

**Análisis Textual sobre la Implementación de Herramientas Lean Manufacturing en
Empresas de América Latina**

Juan David May Calderon

Trabajo de grado para optar el título Economista

Director

MSc. Henry Sebastián Rangel Quiñonez

Universidad Santo Tomás, Bucaramanga

División de Ciencias Económicas, Administrativas y Contables

Facultad de Economía

2024

Contenido

Introducción	9
1. Análisis Textual sobre la Implementación de Herramientas Lean Manufacturing en Empresas de América Latina.....	¡Error! Marcador no definido.
1.1 Planteamiento del problema	¡Error! Marcador no definido.1
1.2 Justificación.....	13
1.3 Objetivos	15
1.3.1 Objetivo general	¡Error! Marcador no definido.5
1.3.2 Objetivos específicos.....	¡Error! Marcador no definido.
2. Marco referencial.....	¡Error! Marcador no definido.7
2.1 Marco Teórico	¡Error! Marcador no definido.
2.1.1 Lean Manufacturing	¡Error! Marcador no definido.
2.1.2. Metodologías y Herramientas del Lean Manufacturing.....	¡Error! Marcador no definido.8
2.1.3. Tipo de Actividades en la Cadena de Suministro.....	20
2.1.4. Aplicaciones Conceptuales del Lean Manufacturing	¡Error! Marcador no definido.
2.2	2¡Error! Marcador no definido.
3. Método	25
4. Resultados	46
5. Conclusiones.....	61
Referencias.....	66

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. <i>Bases de datos</i>	27
Tabla 2. <i>Tabla tamaño de la empresa</i>	32
Tabla 3. <i>Tabla de herramientas antes y después</i>	34
Tabla 4. <i>Tabla de sectores antes y después</i>	35
Tabla 5. <i>Tabla de sectores y herramientas con Impacto Neutro</i>	36
Tabla 6. <i>Tabla de herramientas y sectores tipo Coordinada</i>	37
Tabla 7. <i>Tabla de herramientas y sectores por categoría</i>	38
Tabla 8. <i>Tabla de Impacto por sectores</i>	50

Lista de Figuras

Figura 1. <i>Método de Síntesis para la investigación</i>	25
Figura 2. <i>Bases de datos consultadas</i>	27
Figura 3. <i>Planes de Humata</i>	40
Figura 4. <i>Interfaz de Humata</i>	42
Figura 5. <i>Tipo de Documento</i>	45
Figura 6. <i>Registros por País</i>	45
Figura 7. <i>Embudo de Registros por País</i>	46
Figura 8. <i>Tamaño de las Empresas</i>	47
Figura 9. <i>Sector de las Empresas</i>	48
Figura 10. <i>Herramienta aplicada</i>	49
Figura 11. <i>Impacto de los Estudios</i>	49
Figura 12. <i>Impacto por Tamaño de la Empresa</i>	52
Figura 13. <i>Impacto por Herramientas Aplicadas</i>	53
Figura 14. <i>Figura de Impactos por Categoría</i>	54
Figura 15. <i>Herramientas halladas por IA</i>	57
Figura 16. <i>Sectores Empresariales por IA</i>	58

Resumen

Este proyecto de investigación tiene como objetivo principal abordar los desafíos específicos que enfrentan las pequeñas y medianas empresas en América Latina durante la implementación de *Lean Manufacturing* para la optimización de sus procesos, midiendo el impacto de cada implementación. a través de una metodología mixta que incluye revisión de literatura, estudios de casos prácticos, análisis documental, creación de gráficas y medición de impacto, complementada con la integración de tecnologías de inteligencia artificial para comparar los resultados obtenidos. Con este enfoque, este proyecto aspira a contribuir al conocimiento y a ofrecer recomendaciones concretas que impulsen la eficiencia y competitividad mediante la aplicación de *Lean Manufacturing* en el contexto empresarial de América Latina. Para lograr lo anterior, se categorizarán las diversas publicaciones encontradas según las herramientas, metodologías de implementación, sectores empresariales y el impacto que ha tenido *Lean Manufacturing* en empresas de diferentes sectores en América Latina; para ello, se utilizará el método Prisma. Posteriormente, se recopilarán los resultados de la revisión de literatura desarrollada, clasificando e integrando los diferentes resultados e impactos relacionados con el tema objeto de estudio. Finalmente, se detallarán las experiencias evidenciadas en las empresas con la implementación de *Lean Manufacturing*.

Palabras Claves: Lean Manufacturing, Revisión de Literatura, Método Prisma, Software Humata Estrategias e Impactos.

Abstract

The main objective of this research project is to address the specific challenges faced by small and medium enterprises in Latin America during the implementation of Lean Manufacturing for the optimization of their processes, measuring the impact of each implementation through a mixed methodology that includes literature review, case studies, documentary analysis, creation of graphs and impact measurement, complemented with the integration of artificial intelligence technologies to compare the results obtained. With this approach, this project aims to contribute to the knowledge and offer concrete recommendations to boost efficiency and competitiveness through the application of Lean Manufacturing in the Latin American business context. To achieve the above, the various publications found will be categorized according to tools, implementation methodologies, business sectors and the impact that Lean Manufacturing has had on companies in different sectors in Latin America; for this purpose, the Prisma method will be used. Subsequently, the results of the literature review developed will be compiled, classifying, and integrating the different results and impacts related to the subject under study. Finally, the experiences evidenced in the companies with the implementation of Lean Manufacturing will be detailed.

Keywords: Lean Manufacturing, literature review, Prisma Method, Humata Software Strategies and Impacts.

Introducción

En el panorama empresarial de América Latina, la implementación de herramientas como el *Lean Manufacturing* emerge como una estrategia para potenciar la eficiencia operativa y la competitividad de las empresas. Según Altamirano et al. (2021), muchas empresas han visto en la implementación de *Lean Manufacturing* una oportunidad para reducir costos en sus procesos. Sin embargo, muchas empresas no han adoptado esta metodología en la misma medida que en otros territorios debido al pensamiento generalizado de que es difícil de implementar en modelos de producción con largos procesos, en empresas pequeñas o que se necesitan muchos recursos y materiales para aplicarla.

A pesar de esto, como afirma Hernández (2019), existen diversas herramientas que aporta el *Lean Manufacturing* que se pueden ajustar a empresas de muchos sectores industriales, aparte del manufacturero, y que, aplicadas correctamente, logran aumentar la productividad y competitividad de las empresas; esto lo demuestran diversos casos de éxito.

En virtud de lo anteriormente expuesto, esta monografía tiene como propósito general analizar estudios de casos de empresas durante la implementación de *Lean Manufacturing* en América Latina. Mediante una revisión sistemática de literatura, se busca obtener una perspectiva práctica de las experiencias y estrategias aplicadas durante la implementación de *Lean Manufacturing* en diferentes países y sectores, para así proporcionar un documento como fuente de información precisa y veraz en diversos contextos. También se examinará el impacto de la aplicación de las herramientas Lean, ofreciendo *insights* sobre las herramientas utilizadas, los sectores a los que pertenecen las empresas y el impacto de cada experiencia.

Basándose en estos hallazgos, se propondrán estrategias específicas para superar las barreras identificadas y promover las mejores herramientas aplicables en diferentes sectores,

presentando así recomendaciones prácticas para empresas en América Latina que consideren la implementación del *Lean Manufacturing*.

Para lograr lo anterior, se categorizarán las diversas publicaciones encontradas según los propósitos, metodologías de implementación y los casos de éxito que ha tenido el *Lean Manufacturing* en empresas de América Latina, utilizando el método Prisma. Además, se aprovechará la tecnología de inteligencia artificial, como *Humata*, para realizar un análisis exhaustivo del conjunto de datos utilizado, comparar los hallazgos, identificar patrones y tendencias, y extraer información valiosa de informes y documentos empresariales.

1. Análisis Textual sobre la Implementación de Herramientas Lean Manufacturing en Empresas de América Latina

1.1 Planteamiento del problema

La implementación del *Lean Manufacturing* ha demostrado ser una estrategia efectiva para mejorar la eficiencia y reducir los costos operativos en una empresa. Según León et al. (2017) las herramientas *Lean Manufacturing* consisten en un conjunto de principios de gestión de la producción que busca la mejora continua en las organizaciones, a través de lograr el mínimo desperdicio, entendiendo desperdicio como toda actividad que no agrega valor. En tal sentido, como lo expresa Velandia (2018) muchas empresas en Colombia no implementan aún herramientas *Lean Manufacturing* en sus procesos productivos, por lo que en muchos casos presentan procesos ineficientes, con altos costos, desperdicios y dificultad en subir los niveles de producción, entre otras.

Por lo anterior, resulta interesante comprender cuáles son los factores críticos que influyen en la efectividad de la implementación del *Lean Manufacturing*. Existen diversas herramientas que aporta el *Lean Manufacturing* que se ajustan al modelo de producción de las empresas, las cuales, aplicadas de forma correcta logran aumentar la productividad y competitividad de estas organizaciones. Lo anterior, ya lo han demostrado varias empresas en Europa y Asia, que han tomado la oportuna decisión de implementar esta metodología (Vargas et al., 2020). Sin embargo, en Colombia y otros países de América Latina, la adopción de estas herramientas aún no ha alcanzado su máximo potencial.

La adopción del *Lean Manufacturing* en la región aún es muy limitada y desconocida, adicionalmente para su implementación el proceso presenta diversas barreras que dificulta

adaptarlos en el entorno empresarial latinoamericano. Con el fin de contribuir a la solución de esta problemática surge la necesidad de un estudio exhaustivo que no solo revise la literatura existente, sino que también clasifique e integre documentos donde se aplique el *Lean Manufacturing* en empresas de diferentes países de toda América Latina, utilizando el método PRISMA. Con la clasificación de todos estos documentos pretendo dar una visión de cómo se ha implementado el *Lean Manufacturing* en la región clasificando los diferentes sectores, herramientas, resultados y conclusiones relacionados con el *Lean Manufacturing*. Esta descripción detallada servirá para mostrar los contextos en los que se aplicó el *Lean Manufacturing* y sacar lecciones de cada experiencia para proponer herramientas y recomendaciones que ayuden a la hora de elegir usar el *Lean Manufacturing*. Estas recomendaciones estarán orientadas a mejorar la eficiencia, productividad y competitividad de las empresas, promoviendo una cultura de mejora continua y sostenibilidad operativa.

Para evaluar de manera efectiva el impacto del *Lean Manufacturing*, es necesario comprender a fondo su efectividad en términos de aumento de eficiencia, reducción de costos, mejora de la calidad, reducción de tiempos de entrega y aumento de la productividad. Es por ello por lo que, el estudio de casos en la literatura permitió identificar ejemplos concretos de impacto, proporcionando una visión más detallada.

La falta de estudios prácticos y análisis exhaustivos de la documentación empresarial en la región deja un vacío en la comprensión de las experiencias reales de las empresas durante la implementación de *Lean Manufacturing*. Para abordar este problema, se propone una investigación que combine el análisis detallado de la documentación empresarial con el uso de tecnologías avanzadas de inteligencia artificial, como *Humata*, para extraer información valiosa y realizar un análisis profundo de los desafíos.

La superación de las barreras identificadas es crucial para permitir a las empresas de la región aprovechar plenamente los beneficios de *Lean Manufacturing*. Las estrategias específicas para abordar estos desafíos son esenciales para guiar a las empresas en el proceso de implementación, pero la falta de recomendaciones prácticas y adaptadas a la realidad de América Latina es evidente en la literatura actual.

Por otro lado, para la búsqueda de esa eficiencia resulta esencial abordar las barreras y desafíos que enfrentan las empresas en el proceso de implementación. Estas barreras pueden generar resistencias que van desde la falta de recursos adecuados para la implementación hasta aversión al cambio. Una de las problemáticas observadas en las empresas de la región es la creciente necesidad de generar utilidades en un entorno de globalización, lo que lleva a incluir metodologías con el fin de optimizar los recursos implementando así herramientas que contribuyan al logro de estos propósitos (Vargas y Castaño, 2020).

En este sentido, se plantea como pregunta problema de investigación: ¿En qué sectores específicos ha demostrado el *Lean Manufacturing* resultados positivos en América Latina, y cuáles herramientas de *Lean Manufacturing* han mostrado ser más efectivas según la revisión de literatura en la región?

1.2 Justificación

La implementación del *Lean Manufacturing* se puede aplicar en aras de la búsqueda de la mejora continua, en las organizaciones a través de la minimización de desperdicios, entendidos esto como toda actividad que no genera un valor al producto final. En un entorno empresarial altamente competitivo y en constante evolución, la implementación efectiva de *Lean Manufacturing* se ha convertido en un objetivo estratégico esencial para las empresas. A pesar de

la amplia literatura que respalda los beneficios de su implementación y casos de éxito en grandes empresas, en Colombia y América Latina aún no se implementan estas herramientas de manera frecuente, pudiendo sacar el mayor provecho en sus procesos productivos. Como resultado las pequeñas y medianas empresas se enfrentan a procesos ineficientes, altos costos y dificultades para aumentar sus niveles de producción, su participación en el mercado y un alto margen de ganancias.

Esta situación que se percibe hoy en día plantea ciertos interrogantes tales como. ¿Cuáles son los principales desafíos y barreras que enfrentan las pequeñas y medianas empresas para adoptar estas herramientas de *Lean Manufacturing*, y cuáles estrategias pueden implementarse para superarlos y lograr una adopción exitosa? La complejidad y la diversidad de los procesos destacan la importancia de realizar una investigación exhaustiva que pueda generar recomendaciones prácticas y adaptadas a la realidad empresarial.

La revisión sistemática de literatura que se presenta en este documento sirve de apoyo en temas relacionados con la implementación de herramientas *Lean Manufacturing* en empresas de diferentes sectores, lo que puede resultar útil como un punto de partida para tomar datos actualizados que permitan establecer la posibilidad de tener un precedente en esta temática y, al mismo tiempo, la literatura actual carece de estudios exhaustivos y prácticos que aborden las barreras reales enfrentadas por las empresas en América Latina.

Es por ello por lo que la investigación propuesta busca llenar este vacío, proporcionando una visión integral de los sectores específicos dentro de América Latina donde el *Lean Manufacturing* ha resultado ser más efectivo. La falta de estudios exhaustivos y prácticos que aborden las barreras reales enfrentadas por las empresas en América Latina representa una oportunidad para desarrollar recomendaciones adaptadas a las realidades empresariales locales. Además, busca clasificar datos que reflejen el contexto de cada estudio con categorías como

sectores y herramientas utilizadas por países, con ello se pueden explorar las diferentes herramientas y estrategias que se utilizaron y mostraron un resultado positivo proporcionando así una guía para las empresas que deseen adoptar esta metodología.

La integración de tecnologías avanzadas de inteligencia artificial, como *Humata*, permitirá la comparación de los resultados obtenidos de una manera más detallada y profunda, este enfoque es crucial para superar las limitaciones típicas de una revisión de literatura realizada por un único investigador, ya que la IA puede analizar grandes volúmenes de datos de manera eficiente y objetiva. Esto permitirá identificar patrones significativos y tendencias emergentes en la implementación de *Lean Manufacturing* en América Latina, proporcionando así una base sólida para formular recomendaciones informadas y estratégicas.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Identificar, analizar y proponer recomendaciones específicas para superar las barreras y desafíos que impiden la efectiva implementación del *Lean Manufacturing* en pequeñas y medianas empresas de América Latina, con el fin de impulsar la eficiencia operativa.

1.3.2 Objetivos específicos

- Categorizar las diversas publicaciones encontradas, según propósitos, metodologías de implementación y casos de éxito que ha tenido el *Lean Manufacturing* en América Latina a partir del método prisma.
- Describir los resultados de la revisión de literatura desarrollada, clasificando e integrando

los diferentes propósitos, metodologías, resultados y conclusiones relacionados con el tema objeto de estudio.

- Proponer estrategias y recomendaciones basadas en los resultados de la investigación con el objetivo de facilitar una implementación exitosa de *Lean Manufacturing* y contribuir al aumento de la eficiencia, la productividad y la competitividad en el entorno económico actual.

2. Marco referencial

2.1 Marco teórico

2.1.1 Lean Manufacturing

Según Cardona (2020) es una metodología cuyo propósito consiste en eliminar toda clase de actividad que no agregue valor alguno al desarrollo de un producto o servicio. Asimismo, para Hernández (2019) en el entorno empresarial, muchas organizaciones han visto en esta metodología la oportunidad para reducir costos en sus procesos, un ejemplo de ello son las empresas del sector manufacturero en sus modelos productivos.

Asimismo, el autor Marulanda (2017) afirma que *Lean Manufacturing*; se centra en eliminar los desperdicios del proceso de producción; utilizando para ello una serie de metodologías que tienen como fin eliminar cualquier cosa que no le dé un valor agregado a un producto o servicio; reduciendo costos y minimizando con ello los residuos.

Por lo anterior, la implementación de herramientas de *Lean Manufacturing* en el sector manufacturero requiere un conocimiento profundo de conceptos y técnicas específicas con el fin de lograr objetivos fundamentales, tales como: lograr la rentabilidad, ser más competitivos y

finalmente lograr la satisfacción de cliente, a través de pilares como la filosofía de mejora (*Kaizen*), el control de la calidad y el *Just In Time (JIT)*. (Palacios, 2021).

En tal sentido, para Tapia et al. (2018) los despilfarros o desperdicios no aportan valor agregado al producto o servicio, pero sí representan un costo directo para la empresa; por tanto, eliminarlos asegura menores costos; logrando así una mayor competitividad, mejoras en la productividad, organización de áreas de trabajo y finalmente la satisfacción de ese cliente final.

2.1.2 Metodologías y Herramientas del Lean Manufacturing.

Según Cardona (2020) el *Lean Manufacturing* se basa en 5 pilares: ciclo de mejora continua, control total de la calidad, eliminación del despilfarro, aprovechamiento de todo el potencial a lo largo de la cadena de valor y participación de los operarios. Estos pilares se mejoran constantemente con la experiencia y conocimientos adquiridos por medio de la implementación. Es así, que para poner en práctica estos principios, se utilizan diversas herramientas y técnicas que ayudan a reducir los desperdicios en la cadena productiva. A continuación, se presentan algunas de las metodologías y herramientas que utiliza el *Lean Manufacturing* según la definición de Cardona (2020):

- *Seis Sigma*: metodología creada por la empresa Motorola que se enfoca en reducir la variabilidad para minimizar o eliminar los defectos a la hora de entregar un producto o servicio al cliente. El método Seis Sigma se divide en cinco fases, conocidas como DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar). El término se origina de la letra griega sigma que indica la desviación estándar y la palabra Six indica el nivel máximo de calidad alcanzable.
- *Poka Yoke*: El término se traduce del japonés como “a prueba de errores” y el objetivo de

la herramienta es diseñar sistemas o dispositivos que impidan o corrijan errores humanos de manera automática, reduciendo así la posibilidad de fallos o errores en los procesos de producción.

- **SMED:** por sus siglas en inglés “*Single Minute Exchange of Die*”, es un método diseñado para disminuir tiempos en el cambio o ajuste de las maquinas en los procesos de producción, es importante, puesto que ayuda a minimizar las pérdidas de tiempos en cambios de producción, como el cambio de una maquina a otra, además busca cambios rápidos y eficientes de manera que el tiempo de inactividad entre las diferentes configuraciones sea lo más corto posible.
- **Just in Time:** Es un método que consiste en fabricar solo la cantidad necesaria de un producto, en el momento indicado y con excelente calidad para evitar así los desperdicios.

2.1.3 Tipo de Actividades en la Cadena de Suministros

Según Sarria et al. (2017) existen diferentes tipos de actividades en la cadena de suministro de un producto o servicio, algunas de ellas son:

- Actividades que agregan valor.
- Actividades que no agregan valor
- Actividades de desperdicio.

En tal sentido, las actividades que agregan valor al producto o servicio son aquellas que transforman la información en lo requerido por un cliente y por lo que está dispuesto a pagar. Asimismo, las actividades que no agregan valor son aquellas que son necesarias en el proceso y el cliente también paga por esto, pero no le agregan nada al producto o servicio final, un ejemplo de estas actividades es el transporte de un producto de un punto a otro; la idea en este punto debería

ser reducir el tiempo que toma realizarlas. Finalmente, las actividades de desperdicio son aquellas que son inmediatas a ser eliminadas, ya que no aportan nada, ni al proceso ni al cliente y por lo general traen consigo costos adicionales. (Sarria y otros, 2017).

2.1.4 Aplicaciones conceptuales del Lean Manufacturing.

Para Marulanda (2017) existen muchas aplicaciones conceptuales de la metodología *Lean Manufacturing*, que va desde los campos productivos, hasta la comercialización y servicios. Lo realmente importante, es que a pesar de lo flexible que puede llegar a ser los contextos, los resultados esperados siempre irán orientados al mejoramiento, la disminución de desperdicios y el incremento de la propuesta de valor. A continuación, se presentan diferentes planteamientos conceptuales importantes respecto a la metodología de *Lean Manufacturing*:

- Retener clientes actuales y diseñar formas de atraer nuevos.
- Innovar la oferta de acuerdo con diferentes expectativas de los clientes.
- Solucionar las problemáticas que surjan con los clientes actuales.

No obstante, como afirma Hernández (2019) el propósito conceptual del *Lean Manufacturing* es el mejoramiento de la producción y gestión en donde se busca primordialmente; mejorar la calidad, incrementar la productividad, reducir el *lead time* (tiempo de ciclo, esto equivale al tiempo que le toma al proceso en entregar un producto, desde que lo solicitó un cliente interno o externo) y reducir los costos; todo ello buscando la satisfacción del cliente final.

2.2 Antecedentes

La investigación desarrollada por Cardona (2020) realizada para la Universidad EAN de Bogotá; que tuvo como propósito general diseñar una propuesta metodológica para la

implementación de la metodología *Lean Manufacturing* en la Cadena de Abastecimiento del sector textil. La investigación se centra en el sector textil por ser uno de los sectores con mejor impacto en la economía colombiana y desarrollada en Medellín por ser la segunda ciudad en cifras de crecimiento. A pesar de que se cuenta con buenos procesos, la resistencia de los empresarios al cambio por negligencia, desinterés o miedo a invertir en logística y recursos conduce a una productividad y una competitividad insuficientes, lo que puede mejorarse mediante la implementación de la metodología *Lean Manufacturing*.

Metodológicamente, el propósito de la investigación es analizar la productividad en el sector de la confección textil en Medellín, incluyendo la aplicación de la filosofía *Lean Manufacturing*, la mejora de los procesos y la eficiencia, utilizando un enfoque descriptivo con datos del trabajo de campo y referencias bibliográficas dando un enfoque de tipo mixto. El trabajo de investigación incluyó 262 empresas textiles de Medellín registradas en la Cámara de Comercio, con un tamaño de muestra de 22 empresas. Se utilizaron fuentes de información secundarias, como la revisión de literatura para construir el marco teórico; y fuentes primarias, como fue la aplicación de encuestas a empresarios del sector textil.

Con lo anterior se concluye que la implementación de la metodología *Lean Manufacturing* mejora la productividad, la calidad, transparencia y velocidad de los procesos, lo que motiva a los empleados a optimizar el tiempo y recursos para actividades de mayor valor y beneficia tanto a la organización como a su personal.

Es interesante, ver cómo este documento complementa la información encontrada en la revisión de literatura. Por medio de ello, se define el sector textil en Medellín con antecedentes y cifras, se estudia la caracterización, los niveles de desempeño, el alcance y el impacto de los eslabones de la cadena de suministro en las empresas textiles de Medellín. Finalmente, se presenta

en los resultados, una propuesta metodológica de implementación de *Lean Manufacturing* en términos de competitividad, calidad, costos y talento humano.

Además, la investigación de Bonilla (2020) realizada para la Universidad EAN de Bogotá; que tuvo como propósito general identificar los factores de éxito de la aplicación del modelo Lean Six Sigma, una de las ramas del *Lean Manufacturing*, en pequeñas y medianas empresas colombianas que concluyeron con la construcción de una guía aplicable para estas empresas en busca del mejoramiento continuo. El autor resalta cómo esta filosofía resulta exitosa para empresas de talla global, pero que a la hora de aplicar en empresas más pequeñas resulta mucho más complicado su implementación. Es por ello por lo que el autor metodológicamente utiliza seis empresas colombianas de las ciudades de Bogotá, Cali, e Ibagué donde logre percibir los factores exitosos de su aplicación que puedan ser replicables en pequeñas y medianas empresas colombianas. Utiliza una metodología que combina investigación cualitativa, revisión bibliográfica y documental, junto con entrevistas, para recopilar información sobre la estructura empresarial y la percepción de éxito en la implementación de Lean Six Sigma. Luego, se realiza un análisis cuantitativo utilizando un instrumento de medición compuesto por 110 variables o preguntas en una escala Likert de 0 a 4.

Para implementar con éxito Lean Six Sigma (LSS) en pequeñas y medianas empresas (MiPymes), se deben considerar varios factores críticos, como formulación de estrategias, compromiso gerencial, metodología de implementación, recopilación y análisis de datos, asesoramiento de expertos y participación de empleados. Estos factores se analizaron en las empresas estudiadas en función de su nivel de implementación y su impacto en la implementación efectiva de LSS. La investigación valida que el uso de la LSS sirve como generador de beneficios reales para las empresas y que aplicar estos factores es esencial para un despliegue efectivo. La

revisión de literatura respalda la importancia de estos factores, y su omisión puede marcar la diferencia entre el éxito y el fracaso en la implementación de LSS.

La investigación de Velandia (2018) realizada para la Fundación Universidad de las Américas, cuyo propósito fue presentar un estado del arte de *Lean Manufacturing* sobre la industria alimentaria; la cual posee características (productos perecederos, producción en lotes o difícil pronóstico de la demanda) que la diferencian del resto de industrias y hacen más difícil implementar esta filosofía de gestión. Inicialmente se realiza una revisión de literatura de publicaciones en relación con el objeto de estudio, analizando los resultados por tipo de investigación, tema, palabras claves, año de publicación, país. Posterior a ello, se presenta información relacionada al *Lean Manufacturing*, describiendo su propósito, aplicación, metodologías y herramientas de implementación. Por último, se describe el impacto producido por la aplicación e implementación en empresas del sector de alimentos.

El *Lean Manufacturing* puede proporcionar una ventaja competitiva en la industria alimentaria, donde el plagio de productos es común y la compra de maquinaria nueva no garantiza una ventaja sobre la competencia, es por ello que implica un cambio estratégico. Adicionalmente, se ha demostrado que esta metodología resulta ser eficaz para reducir los costes de producción, aumentar la satisfacción de los clientes y reducir los residuos en la industria alimentaria como en cualquier otra, ya que herramientas como *5S*, *Smed* o *Value Stream Mapping* son adaptables y necesarias para eliminar los residuos en la cadena de suministro, pero no se debe limitar en usar solo una herramienta sino seguir con una búsqueda constante por la optimización.

El aporte para la investigación son los casos de éxito que se han implementado en el sector alimentario en búsqueda de la reducción de desperdicios, entre los cuales vale la pena destacar, un

estudio realizado en una fábrica de ropa descubrió que el inventario y la sobreproducción eran innecesarios, útiles como antecedentes de investigación.

Finalmente, la investigación del autor Burgos (2018) que tuvo como propósito general describir como la falta de calidad en los procesos del producto se genera debido a la ausencia de herramientas de mejoramiento de procesos productivos. Metodológicamente es una investigación descriptiva que implementa una guía que contiene 5 componentes base de la mejora continua, *Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu y Shitsuke*. A nivel de resultados, mediante la implementación de las 5 “S, se permite a las empresas de Boyacá en el sector metalmecánico tener mejores procesos de manufactura.

La investigación de Vargas (2018) realizada para la Fundación Universidad de América de Bogotá, en donde se realiza una revisión documental sobre la implementación de la metodología *Six Sigma* a nivel internacional y en Colombia, analizando el impacto generado en las empresas manufactureras y resaltando los beneficios percibidos por las mismas. Metodológicamente, el autor utilizó fuentes de información secundaria a través de bases de datos como Redalyc, Google Académico y Dialnet. A partir de los datos obtenidos se desarrolla un análisis documental teniendo como criterios de inclusión: año de publicación, tema, fuente de publicación y país de publicación del artículo, con el fin de conocer el estado actual de la producción científica sobre el tema, haciendo un énfasis en especial en la pequeña y mediana empresa. Asimismo, a partir de la revisión de la literatura desarrollada el autor presenta una serie de beneficios que han sido percibidos por las empresas colombianas y los compara con los beneficios que varios autores han encontrado en múltiples empresas a nivel internacional, con el objeto de encontrar similitudes y diferencias tanto en implementación del *Six Sigma*, como la obtención de beneficios.

3. Método

A continuación, se describe la metodología utilizada para la elaboración de la revisión sistemática de literatura. Además, se plantea el tipo, enfoque y método de investigación, las fuentes de información y procedimiento para el desarrollo de los objetivos propuestos.

3.1 Tipo de investigación

La presente investigación se configura como una Revisión Sistemática de Literatura, un proceso que se fundamenta en la búsqueda, recolección y análisis exhaustivo de información relevante en el contexto de estudio. En este sentido, la Revisión Sistemática de Literatura es un procedimiento documental que, según Ferreira et al. (2019), se centra en la recuperación de una amplia gama de bibliografía publicada relacionada con una temática específica. Este enfoque riguroso y estructurado permite al investigador abordar el análisis de manera sistemática y exhaustiva, identificando tendencias, relaciones y hallazgos significativos en la literatura existente.

De acuerdo con Coral (2018), esta investigación se basa en el estudio de información científica validada, que proporciona al investigador una sólida base de datos sobre un tema específico objeto de estudio. Al recurrir a fuentes científicamente respaldadas, se garantiza la fiabilidad y la objetividad de los datos recopilados, lo que contribuye a la calidad y la robustez de la investigación. En resumen, la Revisión Sistemática de Literatura se erige como un valioso método para explorar, analizar y sintetizar el conocimiento previo en un área particular de estudio, aportando una base sólida y confiable para investigaciones posteriores. Aunque este tipo de investigación suele requerir al menos dos investigadores para comprobar los resultados obtenidos, este problema es resuelto por el uso de la IA que hace las veces de segundo par investigador.

3.2 Enfoque de la Investigación

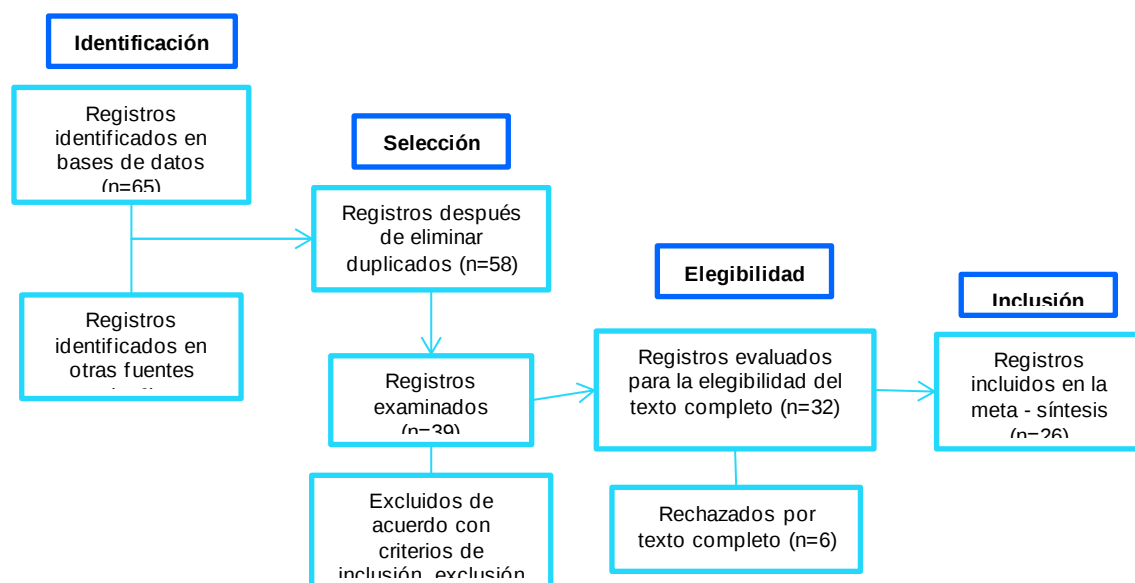
El enfoque de la investigación es *Descriptivo*, puesto que se describe las características que ha tenido el proceso de implementación de Herramientas *Lean Manufacturing* por parte de las pequeñas y medianas empresas de distintos sectores en América Latina; de esta manera se analizan los resultados y extrae todo el conocimiento sobre el tema objeto de estudio.

3.3 Método de Investigación

El método *PRISMA* presenta estándares y lineamientos para la presentación de revisiones sistemáticas y metanálisis en la investigación científica. Este método proporciona una cantidad de elementos y detalles que deben aplicarse de manera detallada en una revisión sistemática, entre ellos se lleva a cabo: un protocolo de la revisión, una búsqueda de estudios, selección de estudios, extracción y análisis de datos, evaluación de calidad y presentación de los datos.

Se tomó como base el diagrama de flujo de selección de estudios recomendado en *PRISMA* 2020.

Figura 1. Método de Síntesis para la Investigación



Tomado: (Prisma, 2020).

Con ayuda de la fórmula de búsqueda pudimos hallar un total de 71 documentos, de los cuales 65 se descubrieron en *Google Académico* mientras que los 6 restantes fueron hallados en *Scielo y Redalyc*, se exploró en otras bases y fuentes de información, pero la fórmula de búsqueda no encontraba ningún resultado. Con todos los resultados obtenidos se empezó a revisar por encima sus títulos para empezar a descartar documentos que ya mostraban una nula presencia de herramientas *Lean Manufacturing* o que tuvieran un propósito totalmente distinto al que se buscaba, por ejemplo, títulos como “El desafío de Scrum distribuido en diferentes locaciones” o “La calidad y la producción en la fábrica de calzado Joshep's Marc” se podía evidenciar la falta de la herramienta y en sus descripciones habían artículos que no tenían ninguna palabra similar de los que se usó en la fórmula de búsqueda, algunos otros tenían similitudes pero en palabras poco relevantes como “desafíos” o “implementación”. De los 58 resultados se eliminaron los repetidos y los que no cumplían con los requisitos para ser seleccionados se obtuvo un total de 39, que se volvieron a revisar y se eliminaron los falsos positivos que pasaron el primer filtro, eran títulos que aunque mencionaran el *Lean Manufacturing* se utilizaba para propósitos totalmente distintos, por ejemplo “Plan de negocio para una empresa de servicios de nube y IoT en Perú” donde se usaban planes de negocio para un proyecto en una empresa pero una vez analizados estos planes ninguno contempla el uso de una herramienta Lean. Con esto se contó con un total de 32 documentos que ya fueron leídos completamente y una vez analizados se determinó eliminar 6 de ellos que no cumplían para el documento.

Todo esto se logró gracias al uso del método *PRISMA* que ayuda a los investigadores a minimizar el sesgo, mejorar la reproducibilidad y facilitar la interpretación de los resultados de las

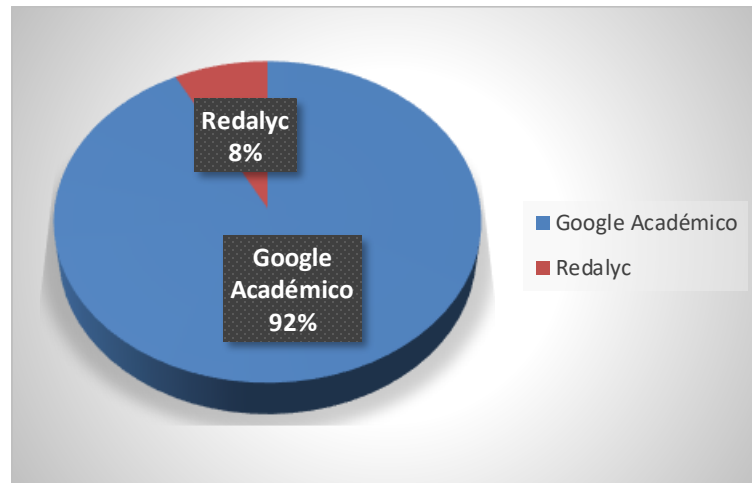
revisiones sistemáticas. Además, proporciona una estructura sólida para la presentación de los hallazgos y conclusiones de manera clara y transparente.

3.4 Fuentes de información

Para el desarrollo de la monografía se consultaron diversas investigaciones de bases de datos tales como: *Google Académico*, *Redalyc*, *Scielo*, *Dialnet*, durante el periodo comprendido entre 2023 y 2024. Sin embargo, el documento se fundamenta en estudios hallados en *Google Académico* y *Redalyc* únicamente. Estas plataformas fueron fuentes claves para el documento, porque estos motores de búsqueda recopilan una basta cantidad de documentos de literatura académica revisada y la accesibilidad que ofrecieron en la calidad de las fuentes consultadas proporcionó una base sólida para el análisis y construcción de este documento. Google Académico fue donde se encontraron la mayoría de los textos, dando con Repositorios Universitarios en su mayoría de diferentes universidades de América Latina que iban acorde con el fin de este documento ya que nos proporcionaba tesis y estudios revisados. Por otro lado, *Redalyc* permitió el acceso abierto a revistas científicas y académicas relevantes para sacar diferentes aplicaciones del *Lean Manufacturing*.

Tabla 1. Bases de datos

Fuente	Número de Publicaciones	Porcentaje
Google Académico	24	92.31%
Redalyc	2	7.69%

Figura 2. Bases de datos consultadas

3.5 Procedimiento

Para la búsqueda de artículos que sirvieran para la construcción de la revisión literaria. Se creó la siguiente fórmula de búsqueda:

("Lean Manufacturing" OR "DMAIC" OR "Six Sigma" OR "5S") AND ("Latinoamérica" OR "América Latina") AND ("retos" OR "dificultades" OR "desafíos") AND ("estrategias de superación" OR "soluciones implementadas" OR "experiencias empresariales").

Con esta fórmula se comenzó a buscar en las principales bases de datos, se investigó en *Google Académico*, *Dialnet*, *Scopus*, *Scielo* y *Redalyc*. La mayor cantidad de documentos se encontró en Google Académico, ya que en los demás sitios no se encontraban resultados con ese filtro de búsqueda, con excepción de *Scielo* y *Redalyc* donde sí se encontraron algunos documentos. Después de analizarlos, solo dos documentos en total servían para la finalidad de la investigación.

Con la búsqueda se encontraron más de 65 documentos, pero muchos fueron descartados porque no servían para el análisis, ya sea porque eran de países fuera de América Latina, para la

lectura del documento pedían una suma alta de dinero, había documentos duplicados en diferentes bases de datos, los documentos eran muy viejos o documentos donde no utilizaban el Lean Manufacturing o alguna de sus herramientas. Algunos documentos se fueron eliminaron sin necesidad de leerlos completos porque, con el título y el resumen del artículo, ya se sabía que no cumplían con los requisitos para ser considerados parte del documento. Se seleccionaron estudios que mostraran casos prácticos o casos de implementación real que fueran útiles y medible su impacto.

Los documentos que pasaron el primer filtro se revisaron más a fondo. Se leyó no solo el resumen y la introducción, sino también el planteamiento del problema o directamente los resultados.

Estos documentos también fueron descartados si no aplicaban la herramienta de manera directa, carecían de ciertos datos o información necesaria para hacer los análisis y relaciones, como el impacto que causó la implementación de cierta herramienta, los valores o unidades de impacto, en dónde fueron aplicados, o simplemente porque usaban *Lean Manufacturing* con un propósito distinto al que se buscaba, por ejemplo, el documento a cargo de Trujillo Lopez (2021). En el texto se analizan “los retos y desafíos de la industria automotriz en México ante la llegada e implementación de la Industria 4.0 no solo frente a los gigantes automotrices, sino también con empresas de innovación tecnológica”. Al leer artículo se encontró que en ninguna parte se menciona una herramienta *Lean Manufacturing* y aunque median retos y desafíos, no utilizaban nunca una herramienta Lean.

Una vez hecho un análisis de todos los documentos que pasaron el primer filtro, se guardaron en una carpeta, se renombraron según su título y se empezó a analizar cada uno de ellos.

. Se comenzó con la lectura de cada documento nuevamente para extraer información relevante y datos importantes para el análisis. Desde este punto, se empezó a construir la primera matriz donde se clasificaron ítems como el título del documento, autores del documento, año de publicación, fuente del documento, comentario y un breve resumen.

Con la sugerencia de mi tutor, se inició la construcción de una nueva matriz para extraer datos más pertinentes y que pudieran usarse para un verdadero análisis y medir el impacto de la aplicación de las herramientas en cada estudio. Por ello, se creó la segunda matriz, donde se mantuvieron los mismos ítems de la primera, pero se agregó el tipo de documento. Aquí se encontró un ligero sesgo, ya que la mayoría de los documentos eran trabajos de grado para optar por algún título de pregrado, aunque también se hallaron artículos de revistas universitarias. Se incluyó ahora también el sector empresarial al que pertenecía la empresa. En este punto, muchos documentos no especificaban el sector al que pertenecían, pero era fácil de deducir. Por ejemplo, una empresa que habla del embotellado de agua para consumo humano se considera pertenece al sector de bebidas y alimentos, específicamente de bebidas no alcohólicas.

También se buscó la zona de aplicación, es decir, en qué parte del proceso de producción se pretendía implementar la herramienta para mejorar. Este dato se obtuvo mediante la lectura del documento, donde se mencionaba el propósito de la aplicación de cada herramienta. Algunos datos eran fáciles de encontrar ya que estaban textualmente indicados, pero en otros casos se debió hacer un análisis del planteamiento del problema, el desarrollo de la aplicación o los resultados para deducir en qué parte del proceso se quería aplicar.

Por último, se mostró el tamaño de la empresa, ya que este dato era interesante para la investigación. Muchas veces, los documentos mencionaban directamente el tamaño de la empresa o el número de trabajadores. Para los casos en los que no se mencionaban estos datos, se realizó

una investigación más detallada. Se consultó de manera online en las Cámaras de Comercio o en registros mercantiles de cada país. Para las empresas en Colombia, por ejemplo, se utilizó *Datacrédito*, donde se encontró mucha información de la empresa, incluyendo su tamaño. En los casos en los que no se encontraban estos datos, se buscaba en la página web de la empresa, generalmente en la sección "Quiénes Somos".

Por otro lado, se agregaron tres ítems más para resaltar las dificultades que presentaron los autores para la implementación de la herramienta. Esto se refiere a todos los problemas o inconvenientes que encontraron para aplicar *Lean Manufacturing*, como la falta de espacio, de capacitación, de herramientas, u otros retos. También se añadió la forma en que superaron estos retos, es decir, las estrategias o herramientas que usaron para solucionar los problemas. Finalmente, se agregó un ítem para los resultados de las soluciones planteadas, ya sea en medida cuantitativa o cualitativa.

La creación de esta matriz facilitó mucho el trabajo para analizar la información, permitiendo encontrar los impactos y las soluciones de manera más fácil y rápida. Sin embargo, aún faltaba una parte importante de la investigación: el impacto que habían causado las herramientas en la empresa. Para ello, se creó una última matriz que incluía los autores, la herramienta aplicada, la zona de aplicación y el sector de la empresa. Se agregó un nuevo ítem para el impacto, que se dividió en tres categorías: Positivo (para las empresas que tuvieron un impacto positivo tras la implementación), Neutro (cuando las herramientas no hicieron un cambio significativo o no se aplicaron) y Negativo (cuando la aplicación de la herramienta causó un impacto contrario al esperado, obteniendo peores resultados que antes de la aplicación).

Se complementó la tabla con una explicación del porqué de cada decisión de impacto, proporcionando los datos que demostraban que el impacto era el correspondiente. De esta manera,

se tenía un ítem para mostrar el impacto y otro para justificarlo. Cabe resaltar que en todos los documentos solo se encontró un resultado negativo, en una empresa del sector minero. Aunque se vieron mejoras en la productividad, estas no alcanzaron el nivel mínimo de calidad exigido por el estudio. Por lo tanto, este documento se ubicó como Neutro, ya que, aunque hubo una mejora mínima, no fue un impacto negativo ni empeoró los procesos. Mejoró la situación, pero no alcanzó los niveles óptimos esperados.

Una vez completas todas las matrices, se procedió a crear tablas para mostrar de manera óptima los resultados de la búsqueda de documentos. Se crearon varias tablas distintas para mostrar la misma información con el fin de encontrar cuál era la tabla más fácil de entender y que mostrara de una manera más concisa la información que se quería exponer. Todas las tablas se construyeron con los datos que ya se habían recolectado y resumido en las matrices, todos se pasaron a ser datos cuantitativos para poder construir las tablas más fáciles de entender. La meta ahora era resumir todos esos datos recogidos de las matrices y mostrarlos en graficas de manera clara y concisa.

La primera con la que se empezó fue la de tamaño de las empresas, se ordenaron los datos de la matriz para destacar el tamaño y el impacto de cada estudio, se contaron cuántas eran micros, cuántas pequeñas, cuántas medianas y cuántas grandes; como se muestra en la Tabla 2. Luego se procedió a resumir el recuento de cada combinación de impacto y tamaño.

Tabla 2. *Tabla Tamaño de la Empresa.*

Impacto	Tamaño
Positivo	Pequeña
Positivo	Micro
Positivo	Gran
Positivo	Pequeña
Neutro	Micro
Positivo	Pequeña
Positivo	Pequeña
Positivo	Micro
Positivo	Pequeña
Positivo	Micro
Neutro	Micro
Positivo	Mediana
Neutro	Gran

Cuenta de Impacto	Etiquetas de c			
Etiquetas de fila	Neutro	Positivo	Total general	
Gran		3	2	5
Mediana		1	3	4
Micro		3	4	7
Pequeña		1	7	8
Total general		8	16	24

Se hizo un proceso similar con la construcción de todas las tablas dinámicas, se revisó cada herramienta y sector para contar cuántos impactos neutros y positivos se registraron. Se crearon tablas con el número de recuento que se hallara por cada ítem y se reordeno toda la información para poder llegar a un resumen más sencillo.

La siguiente tabla que se creo fue la de Tipo de Herramienta, donde se muestra la herramienta que usaron en los estudios investigados y se relacionaba con el impacto Positivo o Neutro que habían tenido cada una de las herramientas. Entonces una vez contados todos los impactos, se hizo una tabla donde se muestra el Impacto Neutro para cada combinación de herramienta, y una con el impacto positivo con el mismo número de celdas.

Se revisaron las filas de la tabla y se seleccionó cada una de las herramientas que se mencionaban por documento que estaban combinadas y se dividieron una por una, ya que muchos estudios no utilizaban únicamente una herramienta. Por ejemplo, un estudio que tuviera la

combinación "5S, Kaizen, Takt Time, Kanban, VSM" se desglosó en cinco palabras separadas: "5S", "Kaizen", "Takt Time", "Kanban" y "VSM". Ahora, dependiendo del impacto que hubiera tenido originalmente asignado se reasigno a cada herramienta individualmente de acuerdo con cuál haya sido su impacto. Esto aseguró que cada herramienta reflejara el impacto total recibido en las combinaciones. Gracias a ello, se pudo pasar de una tabla que tenía en sus filas 28 ítems a una tabla de 15, ya que se borraron todas las herramientas que estuvieran repetidas, como se puede ver en la Tabla 3.

Tabla 3. *Tabla de Herramientas antes y después.*

Cuenta de Impacto	Etiquetas de columna		
Etiquetas de fila	Neutro	Positivo	Total general
5s	1		1
5S, Kaizen, Takt Time	1		1
5s, Kurosawa		1	1
5s, SGC		1	1
5S, SMED, JIT		1	1
Análisis Pareto, Diaj	1		1
DMAIC, Six Sigma		1	1
Kaizen, 5s, SMED, VSM		1	1
Kaizen, Kanban, 5s	1		1
Kanban, JIT, Poka Yoke, 5s		1	1
Kanban, Poka Yoke, ,	1		1
Lean Manufacturing	1		1
Lean Manufacturing, KAIZEN y SMED		1	1
Pilares 9s		1	1
SIG		1	1
Six Sigma	2		2
Six Sigma, 5s		1	1
Six Sigma, DMAIC		3	3
SMED		1	1
Takt Time, Kanban		1	1
VSM, 5s		1	1
Total general	8	16	24



Etiquetas de fila	Suma de Positivo	Suma de Neutro
5S	7	4
Andon	0	1
DMAIC	4	0
Just In Time	1	0
Kaizen	2	1
Kanban	2	1
Kurosawa	1	0
Pilares 9s	1	0
Poka Yoke	1	1
SGC	1	0
SIG	1	0
Six Sigma	5	2
SMED	3	0
Takt Time	1	2
VSM	1	1
Total general	31	13

El resultado fue una tabla desglosada donde cada herramienta tiene su propio impacto, permitiendo una evaluación más precisa de estos, esta nueva estructura facilita el análisis al ser más detallado y específica de cada herramienta. Por ello, se buscó hacer lo mismo con los sectores.

Para la segunda tabla se hizo el mismo proceso, pero esta vez, con la zona de aplicación de la herramienta. Una vez se construyó la tabla se pudo evidenciar que la leyenda con la que estaba escrita cada zona era muy subjetiva y general, realmente no se podía percibir donde fue aplicada la herramienta fácilmente, era más una descripción que un sector, por ello se buscó corregir la tabla

donde se dijera la zona, para ello se volvió a recurrir a los textos originales para poder evidenciar de dónde era el estudio, ya que con las descripciones hechas no se entendían en su totalidad a qué sector pertenecían y se quería estar seguro. Por ejemplo, una variable que estaba escrita como “Bodega durante maduración del vino” que no indica claramente cuál es su sector pasó a ser “Vinícola”, ya que este es el sector al que pertenece el producto o servicio de la empresa; o una entrada que dijera “Empaque y embalado” al ser tan ambiguo se investigó ese empaque y embalado en dónde se obraba, de qué sector era la empresa. Una vez se cambiaron todas las entradas de las filas por unas nuevas, ya quedo una mejor tabla, una con el sector empresarial al que pertenece cada uno de los estudios como se puede evidenciar en la Tabla 4.

Tabla 4. *Tabla de Sector Antes y Después.*

Cuenta de Impacto (solo)			
Etiquetas de fila	Neutro	Positivo	Total general
Almacén de productos terminados de bebidas y agua embotellada		1	1
Almacén y bodega para aprovechar más el espacio y recorrer menores distancias para recolección de pedidos	1		1
Almacén, inventario y distribución en un centro de distribución		1	1
Almacén, ventas y reparto en una empresa distribuidora	1		1
Bodega durante la maduración del vino		1	1
Bodega, almacenamiento y mantenimiento de una empresa			
metalmecánica para reducir el impacto ambiental		1	1
Cadena metálica y terminación metálica de cierres y cremalleras	1		1
Corte preliminar de la pieza, armado de piezas y soldadura de spools	1		1
Corte y armado de muebles por problemas de pintura, secado,		1	1
Corte, producción y ventas		1	1
Diseño, corte, confección y acabados en prendas de vestir de	1		1
Dosificación de bins y aceite y Mezclado en creación de alimentos		1	1
Empaque y embalado		1	1
Ensamble, producción y almacén		1	1
Fabricación, corte, confección y distribución de prendas de vestir		1	1
Gestión de calidad, Seguridad salud ocupacional		1	1
Inventarios de materias primas y productos terminados	1		1
Línea de producción de Camisetas interior	1		1
Montaje		1	1
Oficina y almacén de objetos de metal para uso industrial		1	1
Proceso de laminado en caliente y frío y acabados de las laminas		1	1
Programa de Mejoras Tecnológicas en una mina para Obras de	1		1
Recepción y despacho de materia prima para su transformación		1	1
Taller mecánico en una empresa de alimentos		1	1
Total general	8	16	24



Etiquetas de fila	Suma de Neutro	Suma de Positivo
Agroindustrial	1	
Alimentos		2
Alimentos balanceados		1
Confecciones	3	3
Distribución	1	1
Industrial		1
Metalmecánica	2	6
Minería	1	
Muebles		1
Vinícola		1
Total general	8	16

Una vez se obtuvieron las tablas de Sector y Herramienta se intentó construir una tabla cruzada con ayuda de la función Tabla Dinámica en Excel con la finalidad de cruzar cada una de las herramientas con cada uno de los sectores para poder hacer un análisis más detallado del impacto que causaba cada herramienta en los diferentes sectores.

En primer momento solamente se juntaron las tablas, una al lado de la otra y se seleccionaron las celdas para dar los datos de origen y se renombraron los encabezados para poder hacer las combinaciones en *Excel*. Con este primer intento de cruzar los datos y poder ubicar cada uno en filas y columnas dio un resultado positivo ya que se mostraba la información como se deseaba, pero por la forma en que se habían ordenado los datos para el origen de la tabla había que ser muy específico con la información que se situaba en el campo de valores de la tabla porque si se agregaban muchos datos la tabla se extendía demasiado.

Para ello se decidió crear una tabla por individual; ubicando en una los sectores en las filas y las herramientas en columnas, una con los resultados Neutros y otra con los resultados positivos como se muestra en la Tabla 5. En otras se experimentó al revés, poniendo las herramientas en las filas y los sectores en columnas, e igual uno con resultados Neutros y otras con Positivo. Pero de esta manera se creaba una tabla muy ancha que no cabía en el documento de una manera legible.

Tabla 5. *Tabla de Sectores y Herramientas con Impacto Neutro.*

Sectores	5s	Kanban	Six Sigma	TaktTime	VSM	Total general
Alimentos				2		3
Confecciones			1			1
Metalmecánica		4				4
Vinícola					2	2
Total general	4	1	2	2	1	10

Una vez se tuvieron todas estas tablas se creó una hoja en Excel para reordenar los datos y poder limpiarlos un poco, revisar cada uno de los datos nuevamente y buscar el verdadero impacto de algunos estudios que aún estaban en blanco.

Todos los datos se rehicieron en tablas nuevas y se reordenaron alfabéticamente para mostrar los datos más ordenados. Ninguna de las tablas fue modificada sino ordenada, solamente las tablas cruzadas de Herramientas y Sectores eran las únicas con las que aún no producía una sensación de satisfacción, ya que iban a ser muchas tablas que harían el documento muy extenso. Se siguió ordenando los datos para lograr encontrar una combinación de los datos que se lograra mostrar más fácil. Se obtuvieron dos formas satisfactorias para presentar los datos. En una de ellas, se logró integrar todos los aspectos y solo fue necesario dividir los impactos en dos categorías.

La otra forma se creó utilizando la función de Formatos Condicionales, donde se muestra la relación de ambos impactos en una sola tabla y los valores se representan de manera similar a coordenadas. Si ni la herramienta ni el sector tuvieron un impacto positivo o neutro, se indicó como "0N, 0P", donde "0N" significa 0 Neutro y "0P" indica 0 Positivo. En caso de ser neutro, se muestra como "1N, 0P", y similarmente para positivo.

Tabla 6. *Tabla de Sectores y Herramientas tipo coordenada.*

Herramienta	Agroindustrial	Alimentos	Alimentos balanceados	Confecciones	Distribución	Industrial	Metalmeccanica	Minería	Muebles	Vinicola
5S	2P, 1N	1P, 0N	0P, 0N	1P, 0N	1P, 0N	0P, 0N	1P, 1N	1P, 0N	0P, 1N	1P, 0N
Andon	0P, 0N	1P, 1N	0P, 0N	0P, 1N	0P, 0N	0P, 0N	0P, 0N	0P, 1N	0P, 0N	0P, 0N
DMAIC	1P, 1N	1P, 0N	0P, 0N	0P, 0N	0P, 1N	0P, 0N	1P, 0N	1P, 0N	0P, 0N	0P, 0N
Just In Time	0P, 0N	1P, 0N	0P, 0N	0P, 0N	0P, 0N	1P, 1N	0P, 0N	0P, 0N	0P, 0N	0P, 1N
Kaizen	1P, 1N	1P, 1N	0P, 0N	0P, 0N	1P, 0N	0P, 0N	0P, 1N	1P, 0N	0P, 0N	0P, 0N
Kanban	1P, 0N	0P, 0N	1P, 0N	0P, 1N	0P, 0N	1P, 1N	0P, 0N	0P, 0N	1P, 0N	0P, 0N
Kurosawa	0P, 0N	0P, 0N	1P, 1N	0P, 0N	1P, 1N	0P, 0N	0P, 0N	0P, 0N	0P, 0N	0P, 0N
Pilares 9s	1P, 1N	0P, 0N	0P, 0N	0P, 0N	0P, 0N	0P, 0N	0P, 0N	0P, 0N	0P, 0N	0P, 0N
Poka Yoke	0P, 0N	1P, 0N	0P, 0N	0P, 1N	1P, 0N	0P, 0N	0P, 0N	0P, 0N	0P, 1N	0P, 0N
SGC	0P, 0N	0P, 0N	0P, 0N	0P, 0N	1P, 1N	0P, 0N	0P, 0N	0P, 0N	0P, 0N	0P, 0N
SIG	0P, 1N	0P, 0N	0P, 0N	0P, 0N	0P, 0N	1P, 0N	0P, 0N	0P, 0N	0P, 0N	0P, 0N
Six Sigma	1P, 0N	1P, 0N	1P, 1N	1P, 1N	0P, 0N	1P, 0N	1P, 0N	0P, 0N	0P, 1N	0P, 0N
SMED	1P, 1N	1P, 0N	0P, 0N	1P, 1N	0P, 0N	1P, 0N	0P, 0N	0P, 1N	0P, 0N	0P, 0N
Takt Time	0P, 0N	1P, 1N	0P, 0N	0P, 0N	1P, 0N	0P, 0N	0P, 0N	0P, 0N	1P, 0N	0P, 0N
VSM	0P, 0N	1P, 0N	0P, 0N	0P, 0N	1P, 0N	1P, 1N	0P, 0N	0P, 0N	0P, 0N	0P, 0N

La última forma que se probó y fue la que se decidió usar para mostrar los resultados se experimentó creando una categoría donde se clasificara herramienta o sector, la palabra herramienta se consideró muy larga y se puso en inglés como “*tool*”, luego se creó una subcategoría en la cual iban todas las herramientas y los sectores con su respectivo nombre, en las siguientes columnas la suma de neutros y la suma de positivos. Con esto así se pudo crear una sola tabla que se dividiera sector y herramienta de una forma igual y mostrando todos los datos al mismo tiempo. Adicionalmente todos los datos estaban en concordancia con las anteriores tablas por lo que se comprobó que sí se pudo mostrar de una manera más fácil y de manera correcta.

Tabla 7. *Tabla de Herramientas y Sectores por Categoría.*

Categoría	Subcategoría	Suma de Positivo	Suma de Neutro
Tool	5S	7	4
Tool	Andon	0	1
Tool	DMAIC	4	0
Tool	Just In Time	1	0
Tool	Kaizen	2	1
Tool	Kanban	2	1
Tool	Kurosawa	1	0
Tool	Pilares 9s	1	0
Tool	Poka Yoke	1	1
Tool	SGC	1	0
Tool	SIG	1	0

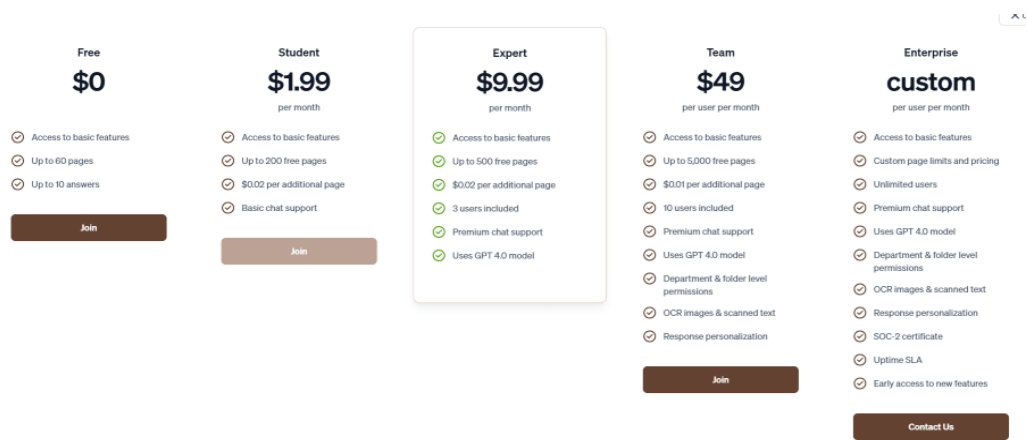
Tool	Six Sigma	5	2
Tool	SMED	3	0
Tool	Takt Time	1	2
Tool	VSM	1	1
Sector	Agroindustrial	0	1
Sector	Alimentos	2	0
Sector	Alimentos balanceados	1	0
Sector	Confecciones	3	3
Sector	Distribución	1	1
Sector	Industrial	1	0
Sector	Metalmecanica	6	2
Sector	Minería	0	1
Sector	Muebles	1	0
Sector	Vinicola	1	0
Total general		47	21

Con toda la información construida de todos los datos que se pudieron obtener de la investigación de los documentos se construyeron todas las tablas y figuras con información que se recogió manualmente, ahora el siguiente paso fue analizar todos los textos con ayuda de una inteligencia artificial que en este caso es *Humata*, esto cumpliría el paso de verificación que normalmente se realiza con un segundo investigador. Lo primero fue crear una cuenta y empezar a probar cómo se utiliza la herramienta, se subió un documento para hacer una prueba que

cumpliera con las condiciones de la versión gratis y se le hicieron preguntas para ver si los resultados eran satisfactorios para la investigación.

Una vez dentro de *Humata* se empezó a construir un banco de preguntas para empezar a indagar con la Inteligencia Artificial sobre todos los documentos y construir una nueva matriz solo con ayuda de la inteligencia artificial. Para ello hubo que pagar una mensualidad en *Humata* de \$10 USD al mes, ya que la versión gratuita no permitía hacer el análisis completo. Con la versión pagada, podía hacer preguntas sin límites, usar el número que quisiera de documentos y poder usar un modelo de Chat GPT 4.0.

Figura 3. Planes de Humata.



Tomado Fotografía captada de app.humata.ai. en 18/06/2024

Para empezar con la construcción de las preguntas, se formuló y probó con el sistema y dependiendo de la respuesta que nos diera se miraba si era viable la pregunta o no. La idea fundamental era crear preguntas cuyas respuestas por la IA permitiera generar una matriz similar a la realizada de forma tradicional o manual. Las preguntas finales fueron las siguientes:

Para “Titulo”

1. ¿Cuál es el título de este documento?

Para "Autor"

1. ¿Quiénes son los autores del estudio/documento?
2. ¿Cuáles son los nombres de los investigadores involucrados en este estudio?

Para "Herramienta Aplicada"

1. ¿Qué herramientas de mejora continua se aplicaron en el estudio/documento?
2. ¿Qué metodologías o técnicas se utilizaron en el estudio?

Para "Zona de Aplicación"

1. ¿En qué áreas o departamentos se aplicaron las herramientas de mejora continua?
2. ¿Cuál fue la zona de aplicación de las metodologías mencionadas en el documento?

Para "Impacto (solo)"

1. ¿Cómo se clasificó el impacto de las metodologías aplicadas en el estudio (positivo, neutro, negativo)?
2. de las metodologías en el estudio, considerando aspectos como reducción de defectos, aumento de eficiencia y mejora en la satisfacción del personal?

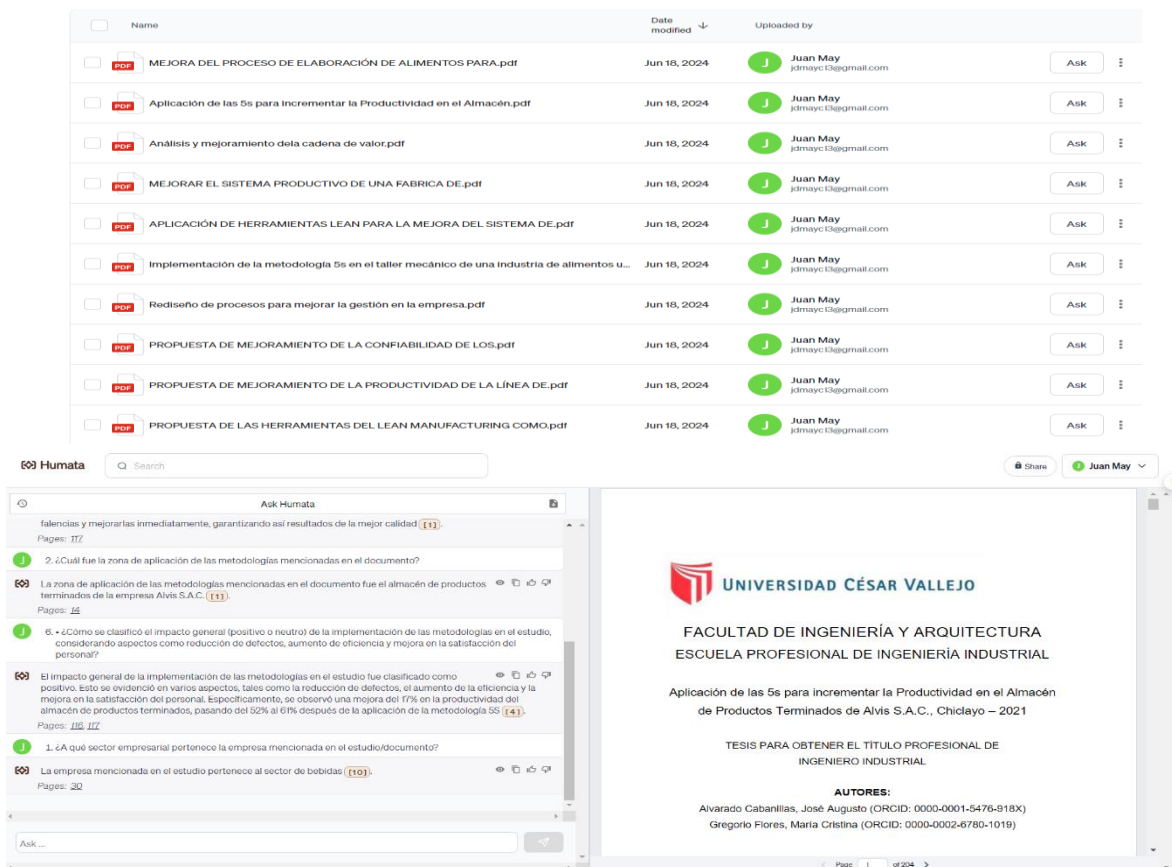
Para "Sector Empresarial"

1. ¿A qué sector empresarial pertenece la empresa mencionada en el estudio/documento?
2. ¿En qué industria opera la empresa que implementó las herramientas de mejora continua según el documento?

El siguiente paso fue entrar documento por documento y hacerle las preguntas que se tenían creadas para obtener la información y empezar a copiar las respuestas que nos daba la Inteligencia Artificial en una matriz para ir construyéndola y luego poder crear nuevas tablas. Todo esto se hizo

a lo largo de un solo día, lo cual muestra la eficiencia en tiempo en comparación con el análisis clásico. La interfaz de la Inteligencia Artificial se veía de la siguiente forma:

Figura 4. Interfaz de Humata.



Tomado: Fotografía captada de app.humata.ai. en 18/06/2024.

Se inició el proceso de identificación de todas las herramientas que habían sido utilizadas por la IA. Cada herramienta fue listada y separada individualmente. Entre las herramientas identificadas se incluyeron las 5s, DMAIC, Six Sigma, entre otras. Una vez identificadas, se contó cuántas veces fueron mencionadas para determinar cuáles eran las más utilizadas.

Posteriormente, se llevó a cabo un proceso similar para identificar y contar los diferentes sectores. Cada sector fue mencionado y contabilizado por su frecuencia de aparición. Con la información recolectada, se crearon tablas separadas para herramientas y sectores, mostrando el recuento de cada uno.

Algunos nombres de sectores fueron modificados y fusionados con otros para evitar una tabla demasiado extensa y difícil de graficar. Por ejemplo, "Construcción Metalmecánica" se simplificó a "Metalmecánica" y "Textil y Confecciones" se redujo a "Confecciones", ya que ambos representan fundamentalmente el mismo sector. No se realizaron modificaciones similares con las herramientas.

Finalmente, las tablas fueron ordenadas de mayor a menor según el número de menciones, facilitando la visualización de las herramientas y sectores más relevantes.

4. Resultados

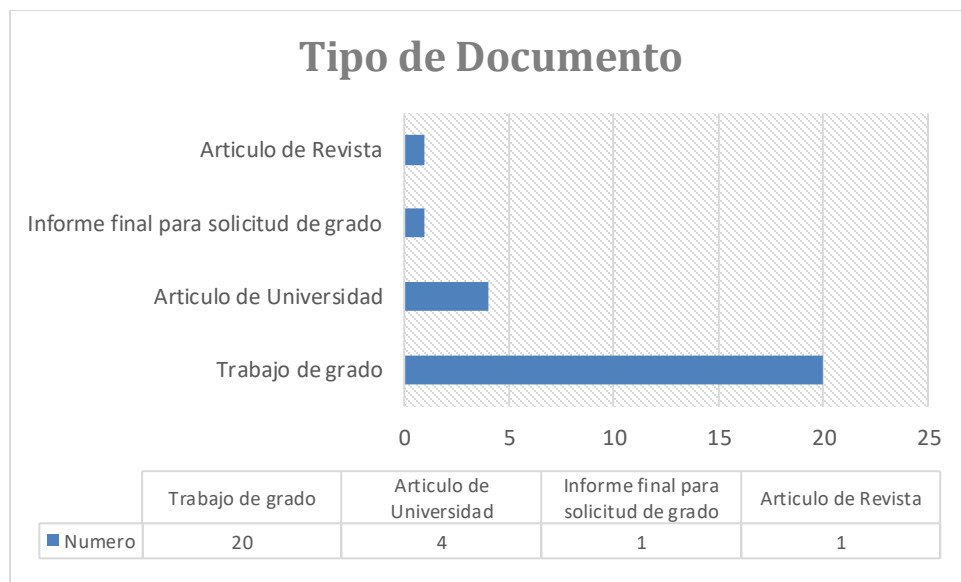
La implementación de una herramienta como el *Lean Manufacturing* es una decisión astuta para mejorar la eficiencia operativa y la competitividad y es por ello por lo que es una técnica que se ha venido usando desde mediados del siglo pasado. Esta herramienta se ve aplicada en empresas de la actualidad y se tiene el concepto de que estas solo pueden ser aplicadas a empresas grandes y que ya estén fuertemente posicionadas. En el presente estudio se exploraron casos de aplicación e implementación del *Lean Manufacturing* en empresas de América Latina de diferentes sectores y regiones, utilizando una combinación de herramientas analíticas impulsadas por Inteligencia Artificial *Humata* y una revisión clásica de literatura.

La investigación se centró en examinar cómo las herramientas *Lean Manufacturing* han sido implementadas en diferentes contextos, encontrando herramientas y sectores que no se tenían

en cuenta en un principio que dieron evidencias de prácticas en diferentes sectores con condiciones totalmente distintas.

Gracias a la información obtenida se presentó una visión general de la implementación del *Lean Manufacturing* en diferentes sectores industriales con diferentes estrategias. En total se usaron 26 documentos para la construcción de las gráficas, y 24 para la construcción de impacto de las tablas. Gran parte de los documentos que se encontraron eran trabajos de grado para optar por el título de algún pregrado, seguido de revistas y artículos de investigación, en la figura 5 se puede ver.

Figura 5. *Tipo de Documento.*

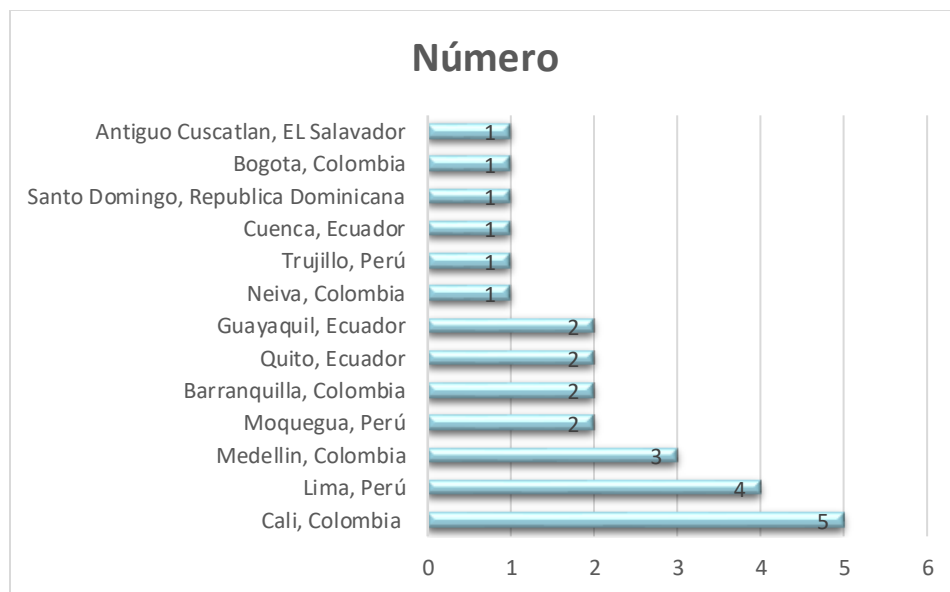


La Figura 5 refleja todos los documentos que fueron hallados y utilizados con una variedad de documentos académicos, con una predominancia de los trabajos de grado, seguido de artículos de universidad. El hecho de que solo se halla encontrado un artículo que fuera tipo revista, indica

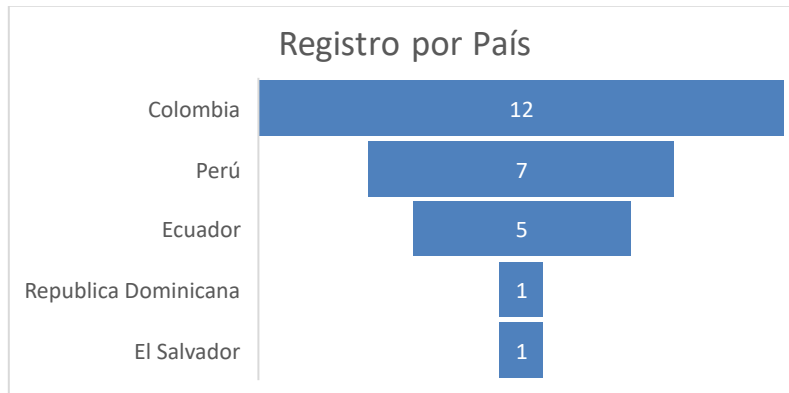
una menor prioridad en publicar esto en revistas frente a un trabajo de grado, esto sugiere que el tema es de una consideración más académica y de investigación.

Debido a que la búsqueda se expandió por cualquier país de Latino América los resultados fueron mucho más globales lo cual también era un objetivo para ver cómo en diferentes contextos y condiciones se presentaban diferentes retos y cómo se superaban, se quería ver los contextos de empresas pequeñas y medianas de Latinoamérica para ver si ellos al implementarla tenían un impacto positivo o negativo. La graficas que muestra la distribución de los países que se encontraron se muestran en la Figura 6.

Figura 6. Registros por país.

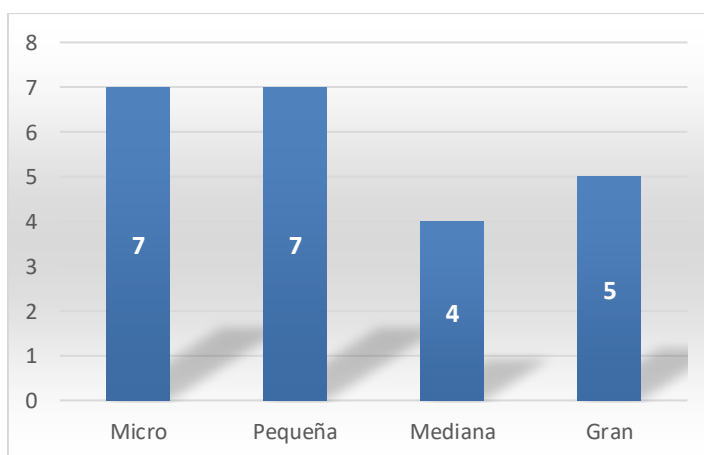


La tabla anterior tiene ciudad y país La tabla muestra una distribución desigual en cuanto a la cantidad de documentos por país, con Colombia liderando, seguido de Perú y Ecuador. República Dominicana y El Salvador son los países con menos presencia, es decir que son los países donde menos presencia hay de empresas que utilicen el *Lean Manufacturing* en sus sistemas de producción.

Figura 7. *Embudo Registro por País.*

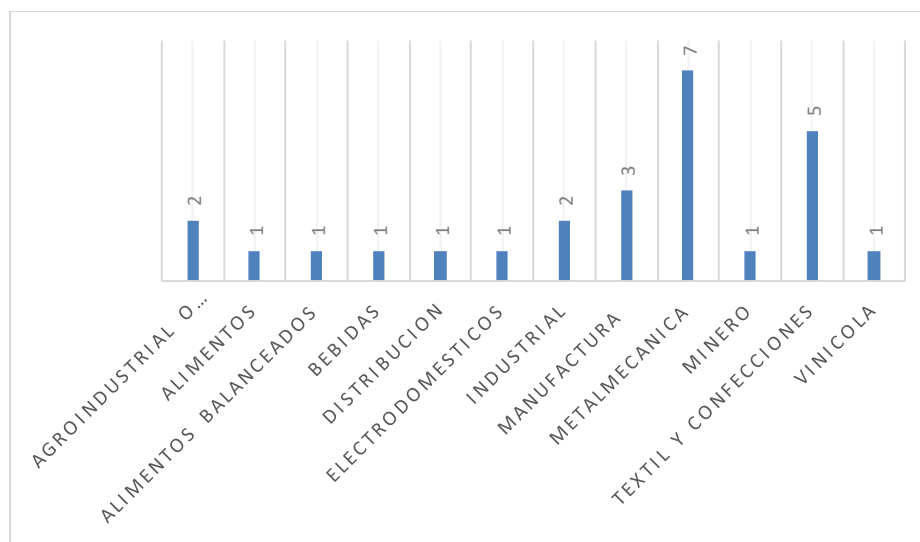
Para las gráficas de impacto ahora solo se utilizaron 24 documentos, se excluyeron dos documentos de los 26 ya que esos documentos eran revisiones de literatura, por lo que no eran documentos donde hubiera un impacto de una implementación de *Lean Manufacturing*, pero se usaron para los demás graficas ya que contenían información muy importante de otros estudios que los autores investigaron.

Con los documentos seleccionados se crearon nuevas graficas que mostraban un poco más las especificaciones, sectores y herramientas de todas las empresas y los estudios; con ello se crearon las siguientes cuatro figuras (8-11).

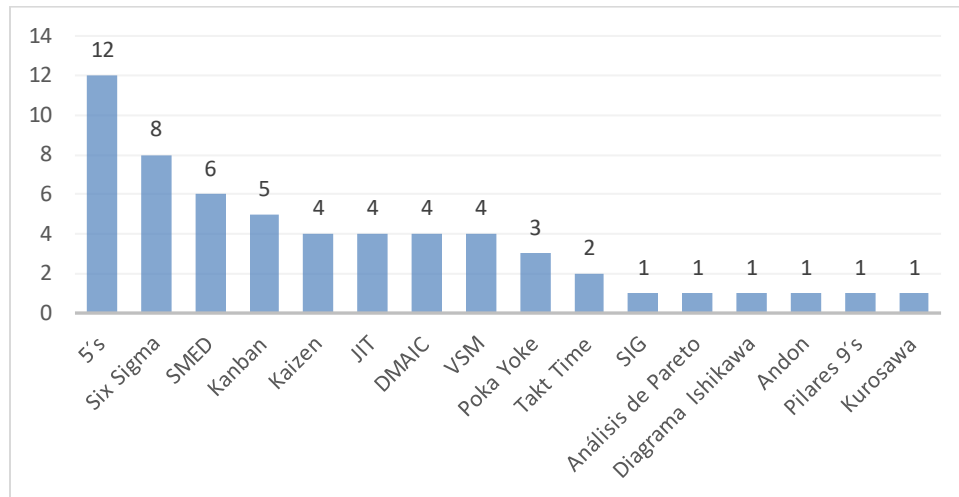
Figura 8. *Tamaño de la Empresa.*

La grafica proporcionada detalla la distribución en cuanto al tamaño de la empresa, igual número de empresas micro y pequeña, que es algo bueno porque para estas empresas estaba pensado el estudio. Hay un numero ligeramente menor de empresas de tamaños medianos y pequeños que son las empresas que suelen aplicar más estas herramientas.

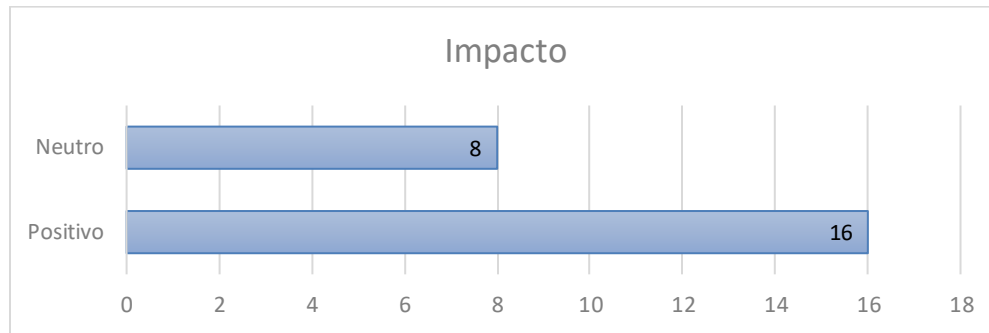
Figura 9. Sector de las Empresas.



Esta grafica nos muestra la proporción de sectores de las empresas de las implementaciones según el número de empresas mencionadas. El sector más representativo es el sector de Metalmeccánica con 7 menciones, seguido del sector Textil y Confecciones con 5 menciones, y tres empresas que se clasifican en Manufactura. El resto de los sectores tienen una presencia más limitada con una o dos menciones y una presencia menor en comparación con metalmeccánica o confecciones.

Figura 10. *Herramienta Aplicada.*

La grafica muestra una visión de todas las herramientas que fueron utilizadas para la implementación del *Lean Manufacturing* en los diferentes documentos hallados mostrando cuáles son las herramientas más usadas en diferentes países, sectores y tamaños. La metodología 5's es la más mencionada en todos los documentos con un total de 12 apariciones, es decir en la mitad de todos los documentos. El enfoque *Six Sigma* también es bastante utilizado con 8 menciones en todos los documentos, el *SMED* y *Kanban* también muestran un buen número de menciones que reflejan su uso y efectividad. Las metodologías menos frecuentes como el Análisis de Pareto, el *Diagrama de Ishikawa* o *Pilares 9s* reflejan su uso en escenarios muy específicos y son herramientas menos conocidas por lo que es de esperarse que sean las metodologías menos frecuentes, se recuerda que los artículos podían implementar más de una metodología de *Lean Manufacturing* por lo que el total de herramientas no es igual al total de artículos revisados.

Figura 11. *Impacto de los estudios.*

La grafica proporciona los dos impactos que se tuvieron en los documentos, solo se ven resultados positivos y neutros ya que no hubo ninguna implementación que haya tenido un impacto negativo. Se identificaron en total 24 documentos que son los mismos que se utilizaron para construir la matriz, se identifican 16 casos donde el impacto fue positivo, y 8 menciones donde el impacto fue neutro. Esto quiere decir que como la mayoría de los casos que se presentaron fueron positivos y no hubo impactos negativos, se puede considerar que la implementación de estas herramientas resulta como algo beneficioso y que valdría la pena ser replicada por los buenos resultados que presentan.

Tabla 8. *Tabla de Impactos por sectores.*

Sectores	Suma de Neutro	Suma de Postivo
Agroindustrial	1	
Alimentos		2
Alimentos balanceados		1
Confecciones	3	3
Distribución	1	1
Industrial		1
Metalmecanica	2	6

Minería	1	
Muebles		1
Vinícola		1
Total general	8	16

La Tabla 9 muestra una percepción general positiva de los sectores industriales analizados, con un total de 16 menciones positivas frente a 8 neutras. Sectores como Metalmecánica y Alimentos se destacan por una mayor presencia de impacto positivo, indicando una mejor aceptación del *Lean Manufacturing* en esos sectores que pueden atraer mayor número de replicas en el mismo sector con resultados positivos, mediante la promoción de talleres y programas de implementación enfocados en mejorar la eficiencia y reducir desperdicios.

Resulta interesante pensar que el área de mayor impacto positivo fue el metalmecánico por la relación que tiene con el origen de la herramienta que es la industria automóvil creada por Toyota. Es por ello por lo que sectores como Confecciones muestran una percepción tan mixta de Neutros y Positivos, lo que puede indicar que la aplicación de las herramientas en este sector hay que aplicarlo correctamente y poder elegir bien las zonas en las que se va a usar para lograr un mayor impacto de este ya que se pueden presentar mayores dificultades para su implementación. Sectores como Agroindustrial y Minería que solo tuvieron un impacto Neutro sugiere otra implementación de estas herramientas en estos sectores con diferentes contextos o condiciones que podrían evaluar otros impactos. Además, se debe fomentar la réplica de las buenas prácticas de los diferentes sectores e intentar llevarlos al sector apropiándose de ellos para sacar los beneficios que ofrece y superar las dificultades que se presenten.

Figura 12. *Impacto por Tamaño de la Empresa.*

Cuenta	Neutro	Positivo	Total general
de Impacto			
Gran	3	2	5
Mediana	1	3	4
Micro	3	4	7
Pequeña	1	7	8
Total general	8	16	24

Las pequeñas empresas muestran una percepción positiva hacia el *Lean Manufacturing*, con la mayoría de las menciones positivas mostrando una alta receptibilidad en este tamaño de empresa, se ve que las herramientas *Lean Manufacturing* son bien recibidas para estas empresas y se promueve la implementación de este tipo de herramientas en empresas pequeñas y micro. Las microempresas también muestran una ligera inclinación hacia lo positivo, esto indica que estas herramientas ayudan a las empresas más pequeñas también y no únicamente a las grandes, aunque al tener un alto número de impactos neutro demuestra también que en este tipo de empresas se pueden presentar mayores desafíos y retos, posiblemente por las limitaciones de recursos. Cuando se puedan superar los desafíos por falta de recursos o de capacitaciones, pueden aumentar su receptibilidad atendiendo a las necesidades específicas el tamaño de la empresa. Esto no solo facilitará la implementación efectiva del Lean, mejorando la eficiencia operativa y reduciendo costos, sino que también promoverá una cultura de mejora continua en el tejido empresarial de América Latina.

Figura 13. *Impacto por Herramientas Aplicadas.*

Etiquetas de fila	Suma de Positivo	Suma de Neutro
------------------------------	-----------------------------	---------------------------

5S	7	4
Six Sigma	5	2
DMAIC	4	0
SMED	3	0
Kaizen	2	1
Kanban	2	1
SIG	1	0
SGC	1	0
Kurosawa	1	0
Just In Time	1	0
Takt Time	1	2
Poka Yoke	1	1
VSM	1	1
Pilares 9s	1	0
Andon	0	1
Total	31	13
general		

Con una cantidad de significativa de recuentos positivos, la herramienta 5's es ampliamente aceptada y sus beneficios, es una herramienta bastante útil de aplicar que se puede aplicar en cualquier industria ya que sus beneficios de organización, de limpieza de los lugares de trabajo y la creación de estándares de calidad que mantengan ese criterio de limpieza lo hace una herramienta que se puede usar en cual entorno. Con una fuerte base de menciones positivas, Six Sigma destaca por su enfoque en la reducción de variabilidad y mejora de procesos. Vale la pena destacar los números de la herramienta *DMAIC* que muestran una percepción bastante positiva con un nulo impacto neutro siendo la herramienta con tasa de efectividad más alta. Hay casos como el Andon que por su impacto puramente neutro se muestra que tiene más limitaciones para aplicarse y hay que tener una mayor familiaridad con la herramienta a la hora de aplicar, siempre adaptando todos los requerimientos de acuerdo con el sector en el que se aplique.

La herramienta que se vaya aplicar para implementar el *Lean Manufacturing* debe enfocarse en buscar una herramienta con una alta receptibilidad que muestre más resultados

positivos y que sean acorde con el sector, herramientas como las 5's o DMAIC son herramientas creadas para cierta industria pero que su aplicación si se lleva bien es fácilmente aplicable lo que las hace tan interesantes de querer replicarla en diferentes sectores todas buscando la eliminación de tiempos muertos, limpieza en el lugar de trabajo y una optimización de la eficiencia.

Figura 14. *Figura de Impactos por Categoría.*

Categoría	Suma Positivo	de Suma Neutro.	de
Sector	16	8	
Agroindustrial	0	1	
Alimentos	2	0	
Alimentos balanceados	1	0	
Confecciones	3	3	
Distribución	1	1	
Industrial	1	0	
Metalmecanica	6	2	
Minería	0	1	
Muebles	1	0	
Vinicola	1	0	
Herramienta	31	13	
5S	7	4	
Andon	0	1	
DMAIC	4	0	
Just In Time	1	0	
Kaizen	2	1	
Kanban	2	1	
Kurosawa	1	0	
Pilares 9s	1	0	
Poka Yoke	1	1	
SGC	1	0	
SIG	1	0	
Six Sigma	5	2	
SMED	3	0	

Takt Time	1	2
VSM	1	1
Total general	47	21

En la figura 14 se ve la tabla combinada de impactos por herramientas y sectores reunida en una sola, son las mismas tablas individuales pero unidas en una sola para una comprensión más rápida, se hizo para poder mostrar toda la información resumida en un único gráfico. En ella se pueden ver todas las variedades de herramientas y sectores con su percepción de aplicación y oportunidades en la implementación de alguna de ellos, todas son opciones que empresas de América Latina pueden tomar y guiarse aprovechando la alta receptibilidad de algunas de ellas. Sectores como Alimentos y Metalmecánica muestran una fuerte receptividad al Lean, destacando su potencial para mejorar la eficiencia operativa y reducir costos. En contraste, sectores como Agroindustrial y Minería presentan percepciones neutras, señalando la necesidad de educación y promoción sobre los beneficios del Lean. Herramientas como *5S* y *DMAIC* son ampliamente valoradas, pero enfrentan retos de implementación en áreas como *Andon* y *Takt Time*, donde la familiaridad es limitada.

Comprobación de resultados según la Inteligencia Artificial Humata. Para complementar los análisis anteriormente hechos de la implementación del *Lean Manufacturing*, se utilizó la ayuda de una Inteligencia Artificial llamado *Humata*, que con su ayuda avanzada se permitió una evaluación más detallada en extensa de una manera más rápida y sencilla de las herramientas, proporcionando una perspectiva adicional a los resultados ya obtenidos. A continuación, se presenta una comparación de los resultados hallados manualmente con los impactos positivos y neutros hallados por la IA. El único sesgo que se produjo con el uso de la IA fue que todos los

impactos dieron positivo. En la figura 15 se puede ver la gráfica creada con la información extraída de la IA.

A primera vista se puede ver que la IA es mucho más detallada para encontrar herramientas *Lean Manufacturing* que de manera manual, ya que se ven muchas más herramientas en comparación con la tabla de herramientas hecha manualmente, además se ven muchas más herramientas que no se pusieron en las otras matrices ni graficas. Hay ciertas concordancias con la tabla hecha manualmente, ya que aquí la herramienta 5's también es la que tiene mayor número de menciones tiene con 10 en total, como con el análisis de la IA todos los impactos son positivos se compara en que tiene un mayor índice de impacto que sería del 100% positivo, mientras que en el análisis manual la herramienta 5's tuvo 7 impactos positivos y 4 impactos negativos, para un total de 11 impactos. Ambas muestran una alta percepción de la aplicación de esta herramienta con una incidencia positiva mostrando que la organización y la limpieza en el trabajo son un buen método de organización para la eficiencia. El *Six Sigma* también se destaca por tener un alto nivel de recepción que tiene el mismo que el analizado anterior, con la única diferencia de que este tiene todo su impacto positivo.

Herramientas como *Kaizen* y el *VSM* ahora muestran una más alta aceptación y un mayor impacto porque muestran más número de casos positivos, pasan de tener 3 y 2 menciones a tener 7 en total cada una. Otras herramientas como *Poka Yoke*, *DMAIC* o *Just In Time* también son herramientas que muestran mucha más presencia, que pasaron de tener una sola mención en la gráfica anterior a tener muchas más presencias, todas estas positivas, pero se identificaron mucha más presencias de estas.

Hay herramientas como el *Andon* o el *Takt Time* que muestran concordancia con la gráfica anterior en la que solo tienen una mención y con la identificación de la IA da el mismo resultado,

eso nos deja saber que la herramienta fue aplicada únicamente en un documento y en un solo sector, entonces son experiencias o herramientas muy específicas para cada sector y se puede evidenciar claramente en ambas graficas.

Se recomienda seguir promoviendo la aplicación de las herramientas como las 5's y las Seis Sigma para seguir implementándola ya que son muy bien percibidas y se puede aprovechar su alta aceptación para ser aplicada y poder mejorar la eficiencia. Se pueden usar igualmente herramientas como el *DMAIC* o *Kaizen* pero con un poco más de estudio y planificación de la herramienta y pensabas en que se puedan replicar con éxito en cada contexto.

Figura 15. *Herramientas halladas por IA.*

Herramientas	Suma de Recuento
5S	10
SMED	9
Six Sigma	7
Kaizen	7
VSM	7
Kanban	6
TPM	6
Poka Yoke	5
DMAIC	4
JIT	3
Círculos de Calidad	2
SIPOC	2
Análisis Pareto	2
Jidoka	2
Andon	1
Producción Más Limpia	1
Gráficos de Control	1
Heijunka	1
FMEA	1
9S	1
Takt Time	1
Indicador OEE	1
Ciclo PHVA	1

Celda de Manufactura	1
Redistribución de Planta	1
Diagrama Árbol	1
Sistema Pull	1
Diagrama Ishikawa	1
Balanceo de Líneas	1
Diagramas de Gantt	1
Gerencia Visual	1
Lluvia de Ideas	1
Mapa de Cadena de Valor	1
Identificación del Proceso Restricción	1
Total general	92

Figura 16. Sectores empresariales por IA.

Sectores	Suma Recuento	de
Confección		6
Metalmecánico		5
Manufactura		4
Cerámica y construcción		2
Distribución de alimentos		2
Construcción metalmecánica		1
Minería y construcción civil		1
Manufactura de vidrio		1
Servicios de distribución		1
Agroindustrial		1
Producción de alimentos balanceados para la línea de broilers		1
Distribución de productos de consumo masivo		1
Vitivinícola		1
Fabricación de muebles de madera		1
Bebidas		1
Industria alimenticia		1
Total general		30

En la figura 16 se puede ver los sectores que fueron extraídos de todos los documentos por medio de la Inteligencia Artificial y fueron ordenados en una tabla, el impacto de todas estas tablas fue percibido por la IA como positivo. Se puede evidenciar que sectores con una presencia consistente es Confecciones con un total de 6 al igual que en la anterior tabla y Metalmecánico con 5 menciones, tres menciones menos que la tabla con elaboración manual, posiblemente estos cambios fueron sectores que se reubicaron en una nueva categoría, ya que la IA analizo muchos nuevos sectores que antes se agruparon de una manera más amplia y ahora son más detallados y específicos. El sector Manufactura es un nuevo sector que antes no había sido nombrado, posiblemente por una mala clasificación de este, también sugiere una gran oportunidad para poder aplicar el *Lean Manufacturing*.

Sectores como el de Alimentos o la Minería son sectores que siguen siendo poco nombrados, son sectores que se diferencian mucho y tienen unas necesidades específicas de cada sector y obstáculo que por ello no causan un gran recuento en la tabla. Es crucial investigar cómo aplicar Lean en la producción de alimentos para optimizar procesos y cumplir con estándares de calidad y seguridad alimentaria y también la minería puede presentar desafíos únicos que nunca fueron contemplados para el *Lean Manufacturing* y requieren enfoques más adaptados.

Se recomienda desarrollar estrategias específicas para sectores que tienen condiciones bastante distintas a las relacionados con la manufactura, como el de alimentos y bebidas o la minería y se requieren seguir adaptando prácticas que permitan abordar los desafíos únicos que presenta cada sector y poder estudiar más de esos casos. Hay que facilitar el conocimiento entre sectores para compartir mejores prácticas y lecciones aprendidas en las implementaciones facilitando un aprendizaje mutuo. También hay que fomentar la capacitación y el estudio del *Lean Manufacturing* en sectores menos familiarizados.

5. Conclusiones

En general, los resultados encontrados en este estudio podrían ser fundamentales para tomar la decisión de implementar el *Lean Manufacturing* en pequeñas y medianas empresas, enfocándose en las herramientas y sectores que mejor han adaptado estas metodologías y han mostrado resultados positivos. Esto podría promover una mayor adopción de estas herramientas por parte del sector privado y un mayor conocimiento de estas herramientas que permitan evaluar diferentes escenarios puestos en práctica en la región, con el objetivo de mejorar la eficiencia operativa y la competitividad de quien desee implementarla. Enfocándose en las herramientas y sectores que mejor han adaptado estas metodologías y han mostrado resultados positivos. Esto podría promover una mayor adopción de estas herramientas por parte del sector privado, con el objetivo de mejorar la eficiencia operativa y la competitividad. Los sectores y herramientas que aún tienen un impacto neutro y podrían beneficiarse y sacar más provecho de las herramientas se deben seguir trabajando para mantenerse conectados con los demás sectores para poder mejorar sus resultados y volver esos impactos neutros en unos positivos para aprovechar las oportunidades de crecimiento.

Las tablas de los sectores mostraron un total de las 16 menciones positivas frente a 8 neutras, lo que puede indicar que hay un buen campo de aplicación en diferentes sectores con una buena implementación en empresas pequeñas y medianas. Sectores como Metalmecánica y Alimentos se destacan con una mayoría de menciones positivas, indicando una percepción pública favorable que podría facilitar la adopción de *Lean Manufacturing*, mediante la promoción de talleres y programas de implementación enfocados en mejorar la eficiencia y reducir desperdicios.

Por otro lado, sectores con percepciones mixtas como Confecciones, o con menciones neutras como Agroindustrial y Minería, podrían enfrentar desafíos adicionales. Para estos sectores, es crucial realizar campañas de capacitación, implementar programas piloto y difundir casos de éxito para transformar percepciones neutras en positivas. En particular, la minería necesita demostrar los beneficios del Lean en términos de seguridad y eficiencia. Además, fomentar redes de colaboración y el intercambio de buenas prácticas en sectores con percepciones favorables limitadas, como Alimentos balanceados e Industrial, puede ayudar a superar barreras.

El análisis integrado de sectores y herramientas del *Lean Manufacturing* revela una variedad de percepciones y oportunidades clave para empresas en América Latina. Sectores como Alimentos y Metalmecánica muestran una fuerte receptividad al Lean, destacando su potencial para mejorar la eficiencia operativa y reducir costos. En contraste, sectores como Agroindustrial y Minería presentan percepciones neutras, señalando la necesidad de educación y promoción sobre los beneficios del Lean. Herramientas como *5S* y *DMAIC* son ampliamente valoradas, pero enfrentan retos de implementación en áreas como *Andon* y *Takt Time*, donde la familiaridad es limitada.

En términos generales, la estrategia debe centrarse en aprovechar la receptividad positiva general, adaptando las metodologías Lean a las necesidades específicas de cada tamaño de empresa, ofreciendo programas piloto, capacitación accesible y redes de apoyo entre pares para compartir mejores prácticas. Esto no solo facilitará la implementación efectiva del Lean, mejorando la eficiencia operativa y reduciendo costos, sino que también promoverá una cultura de mejora continua en el tejido empresarial de América Latina.

En conclusión, la implementación efectiva del *Lean Manufacturing* en empresas de América Latina requiere un enfoque estratégico y adaptado, aprovechando las percepciones

positivas y abordando las áreas neutras con iniciativas específicas de capacitación y promoción. Esto no solo mejorará la competitividad empresarial, sino que también fortalecerá la sostenibilidad y la innovación en el mercado global.

La estrategia para implementar *Lean Manufacturing* en América Latina debe enfocarse en aprovechar la receptividad positiva hacia herramientas como la 5's, *DMAIC*, *SMED* o *Six Sigma*, mientras se abordan las áreas neutras con iniciativas específicas de capacitación, difusión y aplicación práctica. Esto no solo mejorará la eficiencia operativa y reducirá costos, sino que también fortalecerá la competitividad y la sostenibilidad empresarial en el mercado global.

Recomendaciones

Hay ciertas recomendaciones que se pueden hacer para ayudar a maximizar la efectividad de una implementación exitosa del *Lean Manufacturing* en diversos sectores, se presentan las siguientes recomendaciones:

- Promover la conciencia y la educación, para sectores con percepciones neutras principalmente, se recomienda crear programas que se ajusten a cada necesidad y situación de cada sector, para crear programas para que puedan abordar los desafíos particulares y que se pueda sacar el máximo beneficio de la herramienta. Continuar promoviendo y capacitando en herramientas bien percibidas como 5S y *Six Sigma* es esencial para aprovechar su alta aceptación.
- Capacitación especializada, es fundamental desarrollar programas de capacitación específica para cada herramienta del Lean, ajustándose siempre a las necesidades del sector. La educación y capacitación continua del Lean dentro de sectores menos familiarizados o con percepciones neutras es una estrategia para superar barreras y maximizar el impacto. Estas capacitaciones deben ser diseñadas para que puedan abordar

todos los desafíos que presentan en cada caso y poder enseñarles a los trabajadores las utilidades del Lean en el lugar del trabajo y que ellos se sientan motivados y comprometidos a efectuarlo. Esta educación constante puede ayudar a cambiar percepciones y aumentar la adopción de Lean.

- Desarrollo de la cultura del Lean, fomentar una cultura organizacional que valore la mejora continua y la eficiencia operativa es clave para el éxito del Lean. Utilizar herramientas adecuadas y adaptadas a las necesidades específicas de cada sector y empresa puede ayudar a inculcar esta cultura de mejora continua. Implementar estrategias de promoción y capacitación intensiva para herramientas como 5's y *DMAIC* es necesario para asegurar que su potencial sea plenamente reconocido y aprovechado en todos los niveles organizativos. Estas herramientas pueden aportar grandes beneficios si se utilizan correctamente.
- Colaboración y difusión, Promover la colaboración entre investigadores, empresas y académicos es crucial para fomentar la aplicación práctica de los hallazgos en *Lean Manufacturing*. Esta colaboración puede traducir la teoría en prácticas efectivas y aplicables.
- Exploración continua, Continuar utilizando y explorando plataformas como Google Académico, Redalyc y demás para mantenerse actualizado sobre las últimas investigaciones y desarrollos en *Lean Manufacturing* es fundamental para el éxito continuo de Lean. La actualización constante asegura que las prácticas se adapten a los cambios y mejoras en el campo. Además, Promover la colaboración entre sectores afines para compartir mejores prácticas y lecciones aprendidas en la implementación de Lean facilita

un aprendizaje mutuo y una mejora continua. Esta colaboración puede ayudar a difundir y adaptar Lean de manera más efectiva.

- Formación continua, Incentivar la formación continua y el aprendizaje basado en la investigación académica mejora la implementación y efectividad de Lean en las organizaciones. El aprendizaje constante asegura que las prácticas Lean se mantengan actualizadas y efectivas.

Referencias

- Altamirano, E., Allcca, J. y Quiroz, P. (2021). *Costo de producción de panetón utilizando las herramientas Lean Manufacturing 5S, TPM y JIT en situación de pandemia de COVID-19 en Lima Metropolitana*. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. Revista Natura y Economía. Volumen 6 (1), páginas 1-5. Recuperado de: <https://revistas.lamolina.edu.pe/index.php/ne/article/view/1732>
- Barba, D. (2019). *Implementación de las herramientas Lean para la reducción de desperdicios en el BBVA*. Universidad Católica de Colombia. Bogotá, Recuperado: <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/24016/1/propuesta%20de%20implementaci%C3%93n%20de%20las%20herramientas%20lean%20para%20la%20reducci%C3%93n%20de%20desperdicios%20en%20el%20bbva.pdf>.
- Begoña, M., Muñoz, J., y Cuellar, S. (2018). *Revisiones Sistemáticas: definición y nociones básicas*. Recuperado de: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/piro/v11n3/0719-0107-piro-11-03-184.pdf>
- Bonilla, C. (2020). *Análisis de los factores determinantes del lean six sigma en la productividad y competitividad de las mipymes colombianas*. Bogotá. Recuperado: <https://repository.universidadean.edu.co/bitstream/handle/10882/10291/BonillaCarlos2020.pdf?sequence=1>
- 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*. Universidad EAN. Gerencia de la Cadena de Abastecimiento. Bogotá, Colombia.
- Coral, D. (2017). *Hacer una revisión bibliográfica*. Universidad El Bosque. Primera Edición. Recuperado de: <https://lpl.unbosque.edu.co/wp-content/uploads/09-Guia-Revisio%CC%81n-bibliografica.pdf>

- Ferreira, I., Urrutia, G., y Coello, P. (2019). *Revisiones sistemáticas y metanálisis: bases conceptuales e interpretación*. Revista Española Cardiología, Volumen 64, 688–696. Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.recesp.2011.03.029>
- González, H.; Marulanda, N. y Echeverry, 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*. Revista EAN (85), pág.19, Recuperado de: <https://www.redalyc.org/journal/206/20658110012/movil/>
- Hernández, J. (2019). *Lean Manufacturing conceptos, técnicas e implementación*. Fundación EOI. Madrid. España.
- Hernández, R., Baptista, P y Fernández, C. (2017) *Metodología de la investigación*. Editorial Mc Graw Hill. Sexta Edición. México D.F. Recuperado de: <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>
- Humata. (2024). Humata. Recuperado 18 de junio de 2024, de <https://app.humata.ai/>
- León, E., Marulanda, N. y González, H. (2017). *Factores claves de éxito en la implementación de Lean Manufacturing en algunas empresas con sede en Colombia*. Revistas de la Universidad de Nariño. Vol. 18 (1), páginas 1-16. Recuperado de: <http://www.scielo.org.co/pdf/tend/v18n1/v18n1a05.pdf>
- Marulanda, N. (2017). *Caracterización de la implementación de herramientas de Lean Manufacturing: Estudio de caso en algunas empresas colombianas*. Universidad Minuto de Dios. Colombia.
- Palacios, M. (2021). *Propuesta de un nuevo procedimiento basado en la norma ISO 9001 para la gestión conjunta de la norma ISO 31000, la filosofía Kaizen y la herramienta Lean Manufacturing en pymes industriales de la Comunidad Valenciana*. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Valencia. España Recuperado de: <https://doi.org/10.4995/Thesis/10251/178979>

- Sarria, M., Fonseca, G. y Bocanegra, C. (2017). *Modelo metodológico en la implantación del lean Manufacturing*. Revistas EAN, volumen 83, páginas 51-71. Recuperado de: <https://doi.org/10.21158/01208160.n83.2017.1825>
- Sistema de IA, Humata. (2023). Recuperado de: <https://app.humata.ai/>
- Tapia, J. et al. (2018). Marco de referencia de la aplicación de manufactura esbelta en la industria. Revista Ciencia y Trabajo. Volumen 19 (60) pág. 17.
- TRUJILLO LÓPEZ, C. A. (2021). *RETOS y DESAFÍOS DE LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ EN MÉXICO. UNA VISIÓN DESDE LA INDUSTRIA 4.0, 2021* [Tesis de Pregrado, UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO FACULTAD DE ECONOMÍA]. <http://hdl.handle.net/20.500.11799/139307>
- Vargas, A., y Castaño A. (2020). *Lean Manufacturing y la aplicación de esta herramienta en empresas colombianas*. Universidad Santiago de Cali. Programa de Gestión de Procesos Industriales.
- Vargas, A. (2018). *Revisión documental sobre el impacto de la aplicación del Modelo Six Sigma en Pymes colombianas*. Fundación Universidad de América. Especialización en Gerencia de la Calidad. Bogotá, Colombia.
- Velandia, L. (2018). *Estado del arte sobre la implementación del modelo de gestión lean Manufacturing en la industria de alimentos*. Fundación Universidad de las Américas. Especialización en Gerencia de la Calidad. Bogotá D.C.

