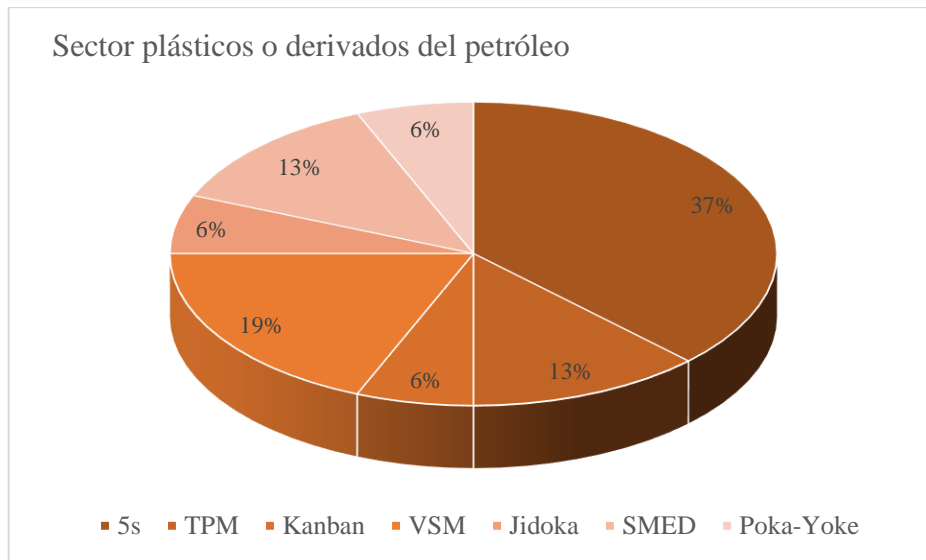
Impacto LM en Empresas del Sector Plástico o Derivados del Petróleo en Colombia



Seguidamente, se muestran las herramientas de metodología Lean que se llevaron a cabo en los diferentes tipos de empresa para lograr ese sistema de mejora de productividad.

Figura 27.

Herramientas LM en el Sector Plástico o Derivados del Petróleo en Colombia



Conforme a la Figura 27, la herramienta más empleada para este sector es 5s con un porcentaje de 37%, posterior a ella se encuentra VSM con un 19% y luego TPM y SMED juntas con un 13%. Y por último con una baja participación la herramienta Kanban, Judoca y Poka-Yoke con un 6% cada una. Los porcentajes anteriormente mencionados por cada herramienta denotaron que fue importante conseguir un enfoque sistémico mejoras duraderas en el nivel de organización, orden y limpieza, así como utilizar un diagrama para visualizar, analizar y mejorar el flujo de los productos y de la información dentro de un proceso de producción, desde el inicio del proceso hasta la entrega al cliente.

Figura 28.

Documentos por cada Herramienta LM según Tamaño de la Empresa en el seCtor Plástico o Derivados del Petróleo en Colombia

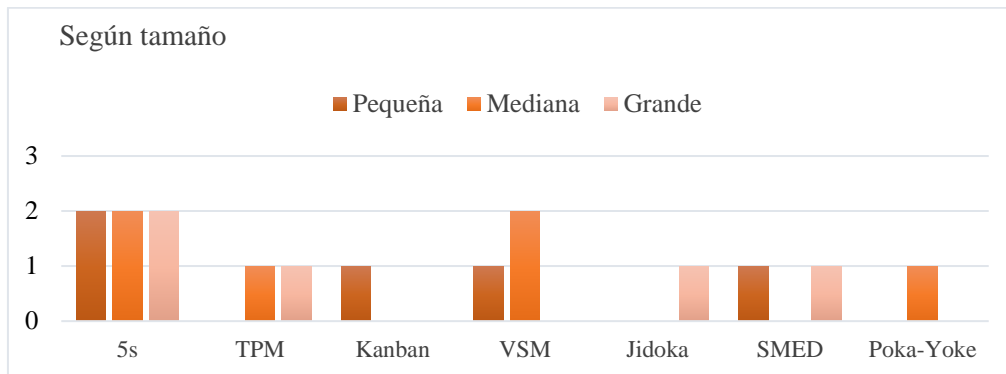
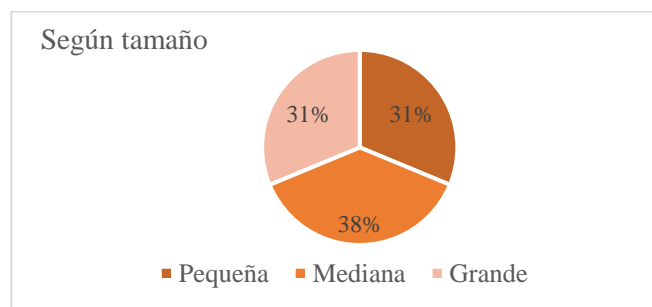


Figura 29.

Distribución de Herramientas LM por Tamaño de la Empresa en el Sector Plástico o Derivados del Petróleo en Colombia

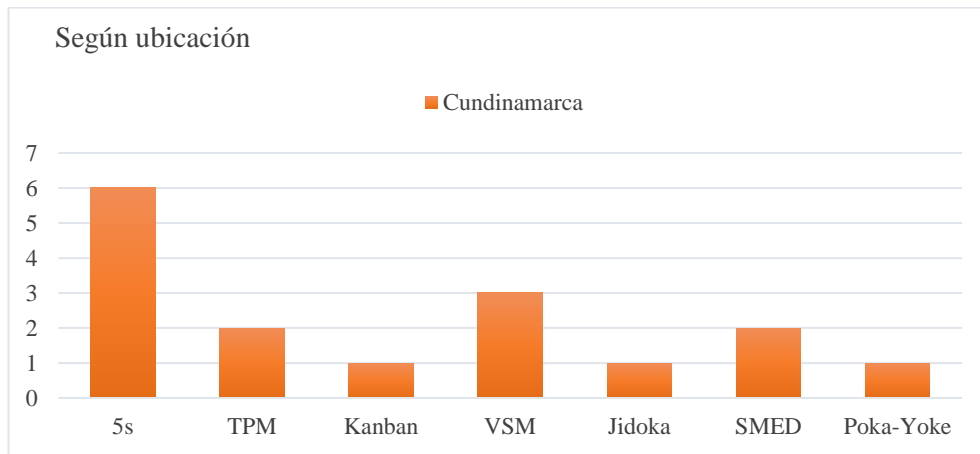


De acuerdo con la figura anterior, no se hallaron registros de aplicación de la metodología lean en las microempresas. Ahora bien, existen 2 documentos para las empresas pequeñas, medianas y grandes con la herramienta 5S y 2 para VSM con la mediana empresa, para las demás herramientas aplicadas como TPM, Kanban, Jidoka, SMED y Poka-Yoke solo hay un caso documentado para cada una de ellas. Además, para cada tipo de empresa se encontraron casos de

estudio en una fracción similar exceptuando la microempresa, teniendo para la pequeña y grande empresa un valor del 31% y para la mediana empresa el 38%.

Figura 30.

Documentos por cada Herramienta LM según Ubicación de la Empresa en el Sector Plástico o Derivados del Petróleo en Colombia



La Figura 30, muestra que la implementación del modelo de gestión Lean Manufacturing en esta industria únicamente estuvo presente en el departamento de Cundinamarca según los documentos registrados hallados y estudiados en esta revisión. También se observa que la herramienta más implementada fue 5s, después se encuentran VSM, TPM y SMED, y finalmente con una baja representación Kanban, Jidoka y Poka.-Yoke.

5.2.2.4 Sector fabricación de productos de vidrio, cristal o porcelana. Los productos de la cadena del vidrio, cristal o porcelana hacen parte del sector productor de minerales no metálicos.

La importancia de la industria del vidrio en Colombia radica en la amplia gama de usos que éste tiene, así como en sus encadenamientos con otras actividades como la construcción o

diversos usos decorativos. Es consumido también por el sector automotor, el de alimentos (conservas, jugos, gaseosas, cervezas), y el farmacéutico. (DNP, 2004). Posteriormente, se muestran los resultados de los impactos evidenciados en las 2 empresas registradas en la matriz.

Tabla 10.

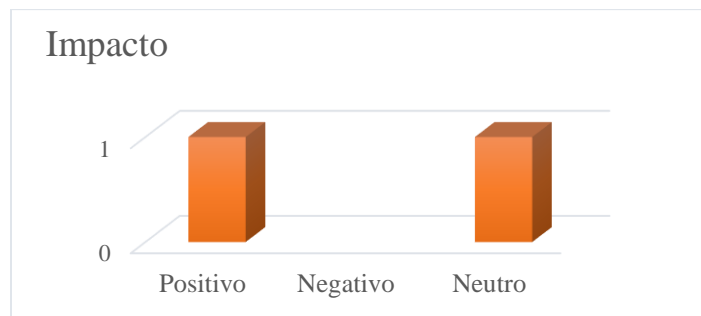
Casos de Estudio sobre Herramientas LM en Empresas del Sector Fabricación de Productos de Vidrio, Cristal o Porcelana en Colombia

Autor	Herramientas Utilizadas	Impacto
(A. Paredes, 2017)	VSM	POSITIVO: La aplicación de la herramienta VSM permite a la alta dirección ver cómo se está desempeñando uno de los procesos más importantes de la empresa, y en base a esto se puede ver el comportamiento de todo el sistema. Al identificar los comportamientos y relaciones esenciales en el proceso, es posible crear un plan de negocios que actualmente se está implementando y que en poco tiempo ha permitido a la empresa generar importantes ahorros
(Guzmán & Triana, 2020)	Jidoka, 5S, SMED	NEUTRO: Con Jidoka, el objetivo es reducir el tiempo hasta en un 50% con la nueva cabina que permite el funcionamiento automático de la descarga, SMED reducirá el tiempo de circulación del vehículo y con las herramientas 5'S, se requirió que la fundición estandarizara la recolección de cupones de espacio en cada banco, y el operador evitó recolectar estos desechos varias veces al día.

Tanto los impactos positivos como los neutros son iguales, uno para cada tipo. Sin embargo, al ser tan pocos los documentos encontrados de la presente industria no se pueden definir con claridad si lean ayuda a los procesos de las organizaciones de este sector.

Figura 31.

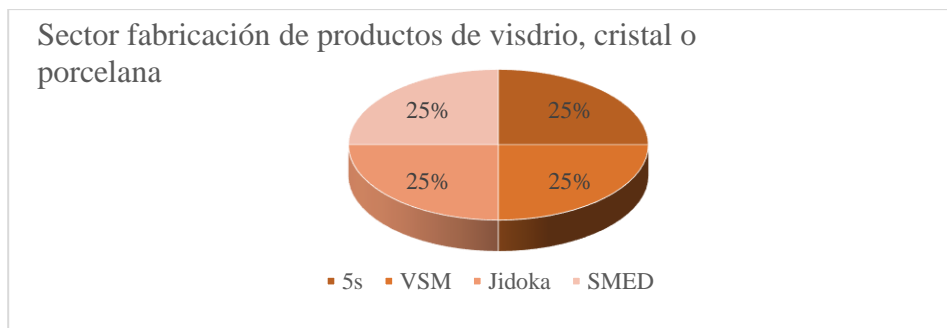
Impacto LM en Empresas del Sector Fabricación de Productos de Vidrio, Cristal o Porcelana en Colombia



A continuación, se exhiben gráficamente los resultados de las herramientas utilizadas de acuerdo con el tipo y ubicación de la empresa.

Figura 32.

Herramientas LM en el Sector Fabricación de Productos de Vidrio, Cristal o Porcelana en Colombia



Para este sector, hubo aplicación de cuatro herramientas, 5S, VSM, Jidoka y SMED todas en un mismo porcentaje (25%). Lo anterior indica que se tuvieron en cuenta las 5S en iteraciones para ayudar a los equipos a mejorar constantemente los estándares y el progreso a lo largo del camino de Lean de forma metódica. De igual forma, los mapas de valor VSM para conocer a profundidad los procesos, tanto dentro de la organización como en la cadena de abastecimiento. También la verificación de calidad en el propio proceso de producción contando con propios mecanismos de autocontrol, consiguiendo detectar defectos en los productos o errores en los procesos, la detección automática y alertar al operario. Y finalmente una reducción de los tiempos perdidos. Todo esto se aplicó dando la misma importancia para cada uno de los aspectos previamente mencionados.

Figura 33.

Documentos por cada Herramienta LM según Tamaño de la Empresa en el Sector Fabricación de Productos de Vidrio, Cristal o Porcelana en Colombia

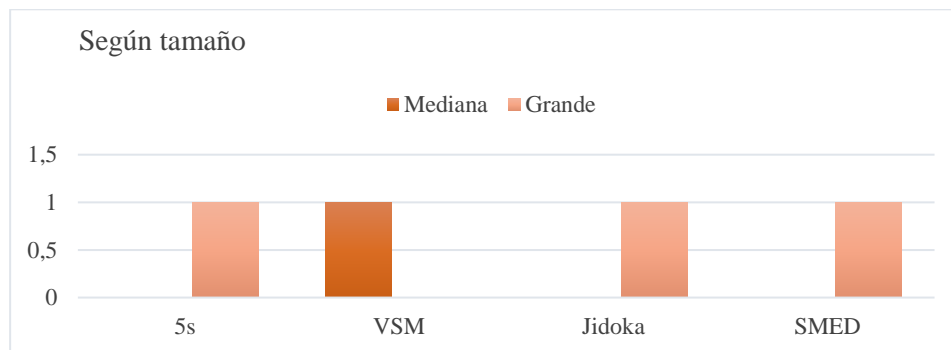
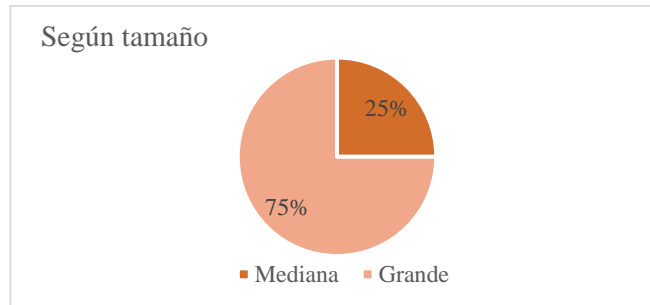


Figura 34.

Distribución de Herramientas LM por Tamaño de la Empresa en el Sector Fabricación de Productos de Vidrio, Cristal o Porcelana en Colombia



De la figura anterior, se observó la misma cantidad de casos documentados para cada una de las 4 herramientas implementadas. Sin embargo, solamente se encontraron casos registrados en dos tipos de empresa mediana y grande, existiendo mayor aplicación en las grandes empresas (75%)

Figura 35.

Documentos por cada Herramienta LM según Ubicación de la Empresa en el Sector Fabricación de Productos de Vidrio, Cristal o Porcelana en Colombia

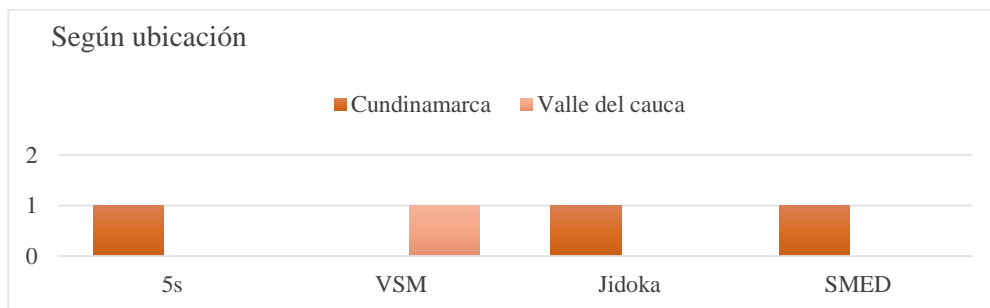
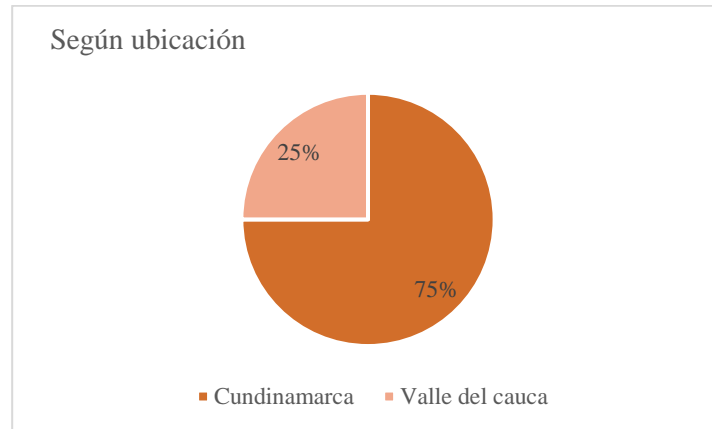


Figura 36.

Distribución de Herramientas LM por Ubicación de la Empresa en el Sector Fabricación de Productos de Vidrio, Cristal o Porcelana en Colombia



La Figura 35 y la Figura 36, indicó aplicación de la filosofía Lean en dos departamentos de Colombia, Cundinamarca con tres documentos, uno en 5S, uno en Jidoka y uno para SMED. En el caso de Valle del Cauca se encontró un documento con aplicación de VSM. Teniendo así, un porcentaje de 75% para Cundinamarca y 25% para Valle del Cauca.

5.2.2.5 Sector Químico. En Colombia la fabricación de químicos es la segunda actividad comercial más importantes del país. Desde el 2005, este sector ha demostrado un crecimiento promedio cada año del 11,6%. Esto se debe a la alta demanda a nivel nacional e internacional, por parte de otras industrias perteneciente a la petroquímica, la cosmética, el sector agrícola, etc. (SICEX, 2019). Con posterioridad, se muestran 5 casos de estudio de esta industria con sus respectivas experiencias al implementar la metodología Lean para buscar la forma de mejorar y optimizar los sistemas de producción eliminando los “desperdicios”.

Tabla 11.

Casos de Estudio sobre Herramientas LM en Empresas del Sector Químico en Colombia

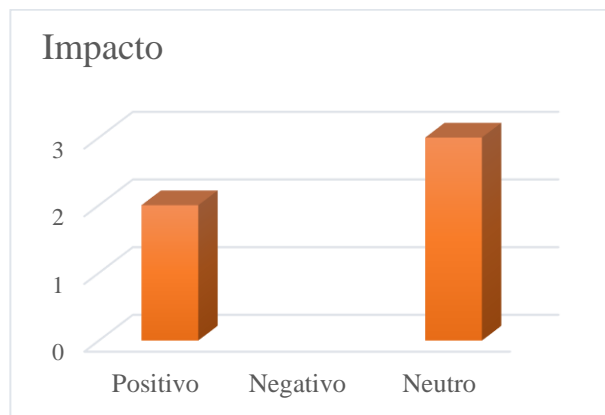
Autor	Herramientas Utilizadas	Impacto
(Fajardo & Gómez, 2019)	SMED	NEUTRO: SMED ayudará a identificar actividades internas y externas, personalizar las operaciones en todos los operadores de línea y aumentar la utilización de la máquina. Además, no requiere mucho tiempo y no genera mayores costos
(Sanabria, 2012)	Kaizen	POSITIVO: Con Kaizen, se ha ahorrado aproximadamente el 60 % del tiempo de actividad, y los ahorros permitirán que ILKO ARCOASEO responda rápidamente a los cambios esporádicos en la demanda
(Castro, 2020)	5S, Kanban	NEUTRO: Gracias a la aplicación Kanban propuesta, obtendrá una mejor organización de la logística de sus envíos, y al mismo tiempo, se mejorarán las actividades de control de calidad, reduciendo los errores en el envío. 5S tendrá un impacto casi inmediato en la mejora de muchos aspectos, como el orden, la limpieza y la creación de un ambiente agradable, lo que tendrá un efecto estimulante en los empleados durante la ejecución de las actividades.
(Arévalo, 2020)	Kaizen, 5S	NEUTRO: Kaizen se ha utilizado para desarrollar pautas para implementar este plan de mejora a través de la participación de los trabajadores en la adopción de nuevas tecnologías y recomendaciones contenidas en el plan. El plan de mejora está diseñado en fases basado en 5S y sigue la recomendación sistemática de Kotter, que pretende consolidarse como un referente para implementar la mejora continua en las distintas áreas de la empresa.
(Mejía, 2020)	5S, SMED	

Autor	Herramientas Utilizadas	Impacto
		<p>POSITIVO: 5s permiten mejores procesos de fabricación y también brindan a los empleados más salud y comodidad al realizar sus tareas en la línea de producción. SMED es una herramienta efectiva, gracias a su adopción, se identificaron largos tiempos de respuesta y retrasos en modificaciones técnicas en el proceso</p>

En la industria química se documentaron 5 empresas, de las cuales 2 tuvieron un impacto positivo y 3 un impacto neutro. No obstante, al ser mayor el número de impactos neutros no se puede definir con exactitud la mejora de las empresas gracias a la filosofía de la manufactura esbelta. (Ver Figura 37).

Figura 37.

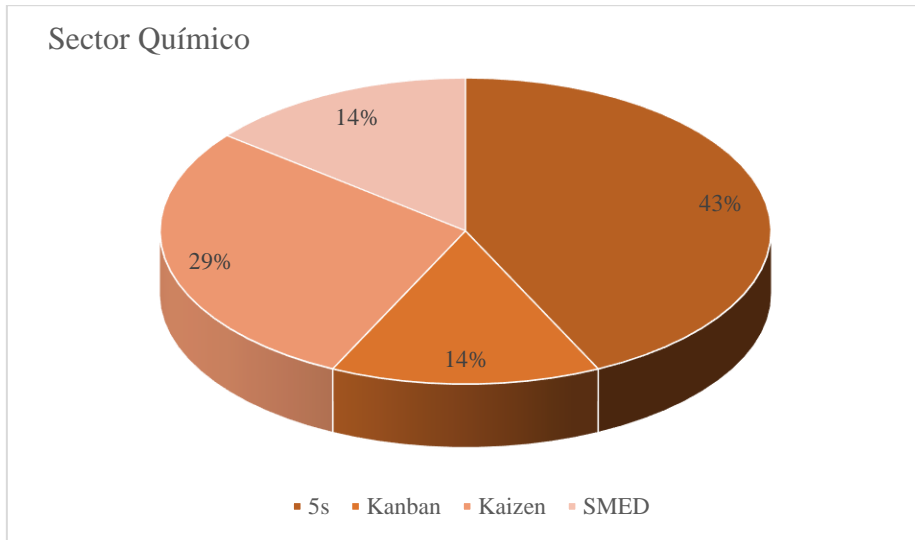
Impacto LM en Empresas del Sector Químico en Colombia



Se muestra a continuación los resultados gráficos evidenciados después del análisis de las herramientas implementadas en las empresas del sector químico.

Figura 38.

Herramientas LM en el Sector Químico en Colombia



Como se observó en la Figura 38, hubo presencia de 4 herramientas, donde la herramienta más empleada en la industria química es 5s con un porcentaje de 47%, posterior a ella se encuentra Kaizen con un 29% y finalmente Kanban y SMED juntas con un valor de 14%.

Figura 39.

Documentos por cada Herramienta LM según Tamaño de la Empresa en el Sector Químico en Colombia

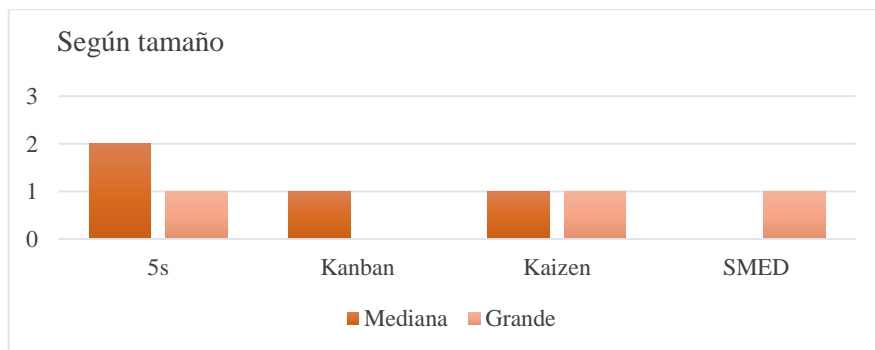
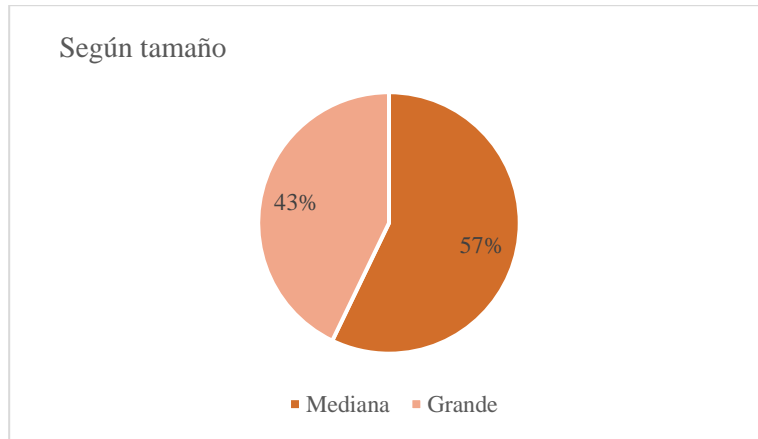


Figura 40.

Distribución de Herramientas LM por Tamaño de la Empresa en el Sector Químico en Colombia



Acorde con la clasificación según el tamaño de empresa no hay organizaciones en los casos de estudio analizados que pertenezcan al grupo de microempresas o pequeñas empresas, únicamente hay representación de 5s, Kanban y Kaizen en la mediana (43%) y 5s, Kanban y SMED en la grande empresa (57%).

Figura 41.

Documentos por cada Herramienta LM según Ubicación de la Empresa en el Sector Químico en Colombia

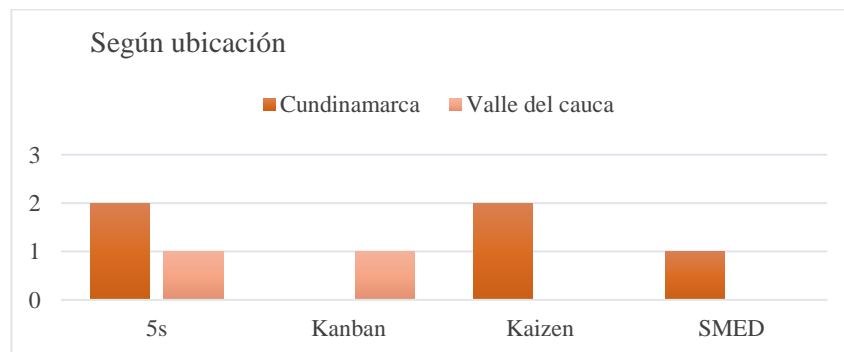
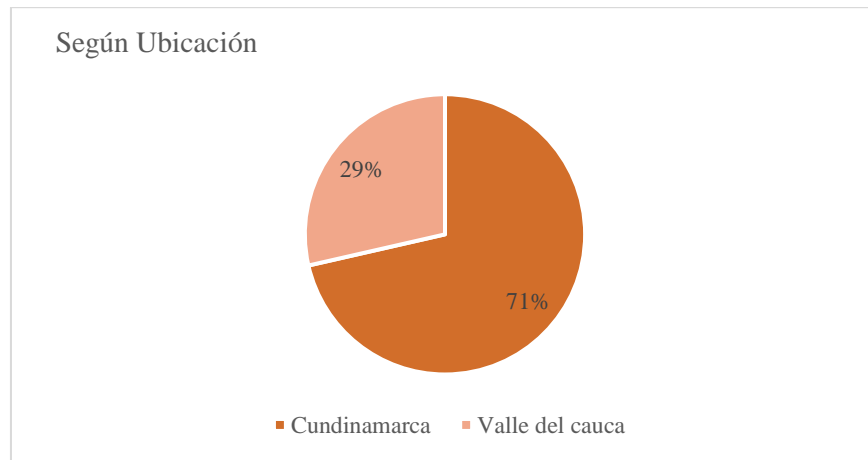


Figura 42.

Distribución de Herramientas LM por Ubicación de la Empresa en el Sector Químico en Colombia



De los documentos registrados en la matriz bibliográfica, se encontraron dos departamentos para la aplicación de lean en el sector químico: Cundinamarca y Valle del Cauca, donde se aplicaron las herramientas 5S, Kaizen y SMED en Cundinamarca logrando un porcentaje del 71% de participación. De igual forma, una implementación de 5S y Kanban en el Valle del Cauca con un porcentaje del 29%

5.2.2.6 Sector Fabricación de Productos de Construcción. El sector de la construcción es uno de los mayores impulsores de la economía de un país; es un propulsor del crecimiento y el desarrollo de una nación. Los principales atributos del sector inmueble y las constructoras de viviendas, oficinas, comercios, centros de servicio, obras y otro tipo de edificaciones, son el dinamismo y el carácter reactivador que le aportan a la economía de Colombia y muchos países en el mundo. (OIKOS Constructora, 2018).

Por consiguiente, es importante para las empresas que se dedican a proporcionarle bienes a este sector fabricar productos de calidad sin incurrir en gastos o desperdicios. En la presente revisión, se encontraron 4 documentos referentes a esta industria mostrados a continuación con la correspondiente descripción de experiencias al implementar las herramientas lean.

Tabla 12.

Casos de Estudio sobre Herramientas LM en Empresas del Sector Fabricación de Productos de Construcción en Colombia

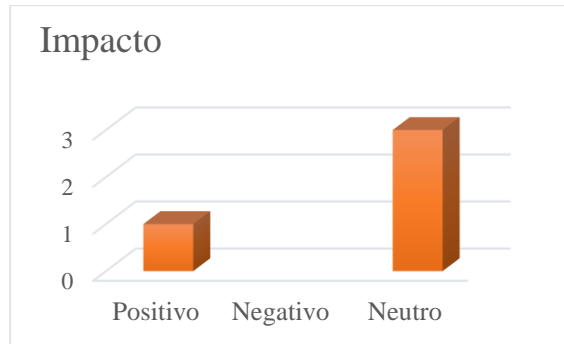
Autor	Herramientas Utilizadas	Impacto
(Cubillos & Ruiz, 2017)	5S, Kanban	NEUTRO: Se desarrollan propuestas de mejora basadas en el enfoque de Lean Manufacturing para reducir el tiempo de ciclo actual de la estación de servicio, y por lo tanto el tiempo total del ciclo de producción. Estas herramientas son 5'S, Kanban, lo que puede reducir el tiempo asociado con el desperdicio.
(Chapuel & García, 2017)	VSM, 5S	NEUTRO: Se pudo presentar el método correcto de aplicación del método 5S, teniendo en cuenta las condiciones iniciales de Gyplac S.A. y los elementos que son restricciones de desempeño. Ante esto, se puede concluir que 5S no solo conduce a la mejora material de la empresa, a través de la limpieza y el orden, sino que también incide en procesos productivos más eficientes.
(Echeverry, 2020)	5S, TPM	

		NEUTRO: Gracias a la aplicación Lean Manufacturing se puede reducir el tiempo de producción de paneles prefabricados (paneles de hormigón) a 6:36 horas sin afectar la operación de la empresa. También permitió mejorar la suplementación, lo que generó un mejor ambiente de trabajo y una mayor seguridad laboral dentro de la empresa.
(D. Rodríguez, 2021)	SMED	POSITIVO: Luego de aplicar el método SMED, es posible aumentar la disponibilidad de los equipos y por ende la productividad en un 38% al momento del cambio de plancha; Es decir, pasó los 30 minutos informados en un récord de 18,8 minutos. Cabe señalar que la adopción del método SMED se realiza de manera unidireccional, reingeniería de procesos y creación de procesos paralelos, donde la modificación de los equipos requiere inversión y tiempo de aprobación posterior al periodo de estudio.

La Figura 43, muestra que, de los 4 documentos, 3 tienen un impacto neutro y 1 solo es confirmación de un impacto positivo. Se pudo concluir de lo anterior, que en la mayoría de los casos registrados se encontraron diseños de propuestas para aplicar lean en el mejoramiento de la productividad, pero no hay evidencia de que se aplicaron dichos diseños, por ende, no se logra definir si lean contribuyó a mejoras en la empresa.

Figura 43.

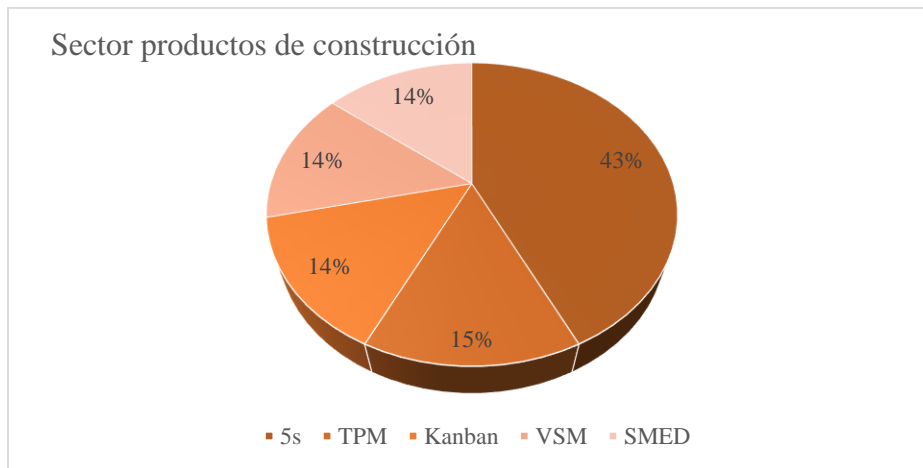
Impacto LM en Empresas del Sector Fabricación de Productos de Construcción en Colombia



A continuación, se muestra el análisis en el entorno participativo de diferentes herramientas en la industria de fabricación de productos de construcción.

Figura 44.

Herramientas LM en el Sector Fabricación de Productos de Construcción en Colombia



En la Figura 44, se observó la aplicación de cinco herramientas de la metodología Lean. 5s es la principal con un porcentaje de implementación de 43%, posterior a ella se encuentra TPM con 15% y finalmente Kanban, VSM y SMED con un porcentaje de 14% para cada una de ellas. Al revisar el nivel de importancia de las herramientas para este sector, se concluye que tuvo un enfoque mayoritario en mejorar y mantener las condiciones de la organización, orden y limpieza en el lugar de trabajo. Asimismo, a través de un entorno de trabajo ordenado y limpio, se crean condiciones de seguridad, de motivación y de eficiencia.

Figura 45.

Documentos por cada Herramienta LM según Tamaño de la Empresa en el Sector Fabricación de Productos de Construcción en Colombia

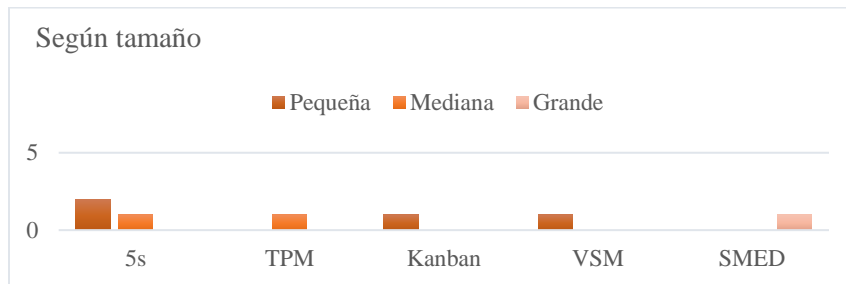
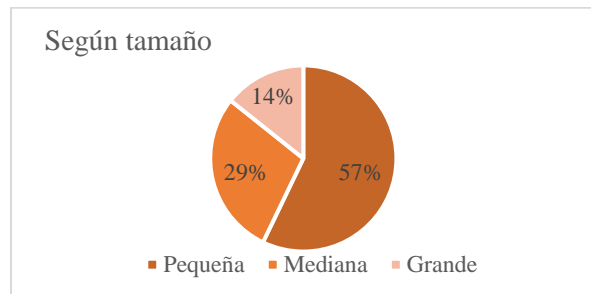


Figura 46.

Distribución de Herramientas LM por Tamaño de la Empresa en el Sector Fabricación de Productos de Construcción en Colombia



En este tipo de sector productivo estuvieron presentes las pequeñas, medianas y grandes empresas. Se analizaron cuatro documentos para la pequeña empresa donde se aplicó 5S en 2 de ellos, uno en Kanban y un último en VSM. Para la mediana empresa hubo 2 documentos con aplicación en 5s y TPM. Finalmente, se estudió un documento para la grande empresa con aplicación de SMED.

Figura 47.

Documentos por cada Herramienta LM según Ubicación de la Empresa en el Sector Fabricación de Productos de Construcción en Colombia

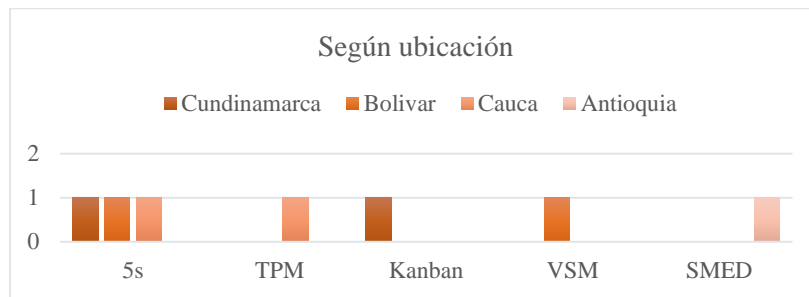
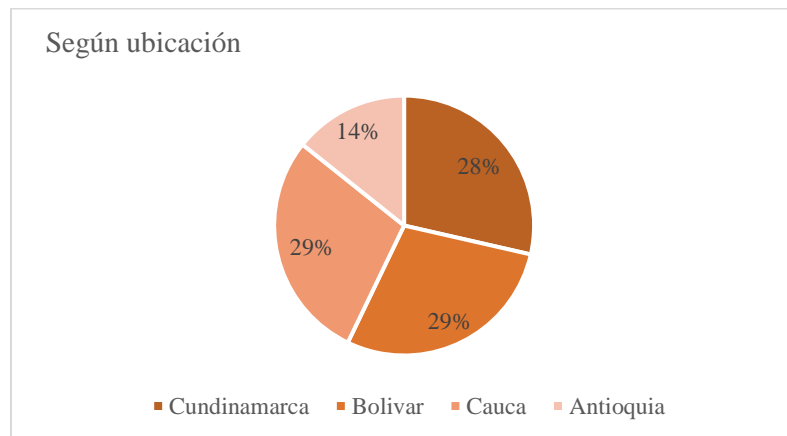


Figura 48.

Distribución de Herramientas LM por Ubicación de la Empresa en el Sector Fabricación de Productos de Construcción en Colombia



Las empresas dedicadas a la fabricación de materiales de construcción se encuentran ubicadas en los departamentos de Cundinamarca (28%), Bolívar (29%), Cauca (29%) y Antioquia (14%). Para el departamento de Cundinamarca existen 2 documentos donde se aplicó 5s y Kanban, en Bolívar se aplicó 5S y VSM; en cauca 5S y TPM y por último esta Antioquia con aplicación en SMED.

5.2.2.7 Sector Metalmeccánico. A nivel mundial, un sector metalmeccánico sólido es señal de una economía industrializada y avanzada, y por este motivo, la correcta evolución de esta industria tiene una importancia evidente en el crecimiento de otros sectores y demás actividades industriales y de servicios. El sector metalmeccánico en Colombia es el más productivo para la industria en ese país, y ha logrado fortalecerse como una cadena exportadora, según dio a conocer recientemente la Cámara de la Cadena Metalmeccánica y Astillera de Colombia, Fedemetal, adscrita a la Asociación Nacional de Empresarios de Colombia (ANDI). Seguidamente, se muestran los 7 casos de estudio analizados en este sector donde se aplicó la metodología de gestión lean evidenciado el tipo de impacto logrado en cada uno de ellos.

Tabla 13.

Casos de Estudio sobre Herramientas LM en Empresas del Sector Metalmeccánico en Colombia

Autor	Herramientas Utilizadas	Impacto
(Carillo et al., 2018)	5S, TMP	POSITIVO: En el aspecto visual, ayuda con las operaciones, las tareas de mantenimiento e incluso la producción. Es por eso que la empresa inició el proceso de implementación de 5s. En

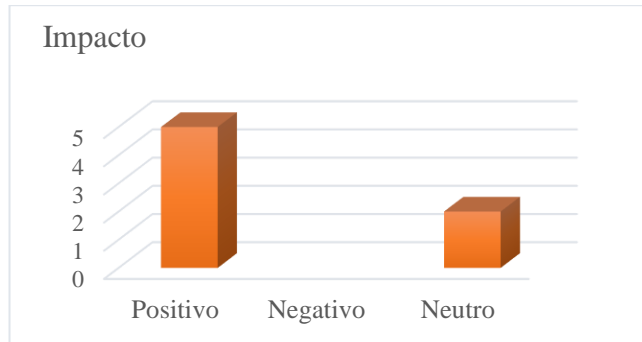
Autor	Herramientas Utilizadas	Impacto
		consecuencia, la gestión administrativa, tanto de compras como de personal, se ve obligada a coordinar tareas para el correcto funcionamiento del TPM.
(Reyes et al., 2018)	5S, SMED	POSITIVO: Para reducir el tiempo de viaje del operador y la seguridad del operador, se recomienda que 5S se instalen en todas las áreas de trabajo. SMED y 5S son fáciles de implementar, económicos y prácticos, pero producen muy buenos resultados positivos, reduciendo el tiempo de preparación hasta en un 40%
(A. González & Rodríguez, 2017).	5S	NEUTRO: El proceso de asegurar que las condiciones generales de orden y limpieza general de la empresa se dan dentro de la empresa, nos permite determinar el porcentaje de demanda que recibimos en cada etapa de 5S, y este proceso es un aporte para definir planes de acción e identificación de oportunidades de mejora que deben ser consideradas en el diseño final de la propuesta.
(Guerra & Orozco, 2017)	5S, SMED	NEUTRO: Al observar los tiempos de ciclo, encontramos que para todos los métodos propuestos existe una disminución de 3,07% (5'S) y 5,6% (SMED) con respecto a la posición actual de la empresa; Esto se debe a que las propuestas de reducción de distancias, estandarización y reorganización del funcionamiento de las estaciones se clasifican como congestionadas.
	VSM, SMED, 5S	

Autor	Herramientas Utilizadas	Impacto
(Beltran & Soto, 2017)		POSITIVO: Con la aplicación de herramientas SMED y 5S en el área de recepción de material, se logra reducir la distancia de recorrido del operador en un 7,2% y el tiempo de espera de cada operación en un 20%; Por lo tanto, se puede atacar toda la basura en esta área. Al reconocer que el VSM actual ataca ambos desechos y se reducen los tiempos de ciclo.
(López, 2017)	VSM, 5S	POSITIVO: Al sugerir 5S, es posible crear una lista de cosas necesarias para mejorar la disposición y limpieza de las estaciones de trabajo. Esto reducirá el tiempo de producción por unidad, mejorará el flujo de materiales y mejorará el entorno de trabajo.
(Jerez, 2017)	VSM, 5S, Poka Yoke, Heijunka, Kaizen	POSITIVO: La empresa, a través de diversas herramientas Lean, atacó aspectos clave que afectaron los niveles de productividad de la empresa durante este período, las herramientas 5S y Poka Yoke ayudaron a reducir el error humano y enfatizaron cambios en áreas comerciales como el acoplamiento y las pruebas. Heijunka habilitó a través del nivel de fabricación para responder a las necesidades cambiantes de los clientes.

Según con la Tabla 13, la manufactura esbelta logró cambios beneficiosos en la industria metalmecánica, dado que 5 de las 7 empresas analizadas en esta revisión tuvieron un impacto positivo y las restantes un impacto neutro. (Ver Figura 49)

Figura 49.

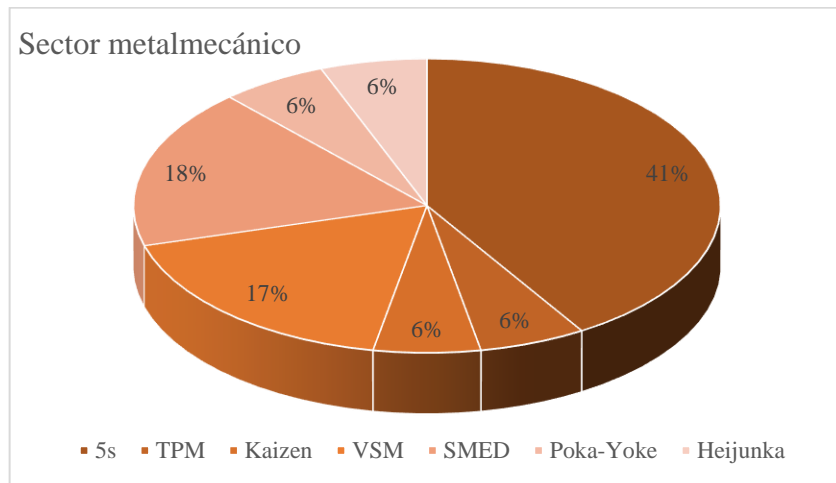
Impacto LM en Empresas del Sector Metalmecánico en Colombia



A continuación, se muestran en una representación gráfica con el respectivo análisis las herramientas que se implementaron en las diferentes empresas del sector metalmecánico.

Figura 50.

Herramientas LM en el Sector Metalmecánico en Colombia



Según, la Figura 50 la herramienta con mayor presencia en este sector es 5s (41%), seguido de las herramientas VSM (17%) y SMED (18%) con un nivel de participación similar. Y las herramientas con menor representación en la industria son TPM (6%), Kaizen (6%), Poka-Yoke (6%) y Heijunka (6%). Así pues, esta industria estuvo más orientada a reducir los desperdicios, aumentar la productividad y la motivación de las personas, como se evidenció en la anterior figura.

Figura 51.

Documentos por cada Herramienta LM según Tamaño de la Empresa en el Sector Metalmecánico en Colombia

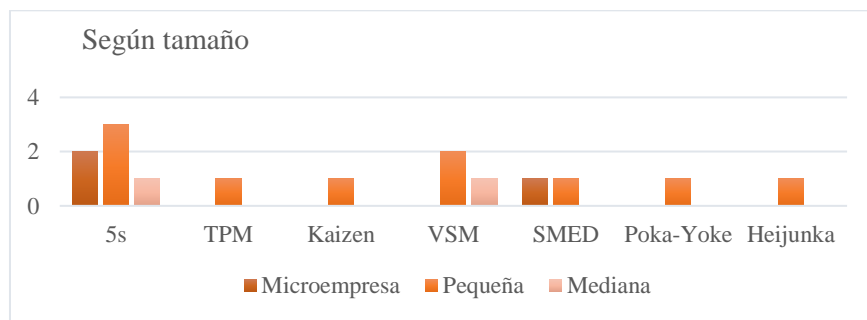
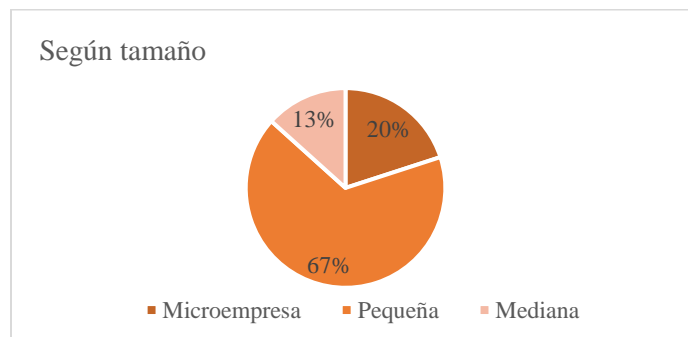


Figura 52.

Distribución de Herramientas LM por Tamaño de la Empresa en el Sector Metalmecánico en Colombia



De acuerdo con el tamaño, no hubo casos donde se aplicará lean manufacturing en las grandes empresas. Sin embargo, en las pequeñas si existió gran porcentaje de aplicación (67%) con todas las herramientas observadas en la Figura 52. En la microempresa (20%) se aplicó 5s y SMED. Y finalmente en la mediana empresa (13%) estuvieron presentes 5S y VSM.

Figura 53.

Documentos por cada Herramienta LM según Ubicación de la Empresa en el Sector Metalmecánico en Colombia

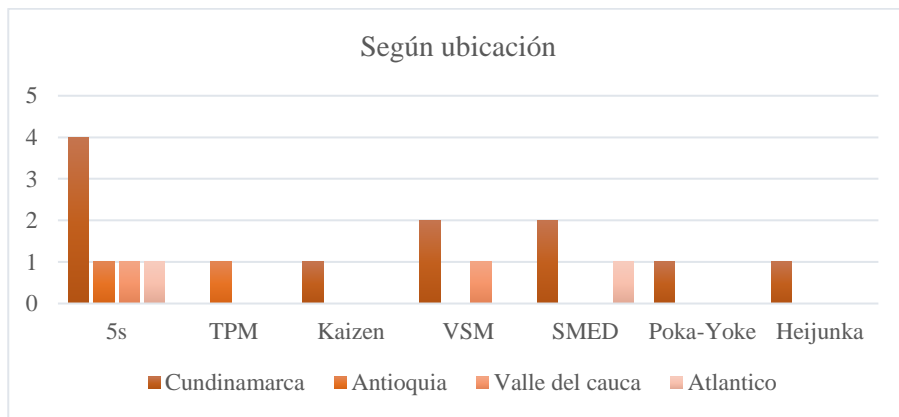
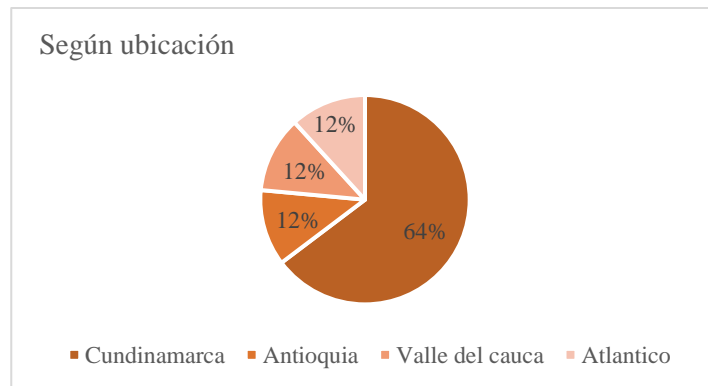


Figura 54.

Distribución de Herramientas LM por Ubicación de la Empresa en el Sector Metalmecánico en Colombia



Según lo observado en la Figura 53 y Figura 54 el departamento con más incidencia en esta industria es Cundinamarca con 64% y donde se encontraron 4 documentos con aplicación 5s, 2 en VSM y SMED y uno en Kaizen, Poka-Yoke y Heijunka. También esta Antioquia, valle del cauca y atlántico con 12%, con un caso documentado en varias herramientas.

5.2.2.8 Sector Fabricación de Maquinaria y Equipos. La industria de maquinaria y equipos resulta de alta relevancia para el desarrollo productivo de una nación principalmente porque es fuente de empleos, de alta calificación y remuneración y provee de maquinarias para la producción de todos los bienes que componen el producto. En la búsqueda de información acerca de este sector y su incidencia en la implementación de lean se encontraron 6 documentos. A continuación, se muestran los resultados con la respectiva descripción del impacto hallado.

Tabla 14.

Casos de Estudio sobre Herramientas LM en Empresas del Sector Fabricación de Maquinaria y Equipos en Colombia

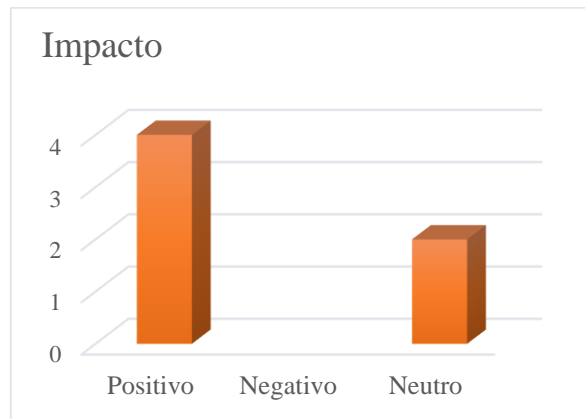
Autor	Herramientas Utilizadas	Impacto
(Bracamonte et al., 2019)	VSM, 5s, SMED, Kanban, Heijunka, TPM y Kaizen	POSITIVO: En el texto del artículo se profundiza en herramientas de Lean Manufacturing como VSM, 5s, SMED, KANBAN, HEIJUNKA, Proceso Continuo, TPM y Kaizen. Se encuentran casos de aplicación en lugares con resultados positivos ya que al aplicar estos métodos se han obtenido algunos beneficios y mejora continua de los procesos en las empresas.
(F. Ramírez, 2017)		

Autor	Herramientas Utilizadas	Impacto
(L. González, 2020)	VSM, Kanban, SMED, Poka-Yoke	POSITIVO: VSM especifica que la actividad sin valor agregado es una medición continua de la alineación de la máquina, y las piezas no volátiles se pueden mejorar desde 5S. El movimiento de estas monedas representa una disminución del 76% con respecto a la valoración original. Kanban, en comparación con el valor inicial, reduce el tiempo dedicado al sobreprocesamiento en un 95 %. SMED reduce el trabajo adicional en un 58 % en comparación con el tratamiento estándar. Poka-Yoke reduce la cantidad de monedas rechazadas en un 75% del valor original.
(Bueno, 2020)	Kaizen	POSITIVO: Kaizens ha ayudado a implementar actualizaciones y versiones de 310 documentos de trabajo para los estándares de THC existentes. Se creó 1 índice de satisfacción. En el último trimestre del año se aprobaron 4 Kaizens. Se apoyó en el proceso de certificación CD ISO 9001. Se realizó un análisis de tiempos para el desarrollo del importante proyecto. Hay automatización y consumo reducido de energía para incubadoras y hornos.
(J. Pérez, 2021)	5S, JIT, Kanban	

Autor	Herramientas Utilizadas	Impacto
(Cabarcas, 2018)	5S, Kanban	<p>POSITIVO: Se realizaron 5S, “justo a tiempo”, kanban y disposición de residuos. Se han elaborado fichas de proceso que contienen imágenes de voladuras de hornos clasificados por proceso y subconjunto. La aplicación de las metodologías redujo el tiempo de montaje del horno de 21 días a 7 días</p> <p>NEUTRO: La reorganización e implementación del concepto 5S en cada puesto de trabajo tiene como objetivo aumentar la productividad de cada uno de ellos, lo que repercute de forma directa y positiva en los tiempos de producción. Y con Kanban, tendrás conocimiento en tiempo real de la gestión de cada sitio</p>

Figura 55.

Impacto LM en Empresas del Sector Fabricación Maquinaria y Equipos en Colombia

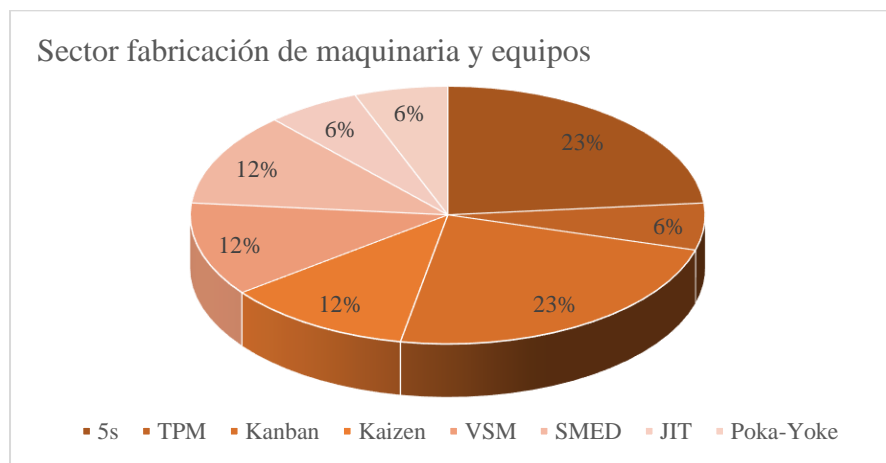


De acuerdo con lo expuesto en la Tabla 14, 4 documentos de los 6 encontrados tuvieron un impacto positivo, los otros dos un impacto neutro. Lo anterior evidencia un resultado positivo en la implementación de la metodología Lean en esta industria. (Ver Figura 55)

Se mostrará ahora, los resultados de las herramientas aplicadas en cada caso documentado en la industria de maquinaria y equipos y su distribución de acuerdo con el tamaño y la ubicación de la empresa.

Figura 56.

Herramientas LM en el Sector Fabricación Maquinaria y Equipos en Colombia



En cuanto a las herramientas implementadas, se encontraron 5s y Kanban liderando por su alta representación en la industria con un 23% para cada una, posterior se encuentra Kaizen, VSM, y SMED con la mitad de participación en comparación con las herramientas anteriores es decir un 12%. Y finalmente las herramientas de mayor ausencia TPM, JIT y Poka-Yoke con 6%.

Figura 57.

Documentos por cada Herramienta LM según Tamaño de la Empresa en el Sector Fabricación Maquinaria y Equipos en Colombia

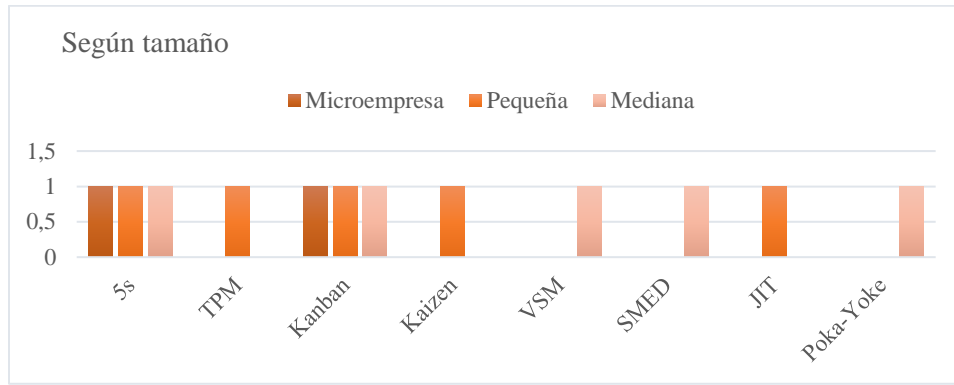
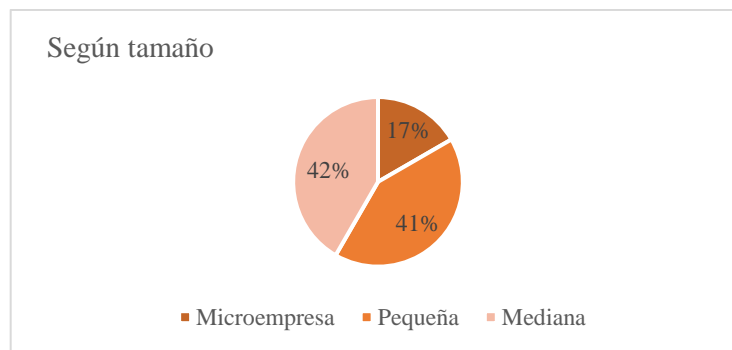


Figura 58.

Distribución de Herramientas LM por Tamaño de la Empresa en el Sector Fabricación Maquinaria y Equipos en Colombia



De acuerdo con lo observado en la Figura 57 y Figura 58, los tipos de empresa según su tamaño que implementaron este modelo de gestión son las micro, pequeñas y medianas empresas, donde se obtuvo un porcentaje de 41% para las pequeñas empresas y presencia de 5S, TPM, Kanban, Kaizen y JIT. Por otro lado, está la mediana empresa con 42% y presencia de 5s. Kanban, VSM, SMED y Poka-Yoke. Y por último la microempresa con 17% donde se aplicó 5S y Kanban.

Figura 59.

Documentos por cada Herramienta LM según Ubicación de la Empresa en el Sector Fabricación Maquinaria y Equipos en Colombia

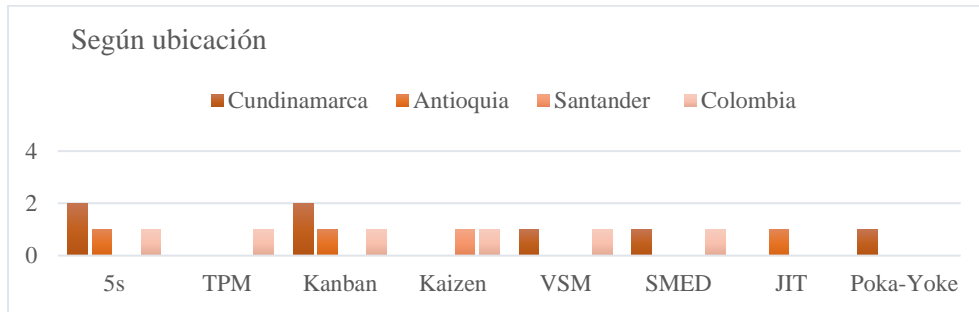
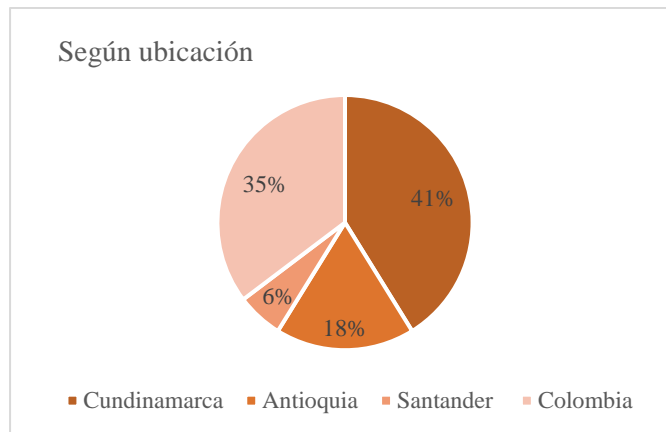


Figura 60.

Distribución de Herramientas LM por Ubicación de la Empresa en el Sector Fabricación Maquinaria y Equipos en Colombia



Para esta industria, hubo participación de cuatro departamentos de Colombia, Cundinamarca (41%) para el cual se encontraron dos documentos en 5S y Kanban, un documento para VSM, SMED y Poka-Yoke. Antioquia (18%) donde tuvo aplicación 5S, Kanban y JIT. Y Santander con 6% con un solo caso en Kaizen. El restante de porcentaje equivale a una revisión

bibliográfica en este sector en diferentes empresas de Colombia (35%) donde se aplicaron diferentes herramientas como se puede observar en las anteriores figuras.

5.2.2.8 Sector Gráfico. Las empresas que se dedican a la composición, reproducción, grabado o impresión o publicación, en uno o más colores y por cualquier otra materia, de toda clase de caracteres, dibujos o imágenes en general, son pertenecientes a la industria gráfica. En esta revisión se encontró solo un caso documentado con un impacto positivo dentro del mejoramiento productivo de los procesos como se describe en la Tabla 15, donde se utilizó la herramienta 5s y SMED. Además, la empresa está ubicada en Cali, departamento Valle del Cauca. Por anonimato no se especifica el nombre de la compañía, por lo que no pudo hacer una clasificación según el tamaño de esta.

Tabla 15.

Casos de Estudio sobre Herramientas LM en Empresas del Sector Grafico en Colombia

Autor	Herramientas Utilizadas	Impacto
(L. Pérez & Rojas, 2018)	SMED, 5S	POSITIVO: Para el diseño de la organización del trabajo del nuevo operador se adoptaron etapas SMED y para el diseño del puesto de trabajo se planteó la aplicación de 5S en la línea de adhesivos, por diseño. El plan de acción incluye todas las fases de evaluación para determinar cómo se mantiene la disciplina. La efectividad del procedimiento propuesto se manifiesta en los efectos positivos que resultan de los indicadores de desempeño del proceso

5.2.3 Documentación Visual

En la búsqueda de literatura gris, se encontró documentación visual en la plataforma YouTube. A continuación, se hará una descripción de dos videos correspondientes a las empresas Printer colombiana S.A.S y Sofassa Colombia quienes aplicaron la metodología lean en sus procesos productivos.

5.2.3.1 Printer Colombiana S.A.S. En el documento visual, primeramente, se observó un diagnóstico del estado actual de la empresa donde se utilizó herramienta VSM, con el fin de poner en contexto que áreas de trabajo necesitan un enfoque lean manufacturing. Sin embargo, al existir tantos procesos dentro de la organización únicamente se tuvo en cuenta las impresiones rotativas, dado que en el análisis previamente realizado es uno de los procesos más sensibles e importantes en la cadena productiva.

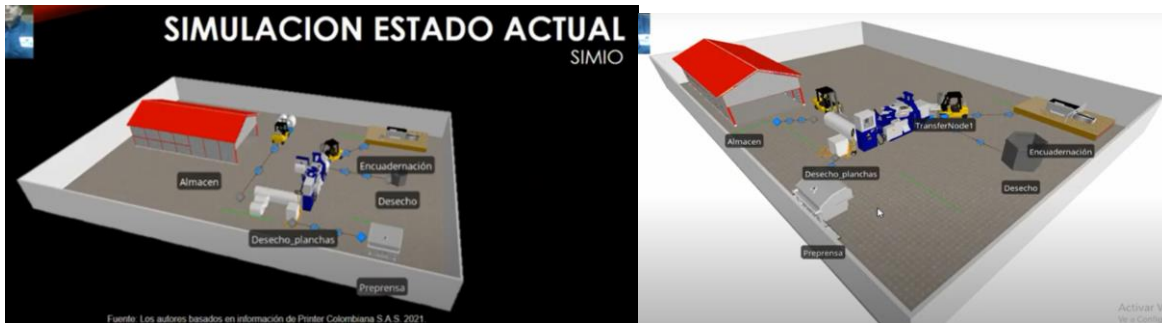
Después de analizar el VSM y clasificar el número de fallos que pueden llegar a suceder, se seleccionó el del riesgo más significativo, el cual fue que el color de la muestra no coincida con la original, pues implica sobrecostos al tener que desechar el material defectuoso y tener que reimprimir, esto seguido por el incumplimiento de los clientes internos en cuanto plazos de entrega generando que estos comiencen tarde en la realización de sus procesos y también se le incumpla al cliente final. Para poder disminuir la probabilidad de riesgo se dan algunas acciones recomendadas, pero cabe destacar que al no existir un nivel alto número de prioridad de riesgo, se deduce que aún existen posibles fallos, pero la gravedad de estos no es suficiente para repercutir en el ciclo productivo y como tal el funcionamiento de la empresa.

Como segundo punto, se habló sobre la herramienta 5S y los beneficios que se lograrían tras su aplicación, entre ellos esta una redistribución de la planta con el fin de disminuir tiempos

en los procesos. Seguidamente se mostró una simulación del estado actual y una simulación propuesta futura como se observa en la Figura .

Figura 61.

Simulación estado Actual Vs Estado Futuro de la Empresa Printer Colombiana S.A.S



Nota: Tomado de plataforma Youtube (Cañón et al., 2021)

Los resultados observados durante la simulación futura fueron: aumento en la eficiencia al tener un menor tiempo de procesamiento desde que llega la orden hasta que se despacha la encuadernación que el cliente final, lo que conlleva a un beneficio post venta pues al tener áreas mejor organizadas se disminuye la probabilidad de ocurrencia, antes durante y después de imprimir, teniendo un producto terminado con menos defectos y por consiguiente un cliente satisfecho.

5.2.3.2 Sofassa Colombia. El video titulado, Kaizen Ejemplo Empresa Colombiana, 2014 muestra las experiencias que han tenido los colaboradores con la implementación lean manufacturing dentro de esta gran empresa encargada del ensamble de los automóviles Renault en Colombia.

A continuación, se describen cada una de las opiniones más relevantes observadas en el documento visual:

- Gerente de la empresa: Relata la idea de negocio y como la hizo realidad, manifestando su interés en compartir información sobre “cómo se hacen las cosas, como se deben hacer y cómo las cambiamos”. “Kaizen es alegría, es familiaridad, la oportunidad de crecer cada día”

- Jorge Julián Mejía, Responsable de unidad de ensamble: “Cuando se ilumina la respuesta en alguno de los integrantes del grupo se vive un momento de pasión”. “He aprendido a trabajar en equipo, a comunicarme, a escuchar a los demás, a buscar soluciones donde los puestos son más cómodos, donde la calidad es mejor, donde podemos hacer las cosas a menor costo, con más productividad y eficiencia. Trabajar en kaizen ha sido una experiencia emocionante.”

- Edwin Torres, Responsable de unidad SPR: “Como en una empresa tan grande, cosas tan pequeñas que uno hace aportan tanto la empresa”

- Fabio López, Responsable de soldadura: “Kaizen me apasiona porque es trabajo en equipo”

- Mario Gómez, Director de producción: “La filosofía de trabajo de esta planta es nuestra forma de vivir y de enfrentar el trabajo día a día para poder ser exitosos”

- Pablo Arango: Director de Calidad: Es innovación continua de cada uno de los trabajadores que nos permiten lograr retos importantes”

- Ferman Calle, Presidente Director general: “Significa una gran oportunidad de hacerlas cosas mejor, nos permite a todos pensar y aportar cosas nuevas para la compañía”. “Hay ocasiones en que se siente que no se va a poder, pero para eso son los equipos kaizen, para que, entre todos los compañeros, podamos mostrar que siempre se puede mediante la metodología Kaizen.

Dentro de los impactos obtenidos en esta documentación visual, se tiene un impacto neutro en la primera empresa Printer, dado que el alcance no llega hasta la implementación en real. En la segunda y gran empresa Sofassa se da un impacto positivo, además de ser inspiración y motivación para trabajar en equipo y hacerlo cada vez mejor.

5.2.4 Análisis Comparativo de Experiencias de los Casos de Estudio

Se procedió a realizar un análisis comparativo teniendo en cuenta la información suministrada, analizada y organizada el impacto evidenciado en los diferentes tipos de sector productivo, tamaños de empresa y su respectiva ubicación expuesta en esta revisión de la literatura. En consecuencia, se muestran los datos obtenidos de acuerdo con las diferentes categorías mencionadas anteriormente, así como el uso de las técnicas del modelo de gestión de manufactura esbelta que hicieron parte del sector industrial colombiano.

Tabla 16.

Comparativo de Experiencias por Sector Productivo

Sectores productivos	Experiencias	Experiencias	Experiencias
	positivas	neutras	Negativas
Sector Textil y Confección	15	7	0
Sector Alimentos	6	7	0
Sector plásticos o derivados del petróleo	4	2	0
Sector fabricación de productos de vidrio, cristal o porcelana.	1	1	0
Sector químico	2	3	0
Sector fabricación de productos de construcción	1	3	0
Sector metalmecánico	5	2	0
Sector maquinaria y equipos	4	2	0

Sectores productivos	Experiencias	Experiencias	Experiencias
	positivas	neutras	Negativas
Sector gráfico	1	0	0

Según los datos mostrados en la tabla 15, el sector productivo que tuvo más experiencias positivas al implementar el modelo de gestión lean fue el sector textil y de confecciones. Por lo tanto, para los demás sectores analizados, existe una pequeña diferencia entre los positivos y neutrales, ya que, si bien están interesados en el método, no lo han aplicado, es decir, están en la primera etapa de implementación, la cual corresponde al diseño de la estrategia.

Tabla 17.

Comparativo de Experiencias por Tamaño de la Empresa

Tamaño de empresa	Experiencias	Experiencias	Experiencias
	positivas	neutras	Negativas
Microempresa	3	7	0
Pequeña	16	3	0
Mediana	7	10	0
Grande	8	4	0

Dentro de los tipos de empresa por su tamaño, destacan las pequeñas empresas con un gran número de experiencias positivas frente a las otras. Sin embargo, las medianas y grandes empresas no se quedan atrás, pues, aunque sus números de neutrales son similares a los positivos, es claro que hay interés en hacer cambios para mejorar su organización.

Tabla 18.*Comparativo de Experiencias por Ubicación de la Empresa*

Ubicación	Experiencias	Experiencias	Experiencias
	positivas	neutras	Negativas
Cundinamarca	19	16	0
Santander	3	0	0
Antioquia	3	1	0
Valle del cauca	7	4	0
Risaralda	1	0	0
Bolívar	1	0	0
Cauca	0	2	0
Atlántico	2	1	0

La Tabla 17 muestra las experiencias de las diferentes regiones del país, siendo Cundinamarca la provincia principal con 19 experiencias positivas y 16 neutras, seguida del Valle del Cauca con 7 experiencias positivas y finalmente otras regiones con cifras más pequeñas, pero evidenciando su involucramiento en la aplicación de la filosofía lean y su interés en cambiar los métodos de trabajo para aumentar la productividad de la empresa.

Tabla 19.*Comparativo entre las Herramientas de Lean Aplicadas en los Sectores Productivos*

Herramientas	Sector Textil y Confección	Sector Alimentos	Sector plásticos o derivados del petróleo	Sector fabricación de productos de vidrio, Sector químico	Sector fabricación de productos de Sector metalmecánico	Sector maquinaria y equipos	Sector gráfico		
5s	17	6	6	1	3	3	7	4	1
TPM	3	4	2	0	0	1	1	1	
Kanban	5	2	1	0	1	1	0	4	
Kaizen	2	6	0	0	2	0	1	2	
VSM	9	4	3	1	0	1	3	2	
Jidoka	2	0	1	1	0	0	0	0	
SMED	7	4	2	1	1	1	3	2	1
Poka-Yoke	2	2	1	0	0	0	1	1	
JIT	3	1	0	0	0	0	0	1	
Heijunka	3	0	0	0	0	0	1	1	
Total	53	29	16	4	7	7	17	18	2

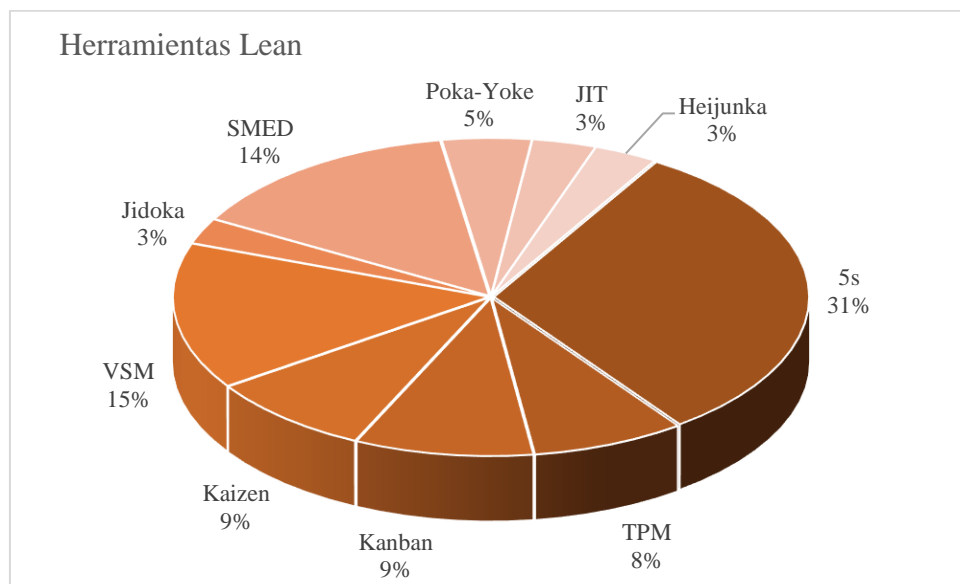
Como se observa en la tabla 15, el sector con más fuerza en la implementación de lean es el sector textil y confección con un total de 53 técnicas empleadas, seguido se encuentra el sector de alimentos con un numero de 29 herramientas enfocadas en mejorar sus sistemas productivos. Los sectores metalmecánicos, fabricación de maquinaria y equipos y plásticos o derivados del petróleo tienen una pareja similitud en el uso de herramientas con un número de 17, 18 y 16 técnicas respectivamente. Por último, están el sector químico, el sector fabricación de productos

de vidrio, cristal o porcelana y sector gráfico con un número menor en la utilización de las herramientas.

Para finalizar, se muestra a continuación una distribución de las herramientas Lean, con el fin de conocer cuáles de ellas son las más aplicadas por las empresas en el sector industrial colombiano.

Figura 62.

Distribución Herramientas LM en el Sector Industrial Colombiano



La Figura 62, evidencia que una gran parte de las empresas involucradas en la implementación de la metodología lean utilizaron la herramienta 5s (31%), después esta VSM (15%) acompañada de SMED (14%) con un porcentaje muy similar. También se encuentran las herramientas Kanban (9%), Kaizen (9%) y TPM (8%), las cuales tuvieron una participación media en el sector industrial. Finalmente, las herramientas Poka-Yoke (5%), Jidoka (3%), JIT(3%), y Heijunka (3%), estuvieron en un rango muy bajo de aplicación para las organizaciones.

6. Conclusiones

El desarrollo del marco conceptual ayudó a contextualizar y clarificar todos aquellos conceptos que hacen parte la metodología lean manufacturing, de este modo se logró analizar efectivamente los resultados encontrados en la realización de la investigación.

Los documentos encontrados para la revisión de la literatura equivalen a 73 documentos, de los cuales 14 son revisiones bibliográficas. Estos corresponden a trabajos de grado, posgrado y artículos. Dichos documentos se organizaron en una matriz bibliográfica, quien resultó eficaz en el momento de reseñar los textos, así como la extracción de datos para efectuar los respectivos análisis de los casos de estudio.

Muchas empresas del sector industrial colombiano han buscado lograr la mejora continua de los problemas identificados en los procesos productivos que realizan, ya que la organización necesita de un sistema que le permita optimizar y mejorar siempre los recursos de la empresa. Esta mejora continua se aplica principalmente a las empresas manufactureras debido a la necesidad constante de reducir los costos de producción para obtener la misma o mejor calidad del producto. Como resultado, Colombia ha visto un aumento significativo en el número de empresas interesadas en implementar esta mejora continua a través de un modelo de gestión de producción ajustada en los últimos 10 años.

Dentro de la revisión se encontraron diversos sectores productivos que hacen parte de la industria manufacturera, entre ellos están: textil y confecciones, alimentos, plásticos o derivados del petróleo, vidrio, cristal o porcelana, químicos, productos para la construcción, metalmecánico, maquinaria y equipos e industria gráfica. De los sectores anteriormente mencionados el de más

relevancia fue el sector textil y de confecciones por su número de documentos hallados, el cual consta de 24 casos de estudio. Seguido de este sector está la industria de alimentos con 14 documentos. Para los demás sectores se encontraron durante la búsqueda de 6 a 1 documento dentro de la revisión.

Los documentos que hacen parte de la búsqueda no se limitan solo a las pymes, se tuvieron en cuenta también las grandes empresas. Así pues, se encontró una pequeña brecha de diferencia en la participación entre los 4 tipos de empresa, teniendo a la cabeza a las pequeñas empresas, quienes no varían mucho al compararlas con las medianas, grandes y las microempresas de la industria manufacturera.

Varios departamentos del país fueron partícipes en la implementación de la filosofía lean manufacturing, siendo Cundinamarca la ubicación con más casos e investigaciones realizadas, después de esta se encuentra Valle del cauca, Antioquia y Santander, así mismo los departamentos con menos casos registrados fueron Atlántico, Bolívar, Cauca y Risaralda.

La herramienta 5´S obtuvo la mayor aplicación en las compañías colombianas, lo que indicó la necesidad de las empresas en eliminar actividades que no agregan valor y pueden generar costos e ineficiencias. Los resultados, así como, en la literatura analizada, la mayor parte de los problemas encontrados son la cantidad de residuos no controlados generados, así como el tiempo requerido para realizar ciertas actividades debido al espacio de trabajo.

Existen otras herramientas que se implementaron en las diferentes empresas que hacen parte de los casos de estudio como: VSM, SMED, Kanban, Kaizen, TPM, Poka-Yoke, Jidoka, JIT y Heijunka, estuvieron en un rango muy bajo de aplicación para las organizaciones. (Están nombradas en orden creciente según su porcentaje de representación en la revisión de la literatura).

En la documentación visual, se obtuvo información que sirve de inspiración y motivación para empresas micro, pequeñas y medianas, dado que muestra la importancia de una de las herramientas Lean (Kaizen) en el mejoramiento y crecimiento continuo que ha tenido la gran empresa Sofassa.

En general, las organizaciones analizadas es esta revisión mostraron un impacto positivo para la mayoría de los sectores productivos involucrados, dado que existen algunos casos como el sector químico y el sector de fabricación de productos de construcción donde no hubo evidencia de la aplicación del diseño de la propuesta para verificar las mejoras aportadas por la metodología lean. También está el sector de fabricación de productos de vidrio, cristal o porcelana, donde los documentos analizados fueron 2, lo que no es suficiente para considerar si lean ayuda o no en general a empresas pertenecientes a esta industria.

Al detallar las experiencias de los casos de estudio con un impacto positivo, se encontraron mejoras significativas en la mayoría de las empresas a través de la adopción de herramientas de manufactura esbelta, que incluían reducciones significativas en el desperdicio, control visual, mejor organización y utilización del espacio de la planta, reducción de inventarios de materia prima, documentación de procesos, y reducción del tiempo de procesamiento y la eliminación de residuos. Como resultado, se incrementa la productividad y la rentabilidad, junto con costos más bajos a través de la reducción del tiempo y el desperdicio.

7. Recomendaciones

Para tener éxito en la aplicación de la filosofía Manufacturing, los propietarios y altos directivos de la organización deben adquirir el compromiso con el proceso de implementación, por lo que deben tener en su equipo de trabajo consultores profesionales lean para capacitar a todos los colaboradores involucrados en los métodos que esperan adoptar estas empresas.

La adopción de esta filosofía organizacional es fundamental para el éxito de una empresa colombiana, donde la implementación es prácticamente inexistente, con una pequeña cantidad de documentos registrados y no en todas las regiones del país, entendiéndose que ninguna empresa en el mundo ha continuado en el tiempo sin la introducción completa de la mayoría de estas técnicas.

Una empresa interesada en implementar la mejora continua en su entorno debe estar bien documentada, en cuanto al desarrollo de la filosofía, para posteriormente avanzar con la implementación de Lean, considerando los resultados de un entorno similar al suyo según la información consultada.

Se recomienda a futuras investigaciones replicar la metodología usada en el proyecto para el mismo u otros sectores colombianos y así brindar más información a la comunidad científica.

Referencias Bibliográficas

- Algarra, I., & Sierra, C. (2018). *Estudio de la efectividad global de los equipos (oe) y propuesta de mejoramiento basada en el uso de herramientas de manufactura esbelta en la empresa inemflex S.A.S.*
- Arévalo, M. (2020). *Plan de mejora basado en lean-kaizen para el proceso de producción de un lubricante de pvc en una empresa de la industria colombiana.*
- Arrieta, G., Muñoz, J., Salcedo, A., & Sossa, S. (2011). *Aplicación de Lean Manufacturing en la industria Colombiana. Revisión de literatura en tesis y proyectos de grado.*
- Arrieta, J., Borrero, V., & Romano, M. (2016). Benchmarking sobre Lean Manufacturing en el sector de la confección en la ciudad de Medellín, Colombia. *Journal of Economics, Finance and Administrative.*
- Arrieta, J., Muñoz, J., Salcedo, A., & Sossa Steven. (2011). Aplicación lean manufacturing en la industria colombiana. Revisión de literatura en tesis y proyectos de grado. *Ninth LACCEI Latin American and Caribbean Conference.*
- Barrios, J., & Reyes, J. (2020). *Propuesta de mejora de la calidad del sistema productivo en la empresa moda atlántico.*
- Bedoya, I., Paredes, A., & Chud, V. (2020). *Simulación de mejoras en el sistema productivo de una curtiembre basada en el mapeo de su cadena de valor.*
- Beltrán, C., & Soto, A. (2017). *Aplicación de herramientas Lean manufacturinbg en los procesos de recepción y despacho de la empresa HLF Romero S.A.S.*

- Benitez, E. (2012). *Desarrollo de la herramienta 5 S's de lean manufacturing en el área de inyección preformas de Iberplast S.A.*
- Blog CEUPE. (n.d.). ¿Cómo implementar el Lean Manufacturing? *CEUPE Magazine*. Retrieved February 3, 2022, from <https://www.ceupe.com/blog/como-implementar-el-lean-manufacturing.html>
- Bracamonte, A., Botero, K., & Silva, C. (2019). *Implementación de herramientas lean manufacturing en la industria automotriz.*
- Bueno, L. (2020). *Actualización e implementación de trabajo estandarizado bajo la filosofía de Lean Manufacturing en Industria de ejes y transmisiones S.A. - Transejes S.A.*
- Burbano, S., & Torres, C. (2020). *Diseño de un modelo de gestión Lean Manufacturing empleando la herramienta Kaizen en el área de producción en la empresa “aplanchados doña chepa.”*
- Cabarcas, J. (2018). *Diseño de un programa integral en lean manufacturing para la empresa Manteli SAS.*
- Cabrera, D., & Vargas, D. (2011). *Mejora del sistema productivo de una fábrica de confecciones en la ciudad de Cali aplicando herramientas lean manufacturing.*
- Canales, P., & Cuervo, A. (2018). *Aplicación de una metodología Lean Manufacturing para aumentar la productividad del chorizo en una empresa que elabora productos cárnicos procesados Implementación del Sistema 5'S en el Centro de Distribución de Bimbo de Colombia.*
- Cañón, O., Parra, I., & Fuentes, E. (2021). *Herramientas lean manufacturing para la línea de producción en Printer Colombiana S.A.S.* Youtube.

- Cárdenas, L., & Molina, L. (2018). *Formulación de una propuesta de mejoramiento para el proceso productivo de una empresa del sector agroindustrial basada en técnicas de Lean manufacturing.*
- Cardona, R. (2020). *Diseño de una propuesta metodológica para la implementación de la filosofía Lean Manufacturing en la Cadena de Abastecimiento del sector textil confecciones de la ciudad de Medellín.*
- Carillo, M., Alvis, C., Mendoza, Y., & Cohen, H. (2018). *Lean Manufacturing: 5's y TPM, herramientas de mejora de la calidad. Caso empresa metalmecánica en Cartagena, Colombia. Signos. Investigación En Sistemas de Gestión.*
- Castro, J. (2020). *Propuesta de implementación de herramientas Lean Manufacturing para el mejoramiento en el sistema productivo de la empresa Minerales Exclusivos S.A.S.*
- Celis, A., & Fernández, S. (2018). *Propuesta de mejoramiento de los procesos productivos de la empresa Kepis de Colombia con Herramientas de Lean Manufacturing.*
- Chapuel, A., & García, G. (2017). *Diseño de una propuesta de mejora de la productividad en el proceso de fabricación de placa de yeso cartón de Gyplac S.A., mediante la utilización de la filosofía lean manufacturing, y sus herramientas mapa de cadena de valor y 5s.*
- Consejo Privado de competitividad. (2017). *Productividad. La clave del crecimiento para Colombia.*
- Corredor, J., & Quintero, J. (2018). *Diseño Lean-Manufacturing para la reestructuración de procesos productivos de la empresa Industrias Sueño Dorado S.A.S.*
- Cortes, Y., & Ramírez, M. (2016). *Rediseño del proceso productivo mediante la aplicación de elemento de Lean Manufacturing (SMED) en Formfit de Colombia S.A.S.*

- Cubillos, L., & Ruiz, L. (2017). *Propuesta de mejora para el proceso productivo de la empresa Prefabricar Lavaderos S.A.S. mediante el uso de la metodología Lean Manufacturing.*
- D. Rodríguez. (2021). *Disminución de los tiempos set up por medio de la metodología SMED y estandarización de procesos, en la línea de producción de tableros laminados de ciclo corto 2.*
- Dayan, K., & Torres, M. (2014). *Implementación de mejoras en el proceso productivo de la empresa de calzado masculino jhenfer's a partir de herramientas de lean manufacturing* de la cruz, J. (2009). *Marco Teórico.*
- DNP. (2004). *Generalidades de la Cadena Productiva.*
- Echeverry, C. (2020). *Plan de mejoramiento de la productividad para la línea de Producción de la plaqueta prefabricada mediante herramientas lean manufacturing en la empresa prefabricasa del cauca.*
- Equipo editorial, E. (2021). *Industria Manufacturera.* Concepto.De.
<https://concepto.de/industria-manufacturera/>
- Fajardo, J., & Gómez, M. (2019). *Optimización del proceso de empaque de la línea de coloración de referencias vibrance en henkel colombiana s.a.s.*
- Flechas, G., & Palma, A. (2019). *Propuesta de mejora para mitigar desperdicios en el proceso productivo de la empresa Inyctoplast de Colombia S.A.S.*
- Fonseca, G., Correa, M., & Aragón, A. (2018). *Adaptación de herramientas Lean Six Sigma en Pyme del sector cuero en Colombia.*
- Gachama, V., & Gonzales, N. (2013). *Propuesta de mejora del sistema productivo en la empresa de confecciones mercy empleando las herramientas de lean manufacturing.*

- Gamboa, L., & Gil, B. (2016). *Diseño e implementación de procedimientos de mejora para la disminución de producto defectuoso en la empresa Giorgio Sport S.A.*
- Girao, A. (2015). Utilidad y tipos de revisión de literatura Usefulness and types of literature review. *Santa Cruz de La Palma, Vol. 9.*
- Gisbert, V. (2015). Lean manufacturing. Qué es y qué no es, errores en su aplicación e interpretación más usuales. *3C Tecnología.*
- Gómez, C., Giraldo, D., & Ocampo, G. (2019). *Revisión de herramientas de Lean Manufacturing para el mejoramiento continuo.*
- Gonzáles, H., Marulanda, N., & Correa, F. (2018). *Diagnóstico para la implementación de las herramientas Lean manufacturing, desde la estrategia de operaciones en algunas empresas del sector textil confección de Colombia: reporte de caso.*
- González, A., & Martínez, D. (2020). *Modelo de implementación de herramientas Lean Manufacturing para el proceso de producción de postres de microempresas de la ciudad de Bogotá D.C.*
- González, A., & Rodríguez, J. (2017). *Propuesta de mejora del proceso productivo de la empresa MS INOX DISEÑOS S.A.S basado en el modelo de gestión Lean Manufacturing.*
- González, J. (2019). *Diseño e implementación de un plan de mejora del proceso productivo en la empresa de calzado Space .*
- González, L. (2020). *Propuesta de mejora en el proceso productivo de la empresa Kadell de Colombia a partir de los principios de Lean Manufacturing.*
- Guerra, J., & Orozco, G. (2017). *Diseño de una propuesta para la reducción de los tiempos de entrega en Indumetálicas Carz empleando herramientas de Lean Manufacturing.*

- Guzmán, A., & Triana, L. (2020). *Propuesta de mejoramiento al sistema de producción de sanitarios One Piece Smart mediante herramientas Lean Manufacturing y de estudio de métodos y tiempos en la empresa Corona S.A.S planta Madrid.*
- Hernández, C. (2018). *Así van las MiPymes de la región.*
- Hernández, J., & Vizán, A. (2013). *Lean manufacturing conceptos tecnicas e implementación.*
- Jerez, S. (2017). *Implementación de herramientas de lean manufacturing para la optimización de los procesos electrolíticos de la empresa abs cromosol ltda. .*
- Kaizen ejemplo empresa colombiana.* (2014). Bomconsultinggroup.
- León, G., Marulanda, N., & González, H. (2015). Factores claves de éxito en la implementación de Lean Manufacturing en algunas empresas con sede en Colombia. *Revista Tendencias.*
- López, B. (2017). *Mejoramiento en el proceso de fabricación de postes metálicos en la empresa láminas y cortes industriales s.a, utilizando la metodología del estudio del trabajo y lean manufacturing.*
- Mahecha, L. (2018). *Propuesta de mejora en el proceso de producción del área de panadería de gate gourmet Colombia utilizando herramientas de Lean Manufacturing para disminuir los desperdicios.*
- Marmolejo, N., Mejía, A., & Pérez, I. (2016). *Mejoramiento mediante herramientas de la manufactura esbelta, en una Empresa de Confecciones Colfactory.*
- Martínez, J., & Arboleda, J. (2021). *Propuesta para la reducción de tiempos y productos no conformes en el área de confecciones de la empresa Suramericana de Guantes S.A.S mediante herramientas de Lean Manufacturing.*

- Martínez, M. (2021). *Propuesta de mejora con fines de reducción de desperdicios en las secciones de perecederos en un almacén de grandes superficies en Bogotá D.C.*
- Marulanda, N., & González, H. (2017). *Objetivos y decisiones estratégicas operacionales como apoyo al Lean Manufacturing.*
- Marulanda, N., González, H., & León, G. (2016). Caracterización de la implementación de herramientas de Lean Manufacturing: Estudio de caso en algunas empresas colombianas. *Poliantena.*
- Medina, G., & Rodríguez, H. (2021). *Propuesta para la implementación de la filosofía Lean Manufacturing para mejorar la productividad en la empresa Tejidos Lany sede Bogotá .*
- Mejía, L. (2020). *Aplicación de la metodología lean manufacturing para la mejora de los procesos productivos en la planta la joya - casaluker.*
- Mitchell, D. (2018). *Industria plástica, indicador de la economía colombiana.* Reportero Industrial.
- Moreno, S. (2020). *Propuesta de mejora para la reducción de tiempo de ciclo en la fabricación de productos textiles en la empresa de confecciones Zogo S.A.S mediante herramientas de Lean Manufacturing.*
- OIKOS Constructora. (2018). *¿El sector constructor es importante para la economía de un país?*
- Orozco, J., Cuervo, V., & Bolaños, J. (2016). *Implementación de herramientas Lean Manufacturing para el aumento de la eficiencia en la producción de eka corporación.*

- Ovalles, L. (2017). *Lean Management y su implementación en el sector industrial: Fortalezas, debilidades y retos por abordar en el contexto de producción colombiano: una revisión.*
- Paredes, A. (2017). *Aplicación de la herramienta Value Stream Mapping a una empresa embaladora de productos de vidrio.*
- Paredes, J., & Nieto, A. (2016). *Propuesta de las herramientas de Lean Manufacturing como oportunidad de mejoramiento en la producción entregada de la división EKACIERRES de la empresa EKACORPORACION.*
- Pérez, J. (2021). *Estandarización de los procesos de producción de hornos rotativos a convección en la empresa Horned SAS.*
- Pérez, L., & Rojas, J. (2018). *Lean, seis sigma y Herramientas Cuantitativas: Una experiencia Real en el mejoramiento Productivo de procesos de la industria Gráfica en Colombia. Revista de Métodos Cuantitativos Para La Economía y La Empresa.*
- Quintana, P. (2020). *Propuesta para la implementación de un sistema de producción, basado en técnicas de lean manufacturing, que contribuya al control del inventario en proceso, para la sección de confección de colchones en una empresa productora de espuma.*
- Ramírez, D., & Martínez, J. (2019). *Propuesta para la mejora del Proceso de producción en la empresa JPLAST S.A.S mediante la filosofía Lean Manufacturing.*
- Ramírez, F. (2017). *Identificación y reducción de los niveles de desperdicio, desde la perspectiva de Lean Manufacturing en la empresa Flowserve Colombia S.A.S.*

- Reyes, J., Herrera, R., & Mendoza, A. (2018). *Identificación de los desperdicios que afectan la productividad de las empresas del sector metalúrgico del departamento del Atlántico, Colombia.*
- Rivera, A. (2019). *Implementación del Sistema 5'S en el Centro de Distribución de Bimbo de Colombia.*
- Robles, V. (2012). *Propuesta de mejoramiento del proceso productivo de los cereales en la empresa Big Bran S.A.S, a partir de la implementación de la teoría Lean Manufacturing.*
- Rodríguez, D., Villalba, D., & González, I. (2019). *Propuesta de mejora del proceso productivo de Lactiquesos S.A.S por medio de herramientas Lean Manufacturing.*
- Rodríguez, V., & Castillo, A. (2019). *Propuesta de mejoramiento de los procesos de la cadena de valor por medio de herramientas lean manufacturing en la empresa RJ SAS.*
- Ruiz, J., Gómez, L., & López, M. (2017). *Estudio de factibilidad basado en el modelo "Lean Manufacturing" dirigido a la producción de artículos de plástico en RDN LTDA para el diseño de un plan estratégico.*
- Sabates, L., & Sala, J. (2020). *La revisión de la literatura científica: Pautas, procedimientos y criterios de calidad.*
- Salvador, G. (2016). *Agregado de valor: Compartiendo conceptos.*
- Sanabria, J. (2012). *Diagnóstico y Evaluación de la Sección de insertado de la empresa ILKO ARCOASEO S.A.S, con un enfoque Lean Manufacturing.*

- Sánchez, J., & Zapata, C. (2021). *Importancia de la integración de las Metodologías TPM y Lean Six Sigma en la mejora Continua de los Procesos de las PYMES Procesadoras de Café.*
- Sarria, M., Fonseca, G., & Bocanegra, C. (2017). Modelo metodológico de implementación de lean manufacturing. *Revista EAN*, 83, 51–71.
- SICEX. (2019). *Sector químico: un negocio con gran demanda e importantes ventajas económicas.*
- Silva, J. (2013). *Propuesta para la implementación de técnicas de mejoramiento basadas en la filosofía de Lean Manufacturing para incrementar la productividad del proceso de fabricación de suelas para zapato en la empresa Inversiones CNH S.A.S J. Silva.*
- Sola, I. (2019). Definición y Principios del Lean. *Asturias Corporación Universitaria.*
- Soria, P., & Peña, Y. (2020). *Propuesta para optimizar el proceso productivo del pan tajado con breva en la empresa “pro-salud vida s.a.s”, a partir de la metodología lean manufacturing.*
- Suárez, I., & Galvis, A. (2018). *Simulación de mejoras en el sistema productivo de una curtiembre basada en el mapeo de su cadena de valor.*
- Vargas, A. (2018). *Revisión documental sobre el impacto de la aplicación del modelo six sigma en pymes colombianas.*
- Vargas, A., & Castaño, O. (2020). *Lean Manufacturing y la aplicación de esta herramienta en empresas colombianas.*
- Velásquez, L. (2003). *Estudio del alcance de la implantación de tecnologías de información, como apoyo al mejoramiento de los procesos, en las pequeñas y medianas empresas del sector manufacturero en Bogotá.*

- Verdugo, M. (2021). *Propuesta para la implementación de herramientas Lean Manufacturing en una empresa fabricante de materiales de fricción para sistemas de frenos.*
- Verjara, J., & Villalba, W. (2019). *Optimización del rendimiento de materias primas del botellón en la línea de producción n° 1 de gaseosas colombianas s.a.s planta agua cristal.*
- Villa, J. (2013). *Diseño de un modelo de flexibilización de manufactura para el mejoramiento de los procesos de fabricación de galletas crackers utilizando herramientas de lean manufacturing.*
- Villaseñor, A., & Galindo, edber. (2007). *Manual de Lean manufacturing. Guía básica*

Apéndices

Apéndice A. Matriz Bibliográfica