

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
ESCUELA DE POSGRADO



**Relación entre la Implementación del *Lean Manufacturing* y la
Sostenibilidad de las Empresas de la Industria de Plástico Ubicadas en
Lima 2022**

**TESIS PARA OBTENER EL GRADO DE MAGÍSTER EN DIRECCIÓN
DE OPERACIONES PRODUCTIVAS OTORGADO POR LA
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ**

PRESENTADA POR

Jorge Dino Enrique López Saldarriaga. DNI: 07873529

Sergio Clemente Villanueva Guzmán. DNI: 43102519

James Edgar Sánchez Vergara. DNI: 16738795

Wilder Fernando Ramos Llatas. DNI: 74022601

ASESOR

Luis Alfredo Negrón Naldos, DNI: 10788917

ORCID 0000-0003-1328-0323

JURADO

Nicolás Andrés Núñez Morales

Gonzalo Javier Cachay Silva

Luis Alfredo Negrón Naldos

Surco, febrero 2023

Declaración Jurada de Autenticidad

Yo, Luis Alfredo Negrón Naldos, docente del Departamento Académico de Posgrado en Negocios de la Pontificia Universidad Católica del Perú, asesor(a) de la tesis/el trabajo de investigación titulado: “Relación entre la Implementación del Lean Manufacturing y la Sostenibilidad de las Empresas de la Industria de Plástico Ubicadas en Lima 2022”.

del/de la autor(a)/ de los(as) autores(as)

- Jorge Dino Enrique López Saldarriaga. (a20207712@pucp.edu.pe)
- Sergio Clemente Villanueva Guzmán. (scvillanuevag@pucp.edu.pe)
- James Edgar Sánchez Vergara. (james.sanchez@pucp.edu.pe)
- Wilder Fernando Ramos Llatas. (a20207687@pucp.edu.pe)

dejo constancia de lo siguiente:

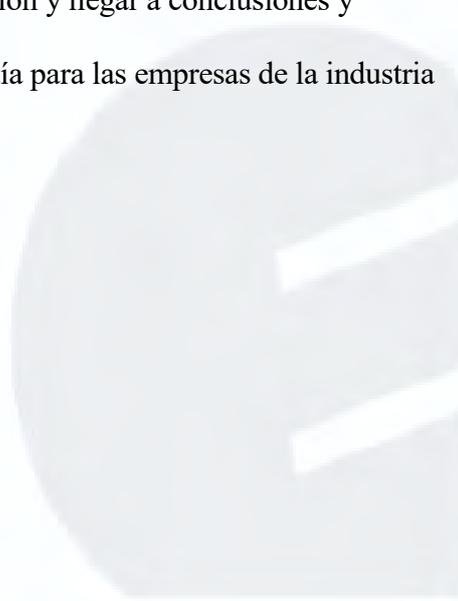
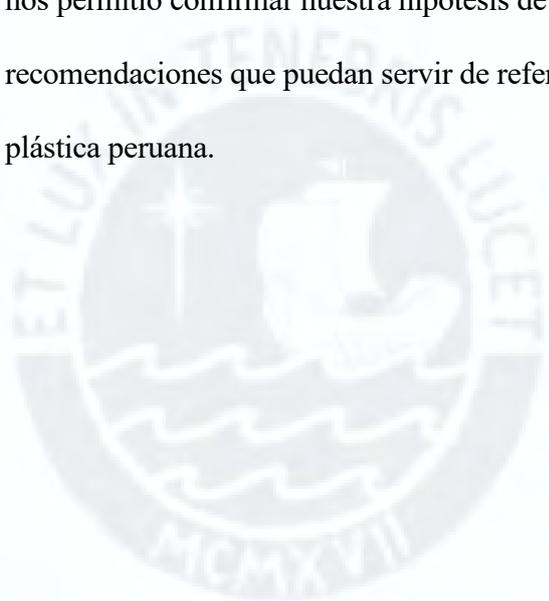
- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud de 19%. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software *Turnitin* el 23/05/2023.
- He revisado con detalle dicho reporte y confirmo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio alguno.
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las pautas académicas.

Lima, 23 de Mayo del 2023

Apellidos y nombres del asesor / de la asesora:	
<u>Negrón Naldos, Luis Alfredo</u>	
DNI:10788917	Firma 
ORCID: 0000-0003-1328-0323	

Agradecimientos

Queremos agradecer profundamente a nuestro asesor Luis Negrón Naldos, profesor de la maestría de operaciones productivas de Centrum Business School, Pontificia Universidad Católica del Perú, quien nos ha motivado siempre a buscar la excelencia en el desarrollo de este proyecto de investigación, así como un especial agradecimiento a quienes han colaborado en el desarrollo del presente estudio, particularmente a todas aquellos representantes de empresas que nos apoyaron respondiendo la encuesta aplicada para el relevamiento de la información que nos permitió confirmar nuestra hipótesis de investigación y llegar a conclusiones y recomendaciones que puedan servir de referencia y guía para las empresas de la industria plástica peruana.



Dedicatorias

A mis queridas hijas Daniela Fernanda y Camila Andrea, por ser la motivación de mi vida.

Jorge Dino Enrique López Saldarriaga

A mis padres Máximo Ramos y Catalina Llatas quienes con sus palabras de aliento me apoyaron en todo momento, mucho de mis logros se los debo a ellos.

Wilder Fernando Ramos Llatas

A mis padres y hermanos por impulsarme a ser mejor y motivaron con su estímulo constante, a mi esposa Jenny Rodas por su apoyo incondicional y estar conmigo en los momentos en que el estudio ocupó mi tiempo y esfuerzo.

James Edgar Sánchez Vergara

A mi esposa Karem Navarro e hijos Gabriel y Mauricio quienes me acompañaron en este reto, me motivaron y son mi inspiración.

Sergio Clemente Villanueva Guzmán

Resumen Ejecutivo

La presente investigación tuvo como objetivo principal analizar la relación que existe entre la implementación del *lean manufacturing* y la sostenibilidad de las empresas de la industria plástica ubicadas en Lima en el 2022. Todo ello considerando que la metodología *lean manufacturing* se fundamenta bajo una cultura de mejora continua y que su éxito dependerá de la minimización de actividades sin valor añadido; además, la sostenibilidad se refiere a la fabricación o producción usando técnicas, estrategias y actividades que reduzcan el impacto ambiental y valoren el bienestar de las partes interesadas.

La investigación usó un enfoque metodológico cuantitativo y la muestra estuvo conformada por 101 empresas medianas y grandes de la industria plástica en Lima. A estas empresas se les aplicó un cuestionario de 25 ítems (16 para la variable *lean manufacturing* y 9 para la variable sostenibilidad). Se utilizó el modelado de ecuaciones estructurales basado en covarianza (CB-SEM). A través del análisis estadístico se concluyó que la relación positiva ($r= 0.909$) entre la implementación del *lean manufacturing* y la sostenibilidad de las empresas de la industria plástica ubicadas en Lima en el 2022 presentó una significancia de 0.000, por lo tanto, se rechazó la hipótesis general nula y se aceptó la hipótesis general alterna

Con estos resultados, se puede aseverar que cuando se implementa el *lean manufacturing* en las empresas, estas mejoran su sostenibilidad desde la perspectiva de tres factores muy importantes: social, medio ambiente y económico. A la luz del análisis realizado en esta investigación, *lean manufacturing* y la sostenibilidad de las empresas guardan una relación significativa, directamente proporcional y de grado alto.

Abstract

The main objective of this research was to analyze the relationship between the implementation of lean manufacturing and the sustainability of companies in the plastic industry located in Lima in 2022. This work assumes that the lean manufacturing methodology is based on a culture of improvement and that its success will depend on the minimization of activities without added value; additionally, sustainability refers to manufacturing or production using techniques, strategies, and activities that reduce environmental impact and value the well-being of stakeholders.

The research used a quantitative methodological approach and the sample consisted of 101 medium and large companies in the plastic industry in Lima. A 25-item questionnaire was applied to these companies (16 for the lean manufacturing variable and 9 for the sustainability variable). The Covariance based Structural Equation Modeling (CB-SEM) was used. Through the statistical analysis, it was concluded that the positive relationship ($r=0.909$) between the implementation of lean manufacturing and the sustainability of the plastic industry companies located in Lima in 2022 presented a significance of 0.000, therefore, the general null hypothesis was rejected and the alternative general hypothesis was accepted.

With these results, it can be asserted that when lean manufacturing is implemented in companies, they improve their sustainability from the perspective of three very important factors: social, environmental and economic. In light of the analysis carried out in this research, lean manufacturing and the sustainability of companies have a significant, directly proportional and high-grade relationship.

Tabla de Contenidos

Índice de Tablas	xi
Índice de Figuras.....	xiii
Capítulo I: Introducción	1
1.1. Antecedentes	1
1.2. Enunciado del Problema de investigación	7
1.3. Declaración del Propósito de Investigación	9
1.4. Significancia o Importancia del Estudio para el Ámbito Académico	10
1.5. Naturaleza del Estudio	10
1.6. Hipótesis de la Investigación.....	11
<i>1.6.1. Hipótesis General</i>	11
<i>1.6.2. Hipótesis Específicas</i>	11
1.7. Marco Teórico y Conceptual.....	12
<i>1.7.1. Lean Manufacturing</i>	12
<i>1.7.2. Sostenibilidad</i>	13
1.8. Supuestos.....	15
1.9. Limitaciones	15
1.10. Delimitaciones.....	16
Capítulo II: Revisión de la Literatura	17
2.1. Introducción	17
2.2. Revisión de la Literatura	18
<i>2.2.1. Lean Manufacturing</i>	18
<i>2.2.2. Sostenibilidad</i>	21
<i>2.2.3. Relación entre Lean Manufacturing y Sostenibilidad</i>	24
2.3. Orden de las Referencias.....	26

2.4. Conclusión.....	27
Capítulo III: Método.....	28
3.1. Introducción	28
3.2. Diseño de la Investigación (General)	28
3.3. Conveniencia del Diseño.....	29
3.4. Preguntas de la Investigación.....	29
3.4.1. <i>Pregunta General</i>	29
3.4.2. <i>Preguntas Específicas</i>	29
3.5. Población y Participantes	30
3.6. Información sobre el Consentimiento	30
3.7. Marco del Muestreo	31
3.8. Confidencialidad	31
3.9. Localización Geográfica	32
3.10. Instrumentación.....	32
3.11. Recopilación de los Datos	34
3.12. Análisis de los Datos	34
3.13. Validez y Confiabilidad	36
Capítulo IV: Presentación y Análisis de Resultados de la Investigación.....	38
4.1. Prueba de Normalidad.....	38
4.2. Estadísticos Descriptivos	39
4.2.1. <i>Estadístico Descriptivo del Lean Manufacturing (Constructo 1)</i>	39
4.2.2. <i>Estadístico Descriptivo de la Dimensión 5S del Constructo Lean Manufacturing</i>	40
4.2.3. <i>Estadístico Descriptivo de la Dimensión Kanban del Constructo Lean</i>	
<i>Manufacturing</i>	41

4.2.4. Estadístico Descriptivo de la Dimensión SMED del Constructo Lean Manufacturing	42
4.2.5. Estadístico Descriptivo de la Sostenibilidad (Constructo 2).....	43
4.2.6. Estadístico Descriptivo de la Dimensión Factor Social del Constructo Sostenibilidad	44
4.2.7. Estadístico Descriptivo de la Dimensión Factor Económico del Constructo Sostenibilidad	45
4.2.8. Estadístico Descriptivo de la Dimensión Factor Medio Ambiente del Constructo Sostenibilidad	46
4.3. Análisis de las Relaciones	47
4.3.1. Relación entre Lean Manufacturing y Sostenibilidad	47
4.3.2. Relación entre la Dimensión 5S y el Lean Manufacturing.....	48
4.3.3. Relación entre la Dimensión Kanban y Lean Manufacturing	49
4.3.4. Relación entre la Dimensión SMED y Lean Manufacturing	50
4.3.5. Relación entre la Dimensión Factor Social y Sostenibilidad.....	51
4.3.6. Relación entre la Dimensión Económico y Sostenibilidad.....	52
4.3.7. Relación entre la Dimensión Medio Ambiente y Sostenibilidad	54
4.3.8. Comprobación de las Hipótesis Específicas	55
4.4. Análisis Inferencial	57
4.5. Comprobación de las Hipótesis.....	63
4.6. Discusión de los Resultados.....	66
Capítulo V: Conclusiones y Recomendaciones.....	72
5.1. Conclusiones	72
5.2. Recomendaciones.....	74
Referencias.....	76

Apéndices89
Apéndice A: Consentimiento Informado89
Apéndice B: Cuestionario a Aplicar a la Muestra90



Índice de Tablas

Tabla 1	<i>Resultados de la Búsqueda de la Literatura en la Base de Datos Emerald Publishing</i>	17
Tabla 2	<i>Mapa de la Literatura</i>	27
Tabla 3	<i>Escala Likert para las Dos Variables de Estudio</i>	32
Tabla 4	<i>Dimensiones e Indicadores de la Variable Lean Manufacturing</i>	35
Tabla 5	<i>Dimensiones e Indicadores de la Variable Sostenibilidad</i>	35
Tabla 6	<i>Resumen del Procesamiento de Casos para el Cálculo del Coeficiente Alfa de Cronbach.....</i>	37
Tabla 7	<i>Fiabilidad de las Variables Latentes Mediante las Pruebas de Alfa de Cronbach, Fiabilidad Compuesta de Omega y Varianza Extraída.....</i>	37
Tabla 8	<i>Test de Mardia para Evaluación de Distribución Normal Multivariada.....</i>	39
Tabla 9	<i>Frecuencia del Lean Manufacturing.....</i>	39
Tabla 10	<i>Frecuencia del 5S.....</i>	40
Tabla 11	<i>Frecuencia del Kanban.....</i>	41
Tabla 12	<i>Frecuencia del SMED.....</i>	42
Tabla 13	<i>Frecuencia de la Sostenibilidad.....</i>	43
Tabla 14	<i>Frecuencia del Factor Social.....</i>	44
Tabla 15	<i>Frecuencia del Factor Económico.....</i>	45
Tabla 16	<i>Frecuencia del Factor Medio Ambiente.....</i>	46
Tabla 17	<i>Coeficiente Rho de Spearman para la Comprobación de la Hipótesis General: Relación entre Lean Manufacturing y Sostenibilidad.....</i>	48
Tabla 18	<i>Coeficiente Rho de Spearman para la Comprobación de la Hipótesis Específica: Relación entre la Dimensión 5S y Lean Manufacturing.....</i>	49

Tabla 19	<i>Coeficiente Rho de Spearman para la Comprobación de la Hipótesis Específica: Relación entre la Dimensión Kanban y Lean Manufacturing.....</i>	50
Tabla 20	<i>Coeficiente Rho de Spearman para la Comprobación de la Hipótesis Específica: Relación entre la Dimensión SMED y Lean Manufacturing.....</i>	51
Tabla 21	<i>Coeficiente Rho de Spearman para la Comprobación de la Hipótesis Específica: Relación entre la Dimensión Factor Social y Sostenibilidad.....</i>	52
Tabla 22	<i>Coeficiente Rho de Spearman para la Comprobación de la Hipótesis Específica: Relación entre la Dimensión Factor Económico y Sostenibilidad.....</i>	53
Tabla 23	<i>Coeficiente Rho de Spearman para la Comprobación de la Hipótesis Específica: Relación entre la Dimensión Factor Medio Ambiente y Sostenibilidad.....</i>	54
Tabla 24	<i>Resumen de la Comprobación de las Hipótesis Específicas de la Investigación..</i>	56
Tabla 25	<i>Indicadores de Convergencia y Validez del Modelo.....</i>	58
Tabla 26	<i>Resultados de las Pruebas de las Hipótesis (Modelo Propuesto).....</i>	68

Índice de Figuras

Figura 1	<i>Relación entre el Lean Manufacturing y la Sostenibilidad</i>	15
Figura 2	<i>Distribución Porcentual de los Ítems del Lean Manufacturing (Constructo 1)...</i>	40
Figura 3	<i>Distribución Porcentual de los Ítems de la Dimensión 5S.....</i>	41
Figura 4	<i>Distribución Porcentual de los Ítems de la Dimensión Kanban.....</i>	42
Figura 5	<i>Distribución Porcentual de los Ítems de la Dimensión SMED.....</i>	43
Figura 6	<i>Distribución Porcentual de los Ítems de la Sostenibilidad (Constructo 2).....</i>	44
Figura 7	<i>Distribución Porcentual de los Ítems de la Dimensión Factor Social.....</i>	45
Figura 8	<i>Distribución Porcentual de los Ítems de la Dimensión Factor Económico.....</i>	46
Figura 9	<i>Distribución Porcentual de los Ítems de la Dimensión Factor Medio Ambiente.....</i>	47
Figura 10	<i>Relaciones Causales del Modelo Estructural (SEM).....</i>	58
Figura 11	<i>Modelo con Parámetros Estimados.....</i>	59

Capítulo I: Introducción

1.1. Antecedentes

Desde que se inició a implementar el *lean manufacturing* fue presentado como una filosofía usada en las empresas para lograr una mejora continua y alcanzar el crecimiento proyectado considerando la disposición de un equipo de trabajo polivalente. Se puede aplicar el *lean manufacturing* o manufactura esbelta para reducir costos, identificando y eliminando actividades que no aportan valor en organizaciones grandes como en pequeñas y medianas, siempre asumiendo la importancia de que se presente la retroalimentación entre los involucrados en el proceso que se esté desarrollando para contemplar nuevas ideas que mejoren el mismo (Teixeira, 2021). A grandes rasgos, la metodología *lean manufacturing* se fundamentó bajo una cultura de mejora continua, dado que su éxito dependerá de la minimización de actividades sin valor añadido y la consiguiente eliminación de residuos de la fabricación, proceso para aumentar la eficiencia global de la empresa a través de una correcta organización de los recursos (Amjad et al., 2020).

Con el propósito de alcanzar el desarrollo sostenible, las empresas hacen uso de este tipo de metodología, dado que dicho desarrollo se refiere al nivel de satisfacción de las necesidades sin afectar la función de las generaciones futuras, tomando en cuenta tres principios claves, como lo son: (a) factor social (sociedad); (b) factor económico (economía); y (c) factor medio ambiente (Ching, 2022). De esta manera, se puede destacar que, midiendo estos tres tipos de factores, se puede obtener información para implementar de forma precisa las prioridades de las empresas. En este sentido, Mbogo (2019) determinó que practicar el *lean manufacturing* ayuda a la sostenibilidad de las industrias a hacer más con menos recursos a través de la eliminación de actividades sin valor agregado para mantener la efectividad y la rentabilidad. Igualmente, Marques et al. (2019) identificaron que cuando se adopta la manufactura esbelta, las empresas mejoran su desempeño operativo porque tienen

una mejor utilización de los recursos de producción y la reducción de desperdicios, es decir, desarrollan la eficiencia ambiental además de la eficiencia operativa. Por consiguiente, se puede denotar que la aplicación de esta metodología les permite a las empresas mapear el riesgo de actividades sin valor agregado y poder diseñar y posteriormente aplicar estrategias con el fin de mejorar el valor comercial.

De acuerdo con Resta et al. (2017) el *lean manufacturing* desde los 50's ha evolucionado en diferentes formas considerando la transición de elementos de enfoque y énfasis de la gerencia de operaciones, por lo que se debe estudiar a través de tres factores claves asociados a la sostenibilidad. En cuanto al *lean manufacturing* y la sostenibilidad económica se debe destacar que se presenta una amplia gama de beneficios operativos tras la implementación de la filosofía y prácticas de esta metodología, incluyendo la reducción de los costos de producción y la mejora, rapidez, calidad, confiabilidad y flexibilidad de los datos económicos. Cuando se trata del *lean manufacturing* y la sostenibilidad ambiental, es necesario enfatizar que se dan las siguientes complementariedades: (a) reducción de residuos; (b) un enfoque centrado en procesos; y (c) un alto nivel de implicación y participación de las personas. Por último, al analizar el *lean manufacturing* con el factor social de la sostenibilidad, resulta indispensable presentar que existen dos versiones, la primera relacionada con un efecto positivo en las actitudes de los trabajadores debido a que tienen más trabajo variado, autonomía y motivación intrínseca y la segunda versión, el trabajo puede ser más intenso, repetitivo y estandarizado, lo que trae como consecuencia más estrés y una pérdida de autonomía y libertad, con presión excesiva ejercida sobre los trabajadores (Resta et al., 2017).

En este punto resulta crucial indicar que según Narayanamurthy y Gurumurthy (2016) la metodología *lean* se debe visualizar en dos períodos de tiempo, antes del 2005 y después del 2005, dado que antes del 2005 se enfocaba más hacia la comprensión de los factores que

apoyaban la implementación de esta metodología y su evaluación desde un nivel de proceso dentro de una organización. Sin embargo, después del 2005, la metodología se centraba en el desarrollo de métodos de evaluación que pueden ayudar a las empresas a efectuar el seguimiento y asegurar el sustento de la transformación a través de la adopción de conceptos matemáticos avanzados y técnicas de programación (Narayanamurthy & Gurumurthy, 2016). Para Valente et al. (2019) desde que se inició la implementación de la práctica *lean* se necesitaba describirla a través de un conjunto de prácticas y herramientas de gestión además de considerar otros enfoques que aportaban valor al cliente. Pero en el transcurso del tiempo, a nivel operativo la metodología *lean* se ha venido transformando hasta permitir a las empresas identificar, medir y/o eliminar desperdicios para lograr que el desempeño empresarial se equilibre con las medidas financieras, operativas y de mercado (Valente et al., 2019). Esta evolución que ha tenido la metodología *lean* desde sus orígenes en la fabricación japonesa de automóviles hasta un sistema de valores holístico que se puede aplicar a todos los sectores empresariales, tanto privados como públicos representa el punto de partida para conocer la aplicación de dicha metodología en la actualidad organizacional.

Por su parte, Kumar et al. (2020) manifestaron que el *lean manufacturing* se encarga de reducir todos los tipos de desperdicios de la producción hasta llevar las cosas correctas al lugar correcto en el momento correcto, por lo que la empresa que la aplique minimizará el despilfarro y deberá estar abierta al cambio para maximizar los recursos disponibles. Sin embargo, Saad et al. (2021) destacaron que la manufactura esbelta se asocia a una secuencia de producción fija y una capacidad de respuesta lenta, lo que limita su capacidad de satisfacer la demanda de los clientes en constante cambio y la variabilidad del producto. Pero para Leksic et al. (2020) la metodología *lean* es buena para los negocios porque las herramientas funcionan; sin embargo, para lograr a largo plazo los beneficios de la manufactura esbelta, las organizaciones deben centrarse en construir la cultura adecuada representada por valores,

tradiciones y formas de pensar que dan forma a la organización. Adicional a ello destacaron que el impacto del uso de diferentes herramientas de manufactura esbelta en la reducción de desperdicios es excelente, pero cada empresa debe investigar las mejores prácticas en su industria para implementar *lean*; dado que algunas tienen un mayor enfoque hacia la fabricación sostenible porque ayuda a mejorar la eficiencia de los recursos y a tener una producción más limpia (Leksic et al., 2020).

Según Socconini (2019) el *lean manufacturing* es un proceso continuo y sistemático de identificación y eliminación de todo aquello que no agregue valor en un proceso, pero si costo y trabajo. De esta manera se define como un proceso que se desarrolla a través de un trabajo en equipo de personas organizadas y capacitadas para crear empresas efectivas, eficientes e innovadoras. Para Rajadell (2021) esta metodología consiste en la persecución de una mejora del sistema de producción ajustada en una empresa a través del cual se busca eliminar el despilfarro (actividad que consume tiempo y recursos y no satisfacen las necesidades del cliente) y lograr un valor añadido (actividad que transforma la información o la materia prima en una empresa para satisfacer las necesidades del cliente). Por ello Buzón (2019) estableció que el *lean manufacturing* representa un sistema de gestión que usa un negocio a través de diferentes herramientas para eliminar los desperdicios, reducir el tiempo entre el pedido del cliente y el envío del producto, mejorar la calidad y disminuir los costos.

Por otra parte, Vegard et al. (2021) manifestaron que el *lean manufacturing* permite que se presenten los siguientes beneficios en la producción: (a) procesos ágiles, estables y estandarizados; (b) inventarios mínimos; (c) producción basada en la demanda; (d) tiempos de preparación cortos; y (e) trabajadores involucrados en un esfuerzo de mejora continua. De acuerdo con Pagliosa et al. (2021) el *lean manufacturing* trae como ventaja a la empresa la reducción del uso de recursos y la maximización de los ingresos, generando impactos positivos en los grupos de interés, razón por la cual los principios y prácticas de esta

metodología están asociados positivamente a un mejor desempeño operativo. También enfatizaron que se debe asumir a la manufactura esbelta como un enfoque sociotécnico que considera al ser humano como un factor fundamental para sostener la mejora continua que influye en las personas y en la calidad del trabajo realizado.

De este modo, Kabzhassarova et al. (2021) enfatizaron que cuando se usa la manufactura esbelta se deben incluir diversas herramientas, por ejemplo: Muda, Jidoka, Justo a Tiempo (JIT), Mapeo de Flujo de Valor (VSM), Kanban, Poka Yoke, Kaizen, Sistema 5S, análisis de causa raíz, entre otros. También indicaron que, considerando el factor económico asociado a la sostenibilidad, el *lean manufacturing* permitía la automatización de instalaciones industriales controlando el trabajo de reparación y logística, lo que hace que la producción sea menos cara. En relación al factor medio ambiental destacaron que a través del *lean manufacturing* era posible la digitalización de la producción, por lo que las organizaciones podían trabajar sobre la conservación de la energía y el desarrollo de la eco producción. Finalmente, en cuanto al factor social determinaron que cuando se usan las herramientas citadas y el *lean manufacturing* se lograba la reducción del número de accidentes en las empresas, dado que se garantizaba la seguridad de empleados (Kabzhassarova et al., 2021).

En coincidencia con lo señalado anteriormente, Varela et al. (2019) plasmaron que existen múltiples organizaciones que han logrado con éxito mejores resultados y mayor competitividad a través de la implementación del *lean manufacturing*; pero otras no lo han hecho, ya que no fueron capaces de sostener los resultados a mediano y largo plazo. De hecho, las empresas que han adoptado al *lean manufacturing* para mejorar sus resultados también quieren ser vistas como socialmente responsables, por lo que la sostenibilidad se considera la nueva frontera *lean*. Estas organizaciones deben desarrollar tareas de manera sostenible, mitigando los impactos ambientales negativos e impactos sociales y

contribuyendo a una sociedad sostenible. Por añadidura, actualmente, el *lean manufacturing* y la sostenibilidad son preocupaciones importantes para las empresas y en general para la sociedad, principalmente, por la influencia de los dos en los procesos de producción.

En cuanto a la sostenibilidad, Tan et al. (2022) indicaron que en el ámbito empresarial hace referencia al desarrollo de procesos más sostenibles para fabricar productos más sostenibles para entregar los beneficios económicos, ambientales y sociales previstos. Lo que quiere decir que se trata de la fabricación o producción sostenible como un sistema de técnicas, estrategias y actividades para producir bienes manufacturados vía procesos sólidos de creación de valor que apuntan a minimizar el impacto ambiental, conservar la energía y los recursos naturales, y valorar el bienestar de las partes interesadas (empleados, consumidores y comunidades). Desde un punto de vista de la ingeniería, la sostenibilidad a menudo incorpora la rentabilidad y el control razonable de las emisiones nocivas, además de recursos prudentes de consumo; sin embargo, un enfoque integral de sostenibilidad incluye protección social, desarrollo económico y desarrollo social (Samuel et al., 2020).

En este orden de ideas, Lozano et al. (2021) señalaron que entre los beneficios que las organizaciones pueden obtener de la colaboración cuando trabajan para ser más sostenibles están: (a) la optimización del capital financiero y humano, (b) mayor acceso a los mercados y al conocimiento, (c) enriquecimiento de la creatividad, (d) disminución del tiempo necesario para lograr los objetivos, (e) hacer más eficientes los procesos a través de la eliminación de los conflictos. Según Feil et al. (2019) la sostenibilidad corporativa puede ser considerada como una herramienta invaluable en el análisis de reducción de costos, gestión de riesgos, desarrollo de nuevos productos y promoción del desarrollo interno, cultural y estructural enfocada en cambios. Debido a las crecientes presiones sobre las organizaciones para aumentar el enfoque de la sostenibilidad se derivan las acciones para contribuir al bienestar de las generaciones actuales, sin perjudicar la calidad de vida de las generaciones futuras.

Por último, es relevante señalar que las industrias de fabricación de plástico se ubican en uno de los sectores industriales más significativos en cualquiera de los países desarrollados y/o en vías de desarrollo, debido a que contribuyen considerablemente al servicio de la sociedad y la nación en su conjunto. En ese sentido, Pathak y Nichter (2019) determinaron que desde que comenzó la producción de plástico en masa a gran escala en la década de 1950 se han producido millones de toneladas y que existe una fuerte correlación entre el consumo de plástico y el crecimiento económico de los países. De hecho, las mismas cualidades que hacen que los plásticos sean tan versátiles y buscados en el mundo hacen que se acumulen en lugar de descomponerse. Para Rajeev et al. (2017) la industria plástica debe aplicar medidas para eliminar la incapacidad de la cadena de suministro y alcanzar un estado de circuito cerrado. Entre las barreras comunes que obstaculizan el logro del estado de circuito cerrado están: la falta de conciencia, la falta de participación de la comunidad en la segregación y agregación adecuadas en la fuente y la ausencia de sistemas de incentivos y regulaciones.

1.2. Enunciado del Problema de investigación

En las últimas décadas, las empresas dedicadas al sector industrial están constantemente implementando métodos eficaces para lograr una adecuada organización y producción de sus diversas áreas, de tal forma que les permita ser competitivos en el actual mercado global. Es importante el valor de las organizaciones en la productividad de un país, motivo por el cual resulta fundamental aplicar diferentes tácticas para la innovación de los procesos empresariales, tal como lo es la metodología *lean manufacturing*. Esta metodología ha sido eficaz en remover ocupaciones o actividades que no aportan valor a la empresa, para que esta pueda ofrecer un producto o servicio de calidad y mejore la experiencia o satisfacción de los clientes.

En el Perú, las empresas de la industria de plástico ubicadas específicamente en Lima son las que mayor participación de mercado poseen dado que de acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística e Informática (2020) en Lima Metropolitana existen cerca de 2,000 empresas de plásticos de las 2,425 empresas ubicadas en el Perú, además de que tienen mayores ingresos y de todo el sector, la mayor cantidad de empresas están concentradas en la capital (Lima). Estas enfrentan nuevos retos cuando buscan aplicar mejores formas organizativas con sus clientes y competencia, dado que estos cada vez son más exigentes; ya que solo a través de la creación de nuevos productos, las empresas pueden resistir los entornos más inciertos, además de mantener su cuota de mercado y ofrecer valor añadido a sus clientes (Centro de Innovación y Desarrollo Emprendedor, 2022). De hecho, estas organizaciones están en una búsqueda constante de nuevos métodos de producción y estrategias comerciales que les permitan liderar el mercado y a su vez ser sostenibles en el tiempo. Por ello, y con la intención de mejorar, progresar y destacar en el mercado, estas empresas adoptan la metodología esbelta para la detección y reducción de todo tipo de desperdicios.

Consecuentemente, el problema identificado a estudiar en la presente investigación radica en la búsqueda de la respuesta a la interrogante ¿Existe relación entre la implementación del *lean manufacturing* y la sostenibilidad de las empresas de la industria plástica ubicadas en Lima en el 2022? De forma que se busca saber cómo la metodología *lean manufacturing* les permite a estas empresas tener un desarrollo sostenible, considerando sus tres pilares fundamentales: social, económico y medio ambiente. Por este motivo, en el transcurso de la investigación se buscará demostrar cómo la implementación de diferentes herramientas y metodologías se relaciona con la sostenibilidad de las empresas de plástico. Tomando en consideración dos grandes escenarios, el primero es que las empresas de la industria de plástico actualmente están pasando por un momento de incertidumbre,

complejidad, y alta competencia y el segundo, que la aplicación de este tipo de metodología permite la reducción significativa de costos y tiempos de fabricación, facilitando la planificación de la actividad productiva, una mayor fluidez de la información, y mejora de la calidad de los productos finales en la industria plástica peruana.

1.3. Declaración del Propósito de Investigación

En virtud de lo identificado en los antecedentes de la investigación y lo presentado en el enunciado del problema de investigación, cabe manifestar que la aplicación de la manufactura esbelta es fundamental para lograr sistemas productivos altamente eficientes en un marco de eliminación continua del despilfarro aplicando herramientas como: 5S, Kanban, SMED, cuyo uso reduce costos y tiempos de entrega. La combinación de la filosofía *lean manufacturing* y la sostenibilidad a nivel empresarial sería una fuente generadora de alta flexibilidad de los procesos de producción. Investigaciones como las de Piercy y Rich (2014), Longoni y Cagliano (2015), Sajan y Shalij (2020) y Rupasinghe y Wijethilake (2021) han brindado una orientación sobre esta relación, ya que destacan que las operaciones *lean* cumplen con una amplia gama de resultados de sostenibilidad, que van más allá de los beneficios ambientales (incluido el control del suministro, la transparencia, el tratamiento de la fuerza laboral y la participación de la comunidad). A través del presente estudio se busca determinar si el *lean manufacturing* y la sostenibilidad se relacionan positivamente como variables, contemplando los resultados de las empresas de la industria de plástico ubicadas en Lima en el 2022. En esencia, la integración de las variables permitirá que se genere una producción ajustada de fábricas inteligentes que aportan valor añadido y competitividad.

Conviene subrayar que mediante el presente estudio se aportarán datos actuales sobre la situación de la implementación del *lean manufacturing* en las empresas de la industria de plástico además de proponer descripciones y realizar sugerencias de estudio que permitan entenderla y mejorarla posteriormente. Basándose en ello, se debe acotar que las empresas

dedicadas a esta actividad comercial aplican la metodología esbelta para tener una mejora en la producción, dado que de lo contrario es probable que se genere en estas un ambiente improductivo, un aumento en los costos, se maximizarían los despilfarros, se daría una sobreproducción, no se presentaría una rápida reacción ante los problemas, entre otros escenarios. Por lo tanto, resulta relevante para las empresas de ese sector conocer si la implementación del *lean manufacturing* y la sostenibilidad se encuentran relacionadas para luego analizar sus resultados e inclusive usar esta investigación como guía.

1.4. Significancia o Importancia del Estudio para el Ámbito Académico

El presente estudio busca determinar la relación entre la implementación del *lean manufacturing* y la sostenibilidad de las empresas plásticas ubicadas en Lima en el 2022, razón por cual su realización le permitiría a estas organizaciones tomar los resultados hallados como referencia para enfrentar los cambios del entorno por los que atraviesan, los cuales están caracterizados por su volatilidad, incertidumbre, complejidad, y alta competencia. A través de esta investigación se busca presentar a la metodología de la manufactura esbelta como aquella que proporciona una base para la excelencia operativa en una plataforma de cultura de mejora continua buscando impactar en el desarrollo sostenible de la industria plástica peruana.

1.5. Naturaleza del Estudio

La presente investigación tiene un enfoque cuantitativo, cuyo énfasis consiste en la medición y la generalización de los resultados e implica el análisis de información recopilada a partir de la cual se aplican herramientas de análisis estadístico (Bernal, 2010).

Específicamente, se ha empleado el tipo de investigación correlacional definida por Hernández et al. (2014) como aquella que tiene como fin principal evaluar la relación existente entre dos o más conceptos, categorías o variables en un contexto en particular, utilizando métodos de análisis matemáticos. Al ser un estudio de naturaleza cuantitativa, su

propósito es de demostrar la relación entre la implementación del *lean manufacturing* y la sostenibilidad en las empresas de la industria plástica peruana.

1.6. Hipótesis de la Investigación

1.6.1. Hipótesis General

Existe relación positiva entre la implementación de *lean manufacturing* y la sostenibilidad de las empresas de la industria plástica ubicadas en Lima en el 2022.

1.6.2. Hipótesis Específicas

- Existe relación positiva entre la implementación de la dimensión 5S y el constructo *lean manufacturing* de las empresas de la industria plástica ubicadas en Lima en el 2022.
- Existe relación positiva entre la implementación de la dimensión Kanban y el constructo *lean manufacturing* de las empresas de la industria plástica ubicadas en Lima en el 2022.
- Existe relación positiva entre la implementación de la dimensión SMED y el constructo *lean manufacturing* de las empresas de la industria plástica ubicadas en Lima en el 2022.
- Existe relación positiva entre la dimensión social y el constructo sostenibilidad de las empresas de la industria plástica ubicadas en Lima en el 2022.
- Existe relación positiva entre la dimensión económica y el constructo sostenibilidad de las empresas de la industria plástica ubicadas en Lima en el 2022.
- Existe relación positiva entre la dimensión medio ambiente y el constructo sostenibilidad de las empresas de la industria plástica ubicadas en Lima en el 2022.

1.7. Marco Teórico y Conceptual

1.7.1. *Lean Manufacturing*

De acuerdo con Durakovic et al. (2018) en la manufactura esbelta existen varias técnicas que se pueden usar, y cada una de ellas brinda resultados e impactos diferentes, es decir, una técnica utilizada en una empresa textil puede dar un resultado distinto para una empresa de la industria metalúrgica. Dichas técnicas o herramientas permiten la automatización, el mantenimiento total de la producción, el mapeo del flujo de valor, las actividades sin valor agregado y las medidas ambientales. Por consiguiente, el *lean manufacturing* se desarrolla a partir de un conjunto de herramientas y técnicas y puede encajar muy bien en el enfoque de costos o el liderazgo de costos aplicando estrategias de ventaja competitiva. Estos autores enumeraron los beneficios de la implementación del *lean manufacturing* de esta manera: (a) reducción de tiempo; (b) reducción de los residuos de los productos; (c) reducción del flujo de trabajo; (d) creciente distribución ergonómica de la empresa; (e) incremento financiero; (f) creciente sostenibilidad del trabajo; y (g) automejoramiento.

Por último, es indispensable presentar que según Palange y Dhattrak (2021) los beneficios observados después de la implementación de la técnica de manufactura esbelta fueron la reducción del tiempo del ciclo, la eliminación de actividades no valoradas, y el lugar de trabajo limpio, ordenado e higiénico. Además de esto habrá un flujo de producción sin problemas, aumento de la productividad, reducción del costo de producción, involucramiento de los empleados, documentación de pedidos, reducción de inventario, desglose con mejor conectividad intra e inter para tomar decisiones rápidas y de respuesta rápida. En síntesis, la implementación de las técnicas del *lean manufacturing* en las organizaciones ha traído los siguientes beneficios esperados: (a) mejora de la calidad; (b)

satisfacción de la demanda del cliente; (c) mejora de la productividad; y (d) incremento en la creación de valor.

1.7.2. Sostenibilidad

En relación a la sostenibilidad, Gallagher et al. (2020) determinaron que las iniciativas de sostenibilidad son consideraciones importantes para las organizaciones del siglo XXI, dado que los empleados, clientes y otras partes interesadas esperan prácticas comerciales responsables que se centren en las personas, las ganancias y el planeta al unísono. Como consecuencia de ello, los esfuerzos de sostenibilidad requieren un fuerte defensor que pueda asumir las prácticas comerciales relevantes e incorporar nuevas prácticas dentro de la cultura y en toda la organización. La mayoría de las empresas que han adoptado los principios de sostenibilidad han encontrado una serie de problemas relacionados con conflictos derivados de los objetivos internos y externos de las partes interesadas, ciertas dificultades para colaborar en diferentes niveles dentro de una empresa, la recopilación, el procesamiento y la transmisión de información relevante sobre sostenibilidad corporativa y problemas para asumir los costos y percibir la legitimidad de la sostenibilidad (Petrescu et al., 2020).

Factor Social. Según Ghaitan et al. (2021) para que una organización se desarrolle consistentemente durante un largo período de tiempo requiere desempeñarse bien socialmente; por lo que el desempeño social sostenible necesita de la aplicación de buenas condiciones de trabajo, seguridad en el trabajo, salud de los empleados, relaciones, mejora de la moral y disminución de la presión laboral. En este sentido, Varela et al. (2019) manifestaron que el factor social de la sostenibilidad permite: (a) incrementar la participación de los empleados en la toma de decisiones; (b) disminuir los accidentes de trabajo; (c) aumentar la calidad de las condiciones de trabajo; y (d) aumentar el número de empleados y sus remuneraciones salariales.

Factor Económico. Para Ghaitan et al. (2021) las empresas buscan maximizar las ganancias y minimizar el costo; de forma que una organización de fabricación no es una excepción, razón por la cual el desempeño económico es un factor esencial que asegura la vitalidad de la organización y dicta varios procesos de toma de decisiones que directa o indirectamente afectan a otros factores. Por su parte, Varela et al. (2019) enfatizaron que el factor económico de la sostenibilidad permite: (a) aumentar los beneficios, la creación de valor, eficiencia, flexibilidad y competitividad; (b) aumentar la facturación y crear nuevos modelos de negocio; (c) mejorar la cuota de mercado, los productos, las cadenas de suministro y los rendimientos de la gestión; (d) mejorar el rendimiento de los procesos, aumentar los recursos renovables, además de mejorar la economía circular; y (e) disminuir los costos operacionales.

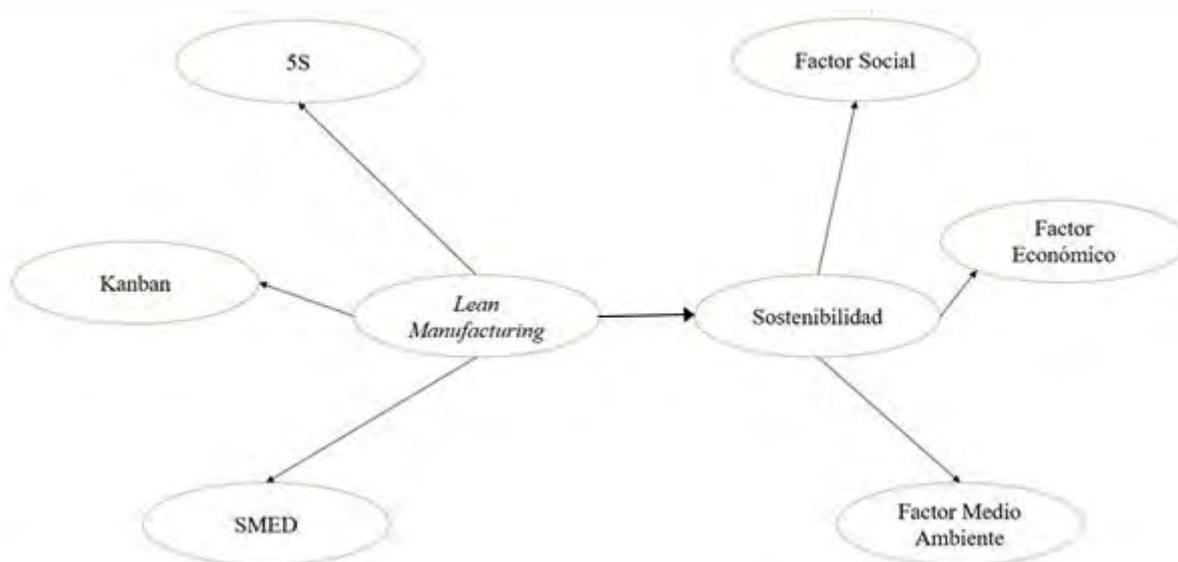
Factor Medio Ambiente. De acuerdo con Ghaitan et al. (2021) las empresas poseen una considerable responsabilidad hacia el entorno en el que opera y por ello una organización con sostenibilidad ambiental asegura su longevidad, así como también el establecimiento de reglas y regulaciones estatutarias para salvaguardar el medio ambiente. Del mismo modo, Varela et al. (2019) destacaron que el factor medio ambiente de la sostenibilidad permite: (a) disminuir los residuos industriales; (b) aumentar la colaboración con socios que siguen buenas prácticas ambientales; (c) aumentar la producción de energía renovable; y (d) aumentar la práctica de la economía circular.

Para tener una mejor comprensión del propósito de la investigación se presenta la Figura 1 a través de la cual se pueden apreciar las relaciones que se buscan analizar entre el *lean manufacturing* y la sostenibilidad en la industria plástica peruana, considerando las dimensiones que diversos autores han investigado con éxito sobre las dos variables de estudio. Se justifica la selección de las dimensiones 5S, Kanban y SMED debido a que la mayoría de las investigaciones revisadas en la literatura han trabajado con estas dimensiones,

por lo que se consideró que estas herramientas son las más aplicadas y estudiadas a nivel empresarial.

Figura 1

Relación entre el Lean Manufacturing y la Sostenibilidad



1.8. Supuestos

Para el desarrollo de esta investigación fue preciso establecer los siguientes dos supuestos: (a) las personas encuestadas que son responsables de las empresas de la industria plástica ubicadas en Lima responderán en base a su experiencia en el sector, sin recibir influencia de otros factores externos; y (b) las respuestas brindadas por los encuestados únicamente reflejan su verdadera opinión sobre la implementación del lean manufacturing y la sostenibilidad de estas organizaciones.

1.9. Limitaciones

La principal limitación del estudio es la falta de casuística de empresas de la industria plástica peruana que hayan aplicado la metodología *lean manufacturing* para tener una mejor sostenibilidad. Una segunda limitación es el acceso a la información del reducido número de empresas que conforman la industria plástica peruana. Los datos a recolectar en el presente estudio están limitados a la investigación de las empresas de la industria plástica, por lo que

los resultados serán aplicables a la realidad específica de dichas organizaciones, y no podrán usarse para generalizar los hallazgos en otras industrias.

1.10. Delimitaciones

Las delimitaciones aplicadas en esta investigación son las que se presentan a continuación:

- Delimitación por tipo de empresa: Se consideran en esta investigación únicamente a empresas del sector plástico.
- Delimitación geográfica: Se consideran solo empresas que operan en Perú, y específicamente en Lima.
- Delimitación temporal: Se considera una investigación transversal, porque todos los datos se recopilarán en un momento único del tiempo, estimado entre julio y octubre de 2022.

Capítulo II: Revisión de la Literatura

2.1. Introducción

En este capítulo se presenta la revisión de la literatura utilizada para la elaboración de la investigación sobre si existe relación entre la implementación del *lean manufacturing* y la sostenibilidad de las empresas de la industria de plástico ubicadas en Lima 2022, para lo cual es necesario el uso de fuentes primarias y bases de datos (Emerald Publishing) consultadas en la biblioteca virtual de CENTRUM Católica y de las cuales se presentan los resultados obtenidos en la Tabla 1. De la misma manera se presenta el orden de las referencias a través del mapa de literatura que permite tener una mayor visibilidad de los principales conceptos básicos que sustentan las dos variables de estudio (*lean manufacturing* y sostenibilidad).

Tabla 1

Resultados de la Búsqueda de la Literatura en la Base de Datos Emerald Publishing

Término	No. de papers antes de filtro	Palabras Clave	Cómo se filtraron	No. de papers después de filtro
Evolución de Prácticas Lean	Más de 8,000	Lean Evolution	Por Año (2015-2022)	Más de 5,000
Definición de Lean Manufacturing	Más de 8,000	Lean Manufacturing Definition	Por Año (2015-2022)	Más de 4,000
Beneficios de Lean Manufacturing	Más de 11,000	Lean Manufacturing Benefits	Por Año (2015-2022)	Más de 6,000
Importancia de Lean Manufacturing	Más de 11,000	Lean Manufacturing Importance	Por Año (2013-2022)	Más de 7,000
5S	Más de 1,000	Lean 5S	Por Año (2012-2022)	784
Kanban	Más de 1,000	Kanban	Por Año (2015-2022)	703
SMED	524	SMED	Por Año (2013-2022)	354
Aplicación de Lean Manufacturing en empresas	Más de 11,000	Lean Manufacturing Application	Por Año (2012-2022)	Más de 7,000
Definición de Sostenibilidad	Más de 32,000	Sustainability Definition	Por Año (2015-2022)	Más de 23,000
Importancia de la Sostenibilidad	Más de 46,000	Sustainability Importance	Por Año (2014-2022)	Más de 35,000
Beneficios de la Sostenibilidad	Más de 48,000	Sustainability Benefits	Por Año (2014-2022)	Más de 37,000
Factores Sociales de la Sostenibilidad	Más de 47,000	Sustainability Social Factors	Por Año (2012-2022)	Más de 40,000
Factores Económicos de la Sostenibilidad	Más de 44,000	Sustainability Economic Factors	Por Año (2015-2022)	Más de 32,000
Factores Medioambientales de la Sostenibilidad	Más de 46,000	Sustainability Environment Factors	Por Año (2014-2022)	Más de 36,000
Relación entre Lean Manufacturing y Sostenibilidad	Más de 5,000	Lean Manufacturing Sustainability	Por Año (2014-2022)	Más de 4,000
Importancia de la Industria Plástica	Más de 13,000	Plastic Industry	Por Año (2015-2022)	Más de 5,000

2.2. Revisión de la Literatura

2.2.1. *Lean Manufacturing*

Definición. Según Dixit et al. (2022) el *lean manufacturing* es una metodología que se caracteriza por retirar los obstáculos del camino para la mejora y rendimiento empresarial minimizando su ineficiencia operativa. Por su parte, Ojha y Venkatesh (2022) indicaron que la metodología esbelta se define como una filosofía, una forma de vida y una forma de pensar que permite identificar y eliminar residuos y, por consiguiente, aumentar el valor de los procesos del negocio. Sin embargo, Hussain et al. (2022) establecieron que el *lean manufacturing* como procedimiento estaba diseñado para reducir los costos y los productos de desecho en el proceso de fabricación de las empresas mejorando el desempeño del negocio para la satisfacción de los clientes.

Beneficios. El *lean manufacturing* permite que se presenten varios beneficios operativos en las organizaciones, especialmente en cuanto a los tiempos de entrega, rendimiento y calidad; además de la reducción de las emisiones de CO₂ y la mejora del bienestar y empoderamiento de los trabajadores (Yilmaz et al., 2022). Del mismo modo, Dahmani et al. (2022) destacaron que entre los beneficios del *lean manufacturing* están: (a) conocer los flujos de materiales y energía, (b) innovar, (c) reducir riesgos y anticipar conflictos internos y externos, (d) identificar crisis, (e) respetar y anticiparse a la normativa, (f) reducir los costos de producción, y (g) anticiparse y responder a las expectativas del mercado. Para Pawlik et al. (2022) el mayor beneficio del *lean manufacturing* radica en que la metodología hace posible la eliminación de actividades sin valor agregado, trayendo como consecuencia los ahorros de costos significativos, lo que sugiere que la efectividad de la manufactura mejora a través de la implementación de esta práctica.

Importancia. Según Goshime et al. (2018) tanto la competencia global, el entorno de demanda incierta y las nuevas expectativas de los consumidores se encuentran entre los

muchos factores que impulsan a las empresas a adoptar herramientas optimizadas de mejora productiva como la manufactura esbelta, por lo que su importancia radica en que ayuda y respalda el proceso de eliminación de desperdicios y facilita que las organizaciones alcancen la excelencia operativa. En este sentido, Rymaszewska (2014) enfatizó que en la mayoría de las gerencias de las empresas consideran que la implementación de principios *lean* debe centrarse en garantizar que la organización asuma la adopción de la metodología como una estrategia de inversión a largo plazo, que debería servir como apoyo para superar los desafíos y para construir una cultura de mejora incesante y eliminación de desperdicios. Por último, Ben et al. (2019) manifestaron que el lean manufacturing es importante para las organizaciones porque les permite consumir menos desde el punto de vista de todos los insumos para generar entregables similares a los facilitados por una masa convencional, con más variantes para el cliente.

Herramientas. Debido a que la mayoría de las investigaciones revisadas en la literatura han trabajado con 5 S (Kumar y Gupta, 2013; Singh y Singh, 2017; Suárez y Ramis, 2012); Kanban (Chen y Cheng, 2018; Leonardo et al., 2017; Mohan et al., 2020); y SMED (Ekincioglu y Boran, 2018); Jebaraj et al., 2013; Singh et al., 2018); por lo que se tomó la decisión de considerar a estas herramientas como las más aplicadas y estudiadas a nivel empresarial.

5 S. Esta herramienta permite clasificar los elementos necesarios e innecesarios en el lugar de trabajo y descartar los artículos innecesarios, además de determinar un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar, es decir, a través de la 5 S se inculca la capacidad de hacer las cosas como se supone que deben hacerse (Kumar & Gupta, 2013). Para Suárez y Ramis (2012) es una técnica utilizada para establecer y mantener un ambiente de calidad en una organización porque aumenta la participación activa de los empleados a través del trabajo en equipo, mejorando la seguridad y el ambiente de trabajo con mayor productividad. La

herramienta 5S tiene cinco pasos diseñados para mejorar la eficiencia, fortalecer el rendimiento y proporcionar una mejora continua en prácticamente todos los segmentos de la organización, razón por la cual se señala que dichos pasos implican un programa de mejora estructurado con una serie de actividades relacionadas entre sí de manera progresiva (Singh & Singh, 2017).

Kanban. En cuanto al Kanban, Mohan et al. (2020) acotaron que representa la estrategia de fabricación más popular entre todas las estrategias lean porque puede reducir los niveles de inventario y los pedidos atrasados, aumentar la flexibilidad, reducir los plazos de entrega y utilizar eficazmente las instalaciones trayendo como consecuencia la reducción del costo total de los bienes y servicios. Para Leonardo et al. (2017) las tarjetas Kanban se utilizan para presentar mejor la información y tener una adecuada comunicación y control de inventario, motivo por el cual se afirma que su función principal es controlar los niveles de inventario, manteniéndolos lo más bajo posible sin comprometer la producción. Por ello, el propósito de Kanban es reducir la cantidad de trabajo en proceso e inventario lo cual le permite a la gerencia identificar puntos de estancamiento de procesos y ajustar el despliegue de recursos humanos (Chen & Cheng, 2018).

SMED. Según Ekincioglu y Boran (2018) la herramienta SMED permite reducir los residuos y mejorar la flexibilidad en los procesos de fabricación; por lo tanto, ayuda a disminuir el tamaño del lote y mejorar flujo de fabricación además del tiempo improductivo al agilizar y estandarizar las actividades de configuración utilizando técnicas simples. El *Single Minute Exchange of Die* (SMED) es un término que se refiere a la teoría y técnicas para realizar operaciones de configuración en menos de 10 minutos, es decir, es una herramienta *lean* importante para reducir el desperdicio (Singh et al., 2018). A diferencia de ello, Jebaraj et al. (2013) definieron que el SMED se refiere a la práctica de simplificar y

mejorar las actividades de configuración operativa en la empresa, dado que se encarga de reducir o eliminar la pérdida de tiempo de configuración.

Aplicación en las Empresas. El *lean manufacturing* tiene varios impactos favorables en las variables operativas de las organizaciones, tales como productividad, calidad, entrega y satisfacción de clientes y empleados; dado que su éxito depende críticamente de la participación de los trabajadores, la formación y el compromiso de la alta dirección (Dora et al., 2014). Para Abolhassani et al. (2012) es importante que la aplicación de prácticas de manufactura esbelta se adapte para cada empresa, cambiando el concepto de reducción de residuos centrado en el cliente para así maximizar el valor. Acerca de ello, Chowdary y George (2012) establecieron que la aplicación del *lean manufacturing* es beneficioso para las organizaciones porque permite que se reduzcan o eliminen los residuos, mejore el flujo de material y de información, se produzca calidad junto con productividad y se disminuya tanto los inventarios como los costos.

2.2.2. Sostenibilidad

Definición. Según Owens y Legere (2015) la sostenibilidad se refiere al grado en que un proceso o empresa es capaz de mantenerse o continuarse evitando el agotamiento a largo plazo de los recursos naturales, pero este concepto dependerá en gran medida del contexto en el que se aplique y de si su uso es basado en una perspectiva social, económica o ecológica. Sin embargo, para Weisser (2017) la sostenibilidad se puede ver como un conglomerado de ideas sobre las relaciones sociedad-naturaleza que van desde la naturaleza como objeto de estudio a la naturaleza como un recurso que debe ser manejado y utilizado juiciosamente. Cabe señalar que el término dominante de sostenibilidad, debido a su amplio significado que abarca temas de economía, ambiente y sociedad, es el más fragmentado en su comprensión para muchos consumidores, lo que a menudo provoca una falla de comunicación, pero hace

referencia a la satisfacción de las necesidades garantizando el equilibrio entre crecimiento económico, cuidado del medio ambiente y bienestar social (Evans & Peirson, 2018).

Importancia. La sostenibilidad es muy importante porque las empresas tienen que ser más eficaces en la utilización de sus recursos actuales y la gestión del medio ambiente, por lo que pueden cumplir y abordar tanto los objetivos comerciales como ambientales sin comprometer sus objetivos económicos (Teh & Corbitt, 2015). De forma semejante, Stoica e Hickman (2021) manifestaron que las empresas deben inculcar la sostenibilidad como parte de su cultura organizacional para que pueda posicionar sus marcas como sostenible, optimizar la asignación de recursos para ese fin o adoptar un enfoque macro relacionado con el sector donde se ubican. La importancia de la sostenibilidad radica en que es muy positiva para la implementación efectiva de estrategias de marca promoviendo iniciativas a los diferentes grupos de interés; por lo tanto, la implementación de políticas de sostenibilidad depende en gran medida de las percepciones y comportamientos de los empleados, ya que determinan si la empresa tiene éxito o falla en la ejecución de estas estrategias (Biedenbach & Manzhynski, 2016).

Beneficios. Para Piercy y Rich (2015) la sostenibilidad en conjunto con el desempeño económico de una empresa hace posible el ahorro de costes, la mejora de la calidad del producto, el aumento de la cuota de mercado, el acceso a nuevos mercados, el aumento de la retención de los empleados y la mejora de las relaciones públicas. Por su parte, Dam y Petkova (2014) señalaron que la sostenibilidad en el ámbito ambiental trae como beneficios el aumento de los ingresos permitiendo que las empresas cobren precios superiores y accedan a nuevos mercados y consumidores por segmentos. Cuando en una empresa tiene sostenibilidad mejora su cadena de valor mediante los siguientes beneficios: (a) reducción de costos y riesgos, (b) ventaja competitiva, (c) legitimidad y beneficios de reputación, (d)

relación sinérgica, (e) innovación incremental, y (f) diferenciación (Cavaleri & Shabana, 2018).

Factores de la Sostenibilidad. A continuación, se describen cada uno de los factores de la sostenibilidad: (a) factor social; (b) factor económico; y (c) factor medio ambiente.

Factor Social. Según Kwan y Wan (2012) el factor social de la sostenibilidad se refiere al desarrollo (y/o crecimiento) compatible con la evolución armoniosa de la sociedad civil, propiciando un ambiente conducente a la convivencia de grupos, cultural y socialmente diversos al tiempo que fomenta la integración social con mejoras en la calidad de vida para todos. A su vez, Rostamnezhad et al. (2020) destacaron que la sostenibilidad social se relaciona con las características personales (educación, habilidades, experiencia, consumo, ingresos y empleo) y se presenta como el compromiso entre los trabajadores, las comunidades locales, los clientes y la cadena de suministro con el fin de garantizar la satisfacción de las necesidades de las poblaciones y comunidades actuales y futuras. El concepto de sostenibilidad social debe ser definido teóricamente desde una perspectiva sociológica, por lo que se asume como un criterio normativo y analítico de tres dimensiones: igualdad de oportunidades, cohesión y satisfacción de las necesidades básicas (Almahmoud & Kumar, 2020).

Factor Económico. En relación a este factor de la sostenibilidad Tan et al. (2022) manifestaron que denota que las empresas deben operar de manera rentable para buscar el logro de sus objetivos y tener mejores oportunidades de obtención de beneficios y una mayor competitividad. En este mismo sentido, Presley et al. (2018) enfatizaron que los aspectos económicos de la sostenibilidad se refieren a los impactos tanto en la propia empresa como en su entorno operativo e incluyen el desempeño financiero, la compensación de los empleados y las contribuciones de la comunidad. Este factor se utiliza para evaluar la sostenibilidad de una empresa centrándose en el desempeño económico interno, en particular

para estudiar la estabilidad financiera a corto y largo plazo, así como la capacidad de supervivencia, la salud financiera, los beneficios financieros potenciales e indicadores de oportunidades comerciales (Minh et al., 2017).

Factor Medio Ambiente. Este factor está relacionado al uso de recursos, las emisiones al aire, al agua y a la tierra, por lo que representa un elemento determinante para inversores que están en constante búsqueda de la rentabilidad de las empresas sostenibles (Resta et al., 2017). Por su lado, Vigneshvaran y Vinodh (2020) señalaron que este factor es importante porque ayuda a la gerencia a obtener la autorización ambiental requerida sin comprometer los estándares de calidad y degradación ambiental. Así mismo, Kabzhassarova et al. (2021) establecieron que el factor ambiental favorece a las empresas porque permite la producción de energía renovable, mayor durabilidad del producto, el desarrollo de nuevas tecnologías verdes, y la eliminación de residuos industriales.

2.2.3. Relación entre Lean Manufacturing y Sostenibilidad

Para Wadood et al. (2022) cuando se implementan estándares ambientales y se analiza el ciclo de vida completo se obtiene como resultado un mejor diseño de procesos y productos, lo que finalmente ahorra costos y ayuda a optimizar y mejorar las operaciones de la empresa. Del mismo modo destacaron que tanto el *lean manufacturing* como la sostenibilidad comparten elementos sociales comunes, incluida una mayor participación de las partes interesadas, dilución del control y comunicación abierta en el lugar de trabajo. De acuerdo con Lizarelli et al. (2022) existe un impacto positivo del *Lean Manufacturing* en las operaciones y rendimiento financiero; porque a través de esta práctica, se presenta en las empresas un rendimiento positivo vinculado con las cuestiones operativas como el aumento de la productividad y reducción de costos. Estos resultados se logran porque a través de la implementación de estas prácticas se logra eliminar desperdicios, ahorrar tiempo y costos, y reducir las ineficiencias en los procesos operativos del servicio, lo que lleva a un aumento en

el desempeño de la empresa. También hacen posible que las operaciones sean más flexibles y eficaces y que estén orientadas a las necesidades de los clientes. Recalaron que las empresas que aplican *Lean Manufacturing* y además muestran preocupación por el medio ambiente (sostenibilidad), como por ejemplo con la disminución del consumo de agua en la integración de productos y servicios, logran promover el uso eficiente de sus recursos, lo que mejora el rendimiento ecológico general.

Según Navarro (2021) *Lean Manufacturing* puede aumentar la competitividad de las organizaciones, por lo que se considera uno de los más dominantes paradigmas gerenciales; de hecho, al combinar *Lean Manufacturing* con el medio ambiente resultan soluciones que le permiten a las organizaciones, específicamente dentro el sector de la logística y el transporte, lograr la sostenibilidad ambiental. Por su parte, Nath y Agrawal (2020) enfatizaron que el *Lean Manufacturing* se vincula con la sostenibilidad porque incluye la toma de decisiones descentralizada, lo que hace que los trabajadores sean responsables de una amplia variedad de tareas en comparación con los escenarios tradicionales de producción en masa. Esa mayor participación de los trabajadores conduce a mejores estándares en el lugar de trabajo, ya que los esfuerzos discrecionales de los trabajadores tienen beneficios en el desempeño, porque promueven la eficiencia individual. El trabajo de alta participación requiere que los trabajadores adquieran habilidades técnicas e interpersonales, que generalmente no se requieren en los escenarios tradicionales. Por último, destacaron que los valores que abordan cuestiones de sostenibilidad son cruciales para desarrollar una orientación sostenible, y la orientación sostenible se refleja en las prácticas adoptadas en las organizaciones (Nath & Agrawal, 2020).

En este contexto, Mårtensson et al. (2019) señalaron que los vínculos entre *lean manufacturing* y la sostenibilidad logran la reducción de residuos, disminuye el impacto ambiental, apoya una mentalidad centrada en el valor de las partes interesadas (incluidas las

partes interesadas de terceros) y estimula la capacidad de conectarse con los demás y ser empático. Por esta razón es fundamental definir al *lean manufacturing* en los niveles estratégicos para que no solo se produzcan “productos sustentables”, sino que se dé un cambio en el público que debe adoptar un comportamiento más sostenible; por lo que mediante los esfuerzos de las personas se podrá lograr la sostenibilidad, pero se requiere de apoyo interno en forma de estrategias e infraestructuras de las organizaciones.

Finalmente, Sajan et al. (2017) presentaron que el concepto de sostenibilidad en la fabricación ha sido una idea estratégica que trata las operaciones con enfoque similar a la producción ajustada y los sistemas de fabricación flexibles; por ello, la fabricación sostenible se concentra en la fabricación según procedimientos que afectan el desempeño 3BL. Cuando se aplican las prácticas lean como por ejemplo las 5S, se fomenta un ambiente de trabajo limpio y organizado, que motiva a los empleados a reducir los rechazos en la producción y esto se vincula con la sostenibilidad a nivel ambiental porque podría ayudar a mejorar el desempeño ambiental al reducir la generación de productos dañados, estropeados o deteriorados, evitar el consumo excesivo y el desperdicio de recursos.

2.3. Orden de las Referencias

En la Tabla 2 se presenta el orden de las referencias consultadas en la revisión de la literatura considerando los aspectos más relevantes de las dos variables de estudio (*lean manufacturing* y sostenibilidad). Para la variable *lean manufacturing* se tomaron en cuenta los siguientes aspectos: (a) definición, (b) beneficios, (c) importancia, (d) aplicación en las empresas y (e) herramientas. Para la variable sostenibilidad se tomaron en cuenta los siguientes aspectos: (a) definición, (b) importancia, (c) beneficios y (d) factores. También se consideraron trabajos que sustentan la relación entre *lean manufacturing* y sostenibilidad.

Tabla 2*Mapa de la Literatura*

	Definición	Beneficios	Importancia	Aplicación en las empresas
Lean Manufacturing	Dixit et al. (2022); Ojha y Venkatesh (2022); Hussain et al. (2022)	Yilmaz et al. (2022); Dahmani et al. (2022); Pawlik et al. (2022)	Goshime et al. (2018); Rymaszewska (2014); Ben et al. (2019)	Dora et al. (2014) Abolhassani et al. (2016); Chowdary y George (2012)
	Herramientas			
	5 S: Kumar y Gupta (2013); Suárez y Ramis (2012); Singh y Singh (2017) Kanban: Mohan et al. (2020); Leonardo et al. (2017); Chen y Cheng (2018) SMED: Ekincioglu y Boran (2018); Singh et al. (2018); Jebaraj et al. (2013)			
	Definición	Importancia	Beneficios	
Sostenibilidad	Owens y Legere (2015); Weisser (2017); Evans y Peirson (2018)	Teh y Corbitt (2015); Stoica e Hickman (2021); Biedenbach y Manzhynski (2016)	Piercy y Rich (2015); Dam y Petkova (2014); Cavaleri y Shabana (2018)	
	Factores			
	Social: Kwan y Wan (2012); Rostamnezhad et al. (2020); Almahmoud y Kumar (2020) Económico: Tan et al. (2022); Presley et al. (2018); Minh et al. (2017) Medio Ambiente: Resta et al. (2017); Vigneshvaran y Vinodh (2020); Kabzhassarova et al. (2021)			
Relación entre Lean Manufacturing y Sostenibilidad	Wadood et al. (2022) / Lizarelli et al. (2022) / Navarro (2021)			
	Nath y Agrawal (2020) / Mårtensson et al. (2019) / Sajan et al. (2017)			

2.4. Conclusión

En este capítulo se presenta el sustento de investigaciones que arrojan que el *lean manufacturing* se aplica en las organizaciones como una manera de pensar, es decir, una metodología que permite identificar y eliminar residuos y, por ende, cumple con el objetivo de incrementar el valor de los procesos desarrollados en el negocio. En cuanto a la sostenibilidad es significativo acotar que las empresas que trabajan bajo este enfoque buscan satisfacer las necesidades del presente sin comprometer las que puedan tener futuras generaciones, por lo que se tiene una visión a largo plazo. Sin embargo, lo que se determinó fue que existe una brecha de conocimiento en lo que se refiere a la relación entre la implementación del *lean manufacturing* y la sostenibilidad, tema principal de la presente investigación.

Capítulo III: Método

3.1. Introducción

En este tercer capítulo se definen los aspectos metodológicos del presente estudio, por lo que se presenta el diseño de la investigación, la conveniencia del diseño, las preguntas de la investigación, la población y los participantes del estudio, la información sobre el consentimiento de los participantes, el marco del muestreo, la confidencialidad, la localización geográfica donde se aplicará el estudio, la instrumentación a usar, la recopilación de los datos, el análisis de los datos, y la validez y confiabilidad. Todos estos elementos permiten analizar, discernir, discutir y evaluar los datos para construir conocimiento considerando los pasos del método científico.

3.2. Diseño de la Investigación (General)

Según Ortiz (2004) el diseño correlacional es aquel en el que el investigador no recurre al control ni a la manipulación de las variables, es decir, usa técnicas para inferir probables relaciones de causalidad o relación entre estas. Por ello, la finalidad de este estudio fue entender el nivel de asociación entre dos variables, es decir, identificar si existe o no relación entre la implementación del *lean manufacturing* y la sostenibilidad. De la misma manera, el diseño se trabajó a través de un análisis cuantitativo definido por Cadena-Iñiguez et al. (2017) como el que permite la selección subjetiva e intersubjetiva de indicadores (por medio de conceptos y variables) de algunos elementos de procesos, hechos, estructuras y personas. También se debe destacar que la investigación fue no experimental transeccional correlacional porque permitió explorar y establecer el grado de relación entre las variables reconociendo que no es una relación de causalidad (Hurtado y Toro, 2007). Por último, resulta importante señalar que la presente investigación tuvo un diseño transversal, dado que los datos fueron recolectados en un único momento y se usó para describir las interrelaciones entre las variables de estudio (Toro & Parra, 2006).

3.3. Conveniencia del Diseño

El diseño seleccionado para la presente investigación fue conveniente porque los datos disponibles representaron el resultado de la aplicación de mediciones y métodos estadísticos para su posterior análisis. Estos aspectos reflejaron características de un estudio con enfoque cuantitativo de acuerdo con lo establecido por Hernández et al. (2014). De manera similar, el alcance correlacional fue conveniente porque permitió que se comprobara o confirmara si existe o no una relación entre la implementación del *lean manufacturing* y la sostenibilidad. En virtud de ello, el diseño de la investigación elegido permitió hallar respuesta a las interrogantes de investigación, lograr los objetivos del estudio y finalmente, efectuar pruebas enfocadas a confirmar o no la hipótesis definida.

3.4. Preguntas de la Investigación

3.4.1. Pregunta General

¿Existe relación positiva entre la implementación de *lean manufacturing* y la sostenibilidad de las empresas de la industria plástica ubicadas en Lima en el 2022?

3.4.2. Preguntas Específicas

- ¿Existe relación positiva entre la implementación de la dimensión 5S y el constructo *lean manufacturing* de las empresas de la industria plástica ubicadas en Lima en el 2022?
- ¿Existe relación positiva entre la implementación de la dimensión Kanban y el constructo *lean manufacturing* de las empresas de la industria plástica ubicadas en Lima en el 2022?
- ¿Existe relación positiva entre la implementación de la dimensión SMED y el constructo *lean manufacturing* de las empresas de la industria plástica ubicadas en Lima en el 2022?

- ¿Existe relación positiva entre la dimensión social y el constructo sostenibilidad de las empresas de la industria plástica ubicadas en Lima en el 2022?
- ¿Existe relación positiva entre la dimensión económica y el constructo sostenibilidad de las empresas de la industria plástica ubicadas en Lima en el 2022?
- ¿Existe relación positiva entre la dimensión medio ambiente y el constructo sostenibilidad de las empresas de la industria plástica ubicadas en Lima en el 2022?

3.5. Población y Participantes

Se define a la población como el conjunto de casos caracterizados por rasgos similares sobre los cuales se hallan conclusiones generalizadas (Hernández et al.,2014). En el presente estudio, la población estuvo conformada por 331 empresas de plástico que reportaron ventas mayores a siete millones ochocientos veinte mil soles al año (medianas y grandes empresas), las cuales están ubicadas en Lima Metropolitana según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (2021). Se ha considerado el criterio de inclusión antes indicado debido a que todas ellas presentan ventas anuales que sobrepasan las 1700 UIT, asumiendo que cada UIT equivale a 4,600 soles y de acuerdo con las categorías empresariales, establecidas en función de sus niveles de ventas (Ley de Impulso al Desarrollo Productivo y al Crecimiento Empresarial, 2013).

3.6. Información sobre el Consentimiento

Se procedió a cumplir con un conjunto de etapas esquematizadas para lograr el propósito de la investigación, englobando el detalle de los aspectos más representativos, la manifestación de los procedimientos usados, la pormenorización de los resultados más significativos que serían divulgados al final y la suscripción de un documento en el que los participantes declararon su consentimiento. Previo a la puesta en marcha de los instrumentos y la consecución de la rúbrica de los involucrados, se expusieron las características más importantes del estudio, de tal manera que se pudiera garantizar que los participantes

entendieran el procedimiento. Luego, se les proporcionó un documento pormenorizado con las especificaciones del estudio (donde se incluyó la identificación de los investigadores, la intención de su desarrollo y los datos requeridos de los partícipes), una afirmación de voluntariedad y una declaración donde se deja constancia de la confidencialidad de la información que se maneja. Así mismo, se les comunicó que podrían exponer cualquier interrogante que consideraran oportunas y que recibirían un duplicado firmado del documento (ver Apéndice A).

3.7. Marco del Muestreo

Con el propósito de describir el marco del muestreo de la presente investigación se ha decidido considerar como muestra de la investigación a la cantidad de respuestas que finalmente se obtuvo luego de la aplicación del instrumento de recolección de datos; que en este caso fueron 101 empresas, que equivale al 31% de la población y que representan la muestra de estudio, las mismas que pertenecen a medianas y grandes empresas según criterio de inclusión.

3.8. Confidencialidad

Dentro del documento en el que se recogió el consentimiento de los participantes, se incluyó un apartado en el que se dejó constancia de la confidencialidad con la que se gestionarían los datos proporcionados. A través de ella, se les garantizó a los participantes que los datos se emplearían de forma general y no de una manera específica con la que pudieran verse afectados laboralmente, haciéndose hincapié en el hecho de que la información sería utilizada con propósitos académicos. De la misma forma, se les aclaró que su participación se desarrollaría en anonimato, sin que se develara la identificación y los datos privados individuales de los involucrados, y se explicó todo de manera detallada para garantizar que entendieran los pormenores.

3.9. Localización Geográfica

La investigación se llevó a cabo en el Perú, específicamente en la ciudad de Lima Metropolitana donde se ubican las empresas de la industria plástica que conforman la muestra de estudio.

3.10. Instrumentación

Para el presente estudio se aplicó un instrumento considerando ítems para cada subvariable según cuestionarios previamente validados y aplicados en otras investigaciones presentadas en artículos indexados (ver Apéndice B). Según Hernández et al. (2014) los cuestionarios deben ser utilizados para la recolección de datos de la muestra de estudio, y deben cumplir con las condiciones que se presentan a continuación en relación a su diseño: (a) presentar confiabilidad en cuanto a la consistencia y coherencia del tema tratado; (b) presentar validez en lo que respecta a la medición de las dos variables (*lean manufacturing* y sostenibilidad), y (c) permitir que se logren los objetivos sin tener la influencia o manipulación de los investigadores. El cuestionario utilizó una escala de Likert, tal como se indica a continuación (ver Tabla 3).

Tabla 3

Escala Likert para las Dos Variables de Estudio

1	2	3	4	5
Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo

Para la dimensión 5S de la variable *lean manufacturing* fue tomado en cuenta el cuestionario aplicado por Yadav et al. (2019) con un total de cinco ítems; estos autores han considerado tanto una base constituida por literatura previa como aportes de expertos para además de que con el fin de probar las hipótesis analizaron mediante SEM los datos obtenidos de la población de estudio. Cabe indicar que para validar el contenido del

cuestionario se utilizó una prueba previa en un equipo experto formado por cuatro académicos (dos profesores, un profesor asociado y un profesor asistente que tiene doctorados en temas *lean* y relacionados) y tres practicantes (propietarios-gerentes de PYME). La correlación y la regresión lineal se realizaron con SPSS y el análisis SEM se realizó utilizando el *software* AMOS. El análisis SEM permitió reconocer la interrelación entre los constructos. (ver Tabla 4).

Para la dimensión Kanban de la variable *lean manufacturing* se tomó el cuestionario diseñado por Nawanir et al. (2018) con un total de seis ítems, el cual fue revisado por siete académicos y 11 profesionales especialistas en *lean manufacturing*. Además, se efectuaron consultas y entrevistas con los participantes para examinar los aspectos de las escalas de medición, para verificar si había alguna pregunta que necesitaba ser incluida o excluida y si el contenido del instrumento era suficiente. Los datos se analizaron mediante el uso de modelos de ecuaciones estructurales (SEM) con AMOS 22 y el modelo de medición se evaluó simultáneamente a través del uso de pruebas confirmatorias de segundo orden (ver Tabla 4).

Para la dimensión SMED de la variable *lean manufacturing* fue considerado el cuestionario aplicado por Yadav et al. (2019) con un total de cinco ítems, para el cual se utilizó literatura previa y los aportes de expertos para luego recoger de la población objetivo las respuestas para probar las hipótesis. Es importante destacar que los datos recopilados fueron analizados mediante SEM y posteriormente se extrajeron los resultados que fueron presentados. La validez de contenido del cuestionario se confirmó mediante una prueba previa en un equipo experto formado por cuatro académicos (dos profesores, un profesor asociado y un profesor asistente que tiene doctorados en temas *lean* y relacionados) y tres practicantes (propietarios-gerentes de PYME). La correlación y la regresión lineal se realizaron con SPSS y el análisis SEM se realizó utilizando el *software* AMOS. El análisis

SEM permitió reconocer la causalidad e investigar la interrelación entre las construcciones (ver Tabla 4).

Para las tres dimensiones de la variable sostenibilidad (factor social, factor económico y factor de medio ambiente) fue considerado el cuestionario aplicado por Padin et al. (2016) con un total de nueve ítems. Este instrumento estuvo acompañado de una carta de presentación que contenía los datos de contacto del equipo de investigación. Los informantes clave (o encuestados objetivos) fueron gerentes responsables de los departamentos de RSE o encargados del desarrollo sostenible en las empresas seleccionadas. Las dimensiones y los ítems fueron los utilizados por Hogevoid et al. (2015) para que fuese posible la validación. Además, se utilizó una escala de Likert de cinco puntos para todos los ítems asumiendo el valor de 1 para “Totalmente en desacuerdo” el valor de 5 para “Totalmente de acuerdo” (ver Tabla 5).

3.11. Recopilación de los Datos

Según Elizondo (2002) recopilar datos en una investigación consiste en que los investigadores recolecten los elementos indispensables para desarrollar el trabajo planeado sobre las variables de estudio en la muestra determinada. En ese sentido, los datos fueron recopilados por parte de los investigadores para determinar la existencia de la relación entre la implementación del *lean manufacturing* y la sostenibilidad de las empresas de la industria plástica ubicadas en Lima en el 2022. Con la información recolectada se generó una base de datos y para procesarlos se utilizó el *software* R 4.2.1 con las librerías: “psych”, “lavaan”, “semPlot” y “semtools”.

3.12. Análisis de los Datos

La base datos se diseñó tomando en cuenta el cuadro de variables con el *software* R 4.2.1 para posteriormente codificar las variables de investigación y aplicar un control de calidad antes del análisis de los datos. Este análisis se efectuó a través del uso de los datos

recolectados con el cuestionario para medir la relación entre la implementación del *lean manufacturing* y la sostenibilidad de las empresas de la industria plástica ubicadas en Lima en el 2022.

Tabla 4

Dimensiones e Indicadores de la Variable Lean Manufacturing

Dimensión	Indicador	Ítems	Escala
5S	Materiales en el área de trabajo	1	Totalmente en desacuerdo
	Herramientas en el área de trabajo	2	
	Ubicaciones de los materiales de producción	3	
	Limpieza y orden de las áreas de trabajo	4	
	Recorridos de limpieza programados y autoevaluaciones periódicas	5	
Kanban	Autorización de la producción	6	En desacuerdo
	Producción en una estación de trabajo	7	Ni de acuerdo ni en desacuerdo
	Producción de artículos	8	
	Autorización de pedidos a proveedores	9	
	Autorización de movimientos de material	10	
Control de la producción	11		
SMED	Reducción del tiempo de configuración en la planta	12	De acuerdo
	Tiempos de configuración para los equipos en la planta	13	Totalmente de acuerdo
	Configuraciones de máquinas en la planta	14	
	Operadores capacitados	15	
	Colocación de las herramientas en un área de la planta	16	

Tabla 5

Dimensiones e Indicadores de la Variable Sostenibilidad

Dimensión	Indicador	Ítems	Escala
Factor Social	Actividades actuales en la comunidad	17	Totalmente en desacuerdo
	Bienestar social de la sociedad en su conjunto	18	
	Aspectos sociales	19	
Factor Económico	Consideraciones económicas	20	Ni de acuerdo ni en desacuerdo
	Supervivencia en el mercado	21	
	Ahorro de dinero al comienzo de la implementación	22	
Factor Medio Ambiente	Temas ambientales	23	De acuerdo
	Uso más eficiente de los recursos disponibles	24	Totalmente de acuerdo
	Monitoreo ambiental	25	

Se aplicó el enfoque para la estimación del modelado de ecuaciones estructurales basado en covarianza (CB-SEM) debido a que el objetivo de la investigación es probar y

confirmar la teoría y dicho enfoque es el más apropiado (Dash & Paul, 2021). Resultó necesario para obtener los estadísticos con el propósito de evaluar la fiabilidad y validez psicométrica de los constructos o variables latentes (incluyendo sus ítems) en estudio. Finalmente, se hizo un análisis relacional entre las variables *lean manufacturing* y la sostenibilidad para buscar la comprobación o contraste de hipótesis, por lo que se considera para este estudio el nivel de significancia de 0.05 y la interpretación que se dará al coeficiente de relación fuera que el resultado entre 0.60 hasta < 0.80 representa una relación alta y un coeficiente de 0.80 hasta < 1.00 representa una relación muy alta y un coeficiente de 1 representa una relación perfecta.

3.13. Validez y Confiabilidad

Para Hernández et al. (2014) resulta prácticamente improbable que cuando se realice un sondeo, este sea impecable, y por ello se debe contar con cierto margen de error. Todos los datos que son recolectados (X) incluyen tanto valores correctos (t) como valores erróneos (e); por lo tanto, la fórmula sería $X = t + e$, donde se debe tener en consideración que se obtendrá un mayor grado de confiabilidad mientras el margen de error sea menor. Existen dos formas de validar una medición: (a) estudiar si otros investigadores han empleado instrumentos similares en el pasado; o (b) mediante la validación por el juicio de expertos. Por otra parte, para determinar el grado de confiabilidad de los instrumentos se empleó el cálculo del Coeficiente Alfa de Cronbach, el cual se mide en una escala que va de 0 a 1.

En este caso, se habla de una confiabilidad inaceptable si el valor se encuentra por debajo de 0.50, de una confiabilidad pobre si se ubica entre 0.50 y 0.60, de una confiabilidad débil si está entre 0.60 y 0.70, una confiabilidad aceptable si se ubica entre 0.70 y 0.80, una confiabilidad buena si está entre 0.80 y 0.90, y una confiabilidad excelente si se ubica entre 0.90 y 1. En la Tabla 6 se puede apreciar el cálculo y procesamiento de los datos que se consideraron de la muestra de 101 empresas de plástico y en la Tabla 7 se muestra el análisis

de fiabilidad de las variables latentes, el cual se observa que los constructos presentaron valores de Alfa (fiabilidad) y Omega (fiabilidad compuesta) mayores a 0.70; con referencia a la varianza extraída todos los constructos presentaron valores mayores a 0.50, por lo que las variables latentes creadas son descritas por las variables observables de manera satisfactoria.

Tabla 6

Resumen del Procesamiento de Casos para el Cálculo del Coeficiente Alfa de Cronbach

Casos	Cantidad	%
Válido	101	100
Excluido	0	0
Total	101	100

Tabla 7

Fiabilidad de las Variables Latentes Mediante las Pruebas de Alfa de Cronbach, Fiabilidad Compuesta de Omega y Varianza Extraída

	Cantidad de Elementos	Alfa de Cronbach	Omega (Fiabilidad compuesta)	Varianza extraída
5S	5	0.973	0.973	0.878
Kanban	6	0.954	0.956	0.784
SMED	5	0.938	0.930	0.727
Factor Social	3	0.941	0.940	0.840
Factor Económico	3	0.891	0.892	0.734
Factor Medio Ambiente	3	0.957	0.959	0.887

Capítulo IV: Presentación y Análisis de Resultados de la Investigación

En este cuarto capítulo se realiza la presentación y el análisis de los resultados obtenidos de la aplicación del instrumento de acuerdo con las dimensiones e indicadores mostrados en la Tabla 4 y Tabla 5 de este documento. Se recibieron 101 respuestas de la muestra de empresas de plástico que reportaron ventas mayores a siete millones ochocientos veinte mil soles al año (medianas y grandes empresas), las cuales están ubicadas en Lima Metropolitana y se ordenaron y analizaron mediante el programa estadístico R 4.2.1 con las librerías: “psych”, “lavaan”, “semPlot” y “semtools”. Este capítulo se compone por los resultados de la prueba de normalidad de los datos con el fin de determinar cuánto difiere la distribución de los datos observados en función a lo esperado, los estadísticos descriptivos, el análisis de las correlaciones general y específicas, el análisis SEM y finalmente por la discusión de los resultados tomando en cuenta las hipótesis previamente formuladas y su contrastación con la revisión de la literatura.

4.1. Prueba de Normalidad

Con el propósito de validar los datos que se obtuvieron una vez se aplicó el instrumento a las 101 empresas del plástico (medianas y grandes) ubicadas en Lima Metropolitana se hizo indispensable la aplicación del *test* conocido como *Test* de Mardia para evaluación de distribución normal multivariada para evaluar la normalidad y contrastar si los datos se ajustaban o no a una distribución normal. Según el *Test* de Mardia no existió normalidad multivariada (Skewnes (simetría) y Kurtosis (escala)) ($p \leq 0.05$), en los datos procedentes de las variables observables, esto debido a que son de procedencia cualitativa. Al ser un estudio de nivel explicativo se puede obviar el cumplimiento de este supuesto y trabajar con cautela en la creación de las variables latentes, evaluando otros indicadores; por lo que en la Tabla 8 se visualizan los resultados de este *test*.

Tabla 8*Test de Mardia para Evaluación de Distribución Normal Multivariada*

Test	Estadístico	p
Skewnes	7902.533	0.000
Kurtosis	44.285	0.000

4.2. Estadísticos Descriptivos

En este apartado se muestran los estadísticos descriptivos de los dos constructos de estudio (*lean manufacturing* y sostenibilidad) con sus respectivas dimensiones; para efectos de los cálculos de los estadísticos descriptivos se ha realizado una agrupación visual de la escala Likert usada en el cuestionario aplicado resultando como se presenta a continuación: (a) en desacuerdo; (b) ni de acuerdo ni en desacuerdo; y (c) de acuerdo.

4.2.1. Estadístico Descriptivo del Lean Manufacturing (Constructo 1)

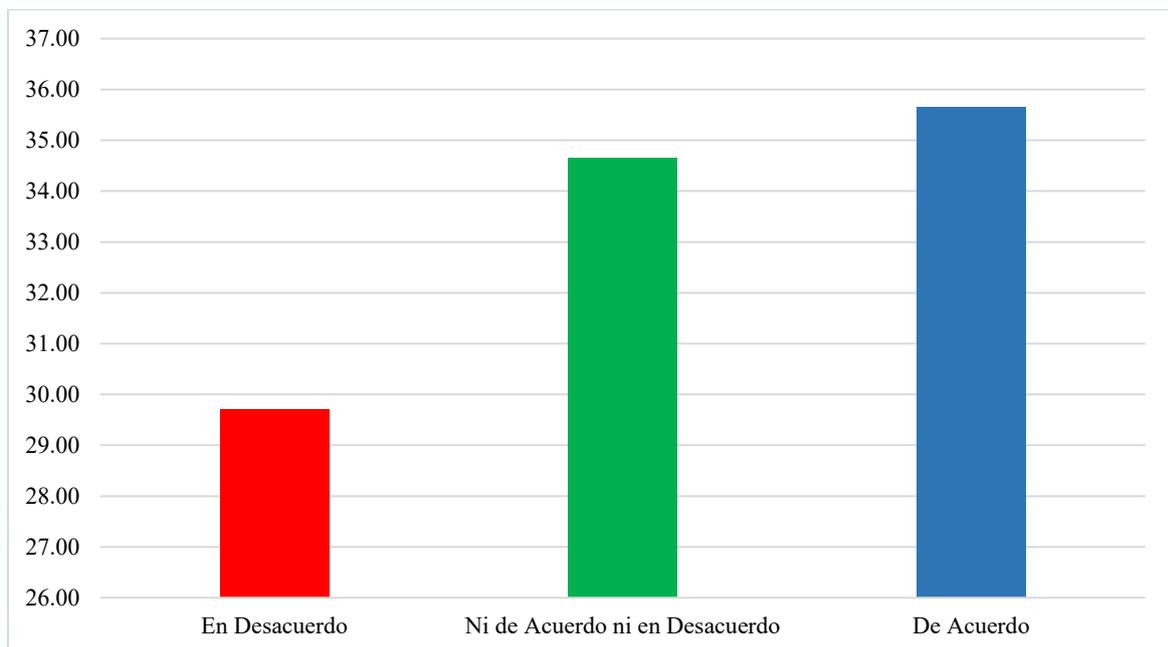
A continuación, en la Tabla 9 y Figura 2 se presentan los resultados de la distribución frecuencial de los ítems del constructo *lean manufacturing*, de los cuales se puede indicar que 36 de los 101 encuestados manifestaron estar de acuerdo con el constructo, es decir, el 36% del total de las empresas.

Tabla 9*Frecuencia del Lean Manufacturing*

Respuesta	Frecuencia	%
En Desacuerdo	30	29.70
Ni de Acuerdo ni en Desacuerdo	35	34.65
De Acuerdo	36	35.64
Total	101	100.00

Figura 2

Distribución Porcentual de los Ítems del Lean Manufacturing (Constructo 1)



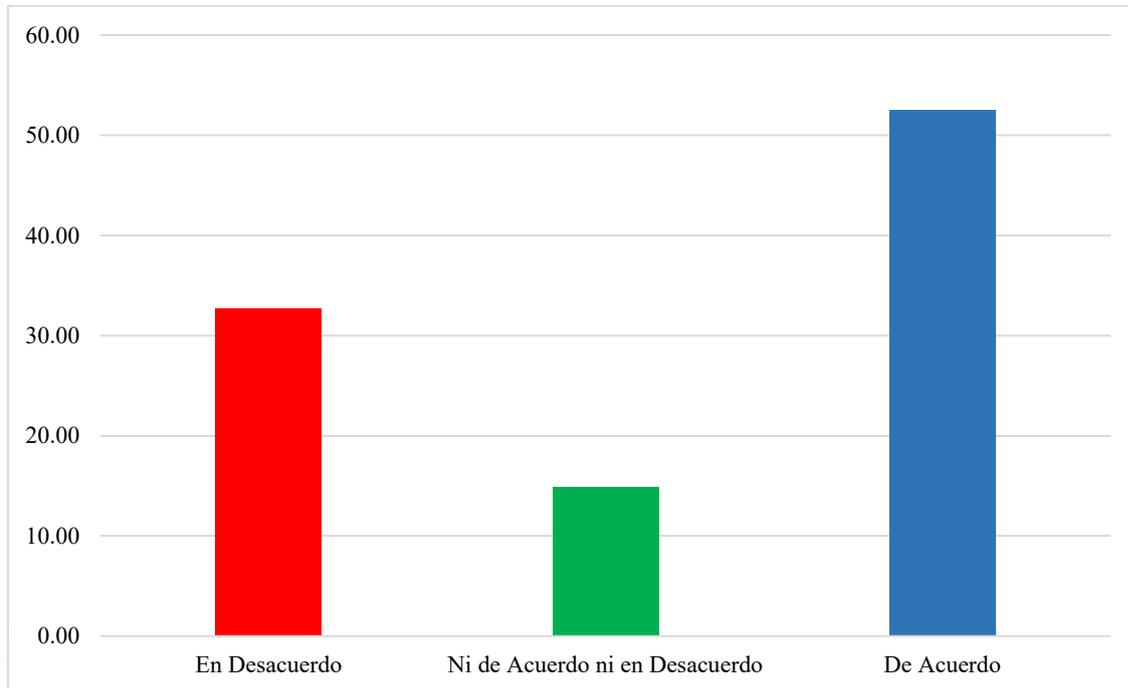
4.2.2. Estadístico Descriptivo de la Dimensión 5S del Constructo Lean Manufacturing

A continuación, en la Tabla 10 y Figura 3 se presentan los resultados de la distribución frecuencial de cada ítem de la dimensión 5S del constructo *lean manufacturing*, de las cuales se puede indicar que 53 de los 101 encuestados manifestaron estar de acuerdo con la dimensión, es decir, el 52% del total de las empresas.

Tabla 10

Frecuencia del 5S

Respuesta	Frecuencia	%
En Desacuerdo	33	32.67
Ni de Acuerdo ni en Desacuerdo	15	14.85
De Acuerdo	53	52.48
Total	101	100.00

Figura 3*Distribución Porcentual de los Ítems de la Dimensión 5S*

4.2.3. Estadístico Descriptivo de la Dimensión Kanban del Constructo Lean Manufacturing

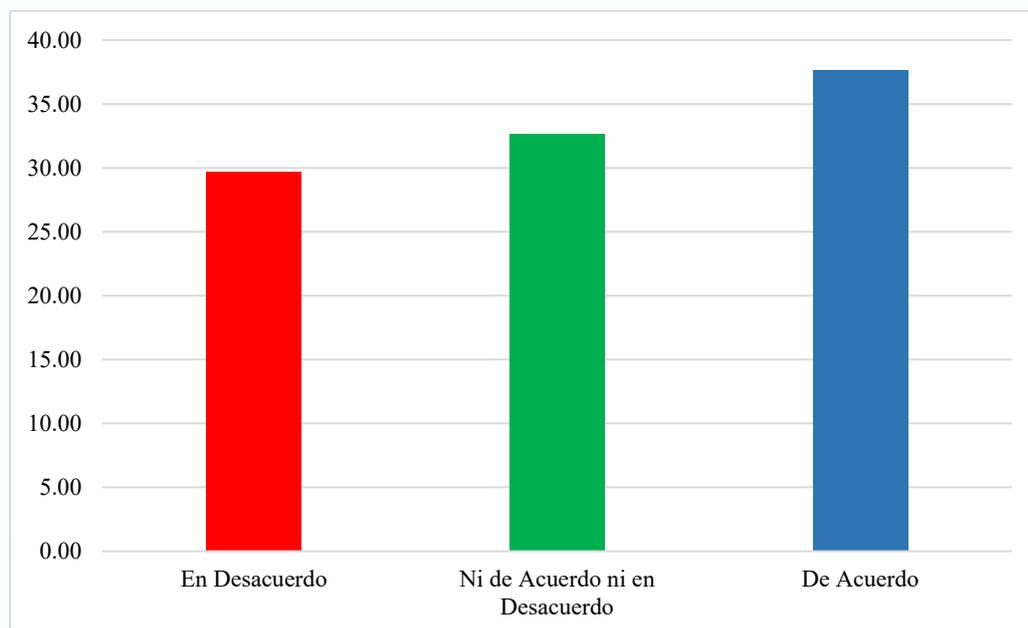
A continuación, en la Tabla 11 y Figura 4 se presentan los resultados de la distribución frecuencial de cada ítem de la dimensión Kanban del constructo *lean manufacturing*, de las cuales se puede indicar que 38 de los 101 encuestados manifestaron estar de acuerdo con la dimensión, es decir, el 38% del total de las empresas.

Tabla 11*Frecuencia del Kanban*

Respuesta	Frecuencia	%
En Desacuerdo	30	29.70
Ni de Acuerdo ni en Desacuerdo	33	32.67
De Acuerdo	38	37.62
Total	101	100.00

Figura 4

Distribución Porcentual de los Ítems de la Dimensión Kanban



4.2.4. Estadístico Descriptivo de la Dimensión SMED del Constructo Lean

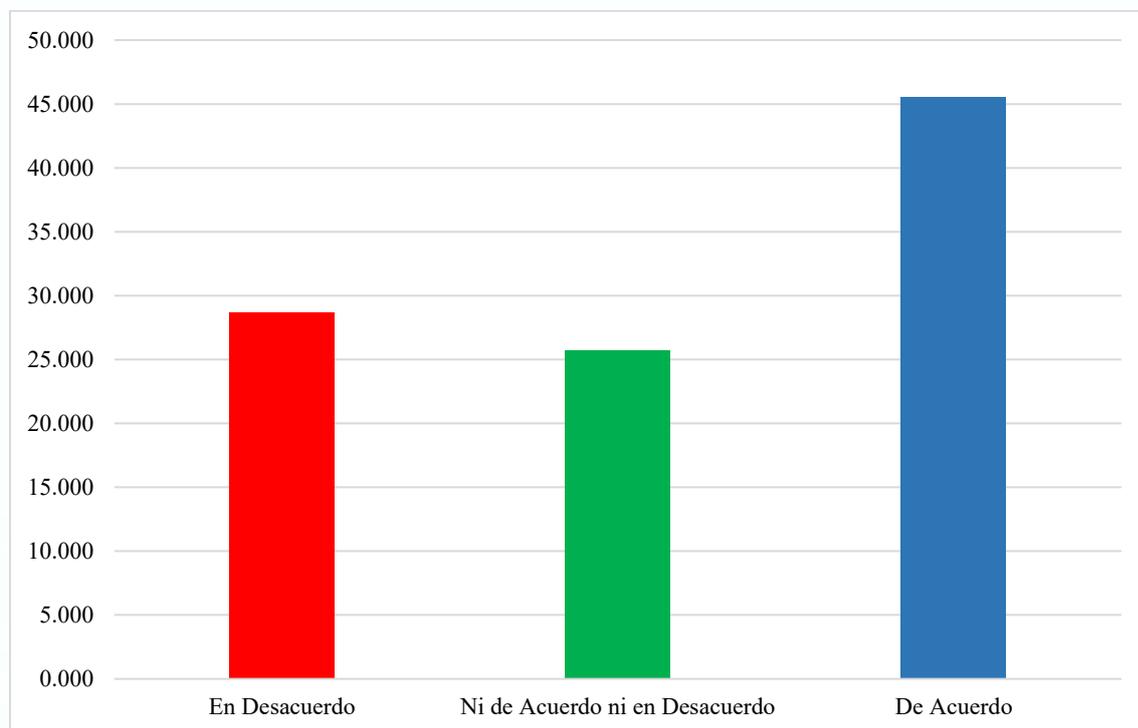
Manufacturing

A continuación, en la Tabla 12 y Figura 5 se presentan los resultados de la distribución frecuencial de cada ítem de la dimensión SMED del constructo *lean manufacturing*, de las cuales se puede indicar que 46 de los 101 encuestados manifestaron estar de acuerdo con la dimensión, es decir, el 46% del total de las empresas.

Tabla 12

Frecuencia del SMED

Respuesta	Frecuencia	%
En Desacuerdo	29	28.713
Ni de Acuerdo ni en Desacuerdo	26	25.743
De Acuerdo	46	45.545
Total	101	100.00

Figura 5*Distribución Porcentual de los Ítems de la Dimensión SMED***4.2.5. Estadístico Descriptivo de la Sostenibilidad (Constructo 2)**

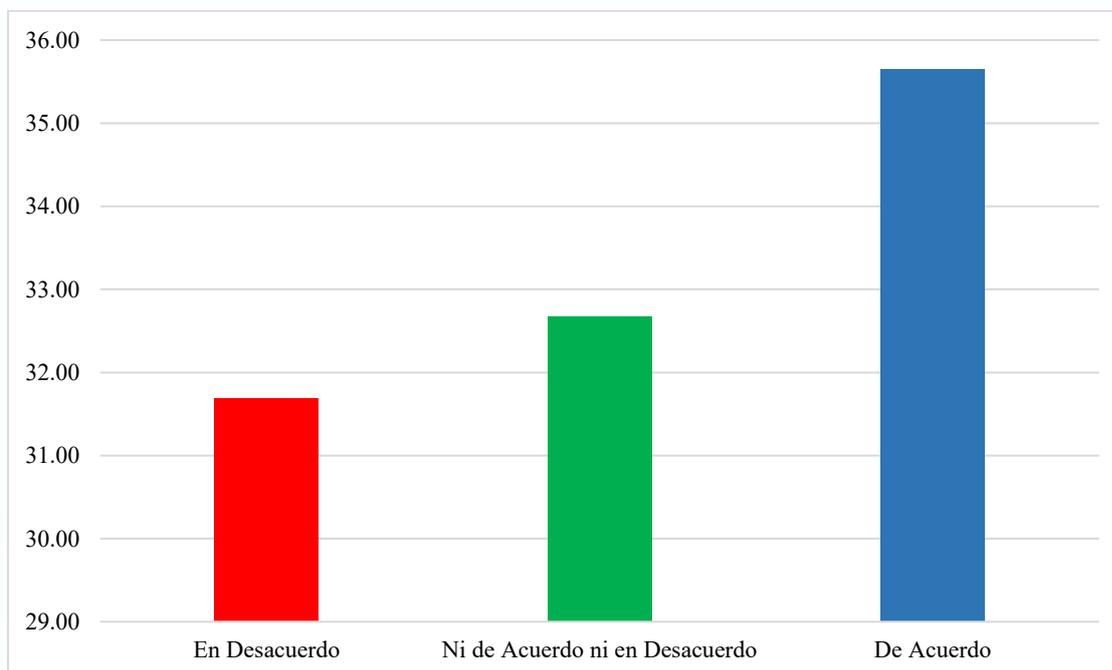
A continuación, en la Tabla 13 y Figura 6 se presentan los resultados de la distribución frecuencial de cada ítem del constructo sostenibilidad, de las cuales se puede indicar que 36 de los 101 encuestados manifestaron estar de acuerdo con el constructo, es decir, el 36% del total de las empresas.

Tabla 13*Frecuencia de la Sostenibilidad*

Respuesta	Frecuencia	%
En Desacuerdo	32	31.68
Ni de Acuerdo ni en Desacuerdo	33	32.67
De Acuerdo	36	35.64
Total	101	100.00

Figura 6

Distribución Porcentual de los Ítems de la Sostenibilidad (Constructo 2)



4.2.6. Estadístico Descriptivo de la Dimensión Factor Social del Constructo Sostenibilidad

A continuación, en la Tabla 14 y Figura 7 se presentan los resultados de la distribución frecuencial de cada ítem de la dimensión factor social del constructo sostenibilidad, de las cuales se puede indicar que 43 de los 101 encuestados manifestaron estar ni de acuerdo ni en desacuerdo con la dimensión, es decir, el 43% del total de las empresas.

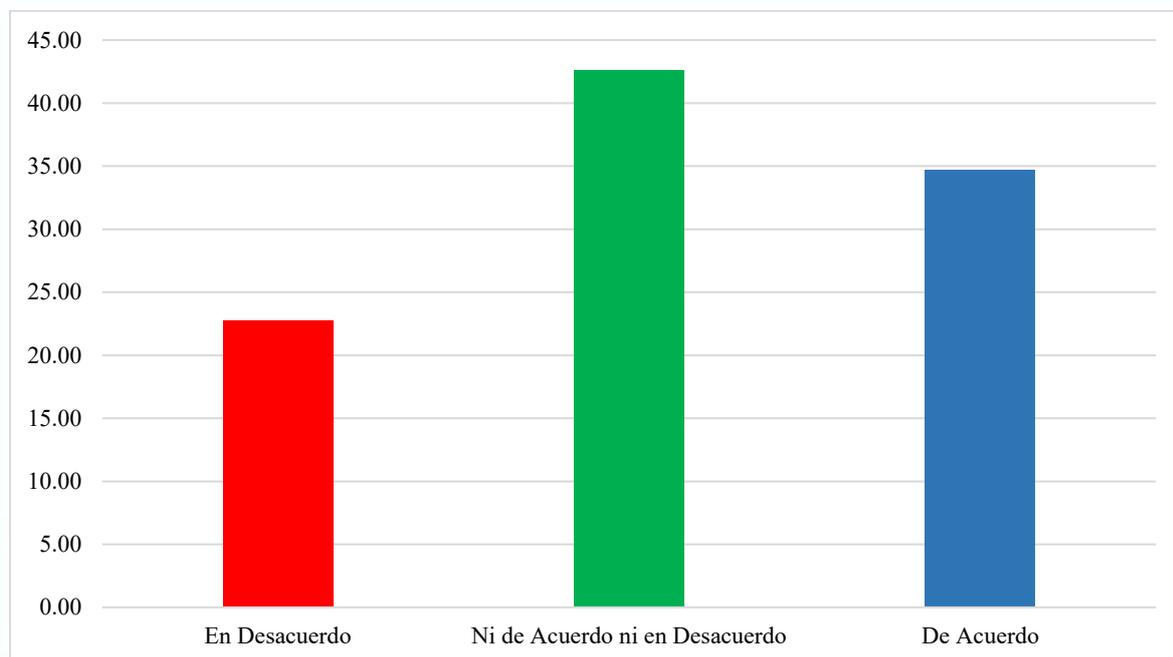
Tabla 14

Frecuencia del Factor Social

Respuesta	Frecuencia	%
En Desacuerdo	23	22.77
Ni de Acuerdo ni en Desacuerdo	43	42.57
De Acuerdo	35	34.65
Total	101	100.00

Figura 7

Distribución Porcentual de los Ítems de la Dimensión Factor Social



4.2.7. Estadístico Descriptivo de la Dimensión Factor Económico del Constructo Sostenibilidad

A continuación, en la Tabla 15 y Figura 8 se presentan los resultados de la distribución frecuencial de cada ítem de la dimensión factor económico del constructo sostenibilidad, de las cuales se puede indicar que 40 de los 101 encuestados manifestaron estar de acuerdo con la dimensión, es decir, el 40% del total de las empresas.

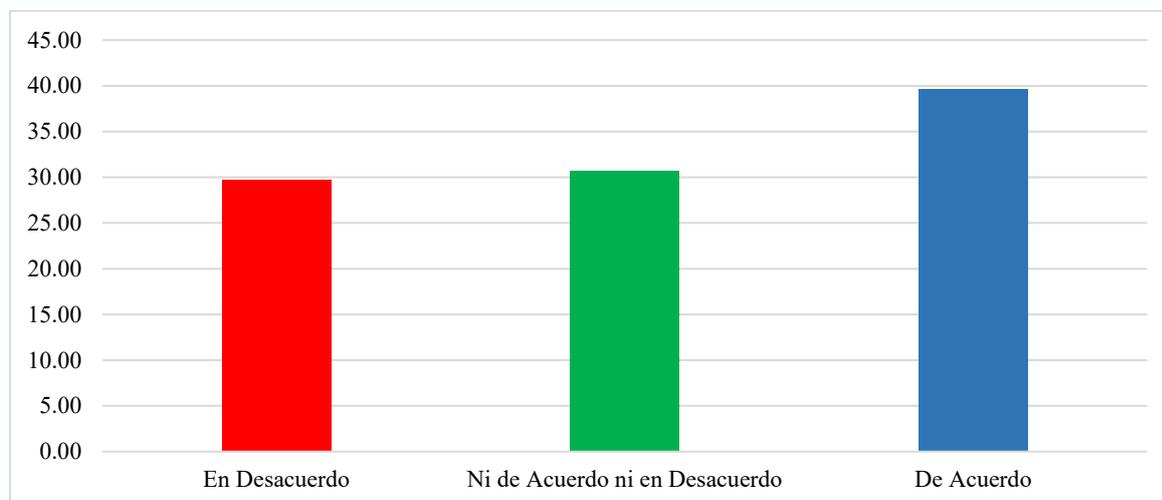
Tabla 15

Frecuencia del Factor Económico

Respuesta	Frecuencia	%
En Desacuerdo	30	29.70
Ni de Acuerdo ni en Desacuerdo	31	30.69
De Acuerdo	40	39.60
Total	101	100.00

Figura 8

Distribución Porcentual de los Ítems de la Dimensión Factor Económico



4.2.8. Estadístico Descriptivo de la Dimensión Factor Medio Ambiente del Constructo Sostenibilidad

A continuación, en la Tabla 16 y Figura 9 se presentan los resultados de la distribución frecuencial de cada ítem de la dimensión factor medio ambiente del constructo sostenibilidad, de las cuales se puede indicar que 37 de los 101 encuestados manifestaron estar ni de acuerdo ni en desacuerdo con la dimensión, es decir, el 37% del total de las empresas; así como también 37 de los 101 encuestados manifestaron estar de acuerdo con la dimensión, es decir, el 37% del total de las empresas

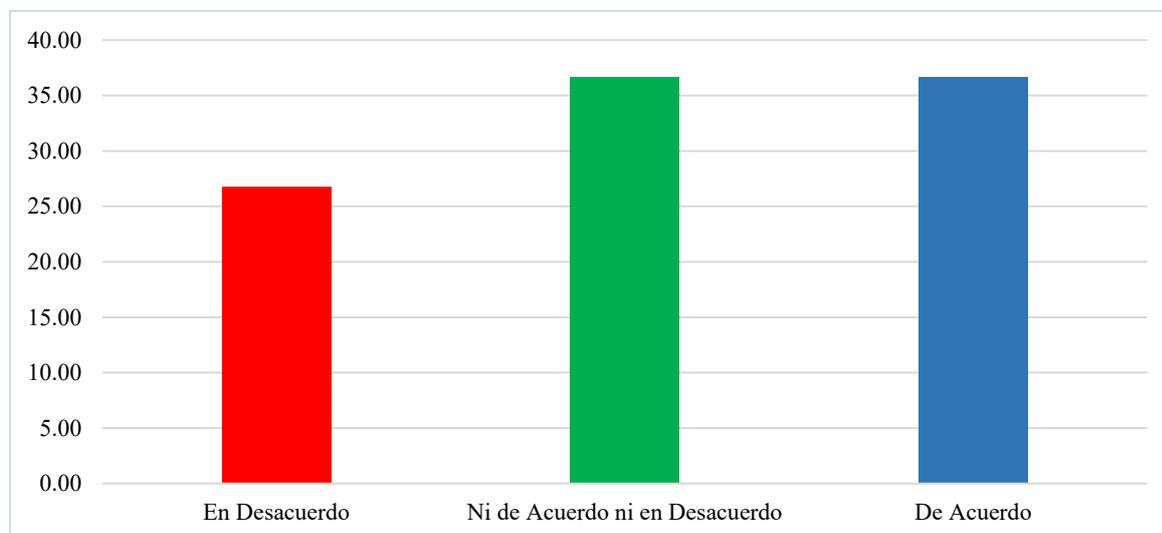
Tabla 16

Frecuencia del Factor Medio Ambiente

Respuesta	Frecuencia	%
En Desacuerdo	27	26.73
Ni de Acuerdo ni en Desacuerdo	37	36.63
De Acuerdo	37	36.63
Total	101	100.00

Figura 9

Distribución Porcentual de los Ítems de la Dimensión Factor Medio Ambiente



4.3. Análisis de las Relaciones

4.3.1. Relación entre *Lean Manufacturing* y *Sostenibilidad*

Tomando como referencia los resultados mostrados en la Tabla 8 no existe normalidad multivariada Skewnes (simetría) y Kurtosis (escala) ($p \leq 0.05$), en los datos procedentes de las variables observables, esto debido a que son de procedencia cualitativa. Al ser un estudio de nivel explicativo se puede obviar el cumplimiento de este supuesto y trabajar con cautela en la creación de las variables latentes, evaluando otros indicadores, por lo que se debe aplicar la prueba no paramétrica. Particularmente, se escogió la prueba de correlación de Rangos de Spearman y se planteó la siguiente prueba de hipótesis:

Ho: No existe relación positiva entre la implementación del *lean manufacturing* y la sostenibilidad de las empresas de la industria plástica ubicadas en Lima en el 2022.

H1: Existe relación positiva entre la implementación del *lean manufacturing* y la sostenibilidad de las empresas de la industria plástica ubicadas en Lima en el 2022.

En la Tabla 17 se presentan los resultados obtenidos de la prueba, mismos que arrojaron que el nivel de significancia es igual a 0.000 menor a 0.01; motivo por el cual se

rechazó la hipótesis nula y se aceptó la hipótesis alterna, es decir, se infirió que sí existe una relación directamente proporcional y de grado alto entre la implementación de *lean manufacturing* y la sostenibilidad de las empresas de la industria plástica ubicadas en Lima en el 2022. Se pudo comprobar que la relación entre la implementación del *lean manufacturing* y la sostenibilidad es significativa (sig 0.000), directa y positiva considerable ($r=0.909$) de acuerdo Hernández et al. (2014).

Tabla 17

Coefficiente Rho de Spearman para la Comprobación de la Hipótesis General: Relación entre Lean Manufacturing y Sostenibilidad

			<i>Lean Manufacturing</i>	Sostenibilidad
Rho de Spearman	<i>Lean Manufacturing</i>	Coefficiente de correlación	1.000	0.909**
		Sig. (bilateral)	.	0.000
	Sostenibilidad	Coefficiente de correlación	0.909**	1.000
		Sig. (bilateral)	0.000	.

Nota: **. La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

4.3.2. Relación entre la Dimensión 5S y el Lean Manufacturing

Tomando como referencia los resultados mostrados en la Tabla 8 en cuanto a la prueba de normalidad, todas las dimensiones y un constructo no presentan una distribución normal, por lo que se debe aplicar la prueba no paramétrica. Particularmente, se escogió la prueba de correlación de Rangos de Spearman y se planteó la siguiente prueba de hipótesis:

Ho: No existe relación positiva entre la implementación de la dimensión 5S y el constructo *lean manufacturing* de las empresas de la industria plástica ubicadas en Lima en el 2022.

H1: Existe relación positiva entre la implementación de la dimensión 5S y el constructo *lean manufacturing* de las empresas de la industria plástica ubicadas en Lima en el 2022.

En la Tabla 18 se presentan los resultados obtenidos de la prueba, los que arrojaron que el nivel de significancia es igual a 0.000 menor a 0.01; por lo que se rechazó la hipótesis nula y se aceptó la hipótesis alterna, es decir, se infirió que sí existe relación directamente proporcional y de grado alto entre la implementación de la dimensión 5S y el constructo *lean manufacturing* de las empresas de la industria plástica ubicadas en Lima en el 2022. Se comprobó que la relación entre la implementación de la dimensión 5S y el constructo *lean manufacturing* es significativa (sig 0.000), directa y positiva considerable ($r= 0.961$) según Hernández et al. (2014).

Tabla 18

Coefficiente Rho de Spearman para la Comprobación de la Hipótesis Específica: Relación entre la Dimensión 5S y Lean Manufacturing

			<i>Lean Manufacturing</i>	5S
Rho de Spearman	<i>Lean Manufacturing</i>	Coefficiente de correlación	1.000	0.961**
		Sig. (bilateral)	.	.000
	5S	Coefficiente de correlación	0.961**	1.000
		Sig. (bilateral)	0.000	.

Nota: **. La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

4.3.3. Relación entre la Dimensión Kanban y Lean Manufacturing

Tomando como referencia los resultados mostrados en la Tabla 8 en cuanto a la prueba de normalidad, todas las dimensiones y un constructo no presentan una distribución normal, por lo que se debe aplicar la prueba no paramétrica. Particularmente, se escogió la prueba de correlación de Rangos de Spearman y se planteó la siguiente prueba de hipótesis: Ho: No existe relación positiva entre la implementación de la dimensión Kanban y el constructo *lean manufacturing* de las empresas de la industria plástica ubicadas en Lima en el 2022.

H1: Existe relación positiva entre la implementación de la dimensión Kanban y el constructo *lean manufacturing* de las empresas de la industria plástica ubicadas en Lima en el 2022.

En la Tabla 19 se presentan los resultados obtenidos de la prueba, mismos que arrojaron que el nivel de significancia es igual a 0.000 menor a 0.01; motivo por el cual se rechazó la hipótesis nula y se aceptó la hipótesis alterna, es decir, se infirió que sí existe relación directamente proporcional y de grado alto entre la implementación de la dimensión Kanban y el constructo *lean manufacturing* de las empresas de la industria plástica ubicadas en Lima en el 2022. Se pudo comprobar que la relación entre la implementación de la dimensión Kanban y el constructo *lean manufacturing* es significativa (sig 0.000), directa y positiva considerable ($r= 0.945$) según Hernández et al. (2014).

Tabla 19

Coefficiente Rho de Spearman para la Comprobación de la Hipótesis Específica: Relación entre la Dimensión Kanban y Lean Manufacturing

			<i>Lean Manufacturing</i>	Kanban
Rho de Spearman	<i>Lean Manufacturing</i>	Coefficiente de correlación	1.000	0.945**
		Sig. (bilateral)	.	0.000
	Kanban	Coefficiente de correlación	0.945**	1.000
		Sig. (bilateral)	0.000	.

Nota: **. La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

4.3.4. Relación entre la Dimensión SMED y Lean Manufacturing

Tomando como referencia los resultados mostrados en la Tabla 8 en cuanto a la prueba de normalidad, todas las dimensiones y un constructo no presentan una distribución normal, por lo que se debe aplicar la prueba no paramétrica. Particularmente, se escogió la prueba de correlación de Rangos de Spearman y se planteó la siguiente prueba de hipótesis:

Ho: No existe relación positiva entre la implementación de la dimensión SMED y el constructo *lean manufacturing* de las empresas de la industria plástica ubicadas en Lima en el 2022.

H1: Existe relación positiva entre la implementación de la dimensión SMED y el constructo *lean manufacturing* de las empresas de la industria plástica ubicadas en Lima en el 2022.

En la Tabla 20 se presentan los resultados obtenidos de la prueba, los que arrojaron que el nivel de significancia es igual a 0.000 menor a 0.01; por lo que se rechazó la hipótesis nula y se aceptó la hipótesis alterna, es decir, se infirió que sí existe relación directamente proporcional y de grado alto entre la implementación de la dimensión SMED y el constructo *lean manufacturing* de las empresas de la industria plástica ubicadas en Lima en el 2022. Se pudo comprobar que la relación entre la implementación de la dimensión SMED y el constructo *lean manufacturing* es significativa (sig 0.000), directa y positiva considerable ($r=0.991$) según Hernández et al. (2014).

Tabla 20

Coefficiente Rho de Spearman para la Comprobación de la Hipótesis Específica: Relación entre la Dimensión SMED y Lean Manufacturing

		<i>Lean Manufacturing</i>		
			<i>Lean Manufacturing</i>	SMED
Rho de Spearman	<i>Lean Manufacturing</i>	Coefficiente de correlación	0.000	0.991**
		Sig. (bilateral)	.	0.000
	SMED	Coefficiente de correlación	0.991**	1.000
		Sig. (bilateral)	0.000	.

Nota: **. La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

4.3.5. Relación entre la Dimensión Factor Social y Sostenibilidad

Tomando como referencia los resultados mostrados en la Tabla 8 en cuanto a la prueba de normalidad, todas las dimensiones y un constructo no presentan una distribución

normal, por lo que se debe aplicar la prueba no paramétrica. Particularmente, se escogió la prueba de correlación de Rangos de Spearman y se planteó la siguiente prueba de hipótesis:

Ho: No existe relación positiva entre la implementación de la dimensión social y el constructo sostenibilidad de las empresas de la industria plástica ubicadas en Lima en el 2022.

H1: Existe relación positiva entre la implementación de la dimensión social y el constructo sostenibilidad de las empresas de la industria plástica ubicadas en Lima en el 2022.

En la Tabla 21 se presentan los resultados obtenidos de la prueba, los que arrojaron que el nivel de significancia es igual a 0.000 menor a 0.01; por lo que se rechazó la hipótesis nula y se aceptó la hipótesis alterna, es decir, se infirió que sí existe relación directamente proporcional y de grado alto entre la dimensión social y el constructo sostenibilidad de las empresas de la industria plástica ubicadas en Lima en el 2022. Se pudo comprobar que la relación entre la implementación de la dimensión factor social y el constructo sostenibilidad es significativa (sig 0.000), directa y positiva considerable ($r= 0.984$) según Hernández et al. (2014).

Tabla 21

Coefficiente Rho de Spearman para la Comprobación de la Hipótesis Específica: Relación entre la Dimensión Factor Social y Sostenibilidad

			Sostenibilidad	Factor Social
Rho de Spearman	Sostenibilidad	Coefficiente de correlación	0.000	0.984**
		Sig. (bilateral)	.	0.000
	Factor Social	Coefficiente de correlación	0.984**	1.000
		Sig. (bilateral)	0.000	.

Nota: **. La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

4.3.6. Relación entre la Dimensión Económico y Sostenibilidad

Tomando como referencia los resultados mostrados en la Tabla 8 en cuanto a la prueba de normalidad, todas las dimensiones y un constructo no presentan una distribución

normal, por lo que se debe aplicar la prueba no paramétrica. Particularmente, se escogió la prueba de correlación de Rangos de Spearman y se planteó la siguiente prueba de hipótesis:

Ho: No existe relación positiva entre la implementación de la dimensión económica y el constructo sostenibilidad de las empresas de la industria plástica ubicadas en Lima en el 2022.

H1: Existe relación positiva entre la implementación de la dimensión económica y el constructo sostenibilidad de las empresas de la industria plástica ubicadas en Lima en el 2022.

En la Tabla 22 se presentan los resultados obtenidos de la prueba, los que arrojaron que el nivel de significancia es igual a 0.000 menor a 0.01; por lo que se rechazó la hipótesis nula y se aceptó la hipótesis alterna, es decir, se infirió que sí existe relación directamente proporcional y de grado alto entre la dimensión económica y el constructo sostenibilidad de las empresas de la industria plástica ubicadas en Lima en el 2022. Se pudo comprobar que la relación entre la implementación de la dimensión económica y el constructo sostenibilidad es significativa (sig 0.000), directa y positiva considerable ($r= 0.946$) según Hernández et al. (2014).

Tabla 22

Coefficiente Rho de Spearman para la Comprobación de la Hipótesis Específica: Relación entre la Dimensión Factor Económico y Sostenibilidad

		Factor		
		Sostenibilidad		Económico
Rho de Spearman	Sostenibilidad	Coefficiente de correlación	0.000	0.946**
		Sig. (bilateral)	.	0.000
	Factor Económico	Coefficiente de correlación	0.946**	1.000
		Sig. (bilateral)	0.000	.

Nota: **. La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

4.3.7. Relación entre la Dimensión Medio Ambiente y Sostenibilidad

Tomando como referencia los resultados mostrados en la Tabla 8 en cuanto a la prueba de normalidad, todas las dimensiones y un constructo no presentan una distribución normal, por lo que se debe aplicar la prueba no paramétrica. Particularmente, se escogió la prueba de correlación de Rangos de Spearman y se planteó la siguiente prueba de hipótesis: Ho: No existe relación positiva entre la implementación de la dimensión medio ambiente y el constructo sostenibilidad de las empresas de la industria plástica ubicadas en Lima en el 2022.

H1: Existe relación positiva entre la implementación de la dimensión medio ambiente y el constructo sostenibilidad de las empresas de la industria plástica ubicadas en Lima en el 2022.

En la Tabla 23 se presentan los resultados obtenidos de la prueba, los que arrojaron que el nivel de significancia es igual a 0.000 menor a 0.01; por lo que se rechazó la hipótesis nula y se aceptó la hipótesis alterna, es decir, se infirió que sí existe relación directamente proporcional y de grado alto entre la dimensión medio ambiente y el constructo sostenibilidad de las empresas de la industria plástica ubicadas en Lima en el 2022. Se pudo comprobar que la relación entre la implementación de la dimensión medio ambiente y el constructo sostenibilidad es significativa (sig 0.000), directa y positiva considerable ($r= 0.964$) según Hernández et al. (2014).

Tabla 23

Coefficiente Rho de Spearman para la Comprobación de la Hipótesis Específica: Relación entre la Dimensión Factor Medio Ambiente y Sostenibilidad

		Factor Medio		
		Sostenibilidad		Ambiente
Rho de Spearman	Sostenibilidad	Coeficiente de correlación	0.000	0.964**
		Sig. (bilateral)	.	0.000
	Factor Medio	Coeficiente de correlación	0.964**	1.000
	Ambiente	Sig. (bilateral)	0.000	.

Nota: **. La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

4.3.8. Comprobación de las Hipótesis Específicas

En la Tabla 24 se puede visualizar el resumen de la comprobación de las hipótesis específicas planteadas en la presente investigación, por lo que se puede destacar estos resultados:

- La relación entre la implementación de la dimensión 5S y el constructo *lean manufacturing* de las empresas de la industria plástica ubicadas en Lima en el 2022 es directamente proporcional y de grado alto ($r= 0.961$); además de significativa (sig 0.000).
- La relación entre la implementación de la dimensión Kanban y el constructo *lean manufacturing* de las empresas de la industria plástica ubicadas en Lima en el 2022 es directamente proporcional y de grado alto ($r= 0.945$); además de significativa (sig 0.000).
- La relación entre la implementación de la dimensión SMED y el constructo *lean manufacturing* de las empresas de la industria plástica ubicadas en Lima en el 2022 es directamente proporcional y de grado alto ($r= 0.991$); además de significativa (sig 0.000).

- La relación entre la implementación de la dimensión factor social y el constructo sostenibilidad de las empresas de la industria plástica ubicadas en Lima en el 2022 es directamente proporcional y de grado alto ($r= 0.984$); además de significativa (sig 0.000).
- La que la relación entre la implementación de la dimensión económica y el constructo sostenibilidad de las empresas de la industria plástica ubicadas en Lima en el 2022 es directamente proporcional y de grado alto ($r= 0.946$); además de significativa (sig 0.000).
- La relación entre la implementación de la dimensión medio ambiente y el constructo sostenibilidad de las empresas de la industria plástica ubicadas en Lima en el 2022 es directamente proporcional y de grado alto ($r= 0.964$); además de significativa (sig 0.000).

Tabla 24*Resumen de la Comprobación de las Hipótesis Específicas de la Investigación*

Variable latente	Coefficiente de correlación
<i>Lean manufacturing</i>	
5's	0.961
Kanban	0.945
ESMED	0.991
Variable latente	Coefficiente de correlación
Sostenibilidad	
Factor social	0.984
Factor económico	0.946
Factor medio ambiente	0.964

4.4. Análisis Inferencial

Para iniciar el análisis inferencial de los datos se utilizó el modelado de ecuaciones estructurales basado en covarianza (CB-SEM) con el propósito de evaluar la confiabilidad y validación del modelo de medición y poder desarrollar la estimación de los parámetros del modelo estructural. Para este modelamiento se requirió tomar en consideración medidas básicas de ajuste absoluto del modelo detalladas en la Tabla 25 con el fin de evaluar los parámetros, los cuales fueron la base para aceptar o rechazar las relaciones propuestas. Para evaluar el modelo de medida se aplicó el análisis factorial confirmatorio (CFA) teniendo en cuenta como las variables observables (ítems) explicaron a las variables latentes; se evaluó la fiabilidad de los constructos y la varianza extraída (mediante las pruebas de Alfa de Cronbach y fiabilidad compuesta de Omega). Se construyó el modelo estructural SEM (*Structural Equation Modeling*) para contrastar las hipótesis que explicaron las relaciones causales entre *lean manufacturing* y sostenibilidad; además del nivel de relación de *lean manufacturing* con: 5's, Kanban y ESMED; y sostenibilidad con: factor social, factor económico y factor medio ambiente, a un nivel de confiabilidad del 95%; para evaluar la bondad de ajuste del modelo de medida y estructural se utilizó los indicadores: χ^2 /Grados de Libertad, RSMA (Root Mean Square Error Aproximation), Parsimony Goodness of Fit Index (PGFI), Parsimony Normed Index (PNFI) y Comparative Fit Index (CFI). Para procesar los datos se utilizó el software R 4.2.1 con las librerías: “psych”, “lavaan”, “semPlot” y “semtools”.

Resulta importante indicar que para validar el modelo teórico propuesto con la técnica SEM se tomaron en cuenta estadísticos que permiten determinar si el ajuste es adecuado o no. Por ello, es relevante destacar que se ha considerado la validación del modelo evaluando los índices de bondad de ajuste, asumiendo que un índice por sí solo no resulta suficiente para rechazar o aceptar el modelo, motivo por el cual se debe evaluar en conjunto (Kerlinger & Lee H, 2002). Como se puede apreciar en la Tabla 25, se obtuvo un valor de χ^2 /GL (chi-

cuadrado entre los grados de libertad) estimado de 1.728 (siendo menor a 3), el valor de RMSEA estimado fue de 0.143 (mayor a 0.08); y en referencia a PGFI, PNFI y CFI, el modelo de medida presentó valores de 0.521, 0.720 y 0.860, respectivamente; por lo que el modelo estructural presentó un buen ajuste (se cumplen 4 requisitos de 5). De manera que todos estos resultados obtenidos de los principales ajustes del modelo relacionados a la decisión de aceptar o no el modelo se evaluaron de manera conjunta, por lo que se recalcó que dichos índices sugieren la aceptación del modelo, dado que los valores señalan una correcta estimación. A continuación, en la Figura 10 se presentan las relaciones entre los constructos propuestos en el trabajo, los cuales son *lean manufacturing* y *sostenibilidad*; así como las hipótesis específicas de la investigación; este modelo hipotetizado se contrastó con los datos y se obtuvieron las estimaciones de parámetros que se presentan en la Figura 11.

Tabla 25

Indicadores de Convergencia y Validez del Modelo

Medida de ajuste		Buen ajuste	Observado	Decisión
χ^2 /Grados de Libertad	χ^2 /GL	≤ 3 (a)	1.728	Buen ajuste
Root Mean Square Error Aproximation	RMSEA	≤ 0.08 (b)	0.143	Ajuste moderado
Parsimony Goodness of Fit Index	PGFI	≥ 0.50 (d)	0.521	Buen ajuste
Parsimony Normed Index	PNFI	≥ 0.50 (d)	0.720	Buen ajuste
Comparative Fit Index	CFI	≥ 0.50 (d)	0.860	Buen ajuste

Nota. Tomado de “A New Incremental Fit Index for General Structural Equation Models” por K. Bollen, 1989 (<https://doi.org/10.1177/0049124189017003004>); de “Structural equation modeling with LISREL, PRELIS, and SIMPLIS: Basic concepts, applications, and programming” por B. Byrne, 1998, Lawrence Erlbaum Associates Publishers; de “Analyzing models with unobserved variables: Analysis of covariance structures” por E. Carmines & J. McIver, 1981, Sage Publications, Inc.; de “LISREL Approaches to Interaction Effects in Multiple Regression” por J. Jaccard & C. Wan, 1996, Sage. (<https://doi.org/10.4135/9781412984782>).

Figura 10

Relaciones Causales del Modelo Estructural (SEM)

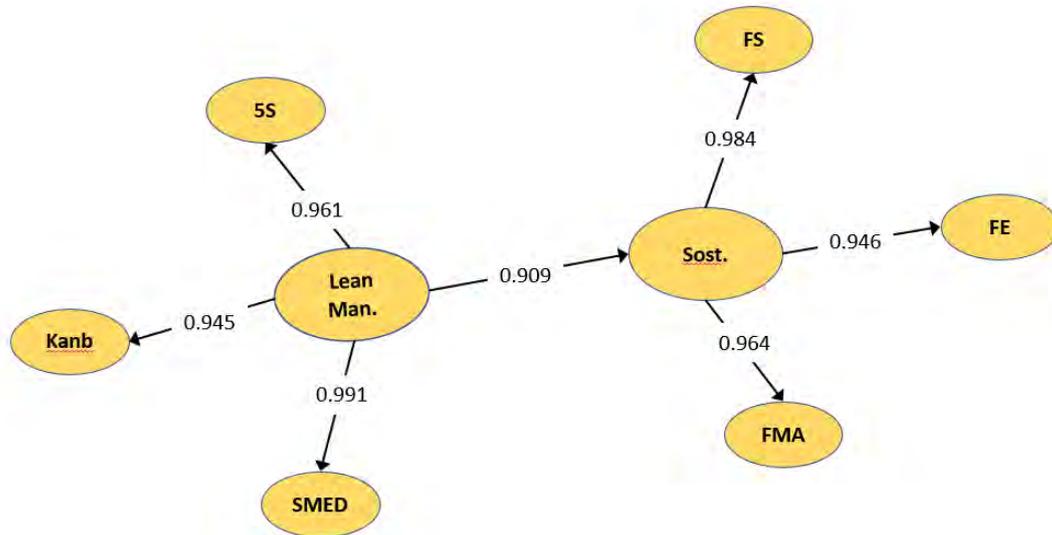
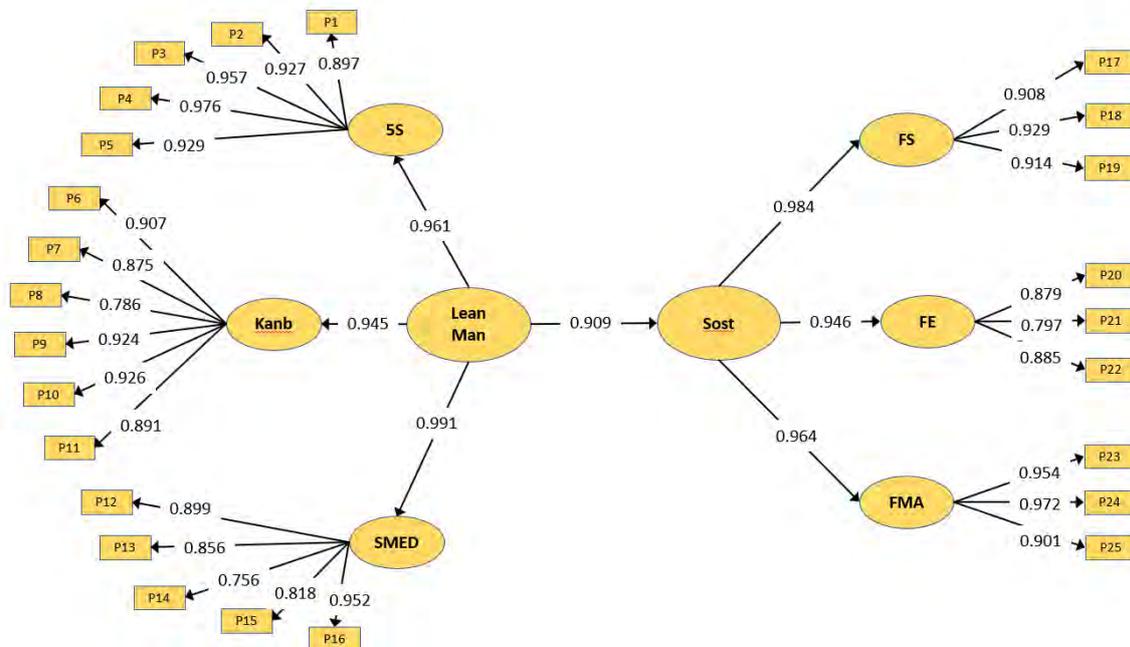


Figura 11

Modelo con Parámetros Estimados



A continuación, se presentan los resultados luego de haber aplicado la metodología del modelado de ecuaciones estructurales basado en covarianza (CB-SEM) y en la Tabla 26 se presenta el resumen de los resultados y de las pruebas de las hipótesis con el fin de determinar si se aceptan o rechazan las que se plantearon:

- En lo que respecta a las hipótesis de investigación se logró verificar la veracidad de la hipótesis general acerca de la relación entre la implementación del *lean manufacturing* y la sostenibilidad de las empresas de la industria plástica ubicadas en Lima en el 2022, dado que se confirmó la significancia estadística entre los constructos, siendo su coeficiente de regresión (β) igual a 0.909 y el p valor es 0.000 (Existe relación o dependencia cuando $p \leq 0.05$). Los índices de ajuste globales obtenidos como lo fueron: χ^2 /Grados de Libertad (1.728), Root Mean Square Error Aproximation (0.143); Parsimony Goodness of Fit Index (0.521); Parsimony Normed Index (0.720); y Comparative Fit Index (0.860), los cuales indican un ajuste razonable del modelo; por lo que, de acuerdo a los índices de ajustes globales, incrementales y de parsimonia el modelo es aceptado.
- Con respecto a las hipótesis específicas, se logró confirmar la hipótesis específica 1, debido a que se confirmó la relación entre la implementación de la dimensión 5S y el constructo *lean manufacturing* de las empresas de la industria plástica ubicadas en Lima en el 2022, dado que se confirmó la significancia estadística entre los constructos, siendo su coeficiente de regresión (β) igual a 0.961 y el p valor es 0.000 (Existe relación o dependencia cuando $p \leq 0.05$). Los índices de ajuste globales obtenidos como lo fueron: χ^2 /Grados de Libertad (1.728), Root Mean Square Error Aproximation (0.143); Parsimony Goodness of Fit Index (0.521); Parsimony Normed Index (0.720); y Comparative Fit Index (0.860), los cuales indican un ajuste razonable

del modelo; por lo que, de acuerdo a los índices de ajustes globales, incrementales y de parsimonia el modelo es aceptado.

- Con respecto a las hipótesis específicas, se logró confirmar la hipótesis específica 2, debido a que se confirmó la relación entre la implementación de la dimensión Kanban y el constructo *lean manufacturing* de las empresas de la industria plástica ubicadas en Lima en el 2022, dado que se confirmó la significancia estadística entre los constructos, siendo su coeficiente de regresión (β) igual a 0.945 y el p valor es 0.000 (Existe relación o dependencia cuando $p \leq 0.05$). Los índices de ajuste globales obtenidos como lo fueron: χ^2 /Grados de Libertad (1.728), Root Mean Square Error Aproximation (0.143); Parsimony Goodness of Fit Index (0.521); Parsimony Normed Index (0.720); y Comparative Fit Index (0.860), los cuales indican un ajuste razonable del modelo; por lo que, de acuerdo a los índices de ajustes globales, incrementales y de parsimonia el modelo es aceptado.
- Con respecto a las hipótesis específicas, se logró confirmar la hipótesis específica 3, debido a que se confirmó la relación entre la implementación de la dimensión SMED y el constructo *lean manufacturing* de las empresas de la industria plástica ubicadas en Lima en el 2022, dado que se confirmó la significancia estadística entre los constructos, siendo su coeficiente de regresión (β) igual a 0.991 y el p valor es 0.000 (Existe relación o dependencia cuando $p \leq 0.05$). Los índices de ajuste globales obtenidos como lo fueron: χ^2 /Grados de Libertad (1.728), Root Mean Square Error Aproximation (0.143); Parsimony Goodness of Fit Index (0.521); Parsimony Normed Index (0.720); y Comparative Fit Index (0.860), los cuales indican un ajuste razonable del modelo; por lo que, de acuerdo a los índices de ajustes globales, incrementales y de parsimonia el modelo es aceptado.

- Con respecto a las hipótesis específicas, se logró confirmar la hipótesis específica 4, debido a que se confirmó la relación entre la implementación de la dimensión social y el constructo sostenibilidad de las empresas de la industria plástica ubicadas en Lima en el 2022, dado que se confirmó la significancia estadística entre los constructos, siendo su coeficiente de regresión (β) igual a 0.984 y el p valor es 0.000 (Existe relación o dependencia cuando $p \leq 0.05$). Los índices de ajuste globales obtenidos como lo fueron: χ^2 /Grados de Libertad (1.728), Root Mean Square Error Aproximation (0.143); Parsimony Goodness of Fit Index (0.521); Parsimony Normed Index (0.720); y Comparative Fit Index (0.860), los cuales indican un ajuste razonable del modelo; por lo que, de acuerdo a los índices de ajustes globales, incrementales y de parsimonia el modelo es aceptado.
- Con respecto a las hipótesis específicas, se logró confirmar la hipótesis específica 5, debido a que se confirmó la relación entre la implementación de la dimensión económica y el constructo sostenibilidad de las empresas de la industria plástica ubicadas en Lima en el 2022, dado que se confirmó la significancia estadística entre los constructos, siendo su coeficiente de regresión (β) igual a 0.946 y el p valor es 0.000 (Existe relación o dependencia cuando $p \leq 0.05$). Los índices de ajuste globales obtenidos como lo fueron: χ^2 /Grados de Libertad (1.728), Root Mean Square Error Aproximation (0.143); Parsimony Goodness of Fit Index (0.521); Parsimony Normed Index (0.720); y Comparative Fit Index (0.860), los cuales indican un ajuste razonable del modelo; por lo que, de acuerdo a los índices de ajustes globales, incrementales y de parsimonia el modelo es aceptado.
- Con respecto a las hipótesis específicas, se logró confirmar la hipótesis específica 6, debido a que se confirmó la relación entre la implementación de la dimensión medio ambiente y el constructo sostenibilidad de las empresas de la industria plástica

ubicadas en Lima en el 2022, dado que se confirmó la significancia estadística entre los constructos, siendo su coeficiente de regresión (β) igual a 0.964 y el p valor es 0.000 (Existe relación o dependencia cuando $p \leq 0.05$). Los índices de ajuste globales obtenidos como lo fueron: χ^2 /Grados de Libertad (1.728), Root Mean Square Error Aproximation (0.143); Parsimony Goodness of Fit Index (0.521); Parsimony Normed Index (0.720); y Comparative Fit Index (0.860), los cuales indican un ajuste razonable del modelo; por lo que, de acuerdo a los índices de ajustes globales, incrementales y de parsimonia el modelo es aceptado.

4.5. Comprobación de las Hipótesis

- Hipótesis General: Existe relación positiva entre la implementación del *lean manufacturing* y la sostenibilidad de las empresas de la industria plástica ubicadas en Lima en el 2022. Considerando esta hipótesis, los resultados demostraron que la implementación del *lean manufacturing* sí tiene relación con la sostenibilidad, y esta es significativa ($p \leq 0.05$), siendo directamente proporcional y de grado alto (superior a 0.85); por lo que se rechazó la hipótesis nula y se aceptó la hipótesis alterna planteada.
- Hipótesis Específica 1: Existe relación positiva entre la implementación de la dimensión 5S y el constructo *lean manufacturing* de las empresas de la industria plástica ubicadas en Lima en el 2022. En relación a esta hipótesis, los resultados demostraron que la implementación de la dimensión 5S sí tiene relación positiva y directa con el constructo *lean manufacturing*, y esta es significativa ($p \leq 0.05$), siendo directamente proporcional y de grado alto (superior a 0.85); por lo que se rechazó la hipótesis nula y se aceptó la hipótesis alterna planteada.
Adicionalmente, el coeficiente de regresión se consideró como positivo, grande y

casi perfecto, dado que se encuentra muy cerca de 1.00 de acuerdo a lo explicado por Cohen (2013).

- Hipótesis Específica 2: Existe relación positiva entre la implementación de la dimensión Kanban y el constructo *lean manufacturing* de las empresas de la industria plástica ubicadas en Lima en el 2022. En relación a esta hipótesis, los resultados demostraron que la implementación de la dimensión Kanban sí tiene relación positiva y directa con el constructo *lean manufacturing*, y esta es significativa ($p \leq 0.05$), siendo directamente proporcional y de grado alto (superior a 0.85); por lo que se rechazó la hipótesis nula y se aceptó la hipótesis alterna planteada. Adicionalmente, el coeficiente de regresión se consideró como positivo, grande y casi perfecto, dado que se encuentra muy cerca de 1.00 de acuerdo a lo explicado por Cohen (2013).
- Hipótesis Específica 3: Existe relación positiva entre la implementación de la dimensión SMED y el constructo *lean manufacturing* de las empresas de la industria plástica ubicadas en Lima en el 2022. En relación a esta hipótesis, los resultados demostraron que la implementación de la dimensión SMED sí tiene relación positiva y directa con el constructo *lean manufacturing*, y esta es significativa ($p \leq 0.05$), siendo directamente proporcional y de grado alto (superior a 0.85); por lo que se rechazó la hipótesis nula y se aceptó la hipótesis alterna planteada. Adicionalmente, el coeficiente de regresión se consideró como positivo, grande y casi perfecto, dado que se encuentra muy cerca de 1.00 de acuerdo a lo explicado por Cohen (2013).
- Hipótesis Específica 4: Existe relación positiva entre la dimensión social y el constructo sostenibilidad de las empresas de la industria plástica ubicadas en Lima en el 2022. En relación a esta hipótesis, los resultados demostraron que la

implementación de la dimensión social sí tiene relación positiva y directa con el constructo sostenibilidad, y esta es significativa ($p \leq 0.05$), siendo directamente proporcional y de grado alto (superior a 0.85); por lo que se rechazó la hipótesis nula y se aceptó la hipótesis alterna planteada. Adicionalmente, el coeficiente de regresión se consideró como positivo, grande y casi perfecto, dado que se encuentra muy cerca de 1.00 de acuerdo a lo explicado por Cohen (2013).

- Hipótesis Específica 5: Existe relación positiva entre la dimensión económica y el constructo sostenibilidad de las empresas de la industria plástica ubicadas en Lima en el 2022. En relación a esta hipótesis, los resultados demostraron que la implementación de la dimensión económica sí tiene relación positiva y directa con el constructo sostenibilidad, y esta es significativa ($p \leq 0.05$), siendo directamente proporcional y de grado alto (superior a 0.85); por lo que se rechazó la hipótesis nula y se aceptó la hipótesis alterna planteada. Adicionalmente, el coeficiente de regresión se consideró como positivo, grande y casi perfecto, dado que se encuentra muy cerca de 1.00 de acuerdo a lo explicado por Cohen (2013).
- Hipótesis Específica 6: Existe relación positiva entre la dimensión medio ambiente y el constructo sostenibilidad de las empresas de la industria plástica ubicadas en Lima en el 2022. En relación a esta hipótesis, los resultados demostraron que la implementación de la dimensión medio ambiente sí tiene relación positiva y directa con el constructo sostenibilidad, y esta es significativa ($p \leq 0.05$), siendo directamente proporcional y de grado alto (superior a 0.85); por lo que se rechazó la hipótesis nula y se aceptó la hipótesis alterna planteada. Adicionalmente, el coeficiente de regresión se consideró como positivo, grande y casi perfecto, dado que se encuentra muy cerca de 1.00 de acuerdo a lo explicado por Cohen (2013).

4.6. Discusión de los Resultados

De acuerdo con los resultados obtenidos de los estadísticos descriptivos de la correlación entre el *lean manufacturing* y la sostenibilidad de las empresas de la industria plástica ubicadas en Lima en el 2022, específicamente con un coeficiente de correlación de 0.909 con una significancia de 0.000, se comprobó que existe una relación directamente proporcional y de grado alto según Hernández y Mendoza (2018). Cabe enfatizar que dicho resultado demostró que la implementación del *lean manufacturing* en las empresas de la industria plástica ubicadas en Lima en el 2022 es importante para la sostenibilidad de esas empresas. En este sentido, esos datos son consistentes con las investigaciones de Mbogo (2019); Marques et al. (2019); Nath & Agrawal (2020) y Mårtensson et al. (2019), quienes llegaron a la conclusión según los entornos analizados, que el *lean manufacturing* sí se relaciona con la sostenibilidad, de forma que si se implementa el *lean manufacturing* en las empresas de la industria plástica ubicadas en Lima se podría mejorar el tema de la sostenibilidad en las mismas.

De esta manera, para contrastar este resultado con otros hallados por investigadores que usaron un modelo teórico inicial parecido al del presente estudio, se encontró que otros autores como Sajan et al. (2017) abordarían las relaciones entre la implementación del *lean manufacturing* y las tres dimensiones del constructo sostenibilidad (factor social, factor económico y factor medio ambiente), dado que consideraron como marco de estudio expresar las interrelaciones del *lean manufacturing* con las actuaciones de sostenibilidad ambiental, actuaciones de sostenibilidad económica y actuaciones de sostenibilidad social. Igualmente, en el trabajo de investigación realizado por Varela et al. (2019) coincidieron al estudiar la influencia del *lean manufacturing* sobre los tres pilares principales de la sustentabilidad (económico, ambiental, y social) directamente.

Tomando en consideración los resultados obtenidos de la relación entre la implementación de la dimensión 5S y el constructo *lean manufacturing* de las empresas de la industria plástica ubicadas en Lima en el 2022, específicamente con un coeficiente de 0.961 con una significancia de 0.000, se comprobó que existe una relación directamente proporcional y de grado alto, además de positiva considerable según Hernández y Mendoza (2018). Por consiguiente, se puede destacar que dicho resultado demostró que la implementación de la dimensión 5S en las empresas de la industria plástica ubicadas en Lima en el 2022 es importante para el constructo *lean manufacturing* de esas empresas. A través del modelamiento de ecuaciones estructurales (SEM) de igual manera se verificó esta relación tras obtener un coeficiente que se consideró como positivo, grande y casi perfecto.

Tabla 26

Resultados de las Pruebas de las Hipótesis (Modelo Propuesto)

Hipótesis	Constructo	Constructo Dimensión	Coefficiente	p valor	Hipótesis Nula	Hipótesis Alterna	Conclusión 1	Conclusión 2
HG	<i>Lean Manufacturing</i>	Sostenibilidad	0.909	0.000	No existe relación positiva entre la implementación del <i>lean manufacturing</i> y la sostenibilidad de las empresas de la industria plástica ubicadas en Lima en el 2022.	Existe relación positiva entre la implementación del <i>lean manufacturing</i> y la sostenibilidad de las empresas de la industria plástica ubicadas en Lima en el 2022.	Se acepta la hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula	Existe relación directamente proporcional y de grado alto entre la implementación de <i>lean manufacturing</i> y la sostenibilidad de las empresas de la industria plástica ubicadas en Lima en el 2022.
HE1	<i>Lean Manufacturing</i>	5S	0.961	0.000	No existe relación positiva entre la implementación de la dimensión 5S y el constructo <i>lean manufacturing</i> de las empresas de la industria plástica ubicadas en Lima en el 2022.	Existe relación positiva entre la implementación de la dimensión 5S y el constructo <i>lean manufacturing</i> de las empresas de la industria plástica ubicadas en Lima en el 2022.	Se acepta la hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula	Existe relación directamente proporcional y de grado alto entre la implementación de la dimensión 5S y el constructo <i>lean manufacturing</i> de las empresas de la industria plástica ubicadas en Lima en el 2022.
HE2	<i>Lean Manufacturing</i>	Kanban	0.945	0.000	No existe relación positiva entre la implementación de la dimensión Kanban y el constructo <i>lean manufacturing</i> de las empresas de la industria plástica ubicadas en Lima en el 2022.	Existe relación positiva entre la implementación de la dimensión Kanban y el constructo <i>lean manufacturing</i> de las empresas de la industria plástica ubicadas en Lima en el 2022.	Se acepta la hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula	Existe relación directamente proporcional y de grado alto entre la implementación de la dimensión Kanban y el constructo <i>lean manufacturing</i> de las empresas de la industria plástica ubicadas en Lima en el 2022.
HE3	<i>Lean Manufacturing</i>	SMED	0.991	0.000	No existe relación positiva entre la implementación de la dimensión SMED y el constructo <i>lean manufacturing</i> de las empresas de la industria plástica ubicadas en Lima en el 2022.	Existe relación positiva entre la implementación de la dimensión SMED y el constructo <i>lean manufacturing</i> de las empresas de la industria plástica ubicadas en Lima en el 2022.	Se acepta la hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula	Existe relación directamente proporcional y de grado alto entre la implementación de la dimensión SMED y el constructo <i>lean manufacturing</i> de las empresas de la industria plástica ubicadas en Lima en el 2022.
HE4	Sostenibilidad	Factor Social	0.984	0.000	No existe relación positiva entre la dimensión social y el constructo sostenibilidad de las empresas de la industria plástica ubicadas en Lima en el 2022.	Existe relación positiva entre la dimensión social y el constructo sostenibilidad de las empresas de la industria plástica ubicadas en Lima en el 2022.	Se acepta la hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula	Existe relación directamente proporcional y de grado alto entre la dimensión social y el constructo sostenibilidad de las empresas de la industria plástica ubicadas en Lima en el 2022.
HE5	Sostenibilidad	Factor Económico	0.946	0.000	No existe relación positiva entre la dimensión económica y el constructo sostenibilidad de las empresas de la industria plástica ubicadas en Lima en el 2022.	Existe relación positiva entre la dimensión económica y el constructo sostenibilidad de las empresas de la industria plástica ubicadas en Lima en el 2022.	Se acepta la hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula	Existe relación directamente proporcional y de grado alto entre la dimensión económica y el constructo sostenibilidad de las empresas de la industria plástica ubicadas en Lima en el 2022.
HE6	Sostenibilidad	Factor Medio Ambiente	0.964	0.000	No existe relación positiva entre la dimensión medio ambiente y el constructo sostenibilidad de las empresas de la industria plástica ubicadas en Lima en el 2022.	Existe relación positiva entre la dimensión medio ambiente y el constructo sostenibilidad de las empresas de la industria plástica ubicadas en Lima en el 2022.	Se acepta la hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula	Existe relación directamente proporcional y de grado alto entre la dimensión medio ambiente y el constructo sostenibilidad de las empresas de la industria plástica ubicadas en Lima en el 2022.

Nota. Para *lean manufacturing* se observa que presentó relación significativa ($p \leq 0.05$) con 5's, Kanban y ESMED, siendo directamente proporcional y de grado alto (superior a 0.85); además, SMED presentó mayor grado de relación (coeficiente estimado de 0.991). Para sostenibilidad se observa que presentó relación significativa ($p \leq 0.05$) con factor social, factor económico y factor medio ambiente, siendo directamente proporcional y de grado alto (superior a 0.85); además, factor social presentó mayor grado de relación (coeficiente estimado de 0.984).

En relación con los resultados obtenidos de la relación entre la implementación de la dimensión Kanban y el constructo *lean manufacturing* de las empresas de la industria plástica ubicadas en Lima en el 2022, específicamente con un coeficiente de 0.945 con una significancia de 0.000, se comprobó que existe una relación directamente proporcional y de grado alto, además de positiva considerable según Hernández y Mendoza (2018). Es por esta razón que se puede resaltar que este resultado demostró que la implementación de la dimensión Kanban en las empresas de la industria plástica ubicadas en Lima en el 2022 es importante para el constructo *lean manufacturing* de esas empresas. A través del modelamiento de ecuaciones estructurales (SEM) se logró comprobar esta relación luego de obtener un coeficiente que se consideró como positivo, grande y casi perfecto.

Respecto a los resultados obtenidos de la relación entre la implementación de la dimensión SMED y el constructo *lean manufacturing* de las empresas de la industria plástica ubicadas en Lima en el 2022, específicamente con un coeficiente de relación de 0.991 con una significancia de 0.000, se comprobó que existe una relación directamente proporcional y de grado alto, además de positiva considerable según Hernández y Mendoza (2018). Por este motivo, es preciso enfatizar que este resultado demostró que la implementación de la dimensión SMED en las empresas de la industria plástica ubicadas en Lima en el 2022 es importante para el constructo *lean manufacturing* de esas empresas. A través del modelamiento de ecuaciones estructurales (SEM) se logró comprobar esta relación luego de obtener un coeficiente que se consideró como positivo, grande y casi perfecto.

Considerando los resultados obtenidos de la relación entre la implementación de la dimensión social y el constructo sostenibilidad de las empresas de la industria plástica ubicadas en Lima en el 2022, específicamente con un coeficiente de 0.984 con una significancia de 0.000, se comprobó que existe una relación directamente proporcional y de grado alto, además de positiva considerable según Hernández y Mendoza (2018). Por

consiguiente, se puede destacar que dicho resultado demostró que la implementación de la dimensión social en las empresas de la industria plástica ubicadas en Lima en el 2022 es importante para el constructo sostenibilidad de esas empresas. A través del modelamiento de ecuaciones estructurales (SEM) de igual manera se verificó esta relación tras obtener un coeficiente que se consideró como positivo, grande y casi perfecto.

En cuanto a los resultados obtenidos de la relación entre la implementación de la dimensión económica y el constructo sostenibilidad de las empresas de la industria plástica ubicadas en Lima en el 2022, específicamente con un coeficiente de 0.946 con una significancia de 0.000, se comprobó que existe una relación directamente proporcional y de grado alto, además de positiva considerable según Hernández y Mendoza (2018). Por consiguiente, se puede destacar que dicho resultado demostró que la implementación de la dimensión económica en las empresas de la industria plástica ubicadas en Lima en el 2022 es importante para el constructo sostenibilidad de esas empresas. A través del modelamiento de ecuaciones estructurales (SEM) de igual manera se verificó esta relación tras obtener un coeficiente que se consideró como positivo, grande y casi perfecto.

Referente a los resultados obtenidos de la relación entre la implementación de la dimensión medio ambiente y el constructo sostenibilidad de las empresas de la industria plástica ubicadas en Lima en el 2022, específicamente con un coeficiente de 0.964 con una significancia de 0.000, se comprobó que existe una relación directamente proporcional y de grado alto, además de positiva considerable según Hernández y Mendoza (2018). Por consiguiente, se puede destacar que dicho resultado demostró que la implementación de la dimensión medio ambiente en las empresas de la industria plástica ubicadas en Lima en el 2022 es importante para el constructo sostenibilidad de esas empresas. A través del modelamiento de ecuaciones estructurales (SEM) de igual manera se verificó esta relación tras obtener un coeficiente que se consideró como positivo, grande y casi perfecto.

Resulta indispensable destacar que la perspectiva de los sistemas a nivel empresarial permite visualizar de qué manera el lean manufacturing refuerza la gestión y permite la sostenibilidad haciendo que su adopción sea rentable al permitir el control de los desperdicios en el lugar de trabajo. También ayuda a reconocer que cuando se adopta el *lean manufacturing* como alternativa se trabaja en el compromiso y la motivación de las partes interesadas y se contribuye a una cultura abierta y más receptiva al cambio. En cuanto a las implicaciones teóricas de este estudio, es necesario manifestar que los resultados obtenidos pueden servir como un ejemplo útil para una futura investigación interdisciplinaria, en la cual se exploren las complementariedades y sinergias entre paradigmas alternativos.

Por otra parte, en relación a las implicaciones empresariales del presente estudio, es preciso señalar que la confirmación de que el *lean manufacturing* es un habilitador de sostenibilidad basado en su capacidad y en sus tres pilares, permitió determinar que la implementación combinada de ambos constructos es crítica para los profesionales en el mundo competitivo actual, para que se puedan asignar de manera óptima los recursos, aprovechando al máximo las sinergias y los beneficios externos positivos de uno sobre el otro. Por último, debido a la relación inversa hallada en el modelo SEM, es importante indicar que para que la implementación del *lean manufacturing* y la sostenibilidad se logre con éxito se requiere mucha atención por parte de todos los miembros de las empresas, proveedores, distribuidores y clientes; también los gerentes necesitan comprender profundamente sus conceptos antes de persuadir a sus trabajadores con el fin de que tengan una mayor disposición y cooperación ante ello.

Capítulo V: Conclusiones y Recomendaciones

5.1. Conclusiones

- A través del análisis estadístico se encontró una relación directamente proporcional y de grado alto entre la implementación del *lean manufacturing* y la sostenibilidad de las empresas de la industria plástica ubicadas en Lima en el 2022 presentó una significancia de 0.000, por lo tanto, se rechazó la hipótesis general nula y se aceptó la hipótesis general alterna. Esto quiere decir que cuando se implementa el *lean manufacturing* en las empresas mejora su sostenibilidad vista desde los tres factores que la conforman.
- A través del análisis estadístico se encontró una relación directamente proporcional y de grado alto entre la implementación de la dimensión 5S y el constructo *lean manufacturing* de las empresas de la industria plástica ubicadas en Lima en el 2022 presentó una significancia de 0.000, por lo tanto, se rechazó la hipótesis específica 1 nula y se aceptó la hipótesis específica 1 alterna. Esto quiere decir que en estas empresas se mejoran las dinámicas de trabajo, así como los espacios de trabajo, las dinámicas de convivencia entre el personal y la organización.
- A través del análisis estadístico se encontró una relación directamente proporcional y de grado alto entre la implementación de la dimensión Kanban y el constructo *lean manufacturing* de las empresas de la industria plástica ubicadas en Lima en el 2022, con una significancia de 0.000, por lo tanto, se rechazó la hipótesis específica 2 nula y se aceptó la hipótesis específica 2 alterna. Esto quiere decir que en estas empresas se mejora la organización del trabajo y se limita la acumulación de tareas pendientes maximizando la eficiencia, es decir, se reducen los plazos de entrega y se utilizan eficazmente las instalaciones.

- A través del análisis estadístico se encontró una relación directamente proporcional y de grado alto entre la implementación de la dimensión SMED y el constructo *lean manufacturing* de las empresas de la industria plástica ubicadas en Lima en el 2022, con una significancia de 0.000, por lo tanto, se rechazó la hipótesis específica 3 nula y se aceptó la hipótesis específica 3 alterna. Esto quiere decir que en estas empresas se desarrollan actividades considerando la reducción de los residuos, es decir, se mejora la flexibilidad en los procesos de fabricación.
- A través del análisis estadístico se encontró una relación directamente proporcional y de grado alto entre la dimensión social y el constructo sostenibilidad de las empresas de la industria plástica ubicadas en Lima en el 2022, con una significancia de 0.000, por lo tanto, se rechazó la hipótesis específica 4 nula y se aceptó la hipótesis específica 4 alterna. Esto quiere decir que en estas empresas se da la igualdad de oportunidades, la cohesión y satisfacción de las necesidades básicas del personal.
- A través del análisis estadístico se encontró una relación directamente proporcional y de grado alto entre la dimensión económica y el constructo sostenibilidad de las empresas de la industria plástica ubicadas en Lima en el 2022, con una significancia de 0.000, por lo tanto, se rechazó la hipótesis específica 5 nula y se aceptó la hipótesis específica 5 alterna. Esto quiere decir que en estas empresas se evalúa la estabilidad financiera a corto y largo plazo, con el fin de conocer su capacidad de supervivencia, salud financiera y beneficios financieros potenciales.
- A través del análisis estadístico se encontró una relación directamente proporcional y de grado alto entre la dimensión medio ambiente y el constructo sostenibilidad de las empresas de la industria plástica ubicadas en Lima en el 2022, con una significancia de 0.000, por lo tanto, se rechazó la hipótesis específica 6 nula y se aceptó la hipótesis específica 6 alterna. Esto quiere decir que en estas empresas se

trabaja para asegurar la duración de los recursos, así como también el establecimiento de regulaciones estatutarias para salvaguardar el medio ambiente.

5.2. Recomendaciones

- Se recomienda a las empresas de la industria plástica ubicadas en Lima seguir aplicando herramientas del *lean manufacturing* con el fin de llevar un efectivo control y aseguramiento de la calidad de los productos y servicios que brindan, y poder garantizar un crecimiento en sus operaciones, beneficiando económicamente y generando bienestar a todos los grupos de interés.
- Se recomienda a las empresas de la industria plástica ubicadas en Lima considerar la aplicación de las herramientas *lean* como una alternativa efectiva para reducir la variabilidad de sus procesos y cumplir con los requisitos de sus clientes.
- Se recomienda la aplicación de las herramientas *lean manufacturing* para fomentar el desarrollo de una cultura de mejora continua, que les permita a las empresas de la industria plástica ubicadas en Lima identificar las oportunidades de mejora y efectuar análisis de causa que les permitan encontrar la causa raíz de las desviaciones o no conformidades en sus procesos.
- Se recomienda a las empresas de la industria plástica ubicadas en Lima fomentar la cultura de la mejora continua en sus trabajadores teniendo en consideración que las herramientas de *lean manufacturing* tienen como finalidad la eliminación del desperdicio, mejorando la productividad, incrementando la velocidad de respuesta y la flexibilidad de los procesos de la cadena de suministro, garantizando la supervivencia en el mercado.

- Se recomienda a las empresas de la industria plástica ubicadas en Lima que diseñen planes estratégicos orientados hacia la conservación de los recursos naturales y la mejora de sus procesos, que promuevan acciones para el uso eficiente de los recursos y que adopten nuevas tecnologías para incrementar el impacto económico y social.
- Se recomienda a las empresas de la industria plástica ubicadas en Lima desarrollar actividades que involucren a sus trabajadores para mejorar la integración y socialización entre las diversas áreas creando un clima laboral positivo que contribuya a la implementación de las herramientas *lean*.
- Considerando que el presente estudio fue de tipo transversal, ya que se aplicó el instrumento de recolección de datos a la muestra hallada en un único momento de tiempo; se recomienda que en futuros estudios se apliquen investigaciones longitudinales, con el fin de relacionar los dos constructos (*lean manufacturing* y sostenibilidad) en diferentes momentos del año y finalmente comparar los resultados que se obtengan en estos estudios.

Referencias

- Abolhassani, A., Layfield, K., & Gopalakrishnan, B. (2016). Lean and US manufacturing industry: Popularity of practices and implementation barriers. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 65(7), 875-897.
<https://doi.org/10.1108/IJPPM-10-2014-0157>
- Almahmoud, E., & Kumar, H. (2020). Identifying the key factors in construction projects that affect neighbourhood social sustainability. *Facilities*, 38(11/12), 765-782.
<https://doi.org/10.1108/F-11-2019-0121>
- Amjad, M., Rafique, M., & Khan, M. (2020). Modern divulge in production optimization: An implementation framework of larg manufacturing with industry 4.0. *International Journal of Lean Six Sigma*, 12(5), 992-1016. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-07-2020-0099>
- Ben, R., Vinodh, S., & Asokan, P. (2019). State of art perspectives of lean and sustainable manufacturing. *International Journal of Lean Six Sigma*, 10(1), 234-256.
<https://doi.org/10.1108/IJLSS-11-2016-0070>
- Bernal, C. (2010). *Metodología de la investigación. Administración, economía, humanidades y ciencias sociales*. Pearson.
- Biedenbach, G., & Manzhynski, S. (2016). Internal branding and sustainability: investigating perceptions of employees. *Journal of Product & Brand Management*, 25(3), 296–306.
<https://doi.org/10.1108/JPBM-06-2015-0913>
- Bollen, K. (1989). A new incremental fit index for general structural equation models. *Sociological Methods & Research*, 17(3), 303–316.
<https://doi.org/10.1177/0049124189017003004>
- Buzón, J. (2019). *Lean manufacturing*. Elearning S.L.

Byrne, B. (1998). *Structural equation modeling with LISREL, PRELIS, and SIMPLIS: Basic concepts, applications, and programming*. Lawrence Erlbaum Associates Publishers.

Cadena-Iñiguez, P., Rendón-Medel, R., Aguilar-Ávila, J., Salinas-Cruz, E., De la Cruz-Morales, F., & Sangerman-Jarquín, D. (2017). Métodos cuantitativos, métodos cualitativos o su combinación en la investigación: Un acercamiento en las ciencias sociales. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 8(7), 1603-1617.

<http://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v8n7/2007-0934-remexca-8-07-1603.pdf>

Carmines, E., & McIver, J. (1981). *Analyzing models with unobserved variables: Analysis of covariance structures*. In G. W. Bohrnstedt, & E. F. Borgatta (Eds.), *Social Measurement: Current Issues*. Sage Publications, Inc.

Cavaleri, S., & Shabana, K. (2018). Rethinking sustainability strategies. *Journal of Strategy and Management*, 11(1), 2-17. <https://doi.org/10.1108/JSMA-08-2016-0050>

Centro de Innovación y Desarrollo Emprendedor. (2022). *Innovación empresarial: Panorama en el Perú y herramientas que la potenciarán en el 2022*.

<https://cide.pucp.edu.pe/innovacion-empresarial-panorama-en-el-peru-y-herramientas-que-la-potenciaran-en-el-2022/>

Chen, J., & Cheng, C. (2018). Solving social loafing phenomenon through Lean-Kanban. a case study in non-profit organization. *Journal of Organizational Change Management*, 31(5), 984-1000. <https://doi.org/10.1108/JOCM-12-2016-0299>

Ching, N., Ghobakhloo., M. Iranmanesh, M., Maroufkhani, P., & Asadi, S. (2022). Industry 4.0 applications for sustainable manufacturing: A systematic literature review and a roadmap to sustainable development. *Journal of Cleaner Production*, 334, 1-18.

<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.130133>

- Chowdary, B., George, D. (2012). Improvement of manufacturing operations at a pharmaceutical company. A lean manufacturing approach. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 23(1), 56-75. <https://doi.org/10.1108/17410381211196285>
- Cohen, J. (2013). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. Routledge Academic.
- Dahmani, N., Belhadi, A., Benhida, K., Elfezazi, S., Ezahra, F., & Azougagh, Y. (2022). Integrating lean design and eco-design to improve product design: From literature review to an operational framework. *Energy & Environment*, 33(1), 189–219. <https://doi.org/10.1177/0958305X21993481>
- Dam, L., & Petkova, B. (2014). The impact of environmental supply chain sustainability programs on shareholder wealth. *International Journal of Operations & Production Management*, 34(5), 586-609. <https://doi.org/10.1108/IJOPM-10-2012-0482>
- Dash, G., & Paul, J. (2021). CB-SEM vs PLS-SEM methods for research in social sciences and technology Forecasting. *Technological Forecasting and Social Change*, 173, 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.121092>
- Dixit, A., Kumar, S., & Kumar, P. (2022). Does lean and sustainable manufacturing lead to industry 4.0 adoption: The mediating role of ambidextrous innovation capabilities. *Technological Forecasting & Social Change*, 175, 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.121328>
- Dora, M., Van Goubergen, D., Kumar, M., Molnar, A., & Gellynck, X. (2014). Application of lean practices in small and medium-sized food enterprises. *British Food Journal*, 116(1), 125-141. <https://doi.org/10.1108/BFJ-05-2012-0107>
- Durakovic, B., Demir, R., Abat, K., & Emek, C. (2018, June). Lean manufacturing: Trends and implementation issues. *Periodicals of Engineering and Natural Sciences*, 6(1), 130-143. <http://dx.doi.org/10.21533/pen.v6i1.45>

- Ekincioglu, C., & Boran, S. (2018). SMED methodology based on Fuzzy Taguchi method. *Journal of Enterprise Information Management*, 31(6), 867-878.
<https://doi.org/10.1108/JEIM-01-2017-0019>
- Elizondo, A. (2002). *Metodología de la investigación contable*. Thomson.
- Evans, S., & Peirson, A. (2018). The sustainability word challenge. Exploring consumer interpretations of frequently used words to promote sustainable fashion brand behaviors and imagery. *Journal of Fashion Marketing and Management*, 22(2), 252-269. <https://doi.org/10.1108/JFMM-10-2017-0103>
- Feil, A., Schreiber, D., Haetinger, C., Strasburg, V., & Barkert, C. (2019). Sustainability indicators for industrial organizations: Systematic review of literature. *Sustainability*, 11, 1-14. <https://doi.org/10.3390/su11030854>
- Gallagher, V., Porter, T., & Gallagher, K. (2020). Sustainability change agents: Leveraging political skill and reputation. *Journal of Organizational Change Management*, 33(1), 181-195. <https://doi.org/10.1108/JOCM-01-2018-0031>
- Ghaithan, A., Khan, M., Mohammed, A., & Hadidi, L. (2021). Impact of industry 4.0 and *lean manufacturing* on the sustainability performance of plastic and petrochemical organizations in Saudi Arabia. *Sustainability*, 13, 1-20.
<https://doi.org/10.3390/su132011252>
- Goshime, Y., Kitaw, D., & Jilcha, K. (2018). Lean manufacturing as a vehicle for improving productivity and customer satisfaction. A literature review on metals and engineering industries. *International Journal of Lean Six Sigma*, 10(2), 691-714.
<https://doi.org/10.1108/IJLSS-06-2017-0063>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación*. McGraw-Hill Education.

- Hernández, R., & Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. Mc Graw Hill Education.
- Hogevold, N., Svensson, G., Klopper, H., Wagner, B., Valera, J., Padin, C., Ferro, C., & Petzer, D. (2015). A triple bottom line construct and reasons for implementing sustainable business practices in companies and their business networks. *Corporate Governance*, 15(4), 427-443. <https://doi.org/10.1108/CG-11-2014-0134>
- Hurtado, I., Toro, J. (2007). *Paradigmas y métodos de investigación en tiempos de cambios. Modelos de conocimiento que rigen los procesos de investigación y los métodos científicos expuestos desde la perspectiva de las ciencias sociales*. CEC.
- Hussain, F., Dunnan, L., Jamil, K., Mustafa, S., Atif, M., Faizan, R., & Guangyu, Q. (2022, January). Mediating role of green supply chain management between lean manufacturing practices and sustainable performance. *Frontiers in Psychology*, 12, 1-11. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.810504>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2021). *INEI participó en el III Congreso Internacional de la industria plástica. Nota de prensa N° 078*. <https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/noticias/nota-de-prensa-no-078-2021-inei.pdf>
- Jaccard, J., & Wan, C. (1996). *LISREL Approaches to Interaction Effects in Multiple Regression*. Sage. <https://doi.org/10.4135/9781412984782>
- Jebaraj, S., Murugiah, U., & Marathamuthu, S. (2013). The use of SMED to eliminate small stops in a manufacturing firm. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 24(5), 792-807. <https://doi.org/10.1108/17410381311328016>
- Kabzhassarova, M., Kulzhanova, A., Dikhanbayeva, D., Guney, M., & Turkyilmaz, A. (2021). Effect of lean 4.0 on sustainability performance: A review. *Procedia*, 103, 73-78. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2021.10.011>

- Kerlinger, F., & Lee, H. (2002). *Investigación del comportamiento. Métodos de investigación en ciencias sociales*. McGraw-Hill.
- Kumar, N., Mathiyazhagan, K., & Mathivathanan, D. (2020). Modelling the interrelationship between factors for adoption of sustainable *lean manufacturing*: A business case from the Indian automobile industry. *International Journal of Sustainable Engineering*, 13(2), 93-107. <https://doi.org/10.1080/19397038.2019.1706662>
- Kumar, K., & Gupta, R. (2013). Comparative study of the impact of competency-based training on 5 “S” and TQM: A case study. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 31(3), 238-260. <https://doi.org/10.1108/IJQRM-12-2012-0163>
- Kwan, E., & Wan, H. (2012). Critical social sustainability factors in urban conservation. The case of the central police station compound in Hong Kong. *Facilities*, 30(9/10), 396-416. <https://doi.org/10.1108/02632771211235224>
- Leksic, I., Stefanic, N., & Veza, I. (2020, March). The impact of using different *lean manufacturing* tools on waste reduction. *Advances in Production Engineering & Management*, 15(1), 81-82. <https://doi.org/10.14743/apem2020.1.351>
- Leonardo, D., Sereno, B., Silva, D., Sampaio, M., & Massote, A. (2017) Implementation of hybrid Kanban-CONWIP System: A case study. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 28(6), 714-736. <https://doi.org/10.1108/JMTM-03-2016-0043>
- Ley de Impulso al Desarrollo Productivo y al Crecimiento Empresarial. (2013). Decreto Supremo N° 013-2013. *El Peruano*.
<https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/aprueban-texto-unico-ordenado-de-la-ley-de-impulso-al-desarr-decreto-supremo-n-013-2013-produce-1033071-5/>

- Lizarelli, F., Chakraborty, A., Antony, J., Jayaraman, R., Carneiro, M., & Furterer, S. (2022). Lean and its impact on sustainability performance in service companies: Results from a pilot study. *The TQM Journal*, 1-21. <https://doi.org/10.1108/TQM-03-2022-0094>
- Longoni, A., & Cagliano, R. (2015). Cross-functional executive involvement and worker involvement in lean manufacturing and sustainability alignment. *International Journal of Operations & Production Management*, 35(9), 1332-1358. <https://doi.org/10.1108/IJOPM-02-2015-0113>
- Lozano, R., Barreiro, M., & Zafar, A. (2021). Collaboration for organizational sustainability limits to growth: Developing factors, benefits, and challenges framework. *Sustainable Development*, 29, 728-737. <https://doi.org/10.1002/sd.2170>
- Marques, L., Costa, L., Gohr, C., Carvalho, L., & Da Silva, M. (2019). Criteria and practices for lean and green performance assessment: Systematic review and conceptual framework. *Journal of Cleaner Production*, 218, 746-762. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.02.042>
- Mårtensson, A., Snyder, K., & Ingelsson, P. (2019). Interlinking lean and sustainability: How ready are leaders? *The TQM Journal*, 31(2), 136-149. <https://doi.org/10.1108/TQM-04-2018-0046>
- Mbogo, J. (2019). Factors for effective implementation of *lean manufacturing* practice in selected industries in Tanzania. *Procedia Manufacturing*, 33, 351-358. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2019.04.043>
- Minh, H., Kai, H., Lim, M., & Chiu, A. (2017). Measuring business sustainability in food service operations: A case study in the fast food industry. *Benchmarking: An International Journal*, 24(4), 1037-1051. <https://doi.org/10.1108/BIJ-04-2015-0030>

- Mohan, J., Rao, N., & Lanka, K. (2020). System Dynamics modelling of fixed and dynamic Kanban controlled production systems: A supply chain perspective. *Journal of Modelling in Management*, 1-19. <https://doi.org/10.1108/JM2-06-2020-0168>
- Mulaik, S., James, L., Van Alstine, J., Bennett, N. (1989). Evaluation of goodness-of-fit indices for structural equation models. *Psychological Bulletin*, 105(3), 430-445. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/0033-2909.105.3.430>
- Narayanamurthy, G., & Gurumurthy, A. (2016). Leanness assessment: A literature review. *International Journal of Operations & Production Management*, 36(10), 1115-1160. <https://doi.org/10.1108/IJOPM-01-2015-0003>
- Nath, V., & Agrawal, R. (2020). Agility and lean practices as antecedents of supply chain social sustainability. *International Journal of Operations & Production Management*, 40(10), 1589-1611. <https://doi.org/10.1108/IJOPM-09-2019-0642>
- Navarro, P. (2021). Applying quality concepts to achieve environmental sustainability in the freight transport sector – reviewing process management and lean. *International Journal of Quality and Service Sciences*, 13(4), 545-562. <https://doi.org/10.1108/IJQSS-02-2020-0029>
- Nawanir, G., Lim, K., Othman, S., & Adeleke, A. (2018). Developing and validating lean manufacturing constructs: An SEM approach. *Benchmarking: An International Journal*, 25(5), 1382-1405. <https://doi.org/10.1108/BIJ-02-2017-0029>
- Ojha, R., Venkatesh, U. (2022). Manufacturing excellence using lean systems – A case of an automotive aggregate manufacturing plant in India. *Journal of Advances in Management Research*, 19(1), 1-11. <https://doi.org/10.1108/JAMR-10-2020-0284>
- Ortiz, F. (2004). *Diccionario de metodología de la investigación científica*. Limusa.
- Owens, K., & Legere, S. (2015). What do we say when we talk about sustainability? Analyzing faculty, staff and student definitions of sustainability at one American

- university. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 16(3), 367-384. <https://doi.org/10.1108/IJSHE-06-2013-0055>
- Padin, C., Ferro, C., Wagner, B., Valera, J., Hogevoold, N. and Svensson, G. (2016). Validating a triple bottom line construct and reasons for implementing sustainable business practices in companies and their business networks. *Corporate Governance*, 16(5), 849-865. <https://doi.org/10.1108/CG-12-2015-0163>
- Pagliosa, M., Tortorella, G., & Espindola, J. (2021). Industry 4.0 and lean manufacturing. A systematic literature review and future research directions. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 32(3), 543-569. <https://doi.org/10.1108/JMTM-12-2018-0446>
- Palange, A., & Dhatrik, P. (2021). *Lean manufacturing* a vital tool to enhance productivity in manufacturing. *Materials Today: Proceedings*, 46(1), 729-736. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.12.193>
- Pathak, G., & Nichter, M. (2019). The anthropology of plastics: An agenda for local studies of a global matter of concern. *Medical Anthropology Quarterly*, 33(3), 307–326. <https://doi.org/10.1111/maq.12514>
- Pawlik, E., Ijomah, W., Corney, J., & Powell, D. (2022). Exploring the application of lean best practices in remanufacturing: Empirical insights into the benefits and barriers. *Sustainability*, 14(149), 1-21. <https://doi.org/10.3390/su14010149>
- Petrescu, A., Raluca, F., Petrescu, M., Holban, I., Cătălina, M., & Căpușeanu, S. (2020). Assessing the benefits of the sustainability reporting practices in the top romanian companies. *Sustainability*, 12(8), 1-31. <https://doi.org/10.3390/su12083470>
- Piercy, N., & Rich, N. (2015). The relationship between lean operations and sustainable operations. *International Journal of Operations & Production Management*, 35(2), 282-315. <https://doi.org/10.1108/IJOPM-03-2014-0143>

- Presley, A., Presley, T., & Blum, M. (2018). Sustainability and company attractiveness. A study of american college students entering the job market. *Sustainability Accounting, Management and Policy Journal*, 9(4), 470-489. <https://doi.org/10.1108/SAMPJ-03-2017-0032>
- Rajadell, M. (2021). *Lean manufacturing: Herramientas para producir mejor*. Díaz de Santos.
- Rajeev, A., Sivakumar, S., Narayanamurthy, S. (2017). Love plastic: Ashiyana pipe's journey to redefine the positioning of plastic. *Emerald Emerging Markets Case Studies*, 7(4), 1-18. <https://doi.org/10.1108/EEMCS-06-2016-0142>
- Resta, B., Dotti, S., Gaiardelli, P., & Boffelli, A. (2017). How *lean manufacturing* affects the creation of sustainable value: An integrated model. *International Journal of Automation Technology*, 11(4), 542-551. <https://doi.org/10.20965/ijat.2017.p0542>
- Rostamnezhad, M., Nasirzadeh, F., Khanzadi, M., Jafar, M., & Ghayoumian, M. (2020). Modeling social sustainability in construction projects by integrating system dynamics and fuzzy-DEMATEL method: A case study of highway project. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 27(7), 1595-1618. <https://doi.org/10.1108/ECAM-01-2018-0031>
- Rupasinghe, H., & Wijethilake, C. (2021). The impact of leanness on supply chain sustainability: Examining the role of sustainability control systems. *Corporate Governance*, 21(3), 410-432. <https://doi.org/10.1108/CG-06-2020-0217>
- Rymaszewska, A. (2014). The challenges of lean manufacturing implementation in SMEs. *Benchmarking: An International Journal*, 21(6), 987-1002. <https://doi.org/10.1108/BIJ-10-2012-0065>

- Saad, S., Bhoovar, C., Bahador, R., & Zhang, H. (2021). Industry 4.0 application in *lean manufacturing*- A systematic review. *Advances in Manufacturing Technology*, 34, 341-346. <https://doi.org/10.3233/ATDE210059>
- Sajan, P., & Shalij, P. (2021). A multicase study approach in Indian manufacturing SMEs to investigate the effect of lean manufacturing practices on sustainability performance. *International Journal of Lean Six Sigma*, 12(3), 579-606. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-04-2020-0044>
- Sajan, P., Shalij, P., Ramesh, A.; & Biju, P. (2017). Lean manufacturing practices in Indian manufacturing SMEs and their effect on sustainability performance. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 28(6), 772-793. <https://doi.org/10.1108/JMTM-12-2016-0188>
- Samuel, R., Puppala, A., & Radovic, M. (2020). Sustainability benefits assessment of metakaolin-based geopolymer treatment of high plasticity clay. *Sustainability*, 12, 1-14. <https://doi.org/10.3390/su122410495>
- Singh, J., & Singh, I. (2017). 5S – A quality improvement tool for sustainable performance: Literature review and directions. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 34(3), 334-361. <https://doi.org/10.1108/IJQRM-03-2015-0045>
- Singh, J., Singh, H., & Singh, I. (2018). SMED for quick changeover in manufacturing industry – A case study. *Benchmarking: An International Journal*, 25(7), 2065-2088. <https://doi.org/10.1108/BIJ-05-2017-0122>
- Socconini, L. (2019). *Lean manufacturing. Paso a paso. El sistema de gestión empresarial japonés que revolucionó la manufactura y los servicios*. Marge Books.
- Stoica, M., & Hickman, T. (2021). Sustainability through the Lens of the professional adviser: The case for brand trust. *Journal of Product & Brand Management*, 1-13. <https://doi.org/10.1108/JPBM-05-2021-3466>

- Suárez, M., & Ramis, J. (2012). An exploratory study of 5S: A multiple case study of multinational organizations in Mexico. *Asian Journal on Quality*, 13(1), 77-99. <https://doi.org/10.1108/15982681211237842>
- Tan, N., Ghobakhloo, M., Iranmanesh, M., Maroufkhani, P., & Asadi, S. (2022). Industry 4.0 applications for sustainable manufacturing: A systematic literature review and a roadmap to sustainable development. *Journal of Cleaner Production*, 334, 1- 18. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.130133>
- Teixeira, P., Sá, J., Silva, F., Ferreira, L., Santos, G., & Fontoura, P. (2021). Connecting lean and green with sustainability towards a conceptual model. *Journal of Cleaner Production*, 322, 1-16. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.129047>
- Teh, D., & Corbitt, B. (2015). Building sustainability strategy in business. *Journal of Business Strategy*, 36(6), 39-46. <https://doi.org/10.1108/JBS-08-2014-0099>
- Toro, I., & Parra, R. (2006). *Método y conocimiento: Metodología de la investigación*. Universidad EAFIT.
- Valente, C., Amaral, P., & Alves, M. (2019). Assessment of the Lean effect on business performance: The case of manufacturing SMEs. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 31(3), 501-523. <https://doi.org/10.1108/JMTM-04-2019-0137>
- Varela, L., Araújo, A., Ávila, P., Castro, H., & Putnik, G. (2019). Evaluation of the relation between lean manufacturing, industry 4.0, and sustainability. *Sustainability*, 11(5), 1-19. <https://doi.org/10.3390/su11051439>
- Vegard, S., Semini, M., Ola, J., & Sgarbossa, F. (2021). The complementary effect of lean manufacturing and digitalization on operational performance. *International Journal of Production Research*, 59(7), 1976-1992. <https://doi.org/10.1080/00207543.2020.1790684>

- Vigneshvaran, R., & Vinodh, S. (2020). Development of a structural model based on ISM for analysis of barriers to integration of lean with industry 4.0. *The TQM Journal*, 33(6), 1201-1221. <https://doi.org/10.1108/TQM-07-2020-0151>
- Wadood, S., Sadiq, M., Chatha, K., & Farooq, S. (2022). Lean, sustainability and the triple bottom line performance: A systems perspective-based empirical examination. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 1-21. <https://doi.org/10.1108/IJPPM-06-2021-0347>
- Weisser, C. (2017). Defining sustainability in higher education: A rhetorical analysis. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 18(7), 1076-1089. <https://doi.org/10.1108/IJSHE-12-2015-0215>
- Yadav, V., Jain, R., Mittal, M., Panwar, A., & Lyons, A. (2019). The impact of lean practices on the operational performance of SMEs in India. *Industrial Management & Data Systems*, 119(2), 317-330. <https://doi.org/10.1108/IMDS-02-2018-0088>
- Yilmaz, A., Dora, M., Hezarkhani, B., & Kumar, M. (2022). Lean and industry 4.0: Mapping determinants and barriers from a social, environmental, and operational perspective. *Technological Forecasting & Social Change*, 175, 1-16. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.121320>

Apéndices

Apéndice A: Consentimiento Informado

Lima, julio de 2022

Estimado señor:

Como parte de la maestría en Dirección de Operaciones Productivas nos encontramos realizando un estudio titulado “RELACIÓN ENTRE LA IMPLEMENTACIÓN DEL *LEAN MANUFACTURING* Y LA SOSTENIBILIDAD DE LAS EMPRESAS DE LA INDUSTRIA DE PLÁSTICO UBICADAS EN LIMA 2022”. Por lo que agradecemos su disposición en colaborar con esta investigación y hacemos de su conocimiento que se les estará enviando un cuestionario con el objetivo de recolectar datos necesarios para la investigación y en caso lo necesite los resultados le serán entregados bajo su solicitud. De la misma manera es importante recalcar que esta es una investigación confidencial, motivo por el cual sus datos personales no aparecerán en ella y sus respuestas serán referenciadas de forma general. Ante cualquier duda o pregunta, puede contactarse con nosotros para que le sea brindada la orientación pertinente.

Atentamente,

-

Jorge Dino Enrique López Saldarriaga. DNI: 07873529

Sergio Clemente Villanueva Guzmán. DNI: 43102519

James Edgar Sánchez Vergara. DNI: 16738795

Wilder Fernando Ramos Llatas. DNI: 74022601

Apéndice B: Cuestionario a Aplicar a la Muestra

Introducción

Es fundamental su absoluta sinceridad en las respuestas dadas, ya que de ellas dependerá el éxito de la investigación. Por este motivo, su opinión sobre los enunciados planteados será estrictamente de carácter confidencial y su uso será académico.

Nota: Para cada enunciado se considera la escala del 1 al 5 donde:

1	2	3	4	5
Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo

Cuestionario del *Lean Manufacturing*

	1	2	3	4	5
1. Solo los materiales que realmente se necesitan están presentes en el área de trabajo.					
2. Solo las herramientas y equipos que se necesitan están presentes en el área de trabajo.					
3. Las ubicaciones de todos los materiales de producción están claramente marcadas y los materiales se almacenan en las ubicaciones correctas. Las áreas para WIP (piezas de trabajo en proceso) están claramente marcadas.					
4. Las áreas de trabajo, las áreas de almacenamiento, los pasillos, las máquinas, las herramientas, los equipos y las oficinas están limpios/ordenados y libres de riesgos de seguridad.					
5. Se realizan recorridos de limpieza programados regularmente y autoevaluaciones periódicas (auditorías 5S)					
6. El sistema Kanban se utiliza para autorizar la producción (Kanban es un sistema de señalización de trabajo como tarjetas, señales verbales, luces intermitentes, mensajes electrónicos, contenedores vacíos, etc.)					
7. La producción en una estación de trabajo en particular se realiza en función de la demanda actual de la estación de trabajo posterior.					
8. Se produce un artículo solo cuando lo solicitan los clientes.					
9. Para autorizar pedidos a proveedores, se utiliza Kanban de proveedor que rota entre fábrica y proveedores.					
10. Se utiliza el sistema Kanban para autorizar movimientos de material.					
11. Se usa el sistema Kanban (produciendo en respuesta a la demanda de la siguiente etapa del proceso de producción) para controlar la producción en lugar de programar con anticipación.					
12. Se trabaja para reducir el tiempo de regulación de máquinas en la planta					
13. Se tienen tiempos cortos de regulación de máquinas en la planta					
14. Los operadores realizan sus propias regulaciones de máquinas en la planta					
15. Los operadores están capacitados en las actividades de regulaciones de las máquinas en la planta					
16. Se hace hincapié en la necesidad de colocar todas las herramientas en un área conveniente para el operador					

Cuestionario de la Sostenibilidad

	1	2	3	4	5
1. Las prácticas comerciales sostenibles de la empresa toman en cuenta las actividades actuales en la comunidad					
2. Las prácticas comerciales sostenibles de la empresa consideran el bienestar social de la comunidad en su conjunto					
3. Las prácticas comerciales sostenibles de la empresa se centran en aspectos sociales.					
4. Las prácticas comerciales sostenibles de la empresa se basan en consideraciones económicas					
5. Las prácticas comerciales sostenibles de la empresa se centran en la supervivencia en el mercado					
6. Las prácticas comerciales sostenibles de la empresa le ahorraron dinero al comienzo de la implementación.					
7. Las prácticas comerciales sostenibles de la empresa se enfocan en temas ambientales					
8. Las prácticas comerciales sostenibles de la empresa hacen uso más eficiente de los recursos disponibles en el medio ambiente					
9. Las prácticas comerciales sostenibles de la empresa se basan en el monitoreo ambiental					