



**UNIVERSIDAD ESTATAL  
PENÍNSULA DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA  
CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL**

“OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN APLICANDO LEAN  
MANUFACTURING EN LA EMPACADORA NIRSA S.A. POSORJA-  
ECUADOR.”

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

Previo a la obtención del título de:

**INGENIERO INDUSTRIAL**

**AUTORES:**

NOVILLO SANTANA CHARLIE FRANK  
SANTOS CARVAJAL JONATHAN DANIEL

**TUTORA:**

Dra. SOSA BUENO GRACIELA CELEDONIA, PHD.

La Libertad, Ecuador

2024

**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**

**CARRERA DE INGENIERÍA DE INDUSTRIAL**

**TEMA:**

**OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN APLICANDO LEAN  
MANUFACTURING EN LA EMPACADORA NIRSA S.A. POSORJA-  
ECUADOR.**

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

**AUTORES:**

**NOVILLO SANTANA CHARLIE FRANK  
SANTOS CARVAJAL JONATHAN DANIEL**

**TUTORA:**

**Dra. SOSA BUENO GRACIELA CELEDONIA, PHD.**

**LA LIBERTAD – ECUADOR**


**2024**

**UPSE**

# CERTIFICACIÓN

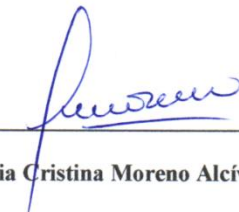
Certificamos que el presente trabajo de titulación fue realizado en su totalidad por **Novillo Santana Charlie Frank, Santos Carvajal Jonathan Daniel**, como requerimiento para la obtención del título de **Ingeniero Industrial**.

TUTORA

f. 

**Dra. Graciela Celedonia Sosa Bueno, PhD.**

DIRECTOR DE LA CARRERA

f. 

**Dra. Lucrecia Cristina Moreno Alcívar, PhD.**

La Libertad, a los 03 del mes de diciembre del año 2024

## **APROBACIÓN DEL TUTOR**

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Titulación, modalidad Proyecto de Investigación “OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN APLICANDO LEAN MANUFACTURING EN LA EMPACADORA NIRSA S.A. POSORJA-ECUADOR.”, elaborado por los Sres. NOVILLO SANTANA CHARLIE FRANK y SANTOS CARVAJAL JONATHAN DANIEL, estudiantes de la carrera de Ingeniería Industrial, Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, previo a la obtención del título de Ingeniero/s Industrial/les, me permito declarar que luego de haberla dirigido, estudiado y revisado, la apruebo en su totalidad.

**TUTOR**

f. 

**Dra. Graciela Celedonia Sosa Bueno, PhD.**

La Libertad, a los 03 del mes de diciembre del año 2024

# DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Nosotros, **Novillo Santana Charlie Frank, Santos Carvajal Jonathan Daniel**

## DECLARAMOS QUE:

El Trabajo de Titulación, **Optimización de la producción aplicando lean manufacturing en la empacadora Nirsa S.A. Posorja-Ecuador** previo a la obtención del título de **Ingeniero Industrial**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi/nuestra total autoría.

En virtud de esta declaración, nos responsabilizamos del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

**La Libertad, a los 03 del mes de diciembre del año 2024**

## AUTORES

f. Charlie Frank

**Novillo Santana Charlie Frank**

f. Jonathan Santos

**Santos Carvajal Jonathan Daniel**

# AUTORIZACIÓN

Nosotros, **Novillo Santana Charlie Frank, Santos Carvajal Jonathan Daniel**

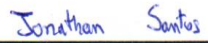
Autorizamos a la Universidad Estatal Península de Santa Elena la **publicación** en la biblioteca de la Institución del Trabajo de Titulación, **Optimización de la producción aplicando lean manufacturing en la empacadora Nirsa S.A. Posorja-Ecuador** cuyo contenido, ideas y criterios son de mi/nuestra exclusiva responsabilidad y total autoría.

**La Libertad, a los 03 del mes de diciembre del año 2024**

**AUTORES:**

f. 

**Novillo Santana Charlie Frank**

f. 

**Santos Carvajal Jonathan Daniel**



# CERTIFICADO DE GRAMATOLOGÍA

## CERTIFICADO DE GRAMATOLOGÍA

---

Santa Elena, 02 de diciembre del 2024

Yo, **Mónica Isabel Paredes Castro**, Magister en Educación Básica, con registro de la SENECYT N° 1023-2024-2904505 por medio del presente certifico que:

Después de revisar y corregir la sintaxis y ortografía del trabajo investigativo titulado **“OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN APLICANDO LEAN MANUFACTURING EN LA EMPACADORA NIRSA S.A. POSORJA-ECUADOR.”**, elaborado por los estudiantes **CHARLIE FRANK NOVILLO SANTANA** y **JONATHAN DANIEL SANTOS CARVAJAL** en su opción al título de **INGENIERO INDUSTRIAL** en la Universidad Estatal Península de Santa Elena, puedo afirmar que el trabajo está apto para ser defendido.

Sin otro particular.



**Lic. Mónica Paredes Castro, M.Sc.**  
C.I: 0605353143  
Celular: 0969917044  
Correo: misabep1017@gmail.com



## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que han contribuido a la realización de esta tesis.

En primer lugar, A mi familia, mi madre Santana Anchundia Teresa, y mi segunda madre Santana Anchundia Zoila les agradezco su amor incondicional y su apoyo constante. Sin su comprensión y sacrificio, no hubiera podido culminar este proyecto.

También quiero agradecer a mi tutora de tesis Dra. Graciela Celedonia Sosa Bueno por su guía, apoyo y orientación constante a lo largo de este proceso. Su experiencia y conocimientos han sido fundamentales para el desarrollo de este trabajo.

También quiero agradecer a Santos Carvajal Jonathan, por su valiosa colaboración y asistencia en la recopilación de datos y en la revisión del manuscrito.

*Novillo Santana Charlie Frank*

## **DEDICATORIA**

A mi familia, mis primos Ermel y Marlene, mi papi Cesar, que siempre tuvieron ahí en cada momento apoyándome que me enseñaron a soñar y trabajar por mis objetivos a que este logro sea posible.

A la comunidad académica Universidad Estatal Península de Santa Elena que me brindo la oportunidad de crecer y aprender.

*Novillo Santana Charlie Frank*

## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que han sido parte fundamental en la realización de esta tesis. A mis padres, por su apoyo incondicional, por siempre confiar en mí y motivarme a seguir adelante. A mi tutor y compañero de trabajo que hicieron posible este trabajo, gracias a todos por ser parte de este logro.


*Santos Carvajal Jonathan Daniel*

## **DEDICATORIA**

Dedicó mi tesis de grado a mis padres, por su amor ilimitado, apoyo constante y por enseñarme el valor del esfuerzo y la perseverancia. A mis futuros colegas, por su compañía y ánimo a lo largo de este proceso, demostrando que el camino se recorre mejor acompañado. A mis docentes que, gracias a su sabiduría, paciencia me ayudaron a inspirarme y seguir adelante, incluso en los momentos de incertidumbre. Y, especialmente, a mí mismo, por no rendirme y seguir persiguiendo mis sueños. Esta tesis es el resultado de muchos sacrificios y aprendizajes, y está dedicada a todos aquellos que han formado parte de este proceso y han hecho posible este logro.

*Santos Carvajal Jonathan Daniel*

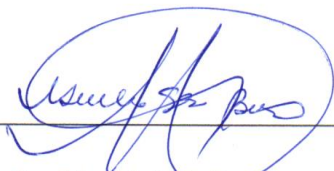
# TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f.   
\_\_\_\_\_

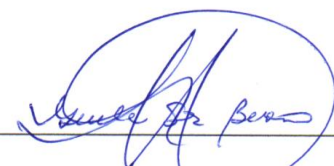
**Dra. Lucrecia Cristina Moreno Alcívar, PhD.**  
DIRECTORA DE CARRERA

f.   
\_\_\_\_\_

**Ing. Franklin Enrique Reyes Soriano MSc.**  
DOCENTE ESPECIALISTA

f.   
\_\_\_\_\_

**Dra. Graciela Celedonia Sosa Bueno, PhD.**  
DOCENTE TUTOR

f.   
\_\_\_\_\_

**Dra. Graciela Celedonia Sosa Bueno, PhD.**  
DOCENTE GUÍA UIC

## ÍNDICE GENERAL

<b>PORTADA.....</b>	<b>I</b>
<b>CERTIFICACIÓN.....</b>	<b>III</b>
<b>APROBACIÓN DEL TUTOR.....</b>	<b>IV</b>
<b>DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD .....</b>	<b>V</b>
<b>AUTORIZACIÓN.....</b>	<b>VI</b>
<b>CERTIFICADO DE GRAMATOLOGÍA .....</b>	<b>VIII</b>
<b>AGRADECIMIENTOS .....</b>	<b>IX</b>
<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>X</b>
<b>AGRADECIMIENTOS .....</b>	<b>XI</b>
<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>XII</b>
<b>TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN .....</b>	<b>XIII</b>
<b>ÍNDICE GENERAL .....</b>	<b>XIV</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>XX</b>
<b>ÍNDICE DE ANEXOS .....</b>	<b>XXI</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>XXIII</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>XXIV</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>14</b>
1.1. Antecedentes investigativos.....	14
1.2. Estado del arte.....	21
1.3. Fundamentos teóricos .....	38
<b>CAPÍTULO II .....</b>	<b>46</b>
2.1. Enfoque de investigación.....	46

2.2. Diseño de investigación .....	46
2.3. Población y muestra.....	47
2.3.1. Población.....	47
2.3.2. Muestra .....	48
2.4. Métodos de recolección de los datos .....	49
2.4.1. Técnicas de recolección de los datos .....	52
2.4.2. Instrumentos de recolección de los datos.....	56
2.5. Variables del estudio.....	59
2.5.1. Variable dependiente .....	59
2.5.2. Variable independiente .....	59
2.5.3. Operacionalización de las variables.....	59
2.6. Procedimiento para la recolección de los datos .....	60
2.7. Análisis estadístico de resultados.....	63
2.8. Validación y triangulación de datos.....	64
<b>CAPÍTULO III.....</b>	<b>65</b>
3.1. Nirsa S.A.....	65
3.2. Proceso de la empacadora de camarón Nirsa S.A.....	65
3.3. Diagrama de flujo de proceso de la planta. ....	68
3.4. VSM inicial de la planta.....	69
3.5. Aplicación de las herramientas Lean manufacturing.....	75
3.5.1. Metodología 5S.....	78
3.5.1.1. Evaluación inicial de las 5s .....	79
3.5.1.2. Aplicación de soluciones 5S en Nirsa S.A.....	83
3.5.2. Mantenimiento productivo total (TPM) .....	99
3.5.3. Estudio de tiempos .....	126

3.6. Marco de resultados. ....	136
3.6.1. Análisis de la variable dependiente: optimización de la producción. ....	136
3.6.2. Análisis de la variable independiente: herramientas de Lean manufacturing.....	138
3.7. Confiabilidad y validez de los instrumentos de investigación utilizados. ....	140
3.7.1. Confiabilidad de los instrumentos de medición. ....	141
3.8. Validez de los instrumentos. ....	144
3.8.1 Validez de contenido.....	144
3.8.2. Validez de los instrumentos. ....	145
3.9. Verificación de la hipótesis.....	147
3.10. Marco de discusión. ....	149
3.11. Limitaciones del estudio. ....	151
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>153</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>154</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>172</b>



## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Resultados de las bases de datos.....	25
<b>Tabla 2.</b> Aplicación de criterios de elegibilidad. ....	26
<b>Tabla 3.</b> Presentación de los 50 artículos seleccionados.....	28
<b>Tabla 4.</b> Metadatos de los artículos de investigación.....	33
<b>Tabla 5.</b> Población y muestra.....	49
<b>Tabla 6.</b> Área de empaçado.....	50
<b>Tabla 7.</b> Resultados de la observación directa en la aplicación de 5S.....	51
<b>Tabla 8.</b> Análisis documental en el proceso de producción.....	51
<b>Tabla 9.</b> Resultados del control de inventario y mantenimiento.....	52
<b>Tabla 10.</b> Estructura de la encuesta al personal. ....	53
<b>Tabla 11.</b> Escala de valoración de la encuesta al personal.....	54
<b>Tabla 12.</b> Estructura del cuestionario para el personal de mantenimiento.....	55
<b>Tabla 13.</b> Valoración del cuestionario para el personal de mantenimiento. ....	56
<b>Tabla 14.</b> Estructura de la lista de verificación en la observación directa. ....	56
<b>Tabla 15.</b> Registro de tiempos en el área de empaçado. ....	57
<b>Tabla 16.</b> Estructura del cuestionario para personal de mantenimiento. ....	58
<b>Tabla 17.</b> Formato de registro de inventario en el área de empaçado.....	58
<b>Tabla 18.</b> Operacionalización de variables. ....	60
<b>Tabla 19.</b> Línea base de indicadores en la fase de diagnóstico.....	61
<b>Tabla 20.</b> Cambios observados tras la aplicación de herramientas Lean.....	62
<b>Tabla 21.</b> Comparación de tiempos de ciclo y tiempos muertos. ....	63
<b>Tabla 22.</b> Resultados promedio de encuestas y cuestionarios. ....	63
<b>Tabla 23.</b> Análisis estadístico de tiempos de ciclo y producción diaria. ....	64
<b>Tabla 24.</b> Resultados de triangulación de datos.....	64

<b>Tabla 25.</b> Diagrama de flujo de procesos del empaçado de camarón .....	69
<b>Tabla 26.</b> Demanda mensual de la producción .....	70
<b>Tabla 27.</b> Resumen de tiempos que agregan y no agregan valor en las actividades.....	72
<b>Tabla 28.</b> Cuadro representativo de la situación actual. ....	74
<b>Tabla 29.</b> Tiempos de ciclo de la planta empacadora de camarón NIRSA S.A.....	76
<b>Tabla 30.</b> Problemas identificados. ....	78
<b>Tabla 31.</b> Check List para situación inicial .....	79
<b>Tabla 32.</b> Resumen e Indicadores de evaluación inicial 5s.....	82
<b>Tabla 33.</b> Modelo de tarjeta roja .....	85
<b>Tabla 34.</b> Tabla de Control de Tarjetas rojas .....	86
<b>Tabla 35.</b> Destinos de objetos que si son necesarios según su uso. ....	89
<b>Tabla 36.</b> Cronograma de limpieza. ....	91
<b>Tabla 37.</b> Cronograma.....	92
<b>Tabla 38.</b> Check List de auditoria final.....	93
<b>Tabla 39.</b> Resumen e Indicadores de evaluación final 5s .....	96
<b>Tabla 40.</b> Registro de paradas de máquinas: estado inicial.....	99
<b>Tabla 41.</b> Cronograma de mantenimiento preventivo.....	106
<b>Tabla 42.</b> Informe del sistema de monitoreo.....	108
<b>Tabla 43.</b> Formato de la hoja de cálculo dinámico. ....	113
<b>Tabla 44.</b> Registro de situación productiva del antes y después de las herramientas. ....	114
<b>Tabla 45.</b> Formato de registro del ciclo PDCA.....	118
<b>Tabla 46.</b> Formato de registro de capacitación. ....	125
<b>Tabla 47.</b> Tiempos de ciclo de la producción empacado de camarón.....	126
<b>Tabla 48.</b> Cálculo de Factor de Valoración en Porcentaje .....	127
<b>Tabla 49.</b> Cálculo de Suplementos Constantes según la OIT .....	128

<b>Tabla 50.</b> Cálculo de suplementos Variables según la OIT .....	128
<b>Tabla 51.</b> Suma de los Suplementos Constantes y Variables .....	129
<b>Tabla 52.</b> Cálculo del tiempo estándar de la producción en la planta NIRSA S.A.....	130
<b>Tabla 53.</b> Ciclos Observados para situación propuesta.....	131
<b>Tabla 54.</b> Cálculo del tiempo estándar de la situación propuesta .....	133
<b>Tabla 55.</b> Resumen de tiempos que agregan y no agregan valor en las actividades.....	135
<b>Tabla 56.</b> Datos de los expertos. ....	144
<b>Tabla 57.</b> Evaluación por expertos.....	145
<b>Tabla 58.</b> Resumen de los indicadores clave. ....	148

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Etapas del mapeo sistemático de la literatura.....	21
<b>Figura 2.</b> Diagrama PRISMA de los resultados de elegibilidad.....	27
<b>Figura 3.</b> Herramientas Lean manufacturing aplicadas. ....	35
<b>Figura 4.</b> Técnicas de recolección de datos utilizadas.....	36
<b>Figura 5.</b> Instrumento de recolección de datos utilizado. ....	37
<b>Figura 6.</b> VSM inicial de la planta NIRSA S.A.....	71
<b>Figura 7.</b> Representación visual de la evaluación inicial de las 5S .....	83
<b>Figura 8.</b> Control de tarjetas rojas.....	88
<b>Figura 9.</b> Representación visual de la evaluación final de las 5S .....	97
<b>Figura 10.</b> VSM propuesto de la planta NIRSA S.A.....	134
<b>Figura 11.</b> Reducción de tiempos de producción por lote de camarón.....	137
<b>Figura 12.</b> Comparación de defectos en el producto final por lote.....	138
<b>Figura 14.</b> Resultados de la aplicación de VSM.....	139
<b>Figura 15.</b> Mejora en la organización y limpieza mediante 5S. ....	139
<b>Figura 16.</b> Continuidad operativa con TPM. ....	140
<b>Figura 17.</b> Consistencia interna de las encuestas: alfa de Cronbach. ....	141
<b>Figura 18.</b> Alpha de Cronbach para cuestionarios.....	142
<b>Figura 19.</b> Métodos de confiabilidad.....	143
<b>Figura 20.</b> Validez de constructo: cargas factoriales.....	146
<b>Figura 21.</b> Comparación antes y después de los indicadores.....	149

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1.</b> Encuesta para operarios de producción.....	172
<b>Anexo 2.</b> Encuesta para supervisores. ....	175
<b>Anexo 3.</b> Encuesta para técnicos de mantenimiento. ....	178
<b>Anexo 4.</b> Resultados organización y limpieza (5). ....	180
<b>Anexo 5.</b> Resultados reducción de tiempos de espera. ....	181
<b>Anexo 6.</b> Resultados eficiencia general.....	181
<b>Anexo 7.</b> Resultados de continuidad operativa (TPM).....	182
<b>Anexo 8.</b> Matriz de operacionalización de variables.....	183
<b>Anexo 9.</b> Validación de expertos.....	184
<b>Anexo 10.</b> Área de producción. ....	185
<b>Anexo 11.</b> Área de pelado. ....	185
<b>Anexo 12.</b> Área de almacenamiento.....	186
<b>Anexo 13.</b> Área de descabezado.....	186
<b>Anexo 14.</b> Validación de instrumento por experto.....	188

## LISTA DE ABREVIATURAS Y TABLA DE SÍMBOLOS

**5S:** Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu y Shitsuke (metodología de estandarización y organización en el lugar de trabajo).

**ISO:** Organización internacional de normalización.

**KPI:** Indicador clave de desempeño.

**PLS:** Mínimos cuadrados parciales.

**SCOR:** Modelo de referencia de operaciones de la cadena de suministro.

**TPM:** Mantenimiento productivo total.

**VSM:** Mapeo de flujo de valor.

**LM:** Lean manufacturing.

# “OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN APLICANDO LEAN MANUFACTURING EN LA EMPACADORA NIRSA S.A. POSORJA-ECUADOR.”

**Autores:** Novillo Santana Charlie Frank

Santos Carvajal Jonathan Daniel

**Tutor:** Dra Sosa Bueno Graciela Celedonia, PhD.

## RESUMEN

El Lean manufacturing es una metodología enfocada en la mejora continua de procesos mediante la eliminación de desperdicios, con el objetivo de optimizar la eficiencia y productividad en las organizaciones. Esta investigación propuso herramientas Lean manufacturing para mejorar la producción en la empacadora Nirsa S.A., ubicada en Posorja, Ecuador, buscando incrementar la eficiencia operativa y reducir los desperdicios en sus procesos. Se adoptó un enfoque cuantitativo con un diseño no experimental de tipo transversal y alcance descriptivo, utilizando la observación directa y el análisis documental como métodos de recopilación de datos, utilizando herramientas Lean, como el VSM, 5S y TPM. Los resultados obtenidos indican la reducción del tiempo promedio de ciclo de 248,79 a 169,19 minutos por lote, logrando una mejora del 33% en la herramienta VSM demostrando que es efectiva para identificar y eliminar actividades que no generan valor en los procesos. Además, la mejora en la calidad del producto, evidenciada por la disminución de la tasa de defectos del 5% al 2%, resalta la importancia de las herramientas de estandarización, como 5S y TPM, logrando incrementar en un 32% la capacidad productiva diaria.

***Palabras Claves:** Lean manufacturing, optimización de la producción, reducción de tiempos, VSM, 5S, empacadora de productos pesqueros.*

# "OPTIMIZATION OF PRODUCTION APPLYING LEAN MANUFACTURING IN THE PACKING PLANT NIRSA S.A., POSORJA-ECUADOR."

**Autores:** Novillo Santana Charlie Frank

Santos Carvajal Jonathan Daniel

**Tutor:** Dra. Sosa Bueno Graciela Celedonia, PhD.

## ABSTRACT

Lean manufacturing is a methodology focused on the continuous improvement of processes by eliminating waste, aiming to optimize efficiency and productivity within organizations. This research proposed Lean manufacturing tools to enhance production in the Nirsa S.A. packing plant, located in Posorja, Ecuador, with the objective of increasing operational efficiency and reducing waste in its processes which resulted in a 30% increase in the productivity of the baler. A quantitative approach was adopted with a non-experimental, cross-sectional design and descriptive scope. Direct observation and documentary analysis were utilized as data collection methods, while Lean tools such as VSM, 5S, and TPM were applied to identify areas for improvement. The results obtained indicate the reduction of the average cycle time from 248.79 to 169.19 minutes per batch, achieving an improvement of 33% in the VSM tool, demonstrating that it is effective in identifying and eliminating activities that do not generate value in the processes. The improvement in product quality, evidenced by the decrease in the defect rate from 5% to 2%, highlights the importance of standardization tools, such as 5S and TPM, managing to increase daily production capacity by 32%.

**Keywords:** *Lean manufacturing, production optimization, time reduction, VSM, 5S, fishery product packing plant.*



## INTRODUCCIÓN

A nivel mundial el sector de procesamiento de alimentos es uno de los más cruciales y dinámicos a nivel global, su crecimiento es impulsado por el aumento de la población, los cambios en los hábitos de consumo y los avances tecnológicos (Baker et al., 2020). Esta industria incluye una extensa gama de actividades, desde la transformación de materias primas en productos alimenticios terminados hasta el embalaje, la distribución y la comercialización, promoviendo una ventaja competitiva, con envases innovadores y transparencia en su cadena de suministro (Zaridis & Logotheti, 2020). Las tendencias globales actuales reflejan un interés creciente en alimentos saludables, productos orgánicos y soluciones sostenibles, además, la innovación en tecnología alimentaria, como la biotecnología y la automatización, está transformando los procesos productivos, incrementando la eficiencia y la seguridad alimentaria (Bigliardi & Filippelli, 2022).

Un estudio realizado en la República Checa, en la facultad de ingeniería mecánica de la Universidad Técnica de Ostrava, ubicada en Ostrava-Poruba, titulado: “Application of Lean manufacturing methods in the production of ultrasonic sensor”, demuestra la aplicación de la manufactura esbelta para optimizar la producción de sensores ultrasónicos en una empresa proveedora clave de la industria automotriz. Para ello, se enfocaron en mejorar el proceso de ensamblaje de las tapas y sellos del sensor, ya que los productos resultantes no cumplían con los estándares de calidad requeridos. Como resultado, se logró optimizar este proceso, lo que permitió mejorar la eficiencia y la calidad del producto final, reduciendo en un 55% el tiempo de ciclo y dando solución a varios problemas de investigación (Bucko et al., 2022).

En América Latina países como Brasil, México y Argentina representa un sector dinámico y en constante crecimiento, además por su participación en la salud y opinión pública (Mialon & Gomes, 2019), este sector es amplio y abarca subsectores como la producción de bebidas, la industria cárnica, la panadería y la confitería. Países que se destacan como grandes

productores y exportadores de alimentos procesados, beneficiándose de su abundancia de recursos naturales y de una mano de obra especializada (Borges & Balogh, 2022). Empresas regionales como Bimbo, JBS y Arcor son ejemplos exitosos de la industria alimentaria iberoamericana.

En México se realiza una investigación sobre la aplicación de la herramienta Lean manufacturing, así como los cambios que generó mediante; el uso de diferentes métodos de investigación, logrando resultados positivos donde se aplicó. Comprobando su validez mediante diferentes casos de estudio, deduciendo que esta metodología puede reducir hasta en un 40% los costos, 25% el lead time y optimizar en un 50% las áreas de producción, y que las mejores razones para aplicar la se encuentran el elevado grado de mejora obtenida, la sencillez de procedimientos y la velocidad de obtención de resultados (Vargas et al., 2018).

En Ecuador, la industria de procesamiento de alimentos es crucial para el desarrollo económico del país, caracterizado por su diversidad, abarcando desde la producción de alimentos básicos hasta productos más elaborados y con valor agregado. El país se destaca en la producción y exportación de productos como el cacao, banano, flores, frutas tropicales y los productos pesqueros (Macías et al., 2020). Esto no solo contribuye significativamente a la economía, sino que también genera empleo y desarrollo en las comunidades costeras, además de seguir adaptándose a los desafíos de globalización y efectos de la pandemia (Represa & Vina, 2022). Empresas como Omarsa y otras son líderes en el procesamiento y empaquetado de productos pesqueros, exportando una amplia gama de productos, como atún enlatado y camarones, a mercados de Norteamérica, Europa y Asia.

Un estudio realizado en Ecuador da a conocer que las empresas pueden identificar problemas de retrasos y pérdidas en la cadena de valor que afectaban la productividad. Para abordar esta situación, se puede aplicar herramientas de Lean manufacturing con el objetivo de reducir los tiempos y eliminar los desperdicios en el proceso productivo (Mora et al., 2022).

Realizando un análisis detallado de cada etapa del proceso mediante la toma de tiempos y la introducción de tecnologías adecuadas, lo que permitió fusionar ciertas actividades y reacondicionar maquinaria para optimizar la producción. Como resultado, puede lograr una mejora significativa en la productividad, reduciendo en un 100% los tiempos de espera y aumentando hasta un 15% la producción, demostrando la efectividad de las herramientas Lean para la toma de decisiones y la aplicación de mejoras continuas en el proceso.

Ante lo mencionado, en Ecuador en la provincia del Guayas en Posorja la empresa Nirsa S.A., es uno de los líderes en la industria de procesamiento y empaqueo de productos del mar. Una localidad costera estratégica, enfrentándose a retos constantes en cuanto a la optimización de sus procesos productivos para mantener su competitividad en el mercado global. Se observa que, dentro de los principales problemas existentes, se manifiestan la presencia de tiempos muertos en el proceso de producción, ocasionadas por demoras del personal, impuntualidad, falta de compromiso con el cumplimiento de las actividades, mala gestión de los insumos y flujo de materiales, retrasos, problemas de calidad y energía, además de realización de actividades que no deben intervenir en el proceso de producción generando retraso y la falta de una buena administración.

Bajo este contexto, Lean manufacturing es una filosofía y metodología de gestión de la producción que se originó en el sistema de producción de Toyota. Su principal enfoque es maximizar el valor para el cliente a través de la minimización de desperdicios, entendidos estos como cualquier recurso que no agrega valor al producto final. Las herramientas y técnicas LM permiten identificar y eliminar estos desperdicios, lo que resulta en mejoras significativas en eficiencia, calidad y tiempos de entrega (Ravishekhar, 2020). Entre las principales herramientas Lean se encuentran la producción en flujo continuo (VSM), la gestión visual, el mantenimiento productivo total (TPM), y la mejora continua (Kaizen). Estas herramientas no solo optimizan los procesos de producción, sino que también fomentan una cultura

organizacional orientada a la mejora constante y al empoderamiento de los empleados (Bernardo, 2023). Al mejorar la eficiencia operativa y reducir tiempos muertos, se busca aumentar la productividad y rentabilidad, factores esenciales en un mercado globalizado con alta demanda de productos frescos y de calidad (Ayala et al., 2022).

La originalidad del estudio radica en aplicar herramientas Lean manufacturing específicamente en una planta empacadora de productos del mar en Ecuador. Aunque la filosofía Lean es conocida en diversas industrias, su aplicación en el sector del empaque de pescado y camarón ofrece un enfoque innovador que podría servir de referencia para otras empresas similares. Además, la investigación se basa en datos actuales y metodologías comprobadas facilitando su ejecución, los beneficios de esta optimización incluyen un entorno de trabajo más eficiente para los empleados y una mayor competitividad para la empresa, además de la potencial reducción de costos y mayor satisfacción del cliente.

#### **Alcance de la investigación**

La presente investigación se desarrolló en la empacadora Nirsa S.A., ubicada en Posorja, Ecuador, teniendo como foco principal la línea de empaque de camarón, un proceso crítico en la cadena de producción de esta organización. Se buscó aplicar herramientas Lean manufacturing para optimizar los procesos productivos, reducir los tiempos improductivos y aumentar la eficiencia operativa. El estudio abordó de manera integral los distintos niveles de la planta, involucrando directamente personas entre operadores, supervisores y técnicos, quienes desempeñan roles esenciales en las áreas de producción, mantenimiento y control de calidad.

La delimitación temporal abarcó un período de seis meses, durante los cuales se realizó una exhaustiva recolección de datos iniciales, la aplicación de las herramientas Lean manufacturing y la evaluación de los resultados obtenidos. Las herramientas LM para presentar son los siguientes, 5S o estandarización de trabajo, mantenimiento productivo total, VSM

(value stream mapping – mapa de flujo de valor) es una forma de analizar el estado actual del proceso productivo y desarrollar un estado futuro más eficiente (Salwin et al., 2021). Las 5S, es aplicar las disciplinas de organización y limpieza del lugar del trabajo para mejorar la eficiencia y seguridad (Ahmed et al., 2021). Just in time (JIT) sirve para adoptar estrategias de producción JIT para reducir los tiempos de espera y los niveles de inventario (Lumbantobing & Nasution, 2023). Mantenimiento productivo total (TPM): que es aplicar prácticas de mantenimiento preventivo y predictivo para maximizar la disponibilidad y eficiencia de los equipos (Drewniak & Drewniak, 2022). Gestión visual: se trata de aplicar técnicas de gestión visual para mejorar la comunicación y el control de los procesos en la planta de producción (Grönvall et al., 2021). Kaizen para fomentar una cultura de mejora continua mediante pequeños cambios incrementales que involucren a todos los empleados (Flug et al., 2022).

En términos de delimitación espacial, la investigación se centró exclusivamente en la planta empacadora de camarón de Nirsa S.A., en Posorja. No obstante, los hallazgos y las metodologías aplicadas tienen el potencial de ser replicados en otras áreas de la empresa e incluso en otras organizaciones del sector pesquero (Ota et al., 2023). En cuanto al alcance geográfico, este estudio se centra en analizar las causas de ineficiencia en los procesos operativos, identificar oportunidades de mejora, aplicar las herramientas seleccionadas y medir su impacto en indicadores clave como tiempos de producción, número de productos terminados y niveles de organización (Vera et al., 2021).

La innovación de este trabajo radica en la combinación de herramientas Lean manufacturing y su aplicación en un entorno real del sector pesquero ecuatoriano, específicamente en una planta de empacado de camarón. Este enfoque no solo permitió optimizar los procesos internos, sino también establecer una metodología replicable y sostenible para otras organizaciones del mismo sector. Los resultados del estudio representan

una contribución significativa tanto para la empresa como para el conocimiento organizacional, dado que proporciona un modelo práctico y adaptable para la mejora continua.

A futuro, se espera que los resultados obtenidos permitan a Nirsa S.A., consolidarse como líder en eficiencia y productividad dentro del sector agroindustrial y pesquero. Asimismo, se plantea que los hallazgos y las metodologías puedan ser utilizados como base para nuevas investigaciones en el ámbito de la optimización de procesos, contribuyendo al desarrollo sostenible de la industria pesquera en Ecuador y fortaleciendo su competitividad en el mercado internacional. Este estudio, al involucrar múltiples áreas y actores dentro de la planta, ofrece una visión integral y estratégica que asegura su relevancia y aplicabilidad en un entorno empresarial dinámico.

### **Planteamiento del problema**

La industria de procesamiento de alimentos a nivel global se enfrenta a un entorno cada vez más competitivo y regulado, además de cambios tecnológicos, producción en declive y dependencia de productores (Nezamova & Olentsova, 2020). La tendencia hacia el consumo de alimentos frescos, saludables y sostenibles han incrementado la presión sobre los productores para mejorar su eficiencia y reducir el impacto ambiental, esto lo pueden realizar mediante el monitoreo de sus procesos (Poore & Nemecek, 2018). La globalización ha abierto el acceso a mercados internacionales, pero también ha intensificado la competencia, obligando a las empresas a adoptar prácticas innovadoras y eficientes (Tomashuk, 2022). Además, las regulaciones internacionales, como las de la FDA en Estados Unidos y la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA) en la Unión Europea, exigen altos estándares de calidad y seguridad, lo que obliga a las empresas a aplicar rigurosos sistemas de control y trazabilidad. Los desafíos globales como el cambio climático afectan la producción agrícola y pesquera, impactando la disponibilidad de insumos y alterando los ciclos de producción (Gomez et al., 2020). La pandemia de COVID-19 también ha dejado profundas huellas, alterando las cadenas

de suministro, afectando la mano de obra y resaltando la necesidad de resiliencia y adaptabilidad en la industria alimentaria (Barman et al., 2021).

En América del Sur, la industria de procesamiento de alimentos se enfrenta a retos similares a nivel global, pero con particularidades regionales (Timmermann, 2019). La dependencia económica de la exportación de productos agrícolas y pesqueros es significativa, con países como Perú destacándose en el mercado internacional (Schwarz & Mathijs, 2017), la necesidad de cumplir con estrictas regulaciones internacionales y mejorar la eficiencia de producción es crítica para competir globalmente. Además, la región enfrenta desafíos de infraestructura y logística que complican la optimización de procesos (Bookbinder & Mant, 2013). La aplicación de herramientas Lean manufacturing se presenta como una solución efectiva para mejorar la competitividad y sostenibilidad de las empresas alimentarias en la región.

En Ecuador, la industria alimentaria es esencial para la economía, proporcionando una fuente significativa de ingresos y empleo, más en las empresas manufactureras (Orellana et al., 2022). La pesca y la acuicultura destacan como sectores clave, colocando al país entre los principales exportadores mundiales de productos marinos. Estos sectores, se encuentran dentro del subsector de procesamiento y conservación de productos de pescado y mariscos del procesamiento de alimentos, teniendo como una de las actividades de empaquetado de pescado de diferentes empresas a nivel nacional.

Las empaquetadoras de productos pesqueros en Ecuador son fundamentales en la cadena de suministro de alimentos marinos, ya que garantizan que los productos mantengan su frescura y calidad al llegar a los consumidores tanto dentro del país como en el extranjero (Love et al., 2021). No obstante, enfrentan desafíos específicos que afectan su eficiencia operativa y competitividad. La empresa de estudio en cuestión, ubicada en Posorja – Ecuador, se dedica al empaquetado de productos del mar, desempeñando un papel crucial en la industria alimentaria de

la región. A pesar de su importancia, enfrenta varios problemas que afectan significativamente su eficiencia de producción. Entre los más destacados se encuentran la liberación de materiales por parte del área de calidad y la mala gestión de insumos, lo que provoca retrasos y escasez en el flujo de materiales. Además, la empresa sufre de tiempos muertos debido a la llegada tardía de la pesca, fallas en la energía eléctrica y problemas con la calidad del camarón. Estos problemas son agravados por demoras por parte del personal, incluyendo impuntualidad y el incumplimiento de las buenas prácticas de manufactura (BPM). Finalmente, etapas ajenas a la producción, como el mantenimiento de la planta, interrumpen el flujo de trabajo, generando ineficiencias adicionales.

En la empacadora Nirsa S.A., uno de los principales problemas identificados en la producción es la espera durante la recepción del camarón, lo que genera retrasos significativos en el proceso productivo. Este inconveniente se debe a la falta de un flujo de trabajo eficiente en las etapas de recepción y descarga del producto. Como consecuencia, las operaciones se paralizan temporalmente, generando pérdidas y afectando directamente la capacidad de producción diaria de la planta. Además, la descoordinación con otras áreas de la planta dificulta la planificación de recursos y turnos, generando incertidumbre en la gestión de las etapas subsecuentes del proceso productivo, estas paralizaciones afectan a la producción generando 400.000 lb por día aproximadamente, 17050 lb por hora, creando un déficit 30% por debajo de las condiciones óptimas de producción.

Otro problema crítico radica en la ausencia de estandarización en el proceso de clasificación del camarón, lo que deriva en inconsistencias en la calidad del producto final y generando retrasos en la etapa de selección y clasificación, al momento existe retrasos de casi 1 hora a 2 horas al día. Actualmente, los criterios utilizados son empíricos y varían según el operador, lo que ocasiona resultados heterogéneos. Esto afecta tanto la calidad como la eficiencia del proceso, incrementando el riesgo de no cumplir con los estándares establecidos,



lo que podría generar devoluciones, pérdidas económicas y una menor satisfacción del cliente. Además, esta falta de uniformidad reduce la productividad al emplear los recursos de manera ineficiente en una etapa clave del proceso.

La desorganización en las áreas de limpieza y empaque constituye otro factor significativo que impacta negativamente en la productividad y calidad del producto. La ausencia de un sistema efectivo de orden y limpieza genera obstáculos para los operarios, incrementando retrasos en el proceso y disminuyendo la eficiencia en la producción. Asimismo, esta falta de organización compromete los estándares de higiene y seguridad necesarios en el empaque, lo que repercute en la calidad del producto final y en el cumplimiento de normativas sanitarias.

Por último, las paradas imprevistas de los equipos debido a la atención de un programa de mantenimiento preventivo adecuado representan un problema recurrente. Las interrupciones frecuentes en el flujo de producción crean paralizaciones en el proceso. La falta de mantenimiento proactivo acelera el desgaste de las máquinas, disminuyendo su vida útil y afectando la continuidad operativa de la planta.

Las consecuencias de estos problemas son de impacto significativo en la operación de la empacadora Nirsa S.A, la reducción en la capacidad de respuesta del mercado (lentitud de tiempos de producción limita la capacidad de Nirsa para responder rápidamente la demanda del mercado y las oportunidades emergente). La disminución en la calidad del producto (la variabilidad en los procesos y la alta tasa de defecto impactan negativamente la calidad del producto final, lo que puede erosionar la confianza y satisfacción del cliente). Desperdicio de recurso, la ineficiencia en la producción resulta en un desperdicio significativa de recurso, incluyendo tiempo, materiales y capital humano (Dewi et al., 2021).

Para abordar y solucionar estos problemas, se propone la utilización de herramientas Lean manufacturing específicas para la optimización de la producción. El primer paso es

realizar un diagnóstico exhaustivo de los procesos actuales para identificar y cuantificar los puntos críticos de ineficiencia. Luego, se analiza y selecciona las técnicas LM más adecuadas, como el TPM, VSM y 5S, que se adapten mejor al contexto específico de la empresa. Estas técnicas se proponen de manera teórica en fases para evaluar su impacto potencial en la reducción de tiempos muertos, mejora en la gestión de insumos y optimización del flujo de trabajo. Adicionalmente, se desarrollan planes de capacitación para el personal en BPM y en la filosofía Lean, promoviendo una cultura de mejora continua. Por último, se proponen mejoras en la planificación del mantenimiento para minimizar su impacto en la producción, asegurando que todas las áreas trabajen de manera sincronizada y eficiente.

### **Formulación del problema de investigación.**

#### **Problema general**

¿Cómo la aplicación de Lean manufacturing optimizará el área de producción en la empresa Nirsa S.A., Posorja, Ecuador?

#### **Problemas específicos**

¿Cómo la aplicación de las herramientas Lean manufacturing contribuye a la mejora en el proceso de optimización del empaqueo de productos de mar en la empresa Nirsa S.A.?

¿Cómo la aplicación de las herramientas Lean manufacturing influye en la eficiencia del proceso productivo en términos de tiempo y recursos en la empaquera Nirsa S.A.?

¿Cómo la cultura organizacional y la capacitación del personal afectan la efectividad de la aplicación de Lean manufacturing en la optimización de la producción?

## **Justificación del estudio**

### **Justificación teórica**

El estudio propuesto se fundamenta en la necesidad de aplicar conceptos teóricos de Lean manufacturing para optimizar la producción y mejorar la eficiencia operativa en la empacadora Nirsa S.A., ubicada en Posorja, Ecuador. Lean manufacturing es una metodología que busca la eliminación de desperdicios y la mejora continua, lo cual es esencial para las empresas que desean mantenerse competitivas en mercados globales. La investigación se basa en la premisa de que la aplicación de estas herramientas puede reducir costos, tiempos de producción y defectos, aumentando así la competitividad de la empresa en el mercado global, especialmente en el sector de productos del mar. Esto se alinea con estudios previos que demuestran la efectividad de Lean manufacturing en la reducción de ineficiencias operativas y la mejora de la calidad del producto (Rojas & Gisbert, 2017).

### **Justificación práctica**

Desde un punto de vista práctico, la aplicación de técnicas Lean manufacturing, como 5S, Kanban, y Kaizen, se proyecta como una solución viable para los desafíos operativos que enfrenta la empresa, como los altos niveles de inventarios, tiempos de producción prolongados, y tasas de defectos considerables. La empacadora Nirsa S.A., se benefició directamente mediante la reducción de costos operativos, la mejora de la calidad del producto y el aumento de la productividad, lo que incrementará su rentabilidad en el mercado (Ortiz et al., 2022). Además, el estudio servirá como una guía práctica para otras empresas del sector alimentario en Ecuador que buscan mejorar sus procesos productivos a través de la adopción de prácticas Lean.

### **Justificación metodológica**

Metodológicamente, este estudio emplea un enfoque cuantitativo con un diseño no experimental de tipo transversal y alcance descriptivo, lo que permite un análisis detallado de las ineficiencias actuales en los procesos operativos de Nirsa S.A. La combinación de observación directa y análisis documental proporcionan datos empíricos que apoyan la evaluación de la efectividad de las herramientas LM aplicadas. Este enfoque permite medir de manera precisa el impacto de las técnicas Lean en la reducción de desperdicios y en la mejora de la eficiencia operativa, ofreciendo resultados que pueden ser replicados en otras empresas de la industria alimentaria.

### **Justificación social**

Desde una perspectiva social, la mejora de la eficiencia operativa en Nirsa S.A., podría tener un impacto positivo en la comunidad local. La reducción de desperdicios y la mejora en los procesos productivos pueden conducir a una expansión de las operaciones de la empresa, generando nuevos empleos y fomentando el desarrollo económico local. Además, al mejorar las habilidades de los empleados a través de programas de capacitación y desarrollo continuo, se incrementa la moral del personal y la empleabilidad a largo plazo. Los consumidores también se beneficiarán de productos de mayor calidad y tiempos de respuesta más rápidos, lo que aumenta la satisfacción del cliente y fortalece la lealtad hacia la marca. Por último, el éxito de este proyecto podría servir de modelo para otras empresas en Ecuador, promoviendo la adopción de prácticas Lean y contribuyendo al desarrollo sostenible de la industria alimentaria en el país.

## **Objetivos de la investigación**

### **Objetivo general**

Optimizar la producción aplicando Lean manufacturing en la empacadora Nirsa S.A. Posorja-Ecuador.

### **Objetivos específicos**

1. Desarrollar un mapeo sistemático de la literatura, mediante el uso del marco PRISMA para revisiones científicas, con el fin de obtener bases teóricas para el estudio.
2. Plantear el marco metodológico de la investigación, mediante la descripción del procedimiento de recolección de datos, técnicas e instrumentos, como medios de observación de la situación actual de la empresa de estudio.
3. Presentar una propuesta para la optimización de la producción en la empacadora Nirsa S.A.

### **Hipótesis**

La aplicación de herramientas Lean manufacturing en el proceso de empaqueo de camarón en Nirsa S.A., optimizará la producción, mejorando en los procesos de producción y aumentando la eficiencia operativa, lo que incrementará la productividad de la empresa.

# CAPÍTULO I

## MARCO TEÓRICO

### 1.1. Antecedentes investigativos

Lean manufacturing es una filosofía de gestión de la producción que se originó en el sistema de producción de Toyota en Japón. Esta metodología busca maximizar el valor para el cliente mediante la reducción de desperdicios y la optimización de todos los procesos de producción. Según Navarrete (2023), Lean manufacturing se ha convertido en una estrategia globalmente reconocida para mejorar la eficiencia operativa y competitividad de las empresas. La adopción de técnicas Lean ha mostrado resultados significativos en diversas industrias, reduciendo los tiempos de producción, mejorando la calidad del producto y aumentando la satisfacción del cliente. El Lean manufacturing es una metodología que puede ser aplicada en diferentes ámbitos o industrias, para ello, se muestran diferentes antecedentes de su aplicación con un enfoque en la reducción, minimización u optimización de tiempo a nivel global.

A nivel mundial, específicamente en Bélgica y los Países Bajos se realizó un estudio realizado por Vargas & Camero (2021) en plantas de procesamiento de alimentos, mostró que la aplicación de técnicas Lean como 5S, Kaizen, y just in time (JIT) resultó en una reducción significativa de los tiempos de producción y los desperdicios. Este estudio también destacó la importancia de la capacitación continua y la participación de los empleados en las iniciativas de mejora.

En Arabia Saudita, con la investigación realizada de Abed et al. (2024), quienes buscaron reducir el tiempo de entrega y los costos en un sistema caótico de solicitudes mediante la aplicación del modelo Lean-Heijunka para optimizar la ruta logística hamiltoniana. La metodología se basó en un marco de gestión de la cadena de suministro en línea (OSCM) que utiliza IoT para gestionar las solicitudes de los clientes, programar las rutas y clasificar las entregas. Se emplearon algoritmos de aprendizaje profundo y heurísticos para optimizar la

predicción y clasificación de solicitudes. El estudio se realizó para mejorar la eficiencia y reducir el caos en la logística, buscando asegurar la distancia de viaje más corta y reducir el tiempo de carga y descarga. Los resultados mostraron el modelo Lean-Heijunka incrementó los puntos visitados en un 31.2 % y mejoró los beneficios en un 41 %.

También, Niekurzak et al. (2023) desarrollaron un modelo para reducir los tiempos de cambio de máquina y mejorar la eficiencia de producción en una organización de manufactura automotriz en Polonia. Se aplicó la técnica SMED (single minute exchange of die) dentro de la metodología de manufactura esbelta, enfocándose en la optimización del proceso de producción. El objetivo principal fue incrementar la flexibilidad de respuesta a las necesidades cambiantes de los clientes mediante la reducción de los tiempos de cambio y la mejora de la eficiencia global del equipo (OEE). Durante el estudio, se aplicaron varias etapas del método SMED y se observaron mejoras significativas, el tiempo de cambio se redujo en 291.4 segundos, y la carga de trabajo de los operadores se disminuyó notablemente. Estas mejoras se lograron mediante la reorganización de la disposición de las líneas y la modificación de los carros de herramientas. Los resultados demuestran que la aplicación de SMED no solo mejora la eficiencia operativa, sino que también puede ser clave en la gestión efectiva de recursos y la aplicación de un modelo de economía circular.

Al mismo tiempo, Oliveira & Lima (2023) se enfocaron en la reducción del tiempo de preparación en una línea de ensamblaje de piezas automotrices mediante la aplicación de herramientas Lean y de calidad en el país de Portugal. Utilizando la metodología SMED junto con diagramas de espagueti, análisis ERCS (eliminar, reorganizar, combinar, simplificar), Gemba Walk, trabajo estandarizado, flujogramas y diagramas de Pareto, se logró reducir el tiempo de configuración de los robots de soldadura en un 36%. La investigación se llevó a cabo con el propósito de incrementar la flexibilidad de producción y reducir los tiempos de cambio y preparación. Los resultados mostraron una disminución significativa en los movimientos

durante el proceso de cambio, así como una reducción de tiempos en las categorías de transporte, principal, otros y espera. Además de la reducción de costos y el aumento de la eficiencia del proceso, la aplicación de SMED demostró la importancia de las herramientas Lean para aumentar la competitividad en el mercado.

Mientras que, Gebeyehu et al. (2022) se centraron en mejorar el tiempo de producción de una empresa en Etiopía mediante la aplicación de prácticas y herramientas de manufactura Lean. La investigación empleó métodos de recolección de datos cualitativos y cuantitativos, analizando el tiempo de proceso y el diseño del piso utilizando VSM (value stream mapping) y el diagrama de Spaghetti para identificar desperdicios. El objetivo fue reducir las actividades que no agregan valor, mejorar la eficiencia del ciclo de producción y, en última instancia, disminuir el tiempo de producción. Los resultados obtenidos fueron significativos: el tiempo de producción se redujo en un 23.66 %, el trabajo en proceso en un 8.6 %, el tiempo de espera en un 37.74 %, y la distancia total recorrida en un 61.2 %. La eficiencia del ciclo de proceso mejoró en un 25.59 %, lo que demuestra la efectividad de las prácticas Lean en la mejora de métricas de rendimiento.

Por otro lado, Patil et al. (2021) realizaron su investigación en un taller de producción, esta se centró en la aplicación de técnicas de Lean manufacturing para mejorar la productividad del sistema productivo en la India. Utilizando un enfoque de estudio de caso, se analizaron variables como el trabajo en proceso, el tiempo de procesamiento y el tiempo de entrega (lead time). Se aplicaron técnicas como el programa 5S y la Organización del Trabajo Japonesa (JWO), lo que resultó en una mejora del 69% en el pilar de disciplina y una reducción del lead time del cinturón lumbar talla L de 5 días a 1.6 días. Estos cambios mejoraron significativamente la eficiencia operativa y la productividad del personal. Además, se identificaron oportunidades adicionales para optimizar el flujo de producción mediante la adopción de otras herramientas Lean como SMED y Kanban. La aplicación de estas técnicas



demonstró ser factible y beneficiosa, proporcionando una base sólida para futuras mejoras en la cadena productiva de la empresa.

Además de eso, Nugroho et al. (2021) se enfocaron en mejorar el tiempo de entrega en el proceso de adquisición de la industria del acero mediante la aplicación del mapeo de la cadena de valor (VSM) en el país de Indonesia. Inicialmente, se realizó un mapeo del estado actual del proceso de adquisición para identificar actividades con y sin valor agregado. El objetivo fue minimizar los desperdicios en el proceso, como las demoras en la revisión de documentos y la espera de ofertas de proveedores. Se aplicaron mejoras en la negociación, revisión de documentos y se creó un sistema de negociación para reducir las interacciones presenciales. Como resultado, el tiempo de actividades sin valor agregado se redujo de 12240 minutos a 2160 minutos, disminuyendo el tiempo total de adquisición de 41 días a 21 días, logrando así una reducción del 50% en el tiempo de entrega. Esta investigación demostró que el mapeo de la cadena de valor puede ser una herramienta eficaz para optimizar los procesos de adquisición en la industria del acero.

De igual modo, en países de América Latina también se han realizado este tipo de estudios, como, por ejemplo, en Perú se dan a conocer estudios realizados a nivel regional, como el de Macassi et al. (2023) quienes se centraron en reducir los tiempos de entrega en pequeñas y medianas empresas de pintura mediante la aplicación de un modelo basado en el trabajo estandarizado y la gestión de materias primas en una PYME de pinturas. Para lograrlo, se realizó un análisis de tiempo y actividad del proceso de fabricación de pintura y de las paradas de producción causadas por la falta de materias primas. Se utilizó un enfoque híbrido que combina la aplicación práctica y la simulación para optimizar el ciclo de producción. Este enfoque permitió una reducción del 33.6 % en el tiempo de ciclo de producción y un aumento del 13.51 % en la capacidad de producción. También se logró una significativa disminución de las roturas de stock, del 6.52 % al 0.22 %, y una mejora del 17.85 % en las tasas de entregas a

tiempo. Estos resultados muestran la efectividad del modelo para aumentar la eficiencia y la capacidad de producción en las empresas de pintura.

Al igual que, Quintana et al. (2023) aplicaron el método de mapeo de la cadena de valor (VSM) para mejorar la productividad mediante la reducción del tiempo de entrega en una empresa manufacturera de Nicaragua. Se llevó a cabo un análisis del estado actual del proceso y se diseñó un estado futuro utilizando diversas técnicas para identificar y eliminar el desperdicio. El objetivo principal fue incrementar la producción al reducir el tiempo de entrega. Para lograr esto, se aplicaron cambios específicos en los procesos de logística informativa, lo que permitió reducir el tiempo de entrega de 4.6 días a 3.3 días. Además, se aumentó la capacidad de producción de la empresa de 1-2 piezas por día a 5 piezas por día. El mapeo de la cadena de valor optimizó la manufactura, mejorando eficiencia, reduciendo inventarios entre estaciones y demostrando su efectividad en la producción industrial.

También, Bustillos et al. (2022) propusieron un modelo de servicio integrado Lean-BPM para reducir el tiempo de incorporación de nuevos empleados en una PYME de servicios de recursos humanos del Perú. La investigación se realizó debido a problemas en la gestión del tiempo, lo que resultaba en un tiempo de incorporación de 6.22 días. Se usó herramientas como el trabajo estandarizado, gestión visual, de procesos empresariales (BPM) y el tablero Kanban, ajustadas a los problemas identificados. El objetivo fue mejorar la eficiencia del proceso de contratación. La aplicación del modelo logró una reducción del 12.88 % en el tiempo de incorporación, llevándolo a 4.49 días. La simulación del proceso con las mejoras propuestas confirmó estos resultados. La simulación y el uso de BPM validaron las mejoras, reduciendo en un 89.38 % el tiempo de reenvío de candidatos, demostrando la efectividad del modelo al optimizar actividades críticas.

Igualmente, Cordova et al. (2022) analizaron la reducción del tiempo de entrega en una PYME del sector plástico en Perú, utilizando el modelo Lean-SLP para mejorar el tiempo de producción. A través de herramientas de manufactura esbelta y planificación sistemática del Layout, se abordaron problemas de eficiencia y productividad. El objetivo fue revertir la baja rentabilidad y cumplir con los pedidos a tiempo. Las herramientas utilizadas incluyeron 5S, SMED y TPM, enfocándose en la mejora continua. Los resultados mostraron un aumento del índice de cumplimiento de pedidos en un 13.4%, reducción del esfuerzo de los operadores en un 62%, y disminución del tiempo de configuración en un 57%. Además, la efectividad general del equipo (OEE) incrementó un 7%. Esta investigación no solo mejoró la eficiencia operativa, sino que también promovió la motivación y empoderamiento de los operadores, integrando actividades de mejora continua y trabajo en equipo, lo cual es crucial para la sostenibilidad a largo plazo.

También el estudio de Guevara & Reyes (2019) en la industria de procesamiento de pescado en el México encontró que la aplicación de Lean resultó en una mejora del 30% en la eficiencia operativa, obteniendo un aumento de la productividad en un 10% mediante la metodología Lean manufacturing. Este estudio subrayó la importancia de adaptar las técnicas LM a las especificidades del sector alimentario, incluyendo la gestión de la variabilidad en la calidad de la materia prima y la necesidad de mantener altos estándares de higiene.

Por último, se presentan investigaciones a nivel nacional o del Ecuador, como el de Mora et al. (2022), los autores investigaron la aplicación de herramientas Lean manufacturing en las empresas paletteras de la provincia de El Oro. Utilizaron una metodología descriptiva y explicativa, con enfoques cualitativos y cuantitativos, empleando herramientas de producción esbelta y confiabilidad de procesos. El objetivo era reducir tiempos y eliminar desperdicios en la cadena de valor. Para esto, realizaron tomas de tiempo y análisis de factibilidad para introducir tecnologías y mejorar la productividad mediante el reacondicionamiento de

máquinas y la fusión de actividades. Los resultados mostraron que la aplicación de Lean manufacturing permitió identificar y reducir defectos, optimizar el tiempo de ciclo y mejorar la productividad en un 15%, demostrando la relevancia de estas herramientas para la mejora continua en las empresas.

Al igual, Flores & Núñez (2022) analizaron la aplicación teórica y documental del Lean manufacturing en una pequeña empresa de fundición metálica en Imbabura. Los autores se enfocaron en describir herramientas como el sistema 5S y six sigma, resaltando las acciones y consideraciones necesarias para su aplicación. La investigación, de carácter teórico y descriptivo, documenta la importancia y beneficios de estas herramientas en la mejora de procesos dentro de una empresa de fundición. Los resultados indican que la aplicación de LM permite optimizar procesos, reducir desperdicios y mejorar la calidad del producto final. Además, se concluye que esta filosofía requiere el compromiso de todos los trabajadores y no implica grandes costos económicos, ofreciendo significativos beneficios a la empresa sin importar su tamaño.

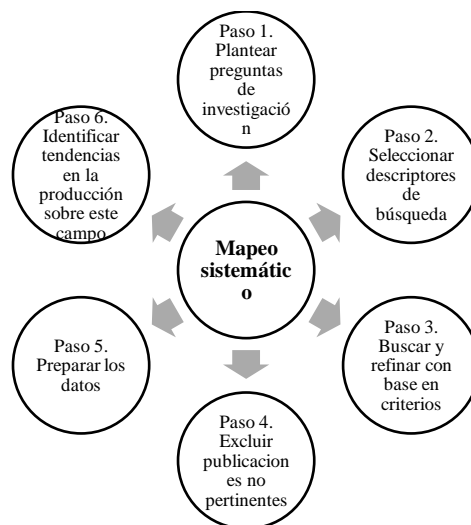
Por otro lado, Hinojosa & Cabrera (2022) tuvieron como objetivo analizar el impacto del Lean manufacturing en la productividad de las microempresas de Guayaquil. Utilizaron una metodología documental basada en fuentes secundarias como informes y artículos especializados, se revisaron conceptos, herramientas y efectos de Lean manufacturing en la productividad. Se encontró que, aunque la mayoría de las microempresas no invierten en innovación y tecnología, aquellas que aplican Lean manufacturing logran mejoras significativas en la optimización de procesos y resultados. Las conclusiones muestran que la metodología Lean puede incrementar la calidad y productividad, reducir costos de producción y mejorar el desempeño operacional, siempre que haya un compromiso decidido de la gerencia y trabajadores para su aplicación.

## 1.2. Estado del arte

La revisión de la literatura científica bajo un mapeo sistemático es una metodología clave para estructurar el conocimiento existente en un área específica, como en este caso, sobre la optimización de la producción mediante herramientas Lean manufacturing para Nirsa S.A. El mapeo sistemático de la literatura es una metodología de investigación que busca recopilar, categorizar y analizar la producción académica existente en un tema particular. A diferencia de una revisión tradicional, este se centra en identificar tendencias, vacíos y enfoques metodológicos en el área de estudio. Este proceso es crucial para comprender el estado actual del conocimiento y definir nuevas áreas de investigación.

El proceso de mapeo sistemático sigue un conjunto claro de etapas que permiten estructurar de manera lógica la recopilación y análisis de datos, estas son detalladas en la investigación de Rivera et al. (2022), siendo esta la guía de la presente investigación. Estas etapas se dan a conocer en la figura 1, en la que se presenta un total de 6 pasos de este tipo de revisión de la literatura.

**Figura 1.** Etapas del mapeo sistemático de la literatura.



Nota: Elaborado por los autores.

Los pasos mostrados en la figura 1, se describen de la siguiente manera:

**Paso 1. Plantear preguntas de investigación:** el proceso de mapeo sistemático comienza con la formulación de preguntas de investigación que orientan el análisis y recopilación de información (Rivera et al., 2022). Estas preguntas deben ser claras y específicas, abordando aspectos clave como los enfoques metodológicos utilizados y los objetos de estudio tratados. Este paso es crucial para definir la dirección de la investigación y asegurar que se aborden temas relevantes y significativas del campo de estudio, y para la investigación.

**Paso 2. Seleccionar descriptores de búsqueda:** una vez planteadas las preguntas de investigación, se procede a definir los descriptores de búsqueda (Rivera et al., 2022). Estos son términos clave que representan los conceptos fundamentales que se desean investigar. Realiza una búsqueda piloto para probar descriptores, ajustar términos en distintos idiomas, usar comillas o lógica, y obtener resultados relevantes delimitados a estudios pertinentes.

**Paso 3. Buscar y refinar con base en criterios:** el siguiente paso es realizar la búsqueda de literatura en bases de datos académicas reconocidas (Rivera et al., 2022). Se aplican criterios de inclusión y exclusión para limitar los resultados, como el tipo de publicación, el idioma, la accesibilidad y el período de tiempo. Los criterios ayudan a filtrar publicaciones relevantes, excluyendo trabajos no pertinentes, para incluir únicamente estudios que respondan a las preguntas de investigación.

**Paso 4. Excluir publicaciones no pertinentes:** en esta etapa se excluyen aquellas publicaciones que no son pertinentes a la investigación presente, y que no pertenecen a los criterios de inclusión (Rivera et al., 2022). Estos pueden organizarse o presentarse en una base de datos o generalizarse, con el fin de dar a conocer el total de artículos que se obtuvieron al final por afinidad. Por último, se presentan de forma ordenada por cualquier característica.

**Paso 5. Preparar los datos:** una vez seleccionados los estudios, es necesario organizar los datos en una base estructurada que facilite el análisis (Rivera et al., 2022). Los metadatos de cada publicación, como el idioma, la ubicación geográfica, el tipo de investigación, y las revistas donde se publicaron, se registran para permitir una visión clara y completa de la producción científica en el área seleccionada. Este paso es fundamental para poder realizar un análisis profundo y categórico de los estudios seleccionados. Cabe recalcar que los investigadores pueden definir por afinidad los metadatos.

**Paso 6. Identificar tendencias en la producción sobre este campo:** finalmente, se lleva a cabo un análisis de contenido para identificar patrones y tendencias en la literatura seleccionada (Rivera et al., 2022). Este análisis incluye la clasificación de los estudios por categorías previamente definidas, la metodología aplicada, los instrumentos de recolección de datos, y otros aspectos relevantes. A través de este proceso se pueden detectar vacíos en la literatura, tendencias emergentes y áreas que requieren mayor investigación, proporcionando una visión global del estado actual del conocimiento en el campo estudiado.

En este caso, se llevará a cabo en relación con el uso de herramientas Lean manufacturing (LM) y su impacto en la optimización de la producción. A continuación, se desarrolla cada uno de los pasos detalladamente, integrando los conceptos previamente expuestos.

### **Paso 1.- Plantear preguntas de investigación.**

El objetivo del mapeo sistemático es responder preguntas clave que orienten el análisis de la literatura. Para este caso, se plantean tres preguntas fundamentales relacionadas con las herramientas más utilizadas del Lean manufacturing, los resultados obtenidos y las técnicas de recolección de datos más comunes. Estas preguntas guían la búsqueda y selección de los artículos más pertinentes, proporcionando una base sólida para el análisis posterior.

### **Preguntas de investigación.**

¿Cuáles son las herramientas Lean manufacturing más utilizadas en la optimización de la producción y cuáles son los resultados más reportados en la literatura científica reciente?

¿Qué técnicas de recolección de datos se han empleado con mayor frecuencia en los estudios que evalúan el impacto de herramientas Lean manufacturing en la optimización de procesos productivos?

¿Cuáles son los instrumentos de recolección de datos más utilizados para evaluar la aplicación y eficacia de las herramientas Lean manufacturing?

Estas preguntas son esenciales para estructurar la investigación, ya que permitieron identificar no solo las herramientas utilizadas, sino también cómo han sido evaluadas en diferentes contextos.

### **Paso 2.- Seleccionar descriptores de búsqueda.**

Para realizar una búsqueda efectiva, es fundamental definir las variables y términos clave que se utilizarán en las bases de datos. Los descriptores deben representar los conceptos principales del tema, como las herramientas Lean manufacturing, técnicas e instrumentos de recolección de datos. En este caso, se emplearon descriptores como: Lean manufacturing, herramientas de Lean manufacturing, optimización de la producción y de la misma manera en inglés. Estos términos se combinarán utilizando operadores booleanos y conectores lógicos como AND y OR para refinar los resultados. Por ejemplo, se utilizaron expresiones como:

- “Lean manufacturing” AND “optimización de la producción”.
- “Herramientas Lean manufacturing” OR “optimización de la producción”.
- “Lean manufacturing” AND “production”.

Estas ecuaciones de búsqueda ayudarán a acotar los resultados, asegurando que los estudios seleccionados sean los más relevantes y estén alineados con las preguntas de investigación.



### **Paso 3.- Buscar y refinar con base en criterios.**

Para refinar los resultados de la búsqueda, se establecen criterios de inclusión y exclusión que permitan limitar los estudios seleccionados según su pertinencia. Se seleccionaron solo publicaciones académicas en formato de artículo científico, publicadas entre los años 2019 y 2024, y en idiomas inglés o español. Además, se buscaron únicamente artículos de acceso abierto para garantizar que los estudios seleccionados sean accesibles para su análisis completo y que pertenezcan al área de estudio. Las bases de datos seleccionadas para la búsqueda son Scopus, ScienceDirect, Lens, Dimensions y Redalyc.

Se realizó una búsqueda preliminar en cinco bases de datos utilizando los descriptores previamente planteados. Esta búsqueda arrojó un número considerable de resultados en cada una de las plataformas seleccionadas. A continuación, se presenta el total de artículos identificados antes de aplicar los criterios de inclusión y exclusión mediante la tabla 1.

**Tabla 1.** *Resultados de las bases de datos.*

<b>Fuente</b>	<b>Artículos</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>Scopus</b>	3952	28.45%
<b>ScienceDirect</b>	3820	27.50%
<b>Lens</b>	4970	35.78%
<b>Dimensions</b>	748	5.38%
<b>Redalyc</b>	402	2.89%
<b>Total</b>	13892	100%

Nota: Elaborado por los autores.

La tabla 1 da muestra el total de artículos obtenidos por cada una de las 5 bases de datos ya mencionadas, al igual que sus porcentajes correspondiente al total. Se observa que existen un total de 13892 artículos relacionados al tema de Lean manufacturing y a la optimización de la producción, sin embargo, no todos los relevantes, por ende, es necesario aplicar los filtros o criterios de elegibilidad.

#### **Paso 4.- Excluir publicaciones no pertinentes.**

La exclusión de publicaciones no pertinentes se realiza aplicando los criterios previamente definidos. Para ello, se revisaron los títulos, resúmenes y, en algunos casos, el contenido completo de los artículos para determinar su pertinencia. Se eliminaron aquellos estudios que no cumplen con los criterios de inclusión, como artículos duplicados, publicaciones en otros idiomas o trabajos publicados antes de 2019, en vista a que no se ajustan al rango o parámetros establecidos, para el cual se adjunta la tabla 2 con estos resultados.

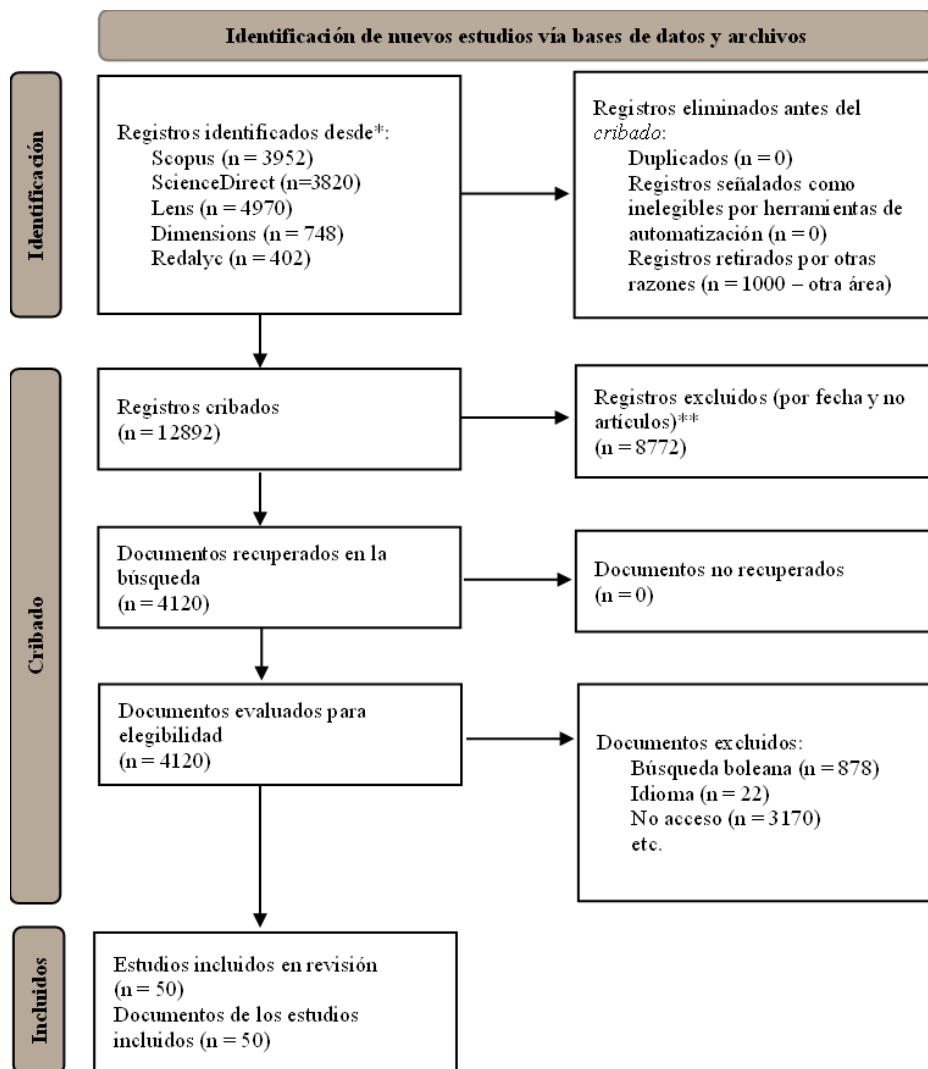
**Tabla 2.** *Aplicación de criterios de elegibilidad.*

Eliminados por	Base de datos					Total
	Scopus	ScienceDirect	Lens	Dimensions	Redalyc	
<b>Fecha</b>	2240	2252	2750	162	264	7668
<b>No – Artículos</b>	159	202	540	203	0	1104
<b>No – Acceso</b>	1045	758	1149	218	0	3170
<b>Idioma</b>	6	0	0	0	16	22
<b>Área</b>	142	282	459	59	58	1000
<b>Total – Inicial</b>	3952	3820	4970	748	402	13892
<b>Total – Eliminados</b>	3592	3494	4898	642	338	12964
<b>Resultados finales</b>	<b>360</b>	<b>326</b>	<b>72</b>	<b>106</b>	<b>64</b>	<b>928</b>

Nota: Elaborado por los autores.

La tabla 2 da a conocer el número de artículos que se eliminaron en cada uno de los criterios de elegibilidad establecidos y por cada una de las bases de datos, en donde del total de 13892 artículos académicos se eliminaron 12964 por los criterios, obteniendo un total de 928 documentos listos para el análisis y selección por afinidad. De la misma manera, se plantea la figura 2 con los resultados plasmados en el diagrama PRISMA, con el total de artículos obtenidos para el análisis de metadatos.

**Figura 2.** Diagrama PRISMA de los resultados de elegibilidad.



Nota: Elaborado por los autores.

La figura 2 da a conocer que se eligieron un total de 50 artículos académicos para su análisis de metadatos, los cuales se presentan a continuación en la tabla 3, incluyendo la referencia completa, el título y la variable de estudio a la que está relacionada. Estos estudios serán fundamentales para analizar el impacto de las herramientas Lean manufacturing en la optimización de la producción.

**Tabla 3.** *Presentación de los 50 artículos seleccionados.*

N°	Cita	Tema	Variable
1	(Contreras et al., 2024)	Startup Lean-Kaizen en procesos productivos de panela: el caso de un trapiche.	Lean manufacturing.
2	(Slavina & Štefanić, 2024)	Facing Challenges of Implementing Total Productive Management and Lean Tools in Manufacturing Enterprises.	Lean manufacturing.
3	(Sardar et al., 2024)	Implementation of Lean manufacturing methods to improve rolling mill productivity.	Lean manufacturing – optimización de la producción.
4	(Bella et al., 2024)	The implementation of Lean Six Sigma approach to minimize waste at a food manufacturing industry.	Lean manufacturing – optimización de la producción.
5	(Fitriadi & Wijayanti, 2024)	Identification of Waste in The Production Process Using Lean Manufacturing Approach (Case Study: PT. Multiyasa Abadi Sentosa).	Lean Manufacturing – optimización de la producción.
6	(Novirani et al., 2024)	Application of Lean Manufacturing to Minimize Waste in The Production Process of Tin Stabilizer.	Lean Manufacturing – optimización de la producción.
7	(Valenzuela et al., 2023)	Model of Optimization of Production Based on the Application of Lean Tools to Increase Productivity in Footwear Manufacturing SMEs.	Lean Manufacturing – optimización de la producción.
8	(Dube & Gupta, 2023)	Lean Manufacturing Based Space Utilization and Motion Waste Reduction for Efficiency Enhancement in a Machining Shop: A Case Study.	Lean Manufacturing – optimización de la producción.
9	(Pawlak et al., 2023)	Analysis of the impact of the 5S tool and Standardization on the duration of the production process - case study.	Lean Manufacturing – optimización de la producción.
10	(Pajuelo et al., 2023)	Minimization of Product Distribution Delays through An Integration Model of Lean Manufacturing Tools and A3 Report - Case Study.	Lean Manufacturing – optimización de la producción.
11	(Ahsan et al., 2023)	Implementing Lean manufacturing for improvement of operational performance in a labeling and packaging plant: A case study in Bangladesh.	Lean Manufacturing – optimización de la producción.

12	(Santos et al., 2023)	Optimization of the production Management of an Upholstery Manufacturing Process Using Lean Tools: A Case Study.	Lean Manufacturing – optimización de la producción.
13	(Konrad et al., 2023)	Crate consolidation and standardization using Lean manufacturing systems.	Lean Manufacturing – optimización de la producción.
14	(Soza et al., 2023)	Aplicación de herramientas de Lean manufacturing para mejora en una línea de producción.	Lean Manufacturing – optimización de la producción
15	(Llacctas et al., 2023)	Application of the Lean Manufacturing methodology for the increase of production in a furniture manufacturer company, year 2022.	Lean Manufacturing – optimización de la producción.
16	(Quiroz et al., 2023)	Lean Management model to improve production efficiency in MYPE in the textile sector.	Lean Manufacturing – optimización de la producción.
17	(Bravo, 2023)	Aplicación de herramientas Lean Manufacturing (5S, Andon y Tiempo Estándar) para el aumento de la productividad en el área de producción de una empresa metalmecánica.	Lean Manufacturing – optimización de la producción.
18	(Arambarri et al., 2023)	Metodología para incrementar la productividad del proceso productivo en una Pyme metalmecánica de producción de té utilizando Lean Manufacturing, Systematic Layout Planning y TOPSIS.	Lean Manufacturing – optimización de la producción.
19	(Saravanan et al., 2023)	A Proposed Model for Productivity Improvement by Implementation of Lean Manufacturing Techniques in a Textile Industry.	Lean Manufacturing – optimización de la producción.
20	(Florian et al., 2023)	Diseño de un modelo basado en Lean Manufacturing para la productividad de una MyPE del sector calzado.	Lean Manufacturing – optimización de la producción.
21	(Lazarte et al., 2023)	Implementation of Lean Manufacturing to Increase Productivity in the Manufacture of Kitchen Sinks in a Metal-Mechanical Company.	Lean Manufacturing – optimización de la producción.

22	(Anticona et al., 2023)	Aplicación de herramientas Lean manufacturing para incrementar la productividad en una empresa de calzados de Perú.	Lean Manufacturing – optimización de la producción.
23	(Pekarcikova et al., 2023)	Processes Optimization with Lean Tools Intensification in the Non-manufacturing Sector.	Lean Manufacturing – optimización de la producción.
24	(Jara et al., 2023)	Application of Lean Manufacturing to Increase Productivity of a Company in the Metalworking Sector.	Lean Manufacturing – optimización de la producción.
25	(Noamna et al., 2022)	Transformer production improvement by Lean and MTM-2 technique.	Lean Manufacturing – optimización de la producción.
26	(Fuentes et al., 2022)	Desarrollo de herramientas Lean manufacturing para la línea de producción en PRINTER colombiana S.A.S.	Lean Manufacturing – optimización de la producción.
27	(Shah et al., 2022)	Literature Review on Industrial Process Optimization by Lean Manufacturing of Techniques.	Lean Manufacturing – optimización de la producción.
28	(Radecka, 2022)	Improving business maintenance processes using Lean Manufacturing tools – case study.	Lean Manufacturing – optimización de la producción.
29	(Ortiz Porras et al., 2022)	Modelo de gestión para la aplicación de herramientas Lean Manufacturing para la mejora de la productividad en una empresa de confección de ropa antiplama de Lima – Perú.	Lean Manufacturing – optimización de la producción.
30	(Bucko et al., 2022)	Application of Lean Manufacturing Methods in the Production of Ultrasonic Sensor.	Lean Manufacturing – optimización de la producción.
31	(Munive-Silvestre et al., 2022)	Implementation of a Lean Manufacturing and SLP- based system for a footwear company.	Lean Manufacturing – optimización de la producción.
32	(Ratter, 2022)	The Use of Lean Management Tools in Production Companies with Implemented Total Quality Management (TQM).	Lean Manufacturing – optimización de la producción.
33	(Vargas & Camero-, 2021)	Aplicación del Lean Manufacturing (5S y Kaizen) para el incremento de la productividad en el área de producción de	Lean Manufacturing – optimización de la producción.

		adhesivos acuosos de una empresa manufacturera.	
34	(Patil et al., 2021b)	Application of value stream mapping to enhance productivity by reducing manufacturing lead time in a manufacturing company: A case study.	Lean Manufacturing – optimización de la producción.
35	(Parwani & Hu, 2021)	Improving Manufacturing Supply Chain by Integrating SMED and Production Scheduling.	Lean Manufacturing – optimización de la producción.
36	(Martínez & Arboleda, 2021)	Propuesta para la reducción de tiempos y productos no conformes en el área de confecciones de la empresa Suramericana de Guantes S. A. S. mediante herramientas de Lean Manufacturing.	Lean Manufacturing – optimización de la producción.
37	(Hernández et al., 2021)	Production Planning through Lean Manufacturing and Mixed Integer Linear Programming.	Lean Manufacturing – optimización de la producción.
38	(Martínez, 2021)	Implementation of Lean Manufacturing through the Reconstruction of its Trajectory: An Experience of an Auto Parts Company in Mexico.	Lean Manufacturing – optimización de la producción.
39	(Wang et al., 2021)	Implementation of POLCA Integrated QRM Framework for Optimized Production Performance—A Case Study.	Lean Manufacturing – optimización de la producción.
40	(Camacaro et al., 2021)	Mapa de cadena de valor como una herramienta para la mejora de los procesos de cosecha y postcosecha en una empresa productora de piña.	Lean Manufacturing.
41	(Adeodu et al., 2021)	Implementation of Lean Six Sigma for Production Process Optimization in a Paper Production Company.	Lean Manufacturing – optimización de la producción.
42	(Pérez et al., 2021)	Production optimization oriented to value-added: from conceptual to a simulation case study.	Lean Manufacturing – optimización de la producción.
43	(Stojanović et al., 2021)	Implementation of Lean in the function of production optimization: Problem framework.	Lean Manufacturing – optimización de la producción.
44	(Cabrera et al., 2020)	Improving quality by implementing Lean manufacturing, SPC and HACCP in the food industry.	Lean Manufacturing – Time.

45	(Triana & Lesmana, 2020)	Application of Lean Manufacturing to Optimize Working Space by Reducing Lead Time in the Production Department Using the Value Stream Mapping (VSM) Method.	Lean Manufacturing – optimización de la producción.
46	(Martinez et al., 2020)	Lean Production Model Aligned with Organizational Culture to Reduce Order Fulfillment Issues in Micro- and Small-sized Textile Businesses in Peru.	Lean Manufacturing – optimización de la producción.
47	(Castro et al., 2020)	Production Management Model Based on Lean Manufacturing and Change Management Aimed at Reducing Order Fulfillment Times in Micro and Small Wooden Furniture Companies in Peru.	Lean Manufacturing – optimización de la producción.
48	(Liu & Yang, 2020)	An Improved Value Stream Mapping to Prioritize Lean Optimization Scenarios Using Simulation and Multiple-Attribute Decision-Making Method.	Lean Manufacturing – optimización de la producción.
49	(Akimov, 2019)	Optimization of production processes when building a value flow map.	Lean Manufacturing – optimización de la producción.
50	(Jimenez et al., 2019)	Improvement of Productivity and Quality in the Value Chain through Lean Manufacturing – a case study.	Lean Manufacturing – optimización de la producción.

---

Nota: Elaborado por los autores.

Con los artículos seleccionados previamente presentados en la tabla 3, se procede a organizar los metadatos de cada uno, permitiendo analizar las tendencias en la literatura. Los metadatos incluyen las herramientas Lean manufacturing aplicadas, las técnicas de recolección de datos empleadas y los instrumentos utilizados en cada estudio. Estos datos se organizaron en formato para facilitar su análisis y comparación, los cuales se presentan en la tabla 4.



**Tabla 4. Metadatos de los artículos de investigación.**

<b>N°</b>	<b>Herramientas</b>	<b>Técnica</b>	<b>Instrumento</b>
1	5S, Deming, Kaizen, VSM	Entrevista, Observación	Guía de entrevista, Check list
2	TPM	Encuesta	Cuestionario
3	TPM, SMED	Entrevista	Guía de entrevista
4	5S, 6 $\sigma$ , VSM	Observación, análisis documental	Check list, tabla de registro
5	VSM, Kaizen	Observación	Check list
6	5S, 6 $\sigma$	Observación	Check list
7	VSM, SW, 5S, Jidoka	Observación	Check list
8	5S	Observación	Check list
9	5S, VSM, 5W	Encuesta, observación	Cuestionario, check list
10	Deming, 6 $\sigma$ , SW	Análisis documental	Tabla de registro
11	Kanban, VSM, SMED, 5W	Observación	Check list
12	5S, Kanban, Kaizen VSM, Poka-Yoke, Gemba, SW	Observación	Check list
13	Kanban, Poka-Yoke	Observación	Check list
14	5S, VSM, JIT	Observación	Check list
15	5S, VSM	Entrevista, observación	Guía de entrevista, check list
16	5S, TPM, VSM, SW	Observación	Check list
17	5S, VSM	Observación	Check list
18	5S, Kaizen, VSM, Poka-Yoke, SMED	Observación	Check list
19	5S, VSM	Encuesta, Observación	Cuestionario, check list
20	5S, VSM, SMED	Encuesta, Observación	Cuestionario, check list
21	5S, Kanban, Jidoka, VSM	Encuesta, Observación	Cuestionario, check list
22	5S, TPM, Kaizen	Encuesta, Análisis documental	Cuestionario, tabla de registro
23	VSM	Observación	Check list
24	5S, Kanban, VSM, JIT	Encuesta, observación	Cuestionario, check list
25	VSM	Observación	Check list
26	5S, Deming, VSM	Observación	Check list
27	5S, Kanban, Kaizen, 6 $\sigma$ , TQM, VSM,	Análisis documental	Tabla de registro
28	5S	Observación, análisis documental	Check list, tabla de registro
29	5S, Kanban, TPM, 6 $\sigma$ , VSM, JIT, SMED	Encuesta, observación	Cuestionario, check list
30	Poka Yoke	Observación	Check list

31	5S, Kaizen	Observación	Check list
32	TPM	Análisis documental	Tabla de registro
33	5S, Kaizen	Encuesta, observación	Cuestionario, check list
34	VSM	Encuesta, observación	Cuestionario, check list
35	SMED	Observación	Check list
36	5S, TPM, VSM, SMED, SW	Encuesta, observación	Cuestionario, check list
37	VSM	Observación	Check list
38	5S, TPM, Kaizen	Entrevista, análisis documental	Guía de entrevista, tabla de registro
39	6 $\sigma$	Observación, análisis documental	Check list tabla de registro
40	5S, TPM, Jidoka, VSM, SW	Observación	Check list
41	VSM, Poka Yoke, 6 $\sigma$ , 5S	Observación	Check list
42	VSM, SMED, Kanban	Observación, análisis documental	Check list, tabla de registro
43	VSM	Observación	Check list
44	5S, VSM	Observación	Check list
45	VSM, Kaizen	Observación	Check list
46	VSM, 5W, 6 $\sigma$	Observación, Análisis documental	Check list, tabla de registro
47	5S	Observación	Check list
48	VSM	Observación	Check list
49	VSM, 5S, Andon	Observación	Check list
50	VSM	Observación	Check list

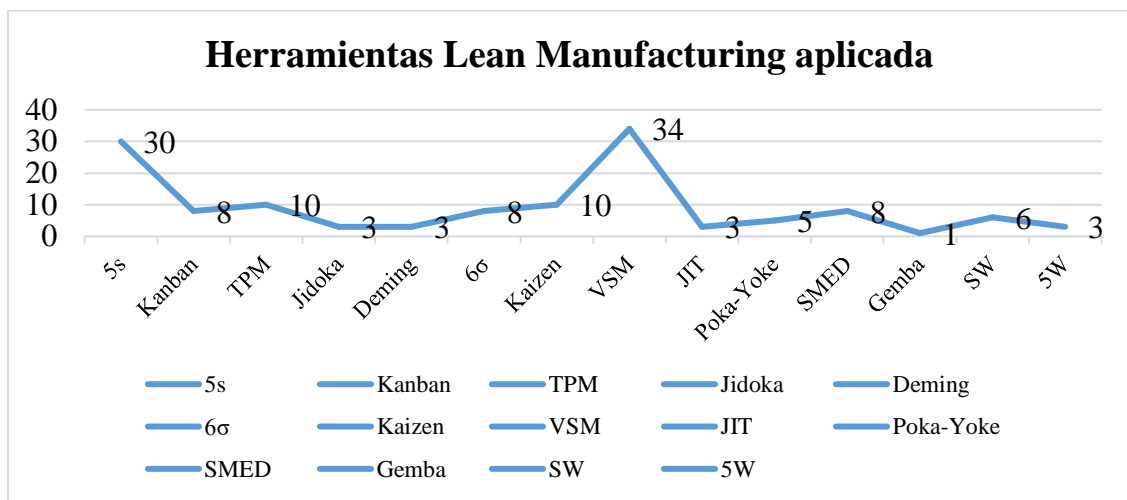
Nota: Elaborado por los autores.

La tabla 4 muestra los principales elementos utilizados en cada estudio, proporcionando una visión clara de las herramientas Lean manufacturing más aplicadas, así como las técnicas e instrumentos que se han utilizado para evaluar su efectividad, en donde se observa la utilización del VSM y 5S con mayor frecuencia, además de la observación para recolectar datos en los diferentes casos de estudio. Estos puntos son clave para el análisis posterior de tendencias y resultados.

### Paso 6.- Identificar tendencias en la producción sobre este campo.

Como primero, se presenta la figura 3 como gráfica de línea que representa las diferentes herramientas utilizadas a lo largo de un eje horizontal. En el eje vertical se observa la cantidad de aplicaciones para cada metodología, con nombres como 5S, TPM, Kanban, y otras.

**Figura 3. Herramientas Lean manufacturing aplicadas.**

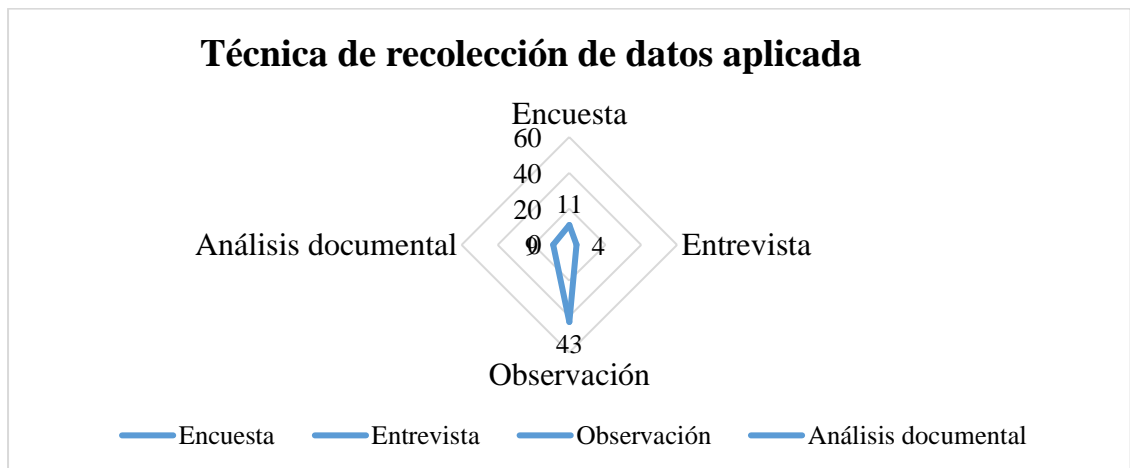


Nota: Elaborado por los autores.

De acuerdo con la figura 3, las metodologías “5S”, “VSM”, “TPM” y “Kaizen” son las más aplicadas, con 30 y 34 menciones respectivamente. Esto sugiere que las empresas tienen una preferencia por métodos que promueven la organización del lugar de trabajo y la mejora continua de los flujos de valor. Por otro lado, metodologías como “JIT”, “SW”, y “Gemba” presentan un bajo nivel de aplicación, lo que puede reflejar un menor interés o falta de recursos para su aplicación.

Seguidamente, se adjunta en la figura 4 una gráfica de tipo radar muestra las técnicas de recolección de datos utilizadas en los estudios o proyectos analizados. Las técnicas están distribuidas a lo largo de los ejes, que incluyen categorías como encuesta, entrevista, observación, y análisis documental. El tamaño de cada eje indica la frecuencia de uso de cada técnica.

**Figura 4.** *Técnicas de recolección de datos utilizadas.*

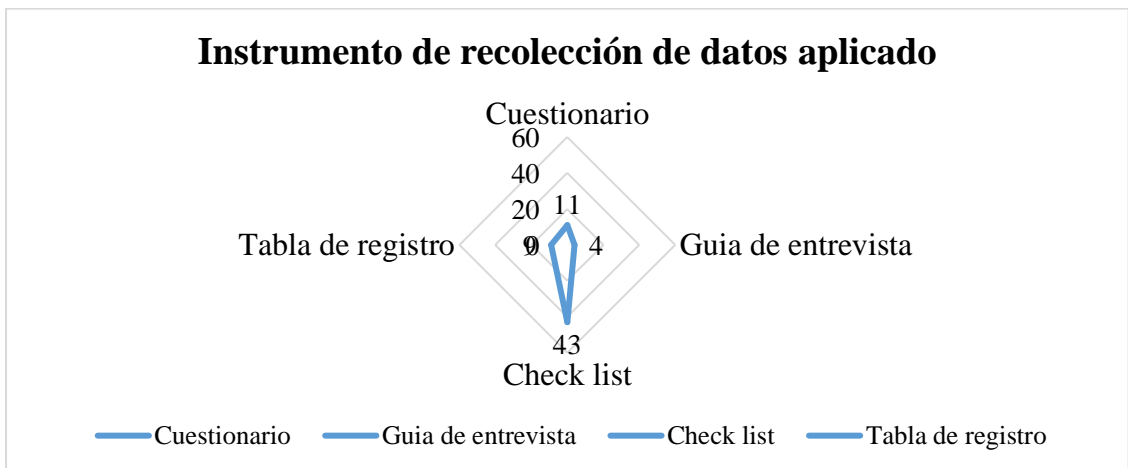


Nota: Elaborado por los autores.

El análisis de la figura 4, revela que la observación (43 aplicaciones), la encuesta (11 aplicaciones) y análisis documental (9 aplicaciones) son las técnicas más empleadas. Esto sugiere que los autores prefieren métodos directos y cuantitativos para obtener datos, probablemente por su eficiencia y rapidez. Sin embargo, el bajo uso de técnicas como la entrevista, puede limitar la comprensión profunda de los procesos o problemas identificados, ya que ofrecen menos contexto y detalles específicos.

Al igual que la figura 4, la figura 5 presenta un gráfico radar que compara los instrumentos de recolección de datos utilizados. Los ejes representan diferentes instrumentos como: cuestionario, guía de entrevista, check list, y tabla de registro, y el tamaño de cada eje refleja la frecuencia de uso de cada instrumento.

**Figura 5.** Instrumento de recolección de datos utilizado.



Nota: Elaborado por los autores.

En la figura 5 se da a conocer que check list es el instrumento de recolección de datos más utilizado por los autores mencionados en la tabla 3, siendo parte de la observación directa como técnica. Seguidamente, del cuestionario y la tabla de registro de la encuesta y el análisis documental.

Como parte de último paso del mapeo sistemático de la literatura, se da respuesta a las preguntas de investigación:

**¿Cuáles son las herramientas Lean manufacturing más utilizadas en la optimización de la producción y cuáles son los resultados más reportados en la literatura científica reciente?**

Las herramientas más utilizadas son 5S, VSM, TPM. Estas se enfocan principalmente en la organización del lugar de trabajo (5S) y la mejora continua de los flujos de valor (VSM), así como en el mantenimiento productivo total (TPM) Los resultados más reportados en la literatura sugieren que estas herramientas ayudan a mejorar la eficiencia operativa, reducir desperdicios y optimizar los tiempos de producción, lo cual es esencial para aumentar la productividad en entornos industriales.

**¿Qué técnicas de recolección de datos se han empleado con mayor frecuencia en los estudios que evalúan el impacto de herramientas Lean manufacturing en la optimización de procesos productivos?**

Las técnicas de recolección de datos más utilizadas son la observación directa, seguida por la encuesta y el análisis documental. Esto indica que la observación en campo es la técnica preferida por los investigadores para evaluar el impacto de las herramientas Lean manufacturing, probablemente por su capacidad para proporcionar datos en tiempo real y en el contexto operativo. Las encuestas, aunque menos utilizadas, permiten recoger opiniones estructuradas y cuantitativas de los actores involucrados.

**¿Cuáles son los instrumentos de recolección de datos más utilizados para evaluar la aplicación y eficacia de las herramientas Lean manufacturing?**

Conforme a los resultados observados, check list es el instrumento de recolección de datos más utilizado por los estudios analizados, vinculado a la técnica de observación directa. El cuestionario y la tabla de registro, que están asociados a las encuestas y el análisis documental respectivamente, también tienen un uso considerable, aunque menor. El check list, al ser una herramienta estructurada, es clave para verificar el cumplimiento de los estándares de Lean manufacturing, mientras que los cuestionarios permiten recopilar datos cuantificables sobre percepciones o resultados obtenidos.

### **1.3. Fundamentos teóricos**

#### **Conceptos Lean manufacturing.**

Lean, también conocido como Lean manufacturing, es un conjunto de principios adoptados por las organizaciones industriales con el objetivo de mejorar el rendimiento de la producción y la satisfacción del cliente, al mismo tiempo que se eliminan los desperdicios (Adeodu et al., 2021). Mantiene una perspectiva originaria del sistema de producción Toyota, que se remonta a las décadas de 1970 y 1980, donde su objetivo principal es eliminar el

desperdicio, entendido como las pérdidas para la empresa (Radecka, 2022). Es una metodología cuyo fin es aumentar la productividad, enfocándose en la identificación y eliminación de procesos y desperdicios que no agregan valor, así como en la estandarización de las operaciones y el diseño eficiente de los puestos de trabajo, esta integra herramientas teóricas y prácticas con el propósito de mejorar las operaciones de producción, logrando altos niveles de calidad al menor costo posible (Valenzuela et al., 2023).

Lean manufacturing es un conjunto de conceptos, principios, métodos, procedimientos y herramientas enfocados en mejorar el flujo de producción mediante la reducción de desperdicios, su principio básico consiste en identificar los procesos que aportan valor y aquellos que no lo hacen para la empresa, y en aplicar el método de producción justo a tiempo, este puede ser utilizado como una estrategia efectiva para mejorar los procesos y como una alternativa para incrementar la producción sin realizar grandes inversiones (Noamna et al., 2022).

### **Principios**

Gebeyehu et al. (2022) da a conocer que los principios del Lean manufacturing son:

- Definir el valor (especificar el valor).
- Mapear el flujo de valor (identificar el flujo de valor).
- Flujo de proceso fluido.
- Establecer pull (producción basada en pull).
- Perfección (eliminación de desperdicios mediante mejora continua).

Las empresas que adoptan la fabricación eficiente gozan de una mayor flexibilidad para crear un entorno operativo y cultural que favorezca significativamente la reducción de desperdicios, y esto es gracias a los 5 principios (Gebeyehu et al., 2022).

## **Herramientas**

A continuación, se plantea una breve descripción de las herramientas utilizadas en la aplicación del Lean manufacturing:

**VSM:** es una herramienta de Lean manufacturing adecuada para el análisis y diseño del flujo de materiales e información necesarios para entregar productos a los clientes (Stojanović et al., 2021), además, puede contribuir de manera significativa a la reducción de desperdicios durante el proceso de producción (Adeodu et al., 2021). El VMS es la herramienta clave del LM ya que inicia con el análisis de los flujos de valor y problemas (Akimov, 2019). Liu & Yang (2020) destaca que es una herramienta para visualizar el proceso de producción a nivel de planta en lugar de a nivel de proceso individual, mostrando el flujo de materiales e información a lo largo de toda la cadena de suministro, en lugar de enfocarse en plantas de manufactura separadas, incluyendo información sobre tiempos de producción y niveles de inventario, y proporciona una visión integral del sistema mientras mantiene los detalles locales del proceso mediante la representación gráfica del flujo de materiales, flujo de información y cronograma, además, al utilizar parámetros operativos como el takt time, que define la tasa de producción que cada etapa del sistema de manufactura debe seguir.

**TPM:** denominado como mantenimiento productivo total, es una técnica basada en la participación de los operarios en el mantenimiento preventivo, así como en su colaboración con los técnicos o responsables del mantenimiento en las reparaciones de las máquinas (Mora et al., 2022).

**Kaizen:** forma de medida de mejora continua (Adeodu et al., 2021), cuyo objetivo es la mejora continua de los sistemas, involucrando a todos los empleados sin importar su función en la empresa, en el ámbito laboral y en los talleres, esta tiene la finalidad de promover el progreso y los avances tecnológicos (Radecka, 2022). Vargas & Camero (2021) destaca que esta herramienta tiene 10 principios, los cuales son:



- Centrarse en los requerimientos del cliente.
- Realizar pequeñas mejoras constantemente.
- Identificar, reconocer y abordar abiertamente los problemas.
- Fomentar la comunicación abierta.
- Formar equipos de trabajo “Kaizen”.
- Realizar proyectos Kaizen involucrando a individuos multifuncionales.
- Mantener buenas relaciones laborales.
- Fomentar la autodisciplina mediante el reconocimiento.
- Mantener la comunicación con los empleados.
- Promover el desarrollo de competencias en todos los empleados.

**Poka – yoke:** el nombre proviene de las palabras japonesas pokka (error) y yokeru (evitar), el principio es prevenir errores humanos o errores antes de que ocurran, esta metodología se utiliza en la producción para evitar que los trabajadores cometan errores frecuentemente, cuando ocurre un error durante la producción, es común que la gestión atribuya la causa del error al operador y busque resolver el problema mediante una capacitación del mismo, sin embargo, la metodología poka-yoke no culpa al operador por el error, sino que parte de la premisa de que si un operador pudo haber cometido el error, cualquier otro también podría hacerlo (Bucko et al., 2022).

**5S:** filosofía de la estandarización del lugar de trabajo (Adeodu et al., 2021), la cual consta de las siguientes etapas:

- Seiri: clasificar, examinar y eliminar herramientas, piezas e instrucciones innecesarias (Flores & Núñez, 2022).
- Seiton: ordenar o poner a disposición las herramientas o piezas de trabajo por su necesidad (Flores & Núñez, 2022).

- Seiso: limpiar el lugar de trabajo eliminando materiales innecesarios o peligrosos (Flores & Núñez, 2022).
- Seiketsu: estandarizar los procedimientos de trabajo (Ortiz et al., 2022).
- Shitsuke: mantener siempre el ámbito de la mejora continua en los lugares de trabajo (Ortiz et al., 2022).

**SMED:** denominada como single minute exchange die, combina Lean y six sigma y está diseñado para reducir el tiempo de preparación a menos de un minuto (Mora et al., 2022), su objetivo principal es minimizar este tiempo a un dígito, lo que permite a la empresa reducir el inventario y asegurar una utilización eficiente del equipo, con la reducción en el ciclo de vida de los productos y el aumento de la demanda de productos variados, su uso se vuelve esencial en cualquier organización (Parwani & Hu, 2021).

**JIT:** esta metodología establece cómo la empresa debe examinar y mejorar todos y cada uno de los recursos dentro de un sistema de producción (Mora et al., 2022), basada en la producción justo a tiempo.

**Kanban:** es una técnica desarrollada por Toyota que significa tarjetas visuales en japonés, se emplea para gestionar el avance del trabajo en la producción, sus beneficios incluyen la reducción o eliminación del inventario entre procesos intermedios; cumplimiento de los tiempos de entrega requeridos por el cliente; mejora de la calidad del producto al facilitar la detección de defectos; prevención de la acumulación de inventarios; control efectivo de la producción; flexibilidad en la producción para adaptarse a la demanda (Rojas & Gisbert, 2017).

**Estandarización de trabajo (SW):** se basa en identificar, documentar y seguir una tarea de forma óptima por parte de los trabajadores, entre sus objetivos se encuentran: determinar el takt time, que define el ritmo de producción necesario para satisfacer la demanda; establecer la secuencia de trabajo, que optimiza los métodos y procedimientos para cada

proceso; y definir el inventario estándar, que asegura un flujo operativo adecuado y un tiempo de ciclo óptimo para cumplir con el takt time (Macassi et al., 2023).

**Andón:** se define como un tablero o panel que permite a los operarios de producción visualizar las anomalías detectadas, facilitando que el equipo de trabajo resuelva rápidamente los problemas identificados, garantizando así la continuidad del proceso y el mantenimiento de los estándares de fabricación (Bravo, 2023).

### **Beneficios de la aplicación**

La aplicación de Lean manufacturing en la gestión de producción ofrece múltiples beneficios, especialmente cuando se adopta un enfoque de procesos para la organización de la producción. Este enfoque facilita la identificación de cuándo y cómo se genera valor agregado para el cliente en los productos fabricados. Al mejorar el diseño y la disposición del proceso, se logran efectos económicos más satisfactorios, como el aumento de la eficiencia, la reducción de costos y la mejora en la calidad del producto (Radecka, 2022).

Además, uno de los beneficios clave de Lean manufacturing es el aumento en el nivel de satisfacción del cliente, ya que este enfoque garantiza que el producto final cumpla con sus expectativas de valor (Radecka, 2022). Las mejoras en la producción pueden aplicarse de manera continua y gradual, lo que permite optimizaciones constantes mediante pequeños ajustes que se adaptan al proceso. Sin embargo, también es posible aplicar mejoras a través de innovaciones radicales, que pueden generar avances significativos en la producción, impulsando resultados de alto impacto. Estos beneficios se reducen en:

- Incremento de la eficiencia.
- Reducción de costos.
- Mejora de la calidad.
- Incremento de la productividad.
- Reducción de tiempos.

- Incremento de la satisfacción al cliente.

## **Optimización de la producción**

### **Desperdicios en la producción**

Es importante presentar los tipos de desperdicio (MUDAS), considerando los tres factores como el personal, maquinaria y material definidos por el concepto de Lean manufacturing (Radecka, 2022), los cuales son:

- Tráfico o movimientos excesivo: exceso de movimiento dentro de la planta (Jimenez et al., 2019)
- Espera: tiempo inactivo de un recurso, máquina o persona en el que se espera a que finalice la etapa anterior (Jimenez et al., 2019).
- Sobreproducción: producir más de la demanda actual (Jimenez et al., 2019).
- Procesamiento excesivo: realizar más trabajo del necesario para realizar una tarea o proceso (Ayala et al., 2022).
- Defecto y errores: fallos en los productos o producción (Jimenez et al., 2019).
- Almacenamiento o inventarios: productos que no cumplen las especificaciones (Jimenez et al., 2019)
- Transporte innecesario: exceso de transporte en un área determinada (Jimenez et al., 2019).
- Talentos no utilizados: habilidades, conocimientos o capacidades de una persona que no se utiliza o aplican en su totalidad en los procesos de trabajo (Ayala et al., 2022).

## Indicadores de rendimiento

**Eficiencia:** mide el rendimiento entre los resultados obtenidos y los resultados deseados o esperados (Valenzuela et al., 2023).

$$\text{Eficiencia (\%)} = \frac{\text{Resultados obtenidos}}{\text{Resultados esperados}} * 100 = \frac{\text{Producción obtenida}}{\text{Producción esperada}} * 100$$

**Productividad:** mide la relación entre los resultados obtenidos y los recursos utilizados (Hinojosa & Cabrera, 2022).

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Resultados obtenidos}}{\text{Recursos utilizados}} = \frac{\text{Unidades producidas} * \text{Precio}}{\text{MO} * \text{Tiempo} * \text{Costo}}$$

**Tiempo de ciclo (CT):** tiempo en que se completa un proceso, una actividad o varias (Valenzuela et al., 2023).

$$CT = \frac{\text{Suma de los tiempos observados}}{\text{Número de veces observados}}$$

**Lead time (LT):** tiempo de espera de una orden de pedido, desde que se genera hasta que se entrega.

**Eficiencia del ciclo del proceso (PCE):** relación entre el tiempo de valor agregado (VDT) y el tiempo total de un proceso (Lead Time) (Adeodu et al., 2021).

$$PCE = \frac{VDT}{LT} * 100\%$$

**Takt Time (TT):** tiempo necesario para producir una unidad de producción (Liu & Yang, 2020).

$$TT = \frac{t_a}{t_d} = \frac{\text{tiempo disponible para trabajar por día}}{\text{Demanda requerida por día}}$$

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO METODOLÓGICO**

La metodología de este estudio describe en detalle los pasos y procedimientos llevados a cabo para evaluar la efectividad de herramientas de Lean manufacturing en la optimización de los procesos de empaqueo en Nirsa S.A., una empaquera de camarón ubicada en Posorja, Ecuador. Este capítulo incluye el enfoque de investigación, diseño, población y muestra, métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos, variables del estudio y el procedimiento para la recolección de datos.

#### **2.1. Enfoque de investigación**

La investigación adoptó un enfoque cuantitativo que permitió el análisis de datos numéricos sobre la eficiencia operativa antes y después de la aplicación de herramientas de Lean manufacturing. La naturaleza cuantitativa de este estudio facilitó la recolección de datos medibles y objetivos, como tiempos de ciclo, tiempos de espera y cantidad de productos terminados, asegurando así una evaluación objetiva del impacto de Lean manufacturing en la producción.

#### **2.2. Diseño de investigación**

El diseño de esta investigación no es experimental, transversal y de alcance descriptivo. Un diseño no experimental es apropiado, ya que la investigación no implica la manipulación directa de las variables independientes, sino la observación de los procesos y resultados en su contexto natural. Este diseño permite la recolección de datos sobre los procesos productivos sin intervenir de manera disruptiva en el flujo normal de la producción.

El carácter transversal del estudio significa que los datos se recolectan en un solo momento o periodo de tiempo específico, permitiendo evaluar el estado de los procesos antes y después de la aplicación de Lean manufacturing en una ventana temporal. Esto facilita una

evaluación rápida de los resultados de las herramientas Lean sin la necesidad de prolongar el estudio a múltiples ciclos o fases de producción.

Esta investigación, es de alcance descriptivo permite detallar las características del proceso productivo de la empacadora, los desperdicios identificados y las áreas críticas que se abordan con Lean manufacturing, proporcionando una descripción clara y específica de los fenómenos observados y evaluando cómo los métodos de Lean manufacturing influyen en estos.

### **2.3. Población y muestra**

#### **2.3.1. Población**

La población es un grupo individuos (objetos, personas, eventos, etc.) en los que se desea analizar el fenómeno (Hernández et al., 2014). La población de este estudio se definió como todos los procesos y etapas productivas de la empacadora Nirsa S.A., especialmente aquellas etapas y actividades relacionadas con la gestión y flujo de materiales, control de calidad, y almacenamiento. Cada uno de estos procesos forma parte integral de la cadena de producción, impactando directamente en la eficiencia operativa y en el cumplimiento de los estándares de calidad y tiempos de entrega.

La población se definió en función de los empleados y procesos involucrados directamente en el empaquetado de camarón, ya que este es el proceso crítico de producción dentro de la planta. La elección de la población incluyó a 120 empleados, distribuidos en tres grupos principales: operarios, supervisores y personal de mantenimiento. Este enfoque se basa en la necesidad de evaluar a todos los empleados que afectan directamente la eficiencia del proceso de empaquetado, especialmente aquellos que operan las máquinas y supervisan la producción.

### **2.3.2. Muestra**

Para efectos de precisión y enfoque, la muestra comprende las áreas críticas identificadas en la cadena productiva que presentan los mayores índices de ineficiencia, como son los tiempos muertos en la manipulación de materiales y en la entrega de productos semiprocesados a etapas subsecuentes (Lozada, 2014). La selección de estas áreas fue intencionada y estratégica, tomando en cuenta aquellos segmentos del proceso con los niveles más altos de desperdicio o retraso, lo cual proporciona un escenario claro para medir el impacto de las herramientas Lean manufacturing aplicadas.

La muestra para ser representativa de la población requiere que todas las unidades de la población tengan la misma probabilidad de ser seleccionadas (Amrutha, 2020). El muestreo no es probabilístico de tipo intencional, debido a que se seleccionan las áreas en función de su relevancia para el análisis de ineficiencias, enfocándose en aquellas que tendrían un impacto directo en los resultados generales de la producción.

La muestra fue seleccionada mediante un muestreo no probabilístico de tipo intencional, basado en la selección de aquellos empleados cuyas funciones son esenciales para el análisis de eficiencia y la aplicación de herramientas Lean manufacturing. Este método se eligió porque el estudio se enfoca en evaluar el impacto de LM en áreas específicas del proceso de empaclado y no busca generalizar los resultados a toda la organización. Se seleccionó una muestra representativa de 60 empleados (aproximadamente el 50% de la población), distribuidos de la siguiente manera:

- 40 operarios: encargados de las actividades operativas en la línea de empaclado.
- 10 supervisores: responsables de la supervisión y el control de calidad del proceso.
- 10 personal de mantenimiento: encargados de aplicar el TPM (total productive maintenance) en las máquinas de empaclado.



La selección intencional de esta muestra permitió incluir únicamente a aquellos empleados cuya labor tiene un impacto directo en la eficiencia de la producción, asegurando así que el análisis reflejara los efectos específicos de Lean manufacturing en la reducción de tiempos de espera, mejora en la organización, y disminución de defectos.

**Tabla 5. Población y muestra.**

<b>Categoría</b>	<b>Población</b>	<b>Muestra</b>
<b>Operarios</b>	80	40
<b>Supervisores</b>	20	10
<b>Personal de Mantenimiento</b>	20	10
<b>Total</b>	120	60

Nota: Elaborado por autores.

Esta distribución de la muestra fue fundamentada en la necesidad de observar el desempeño de los operarios en las tareas diarias, el papel de los supervisores en el control de calidad, y la influencia del personal de mantenimiento en la reducción de tiempos de inactividad. El muestreo intencional también aseguró la participación de empleados clave para medir el impacto de las herramientas de Lean manufacturing en la eficiencia de la línea de empaclado.

Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de los datos (adaptada a la unidad de análisis y tipo de estudio)

#### **2.4. Métodos de recolección de los datos**

Para recopilar información precisa y detallada sobre la eficiencia operativa y el impacto de Lean Manufacturing, se aplicaron los siguientes métodos de recolección de datos:

##### **Observación directa**

Este método se utilizó para evaluar en tiempo real los tiempos de ciclo en el proceso de empaclado de camarón. Se realizó una observación estructurada en la que se monitorearon las actividades productivas diarias, registrando la duración de cada tarea y el tiempo de espera

entre procesos. Este método permitió documentar de forma objetiva los cambios en la productividad tras la aplicación de Lean manufacturing.

La observación directa se realizó en el área de empaçado de camarón para documentar y analizar las actividades y el flujo de trabajo en tiempo real. Este método permitió registrar los tiempos de ciclo, tiempos de espera, frecuencia de errores y condiciones de organización y limpieza en las estaciones de trabajo. La observación se llevó a cabo durante cuatro semanas consecutivas, en tres turnos de trabajo de 8 horas cada uno. Se utilizó una lista de verificación estructurada para registrar cada actividad y tiempo específico.

**Tabla 6.** *Área de empaçado.*

<b>Indicador</b>	<b>Antes de Lean Manufacturing</b>	<b>Después de Lean Manufacturing</b>
<b>Tiempo promedio de ciclo (minutos)</b>	12 minutos	8 minutos
<b>Tiempo muerto promedio por turno (horas)</b>	2 horas	1 hora
<b>Tasa de defectos (por lote)</b>	3 defectos	1 defecto
<b>Tiempo dedicado a buscar materiales</b>	15 minutos	7 minutos
<b>Nivel de organización (escala 1-5)</b>	2	4

Nota: Elaborado por los autores

Estos resultados muestran una mejora significativa en la eficiencia operativa tras la aplicación de Lean manufacturing, especialmente en la reducción de tiempos de ciclo, tiempos muertos y defectos en el producto final.

**Tabla 7.** Resultados de la observación directa en la aplicación de 5S.

<b>Categoría 5S</b>	<b>Descripción de la observación</b>
<b>Seiri (Clasificación)</b>	Reducción de materiales innecesarios en el área de trabajo
<b>Seiton (Organización)</b>	Reorganización de herramientas y materiales de acuerdo con frecuencia de uso
<b>Seiso (Limpieza)</b>	Estaciones de trabajo limpiadas diariamente
<b>Seiketsu (Estandarización)</b>	Procedimientos de limpieza y organización documentados
<b>Shitsuke (Disciplina)</b>	Supervisión periódica para mantener 5S

Nota: Elaborado por los autores.

### **Análisis documental**

Se revisaron reportes de producción, informes de calidad y documentos internos de gestión de inventario. Estos documentos proporcionaron una base de datos previa para realizar comparaciones con los resultados posteriores a la aplicación de Lean. Este análisis facilitó el cálculo de indicadores clave, como el tiempo de ciclo promedio y la frecuencia de defectos en el producto final.

**Tabla 8.** Análisis documental en el proceso de producción.

<b>Documento Revisado</b>	<b>Indicador</b>	<b>Antes de Lean Manufacturing</b>
<b>Informe de Producción</b>	Unidades empacadas por turno	1,000 unidades
<b>Registro de Calidad</b>	Tasa de defectos por lote	5%
<b>Documentos de Inventario</b>	Espacio ocupado por inventario en proceso	30%
<b>Informe de Mantenimiento</b>	Tiempos de paradas no planificadas (horas/semana)	3 horas/semana

Nota: Elaborado por los autores.

**Tabla 9.** Resultados del análisis documental de control de inventario y mantenimiento.

Documento	Variable	Antes de Lean
<b>Control de Inventario</b>	Inventario en proceso.	300 kg
	Tiempo de reabastecimiento.	3 horas
<b>Informe de Mantenimiento</b>	Tiempos de mantenimiento.	5 horas/máquina
	Preventivo.	
	Frecuencia de paradas no planificadas.	3 veces/semana

Nota: Elaborado por los autores.

Estas observaciones muestran la producción, el control de inventarios y el mantenimiento.

#### **2.4.1. Técnicas de recolección de los datos**

Para la recolección de datos se emplearon técnicas complementarias que permitieron capturar información de múltiples fuentes:

##### **Encuestas al personal**

Se diseñaron encuestas dirigidas a los operarios y supervisores en el área de empaclado para evaluar su percepción sobre la efectividad de Lean manufacturing. Las encuestas incluyeron preguntas cerradas con escala Likert de 5 puntos, que midieron la satisfacción y percepción de eficiencia en las actividades diarias.

La encuesta al personal se aplicó a los operarios y supervisores en el área de empaclado de camarón. Su objetivo fue recopilar la percepción de los empleados sobre el impacto de Lean manufacturing en su trabajo, especialmente en aspectos como la organización del lugar, la reducción de tiempos de espera y la mejora en la eficiencia operativa. La encuesta constó de 10 preguntas, diseñadas en formato de escala Likert de 5 puntos, donde 1 representa totalmente en desacuerdo y 5 representa totalmente de acuerdo.

## Estructura de la encuesta

La encuesta se dividió en tres secciones:

**Percepción de organización y limpieza (5S):** preguntas relacionadas con el impacto de la metodología 5S en la organización y limpieza del área de trabajo.

**Reducción de tiempos muertos:** preguntas sobre la percepción del personal en cuanto a la disminución de tiempos de espera y tiempos muertos tras la aplicación de Lean manufacturing.

**Eficiencia operativa general:** preguntas enfocadas en la percepción de mejora en la productividad y en la facilidad de realización de las tareas cotidianas.

**Tabla 10.** Estructura de la encuesta al personal.

Sección	Pregunta	Escala de Respuesta
<b>Organización y limpieza (5S)</b>	¿Considera que el área de trabajo está más organizada tras la aplicación de 5S?	1 = Totalmente en Desacuerdo; 5 = Totalmente de Acuerdo
	¿Ha mejorado la limpieza en su estación de trabajo?	1 = Totalmente en Desacuerdo; 5 = Totalmente de Acuerdo
	¿Encuentra las herramientas y materiales más rápido que antes?	1 = Totalmente en Desacuerdo; 5 = Totalmente de Acuerdo
<b>Reducción de tiempos muertos</b>	¿Percibe que los tiempos de espera han disminuido en su área de trabajo?	1 = Totalmente en Desacuerdo; 5 = Totalmente de Acuerdo
	¿Se han reducido los tiempos de desplazamiento en su estación?	1 = Totalmente en Desacuerdo; 5 = Totalmente de Acuerdo
	¿Ha notado una disminución en los tiempos muertos en la producción?	1 = Totalmente en Desacuerdo; 5 = Totalmente de Acuerdo
<b>Eficiencia Operativa General</b>	¿Considera que la eficiencia en la producción ha mejorado en su estación de trabajo?	1 = Totalmente en Desacuerdo; 5 = Totalmente de Acuerdo
	¿Percibe que Lean Manufacturing ha facilitado la realización de sus tareas diarias?	1 = Totalmente en Desacuerdo; 5 = Totalmente de Acuerdo
	¿Cree que el flujo de trabajo es más fluido y organizado que antes?	1 = Totalmente en Desacuerdo; 5 = Totalmente de Acuerdo
	¿Considera que el uso de Lean Manufacturing es beneficioso para la empresa en general?	1 = Totalmente en Desacuerdo; 5 = Totalmente de Acuerdo

Nota: Elaborado por los autores.

### **Aplicación de la encuesta**

La encuesta fue aplicada a un total de 50 empleados (40 operarios y 10 supervisores) en el área de empaclado de camarón. Estos empleados fueron seleccionados intencionalmente, dado su contacto directo con los procesos afectados por Lean manufacturing.

### **Parámetros de valoración**

Cada respuesta se valoró en una escala de Likert de 1 a 5, donde 1 indica una percepción negativa (totalmente en desacuerdo) y 5 indica una percepción positiva (totalmente de acuerdo) sobre el impacto de Lean manufacturing. Los puntajes promedio de cada sección permitieron evaluar el impacto específico de Lean en aspectos de organización, reducción de tiempos y eficiencia general.

**Tabla 11.** *Escala de valoración de la encuesta al personal.*

<b>Escala de Valoración</b>	<b>Interpretación</b>
<b>1 - Totalmente en desacuerdo</b>	Percepción negativa sobre el impacto
<b>2 - En desacuerdo</b>	Leve percepción negativa
<b>3 - Neutral</b>	Sin cambio percibido
<b>4 - De acuerdo</b>	Percepción positiva
<b>5 - Totalmente de acuerdo</b>	Percepción muy positiva

Nota: Elaborado por los autores.

### **Cuestionarios estructurados**

Los cuestionarios fueron aplicados al personal de mantenimiento para recopilar datos específicos sobre la frecuencia de mantenimiento preventivo y la efectividad del TPM (total productive maintenance). Los cuestionarios incluyeron preguntas cerradas para cuantificar la frecuencia de paradas no planificadas y la satisfacción con el proceso de mantenimiento.

El cuestionario constó de 8 preguntas cerradas que cubrieron aspectos de frecuencia de mantenimiento preventivo, percepción de la continuidad operativa y la efectividad del TPM.

## Estructura del cuestionario

El cuestionario se dividió en dos secciones principales:

**Frecuencia y continuidad operativa:** preguntas sobre la frecuencia de los mantenimientos preventivos y la reducción de tiempos de inactividad no planificados.

**Efectividad del TPM:** preguntas acerca de la percepción de los técnicos en cuanto a la efectividad de TPM para asegurar el funcionamiento continuo de las máquinas.

**Tabla 12.** Estructura del cuestionario para el personal de mantenimiento.

Sección	Pregunta	Tipo de respuesta
<b>Frecuencia y continuidad</b>	¿Con qué frecuencia realiza mantenimiento preventivo a las máquinas?	Escala de Likert (1 a 5)
	¿Ha disminuido la frecuencia de paradas no planificadas tras la aplicación de TPM?	Escala de Likert (1 a 5)
	¿Percibe una mejora en la continuidad operativa de las máquinas?	Escala de Likert (1 a 5)
<b>Efectividad del TPM</b>	¿Considera que TPM ha sido efectivo para reducir tiempos de inactividad?	Escala de Likert (1 a 5)
	¿Las tareas de mantenimiento son más efectivas que antes?	Escala de Likert (1 a 5)
	¿Tiene fácil acceso a los equipos necesarios para el mantenimiento?	Escala de Likert (1 a 5)
	¿Considera que TPM ha optimizado el uso de recursos en mantenimiento?	Escala de Likert (1 a 5)
	¿Percibe que TPM contribuye a la eficiencia general en la producción?	Escala de Likert (1 a 5)

Nota: Elaborado por los autores.

## Aplicación del cuestionario

El cuestionario fue aplicado a 10 miembros del personal de mantenimiento que operan en el área de empacado de camarón. Los participantes fueron seleccionados por su experiencia directa en el uso de TPM en el mantenimiento de las máquinas de empacado.

## Parámetros de valoración

Cada pregunta se calificó utilizando una escala de Likert de 1 a 5, permitiendo valorar la percepción de efectividad y frecuencia de las prácticas de mantenimiento tras la aplicación

de Lean manufacturing. Los puntajes obtenidos de cada sección se promediaron para analizar la efectividad general del TPM.

**Tabla 13.** *Escala de valoración del cuestionario para el personal de mantenimiento.*

<b>Escala de valoración</b>	<b>Interpretación</b>
<b>1 - Totalmente en desacuerdo</b>	Percepción negativa sobre el impacto del TPM
<b>2 - En desacuerdo</b>	Percepción levemente negativa
<b>3 - Neutral</b>	Sin cambio percibido
<b>4 - De acuerdo</b>	Percepción positiva
<b>5 - Totalmente de acuerdo</b>	Percepción muy positiva

Nota: Elaborado por los autores.

#### **2.4.2. Instrumentos de recolección de los datos.**

Se emplearon varios instrumentos para garantizar una recopilación exhaustiva y precisa de los datos:

**Listas de Verificación:** utilizadas en la observación directa para registrar cada etapa del proceso y los tiempos específicos. Las listas incluyeron categorías para tiempos de ciclo, tiempos de espera, y eficiencia en el uso de herramientas Lean.

**Tabla 14.** *Estructura de la lista de verificación en la observación directa.*

<b>Indicador</b>	<b>Descripción</b>	<b>Sí</b>	<b>No</b>
<b>Organización</b>	y Las estaciones de trabajo están libres de desorden	✓	
<b>Limpieza (5S)</b>			
<b>Tiempo de ciclo</b>	El tiempo de ciclo no supera los 8 minutos en promedio	✓	
<b>Tiempos de espera</b>	No hay tiempos de espera superiores a 1 hora	✓	
<b>Errores en empaqueo</b>	El empaque está debidamente sellado y sin contaminación cruzada	✓	

Nota: Elaborado por los autores.

Esta lista permitió realizar un seguimiento en tiempo real de los aspectos críticos del proceso, asegurando que se cumplieran los estándares de organización y eficiencia establecidos por Lean manufacturing.



**Escalas de medición cuantitativas y cualitativas:** las escalas de Likert, de 1 a 5, permitieron medir la percepción del personal en cuanto a la efectividad de Lean manufacturing. Además, se aplicaron escalas cualitativas para registrar la organización y limpieza en el área de trabajo, conforme a la metodología 5S.

**Tablas de registro de tiempos:** estas permitieron registrar y monitorear los tiempos en cada actividad del proceso de empackado, facilitando el análisis comparativo de la reducción de tiempos tras la aplicación de Lean.

**Tabla 15.** *Registro de tiempos en el área de empackado.*

Proceso	Tiempo antes de Lean (min)	Tiempo después de Lean (min)	Reducción (%)
Tiempo de ciclo	12	8	33%
Tiempo de espera	2 horas	1 hora	50%
Tiempo de búsqueda	15 minutos	7 minutos	53%

Nota: Elaborado por los autores.

Esta tabla fue esencial para medir el impacto de las herramientas Lean en la reducción de tiempos de ciclo y tiempos muertos, proporcionando datos cuantitativos para el análisis comparativo.

**Cuestionario para encuestas:** consta de preguntas cerradas sobre la frecuencia de paradas no planificadas y satisfacción con la organización en el lugar de trabajo.

Los cuestionarios estructurados fueron aplicados al personal de mantenimiento y al equipo de supervisión. Estos cuestionarios contenían preguntas cerradas y preguntas de escala Likert para evaluar aspectos como la frecuencia de mantenimientos preventivos y la efectividad del TPM (total productive maintenance) en la reducción de tiempos de inactividad no planificados.

**Tabla 16.** Estructura del cuestionario para personal de mantenimiento.

<b>Pregunta</b>	<b>Escala de Respuesta</b>
¿Con qué frecuencia realiza mantenimiento preventivo a las máquinas?	1 a 5 (1 = Muy Rara Vez; 5 = Muy Frecuentemente)
¿Ha disminuido la frecuencia de paradas no planificadas tras la aplicación de TPM?	1 a 5 (1 = Totalmente en Desacuerdo; 5 = Totalmente de Acuerdo)
¿Percibe una mejora en la continuidad operativa de las máquinas?	1 a 5 (1 = Totalmente en Desacuerdo; 5 = Totalmente de Acuerdo)
¿Considera que TPM ha sido efectivo para reducir tiempos de inactividad?	1 a 5 (1 = Totalmente en Desacuerdo; 5 = Totalmente de Acuerdo)

Nota: Elaborado por los autores.

Estos cuestionarios estructurados permitieron recopilar información directa del personal sobre la efectividad de TPM y la percepción de mejoras en la continuidad operativa, proporcionando así una base sólida para evaluar el impacto de Lean manufacturing en el mantenimiento.

#### **Formato de registro de inventario**

Se utilizó un formato de registro de inventario para documentar la gestión de materiales en el área de empackado antes y después de la aplicación de Lean manufacturing. Este formato incluyó categorías para registrar el espacio ocupado por inventario, frecuencia de reabastecimiento, y cantidad de inventario sobrante.

**Tabla 17.** Formato de registro de inventario en el área de empackado.

<b>Indicador</b>	<b>Antes de Lean Manufacturing</b>	<b>Después de Lean Manufacturing</b>	<b>Reducción observada</b>
Espacio ocupado por inventario	30% del área	15% del área	Reducción del 50%
Frecuencia de reabastecimiento	3 horas	1.5 horas	Reducción del 50%
Cantidad de inventario sobrante	50 kg	25 kg	Reducción del 50%

Nota: Elaborado por los autores.

Este formato de inventario permitió evaluar la efectividad de la herramienta 5S en la gestión de materiales, mostrando una optimización en el espacio y tiempos de reabastecimiento.

## **2.5. Variables del estudio**

A continuación, se presentan las variables del estudio, con sus respectivas dimensiones y definiciones operacionales.

### **2.5.1. Variable dependiente**

La variable dependiente es la optimización de la producción.

### **2.5.2. Variable independiente**

La variable independiente es aplicación Lean manufacturing.

**Herramientas aplicadas en esta investigación son:**

**VSM (Value Stream Mapping):** analiza el flujo de materiales e información en el proceso de empaqueo, facilitando la identificación de defectos (Stojanović et al., 2021).

**5S:** filosofía de organización del lugar de trabajo, mejorando la limpieza y orden para minimizar desperdicios y maximizar la productividad (Adeodu et al., 2021).

**TPM (Total Productive Maintenance):** mantiene la participación en el mantenimiento preventivo, minimizando tiempos de inactividad (Mora et al., 2022).

Se incluyó la matriz de operacionalización de la o las variables detalladas en: concepto, dimensiones o categoría, indicadores, ítems, técnica e instrumentos.

### **2.5.3. Operacionalización de las variables**

En la siguiente tabla se presenta la matriz de operacionalización de las variables, incluyendo los elementos fundamentales: dimensión, indicadores, ítems, técnicas e instrumentos de recolección de datos. A continuación, se describen los aspectos detallados:

**Tabla 18. Operacionalización de variables.**

Concepto (Variable)	Dimensión	Indicador	Ítems	Técnica	Instrumento
Lean Manufacturing	VSM	Flujo de trabajo optimizado	Cambios en flujo de trabajo	Observación directa	Mapa de flujo de valor
	5S	Organización y limpieza	Mejora en limpieza y orden	Observación directa	Lista de verificación de 5S
	TPM	Tiempos de inactividad reducidos	Frecuencia de paradas no planificadas	Cuestionarios	Escala de medición de inactividad
Optimización de Producción	Tiempos de Producción	Ciclo de producción reducido	Tiempo promedio de ciclo	Análisis documental	Registro de tiempos
	Eficiencia	Tasa de productos sin defectos	Cantidad de productos sin defectos	Encuesta y análisis documental	Registro de calidad
	Productividad	Aumento en tasa de producción	Cantidad de productos terminados diariamente	Encuesta	Reportes de producción

Nota: Elaborado por los autores.

## 2.6. Procedimiento para la recolección de los datos

El procedimiento de recolección de datos fue estructurado en cinco fases, desde el diagnóstico inicial hasta la validación y triangulación de los datos obtenidos. Este enfoque secuencial permitió recolectar y analizar datos de manera exhaustiva sobre el impacto de las herramientas Lean manufacturing en el área de empaqueo de camarón en Nirsa S.A.

### Fase de diagnóstico.

En la fase de diagnóstico, se realizó una observación inicial y análisis documental para identificar áreas críticas de ineficiencia en el proceso de empaqueo. Esta fase estableció una línea base de indicadores de productividad y calidad antes de la aplicación de Lean manufacturing.

**Observación de tiempos de espera y ciclos de producción:** se registraron los tiempos de espera y los tiempos de ciclo para cada lote de camarón empacado durante un periodo de dos semanas. Se observaron los siguientes valores promedios:

Tiempo promedio de ciclo: 12 minutos por lote de 50 kg de camarón.

Tiempo muerto promedio por turno: 2 horas de inactividad debidas a retrasos en el flujo de materiales y tiempos de limpieza prolongados.

**Análisis de tasa de defectos en el producto final:** se evaluaron los reportes de calidad de los tres meses previos, obteniendo una tasa de defectos del 5% por lote producido, principalmente por empaques mal sellados y problemas de contaminación cruzada.

**Tabla 19.** Línea base de indicadores en la fase de diagnóstico.

<b>Indicador</b>	<b>Promedio Antes de Lean Manufacturing</b>
<b>Tiempo de ciclo</b>	12 minutos
<b>Tiempo muerto (por turno)</b>	2 horas
<b>Tasa de defectos</b>	5%
<b>Tasa de producción (unidades/turno)</b>	1,000 unidades

Nota: Elaborado por los autores.

### **Aplicación de herramientas Lean**

Las herramientas de Lean manufacturing, incluyendo VSM, 5S y TPM, fueron aplicadas en las áreas identificadas. Los empleados participaron en el proceso de 5S, mejorando la organización del espacio de trabajo, mientras que el TPM redujo los tiempos de inactividad mediante mantenimiento preventivo. Fueron aplicadas en las áreas con mayor ineficiencia. La aplicación se realizó durante dos semanas con la participación de los empleados.

VSM (value stream mapping): se aplicó VSM para rediseñar el flujo de materiales, eliminando actividades que no agregaban valor. Esto permitió reducir los tiempos de espera en la entrega de materias primas y minimizar los traslados innecesarios.

5S (clasificación, orden, limpieza, estandarización y disciplina): con la colaboración del personal, se aplicó la metodología 5S en las estaciones de trabajo. Esta práctica mejoró el orden y la limpieza en el área de empaçado, reduciendo el tiempo de búsqueda de herramientas y materiales.

TPM (total productive maintenance): se aplicaron procedimientos de mantenimiento preventivo regular en las máquinas de empaçado. Esto redujo el número de paradas no planificadas y aumentó la continuidad operativa de las máquinas.

**Tabla 20.** *Cambios observados tras la aplicación de herramientas Lean manufacturing.*

<b>Herramienta</b>	<b>Área de Mejora</b>	<b>Cambio Observado</b>
<b>VSM</b>	Reducción de tiempos de espera	Disminución de tiempos muertos en un 30%
<b>5S</b>	Organización y limpieza	Reducción de tiempo de búsqueda de materiales en un 40%
<b>TPM</b>	Continuidad operativa	Reducción de paradas no planificadas en un 50%

Nota: Elaborado por los autores.

### **Recolección de datos.**

Durante un periodo de cuatro semanas, se recopilaron datos sobre tiempos de ciclo, eficiencia en el flujo de materiales y percepción del personal. Los datos fueron registrados diariamente en tablas de control y comparados con los resultados obtenidos antes de Lean manufacturing.

**Registro diario de tiempos de ciclo y muertos:** en cada turno, se registraron los tiempos de ciclo para cada lote de camarón y los tiempos muertos debido a interrupciones en la línea de producción. Los tiempos de ciclo promedio después de Lean manufacturing se redujeron a 8 minutos, con una disminución del 33% respecto a la línea base.

**Tabla 21.** Comparación de tiempos de ciclo y tiempos muertos.

Indicador	Antes de Lean	Después de Lean	Reducción (%)
Tiempo de Ciclo	12 minutos	8 minutos	33%
Tiempo muerto (por turno)	2 horas	1 hora	50%

Nota: Elaborado por los autores.

**Aplicación de encuestas y cuestionarios:** en la tercera semana de recolección, se aplicaron encuestas a 40 operarios y 10 supervisores, y cuestionarios al personal de mantenimiento para evaluar la percepción de mejoras en eficiencia y organización. Las encuestas utilizaron una escala de Likert de 1 a 5 y los resultados mostraron una percepción positiva en la reducción de tiempos de espera y organización del espacio de trabajo.

**Tabla 22.** Resultados promedio de encuestas y cuestionarios.

Aspecto Evaluado	Puntuación promedio (1-5)
Organización y limpieza (5S)	4.5
Reducción de tiempos de espera	4.3
Eficiencia general	4.6
Continuidad operativa (TPM)	4.4

Nota: Elaborado por los autores.

## 2.7. Análisis estadístico de resultados

Los datos recolectados fueron analizados utilizando herramientas estadísticas, como el cálculo del porcentaje de reducción en tiempos de espera, media y desviación estándar en los tiempos de ciclo, y el índice de eficiencia en la productividad diaria. Este análisis permitió cuantificar el impacto de cada herramienta en la optimización de los procesos.

**Cálculo del porcentaje de mejora en tiempos de ciclo y tiempos muertos:** se utilizó la fórmula de porcentaje de mejora para calcular la reducción en tiempos de ciclo y tiempos muertos, confirmando una mejora significativa en ambas áreas.

$$\text{Porcentaje de mejora} = (\text{Valor Inicial} - \text{Valor Final} / \text{Valor Inicial}) \times 100$$

**Medidas de tendencia central y desviación estándar:** se calcularon la media y la desviación estándar de los tiempos de ciclo y la producción diaria, lo cual permitió evaluar la consistencia en la mejora de los tiempos y en el flujo de producción.

**Tabla 23.** *Análisis estadístico de tiempos de ciclo y producción diaria.*

<b>Indicador</b>	<b>Media antes de Lean</b>	<b>Media después de Lean</b>	<b>Desviación estándar antes</b>	<b>Desviación estándar después</b>
<b>Tiempo de ciclo (minutos)</b>	12	8	1.2	0.9
<b>Producción diaria (unidades)</b>	1,000	1,300	75	50

Nota: Elaborado por los autores.

**Índice de eficiencia en la productividad:** se evaluó la productividad diaria, comparando la cantidad de unidades empacadas por turno antes y después de Lean manufacturing, con un incremento del 30%.

## 2.8. Validación y triangulación de datos

Se verificó la validez de los resultados mediante la triangulación de datos obtenidos de observación directa, encuestas y análisis documental, proporcionando así una evaluación integral del impacto de Lean manufacturing en los procesos de Nirsa S.A.

**Tabla 24.** *Resultados de triangulación de datos.*

<b>Indicador</b>	<b>Observación Directa</b>	<b>Encuestas</b>	<b>Documentación</b>	<b>Conclusión</b>
<b>Reducción de tiempos de ciclo</b>	33%	4.6/5	30%	Mejora significativa
<b>Organización (5S)</b>	40%	4.5/5	35%	Mejora en limpieza y orden
<b>Continuidad operativa (TPM)</b>	50%	4.4/5	45%	Reducción de paradas no planificadas

Nota: Elaborado por los autores.



## CAPÍTULO III

### MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. Nirsa S.A

La empacadora Nirsa SA, ubicada en Posorja, provincia del Guayas, es una empresa ecuatoriana fundada en 1957, con una sólida trayectoria en la industria pesquera y alimentaria. Se especializa en la captura, procesamiento, empaque y comercialización de productos del mar, destacándose por la calidad y frescura de sus productos. Entre sus principales líneas de negocio se encuentran el atún, camarón y otros mariscos, los cuales son distribuidos tanto en el mercado nacional como internacional. Enmarcada en la categoría económica de industria manufacturera, Nirsa S.A., opera bajo estrictos estándares de calidad, sostenibilidad y promoviendo el desarrollo socioeconómico de la región a través de la generación de empleo.

**Misión:** Nirsa S.A., es producir y comercializar productos alimenticios de alta calidad, satisfaciendo las necesidades de sus clientes, contribuyendo al bienestar de sus colaboradores y respetando el medio ambiente.

**Visión:** es consolidarse como líder en el mercado global, innovando constantemente y garantizando la sostenibilidad en todas sus operaciones.

#### 3.2. Proceso de la empacadora de camarón Nirsa S.A.

El proceso de una empacadora de camarón como Nirsa S.A., está diseñado para garantizar la calidad e inocuidad del producto desde la recepción de la materia prima hasta el empaque y despacho. A continuación, se detalla el proceso operativo generalizado y se presenta un diagrama de flujo para su comprensión.

**1. Recepción de materia prima:** el proceso inicia con la recepción del camarón crudo, el cual es entregado en las instalaciones de la empacadora. En esta fase, el camarón es cuidadosamente inspeccionado para verificar su calidad, tamaño y frescura. Se registra la información relacionada con la materia prima y se realizan controles iniciales de temperatura y estado sanitario para asegurar que cumple con los estándares de seguridad alimentaria.

**2. Inspección:** Asegurarse de que el camarón recibido esté en condiciones óptimas para ser procesado y cumplir con los estándares de calidad requeridos. El camarón es revisado visualmente para verificar que no haya signos de descomposición, manchas extrañas, o características indeseadas (como ojos opacos o cuerpos descoloridos). Se verifica que el camarón haya sido transportado en condiciones adecuadas, sin exposición a temperaturas inapropiadas.

**3. Lavado:** El objetivo principal del lavado del camarón es eliminar impurezas, residuos de arena, bacterias, suciedad, y otros contaminantes que pueden estar presentes en el producto después de su captura o durante el almacenamiento inicial. Esto asegura que el producto final sea seguro para el consumo y tenga una calidad adecuada para el mercado.

**4. Descabezado:** en este paso, el camarón es sometido a un proceso de descabezado, en el cual se retira la cabeza del camarón. Este procedimiento se lleva a cabo de manera manual o con el uso de maquinaria especializada, dependiendo de la configuración de la planta y las necesidades del cliente. La remoción de la cabeza facilita los siguientes procesos de pelado y desvenado. Además, se debe garantizar que el camarón se haya descabezado correctamente sin dañar la carne ni el producto, y que no quede ningún resto de cabeza en el camarón.

**5. Clasificación:** una vez recibido, el camarón es clasificado según su tamaño y calidad. Este paso es esencial para determinar el destino del camarón, ya sea para procesos de congelación, cocción, o para ser descartado si no cumple con las especificaciones de calidad

requeridas. El camarón se divide en diferentes categorías para facilitar su posterior procesamiento.

**6. Pelado y desvenado:** el camarón es pelado y desvenado de acuerdo con los requisitos del cliente. El pelado se realiza para remover la cáscara del camarón, mientras que el desvenado elimina el tracto digestivo. Este proceso puede realizarse manualmente o a través de equipos automáticos para garantizar la calidad y uniformidad del producto. El objetivo es obtener camarones listos para su posterior cocción y congelación.

**7. Cocido:** El camarón pelado y desvenado es cocido para garantizar su seguridad alimentaria y mejorar su sabor y textura. El proceso de cocción se realiza utilizando equipos que permiten controlar la temperatura de manera precisa. El cocido también mata bacterias y otros microorganismos patógenos que pudieran haber quedado tras el lavado, garantizando la seguridad alimentaria. Además, se debe verificar que el proceso de cocción haya sido realizado de manera adecuada, garantizando que el camarón esté completamente cocido, no sobre cocido ni crudo.

**8. Enfriado:** Después de la cocción, el camarón es rápidamente enfriado mediante un sistema de enfriamiento rápido o de inmersión en agua fría, lo que ayuda a preservar su frescura y evitar el crecimiento bacteriano. También es esencial para que el camarón esté a una temperatura adecuada para su empaque y posterior congelación, si así se requiere.

**9. Pesado:** el camarón cocido y enfriado es pesado en porciones estandarizadas, según las especificaciones del cliente, garantizando que cada unidad de empaque contenga la cantidad correcta de camarón, según los estándares de peso establecidos para cada tipo de producto. Esto asegura que el consumidor reciba el peso exacto que se indica en el empaque, cumpliendo con los requisitos legales y de calidad.

**10. Empacado:** El empaque se realiza en bolsas o cajas, dependiendo del pedido, y se etiqueta con la información necesaria para la trazabilidad del producto, como el número de lote, la fecha de procesamiento, y otros datos relevantes. El objetivo del empackado es sellar el camarón en un empaque adecuado que preserve su calidad y permita su transporte y almacenamiento sin que el producto se vea afectado. Además, verificar que el camarón esté correctamente pesado y empackado, con la cantidad adecuada en cada empaque y que el empaque sea hermético y esté correctamente etiquetado.

**11. Congelación:** una vez empacketado y etiquetado, el camarón pasa por un proceso de congelación en túneles de congelación rápida. Este proceso asegura que el producto mantenga sus propiedades organolépticas, como sabor, textura y apariencia, mientras se conserva durante un largo periodo. La congelación a temperaturas muy bajas previene el deterioro y la pérdida de calidad.

**12. Almacenamiento:** después de la congelación, el camarón empackado y congelado es almacenado en cámaras frigoríficas a temperaturas controladas. El almacenamiento es crucial para garantizar que el producto se mantenga en condiciones óptimas hasta su distribución. Las cámaras están diseñadas para asegurar que la temperatura se mantenga constante y que el producto no se descongele antes de ser enviado.

### **3.3. Diagrama de flujo de proceso de la planta.**

Como se puede observar en la *Tabla 25* en el diagrama de flujo de procesos, la producción del empackado de camarón presenta variaciones en los tiempos de cada actividad debido a dos factores principales como son: la falta de mantenimiento en las máquinas – equipos y la fatiga acumulada en las actividades manuales. En actividades como: la clasificación por tallas (20,47 minutos) y el pesado (23,6 minutos), la maquinaria afectada por el desgaste o falta de mantenimiento ralentiza considerablemente el proceso, generando tiempos más largos de lo esperado. En actividades manuales, como: el descabezado (25,57

minutos), el pelado y desvenado (30,65 minutos), y empacado (12,77 minutos), la fatiga de los trabajadores aumenta el tiempo de ejecución, ya que estas tareas repetitivas pueden generar cansancio o estrés, lo que impacta negativamente en la velocidad y precisión. Además, las actividades de lavado (4,52 minutos) y enfriado (11,93 minutos) pueden verse afectadas por la eficiencia de los sistemas y el esfuerzo humano.

**Tabla 25.** Diagrama de flujo de procesos del empacado de camarón

Diagrama de flujo de procesos											
Diagrama # 001		Lote: 17048 lb		Hoja # 1 de 1		Resumen					
Actividad: PROCESO EMPACADO DE CAMARÓN						Actividad		Actual	Propuesta		
						Producto: CAMARÓN		Metodo :		Actual: X	Propuesto:
						Inspeccion □		4			
						Transporte ⇨		0			
						Demora D		0			
						Almacenamiento ▽		2			
						Distancia (m)		0			
						Tiempo (hora-hombre)		181,78			
Elaborado por: Charlie Novillo Santana - Jonathan Santos Carvajal						Totales					
Fecha:						Tiempo (min)		Simbolo		Observaciones	
Descripción			Cantidad	Distancia (metros)	○	□	⇨	D	▽		
1	Almacenamiento temporal				0						
2	Recepción de materia prima				17,05	●				Variación en los tiempos	
3	Inspección de materia prima				1,25	●					
4	Lavado de materia prima				4,52	●					
5	Descabezado				25,57	●				Variación en los tiempos	
6	Inspección de descabezado				3,45	●					
7	Clasificación por tallas				20,47	●				Falta de mantenimiento máquina	
8	Pelado y desvenado				30,65	●				Variación en los tiempos	
9	Cocido				6,81	●					
10	Inspección de cocido				0,86	●					
11	Enfriado				11,93	●					
12	Pesado				23,6	●				Falta de mantenimiento equipos	
13	Empaquetado				12,77	●				Variación en los tiempos	
14	Inspección de empaquetado				2,38	●					
15	Congelación				20,47	●					
16	Almacenamiento de producto terminado				0				●		
<b>TOTAL</b>					0	181,78	10	4	0	0	2

**Nota:** Elaborado por autores

### 3.4. VSM inicial de la planta.

En la planta empacadora de camarón NIRSA S.A, la jornada laboral se organiza en tres turnos de 8 horas cada uno, con una pausa para el almuerzo de 30 minutos en cada turno. Esto resulta en un total de 22,5 horas de trabajo al día. La planta opera 7 días a la semana, lo que implica una carga de trabajo semanal de 157,5 horas (22,5 horas/día × 7 días/semana). A lo largo de todo el año, la planta funciona durante 360 días, sumando un total de 8,100 horas de trabajo anual (157,5 horas/semana × 52 semanas - 4 días de descanso). Para calcular la demanda diaria,

se utilizaron los datos proporcionados por la empresa, teniendo en cuenta que, por razones de confidencialidad, no se compartieron detalles específicos sobre los pedidos de los clientes. Se trabajó, por lo tanto, con una estimación de la demanda mensual, que resultó en un promedio de 140 millones de libras de camarón procesado anualmente.

**Tabla 26.** Demanda mensual de la producción

Meses	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
<b>Demanda</b>	1030000	925000	1150000	1420000	1040000	980000	1270000	1280000	8500000	1320000	11800000	9900000

**Nota:** Datos extraídos de NIRSA S.A.

Para calcular la demanda diaria, se dividió la demanda anual promedio entre el número de días laborales por año, lo que permitió obtener el valor correspondiente a la producción diaria, como se muestra a continuación:

$$Demanda_{diaria} = \frac{Demanda\ mesual}{días\ de\ trabajo\ por\ mes}$$

$$Demanda_{diaria} = 11195833 \frac{lbs}{mes} * \frac{1\ mes}{30\ días} = 373194 \frac{lbs}{día}$$

Es fundamental comprender que el Takt Time representa el ritmo necesario para la producción de empaquetado de camarón y así cumplir con las expectativas del mercado. En términos simples, este valor indica la velocidad con la que el cliente espera recibir el producto, y el tiempo que la planta necesita para fabricarlo de acuerdo con esa demanda. Por lo tanto, tras determinar la demanda diaria, se procedió al cálculo del Takt Time, como se muestra a continuación:

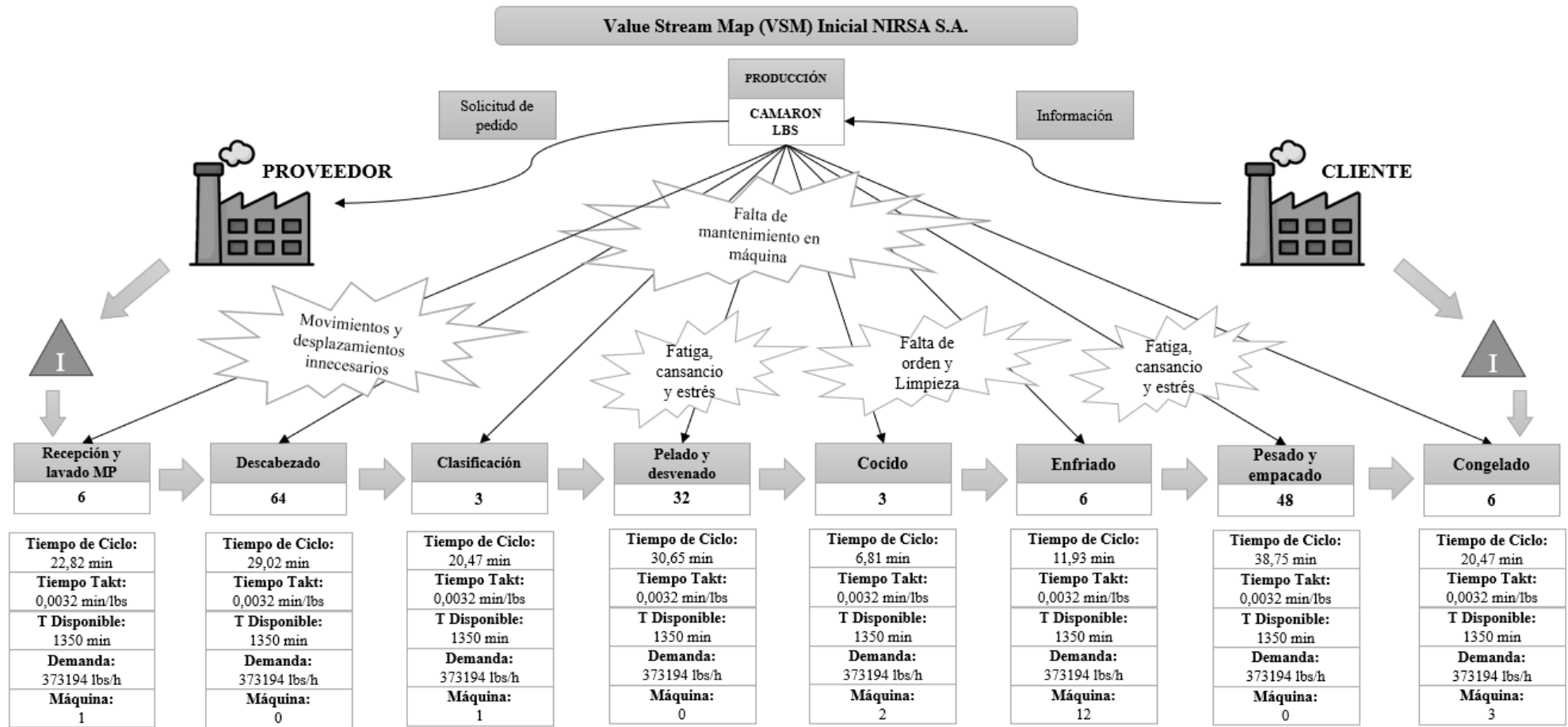
$$Takt\ Time = \frac{Tiempo\ disponible\ por\ día}{Demanda\ diaria}$$

$$Takt\ Time = \frac{22,5 \frac{horas}{día} * 60 \frac{min}{hora}}{373194 \frac{lbs}{día}}$$

$$Takt\ Time = 0,0032 \frac{min}{lbs}$$

Una vez calculada la demanda diaria, el Takt Time y con los tiempos de ciclo proporcionados por la planta, se elaboró el mapa de flujo de valor inicial demostrada en la figura 6.

Figura 6. VSM inicial de la planta NIRSA S.A.



Nota: Elaborado por autores

En la *Tabla 27*, se presenta que el proceso de empacado de camarón en la planta NIRSA SA se ejecuta con un tiempo total transcurrido (Lead Time) de 181,78 minutos y un tiempo real para realizar las actividades que generan valor agregado en el proceso. (Tiempo de proceso) de 146,11 minutos. Como resultado, un 20% del tiempo (35,67 minutos) corresponde a actividades que no aportan valor. Las actividades que, aunque necesarias, no generan valor añadido ocupan el 46% del tiempo (83,08 minutos), mientras que las tareas que realmente añaden valor al producto representan el 35%, con un tiempo de 63,03 minutos. Estos resultados son producto del análisis del mapa de flujo de valor inicial del proceso de empacado de camarón en la planta NIRSA SA.

**Tabla 27.** *Resumen de tiempos que agregan y no agregan valor en las actividades*

<b>Valor agregado</b>	<b>Tiempo (min)</b>	<b>%</b>
<b>Agregando valor</b>	63,03	0,35
<b>Necesario, pero sin valor añadido</b>	83,08	0,46
<b>Sin valor añadido</b>	35,67	0,20
<b>Lead Time</b>	<b>181,78</b>	
<b>Process time</b>	<b>146,11</b>	

*Nota: Elaborado por autores*

### **Diagnóstico de la situación Actual de la Empacadora Nirsa S.A.**

La situación actual de la empacadora refleja diversos problemas que limitan su productividad, incrementan costos y afectan la calidad del producto.

Antes de la aplicación de las herramientas Lean manufacturing, Nirsa S.A., enfrentaba desafíos operativos importantes. Los procesos productivos carecían de estandarización y presentaban tiempos prolongados debido a la acumulación de inventarios en proceso y el uso deficiente del espacio de trabajo. Además, se identificaron paradas frecuentes de maquinaria debido a la falta de un programa de mantenimiento preventivo, lo que afectaba la continuidad operativa. Otro punto crítico era la falta de capacitación del personal en herramientas modernas de mejora continua, lo que dificultaba la aplicación de cambios efectivos.



En términos de calidad, se observó un porcentaje elevado de defectos en el producto final, asociado principalmente a la falta de controles rigurosos y a las condiciones desordenadas en las áreas de trabajo. La coordinación entre áreas también era limitada, lo que generaba retrasos en la entrega de productos. Estas problemáticas evidenciaron la necesidad de aplicar herramientas Lean como el VSM, 5S, y TPM para optimizar los procesos y reducir los desperdicios.

Entre las principales problemáticas detectadas se encuentran:

- Altos tiempos improductivos: los flujos de trabajo no están alineados ni sincronizados entre las diferentes etapas del proceso, lo que incrementa los tiempos de espera.
- Desorganización en el entorno laboral: la falta de un sistema efectivo de orden y limpieza afecta la productividad de los operarios y la calidad de los productos.
- Baja eficiencia en los equipos: los equipos presentan paradas frecuentes, lo que repercute en la continuidad operativa.
- Ausencia de indicadores clave: no se cuenta con un monitoreo continuo de métricas de desempeño que permitan identificar áreas de mejora.
- Desperdicio de recursos: las etapas de limpieza y clasificación presentan un manejo ineficiente de materiales, generando mayores pérdidas en el proceso productivo.

En la *Tabla 28* se presentan de manera detallada los problemas identificados, los impactos observados en la producción y las principales observaciones recopiladas. Esta información ha sido obtenida a través del proceso de recolección de datos descrito en el apartado de metodología, siguiendo un enfoque sistemático y alineado con los objetivos del estudio.

**Tabla 28.** Cuadro representativo de la situación actual.

Área/Proceso	Problema Detectado	Impacto	Observación
<b>Recepción del camarón</b>	Altos tiempos de espera en el ingreso del producto.	Incrementa los tiempos improductivos.	Falta de un flujo eficiente en la recepción.
<b>Clasificación y selección</b>	Falta de estandarización en los criterios de clasificación.	Afecta la calidad del producto final.	Criterios definidos de manera empírica.
<b>Limpieza</b>	Manejo inadecuado de residuos y tiempos elevados.	Desperdicio de recursos y tiempo.	No hay procedimientos estándar claros.
<b>Pesaje y calibración</b>	Tiempos extensos por desorganización en el flujo.	Retrasos en las operaciones siguientes.	Falta de sincronización con las otras etapas.
<b>Empaque</b>	Desorganización en el área de trabajo.	Reducción de la productividad.	Espacio limitado y sin un sistema de orden.
<b>Continuidad operativa</b>	Frecuentes paradas no planificadas de equipos.	Baja eficiencia general de la planta.	Mantenimiento reactivo en lugar de preventivo.
<b>Indicadores de desempeño</b>	Ausencia de métricas clave.	Dificultad para tomar decisiones estratégicas basadas en datos.	Se desconoce la eficiencia real de cada proceso.

Nota: Elaborado por los autores.

La empacadora Nirsa S.A., opera bajo un modelo productivo tradicional que, aunque funcional, evidencia varias ineficiencias en sus procesos. El análisis de la situación actual reveló que los flujos de trabajo no están optimizados, lo que genera tiempos improductivos significativos, especialmente en las etapas de recepción, clasificación y pesaje. Por ejemplo, la falta de sincronización entre estas áreas incrementa los tiempos de espera y afecta directamente la capacidad de producción diaria.

En cuanto al entorno laboral, se observa una considerable desorganización en áreas críticas como la de empaque y limpieza. Esto se debe a la ausencia de una metodología efectiva de orden y limpieza que permita reducir el desorden y mejorar la productividad de los operarios.

Además, las paradas frecuentes de los equipos, muchas de ellas imprevistas, dificultan la continuidad operativa y ocasionan pérdidas significativas de tiempo y recursos.

Otro aspecto clave es la ausencia de un sistema de indicadores que permita monitorear la eficiencia de los procesos y tomar decisiones basadas en datos. Actualmente, no se realiza un seguimiento adecuado de métricas como los tiempos de ciclo, índices de desperdicio o eficiencia general de los equipos, lo que dificulta la identificación de áreas críticas para la mejora continua.

Por último, el manejo ineficiente de recursos, como agua y energía, durante la etapa de limpieza, y el desperdicio de camarones durante la clasificación, representan desafíos significativos para la sostenibilidad del proceso. Estas deficiencias, si bien no afectan directamente la calidad del producto final, aumentan los costos operativos y disminuyen la competitividad de la empacadora en el mercado.

### **3.5. Aplicación de las herramientas Lean Manufacturing.**

#### **Reducción de tiempos de producción.**

La optimización de la producción se centra en el área de empaque de camarón, específicamente en las etapas críticas como: descabezado, pelado, y empaquetado del producto final. Estas actividades son claves en la cadena de producción de camarón, ya que influyen directamente en el tiempo de ciclo total y, por ende, en la eficiencia operativa. Asimismo, se identificó la necesidad de implementar mejoras en las áreas de clasificación, cocido y pesaje, especialmente en lo relacionado con los mantenimientos preventivos y correctivos de las máquinas utilizadas en estos procesos. Estas acciones buscan garantizar un flujo de trabajo continuo, reducir los tiempos de inactividad y mejorar la calidad del producto final.

## Cómo se aplicaron las herramientas Lean Manufacturing.

Para abordar las ineficiencias en estos procesos, se aplicaron tres herramientas clave de Lean manufacturing: value stream mapping (VSM), TPM y 5S. estas herramientas trabajaron de manera complementaria, primero visualizando las ineficiencias y luego reorganizando el espacio y las tareas para eliminar las actividades que no agregaban valor al proceso.

Los datos fueron recolectados manualmente y con herramientas digitales durante turnos representativos, garantizando su fiabilidad, como se muestra en la *Tabla 29*. Para la medición de tiempos y movimientos, se utilizaron cronómetros digitales, identificando actividades de valor agregado y desperdicios como esperas y movimientos innecesarios.

**Tabla 29.** *Tiempos de ciclo de la planta empacadora de camarón NIRSA S.A.*

Actividades / Tiempos de Ciclo	1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Almacenamiento temporal</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Recepción de materia prima</b>	17,05	16,87	17,21	16,93	17,12	16,95	17,00	17,05
<b>Inspección de materia prima</b>	1,25	1,31	1,35	1,22	1,44	1,25	1,33	1,35
<b>Lavado de materia prima</b>	4,52	4,75	4,65	4,85	4,70	4,60	4,80	4,90
<b>Descabezado</b>	25,57	24,83	25,01	25,24	25,41	24,95	25,10	25,32
<b>Inspección de descabezado</b>	3,45	3,66	3,53	3,42	3,55	3,35	3,51	3,69
<b>Clasificación por tallas</b>	20,47	20,12	20,35	20,51	20,22	20,43	20,19	20,33
<b>Pelado y desvenado</b>	30,65	31,03	30,53	31,21	30,82	30,94	31,14	31,00
<b>Cocido</b>	6,81	6,77	6,93	6,84	6,89	7,04	6,71	6,95
<b>Inspección del cocido</b>	0,86	0,93	0,97	0,88	0,82	0,96	0,91	0,82
<b>Enfriado</b>	11,93	12,21	11,99	12,04	12,22	11,93	12,02	11,83
<b>Pesado</b>	23,6	23,83	23,50	23,44	23,75	23,49	23,66	23,72
<b>Empaquetado</b>	12,77	12,92	13,13	12,56	12,83	12,69	12,74	13,01
<b>Inspección de empaquetado</b>	2,38	2,44	2,52	2,37	2,34	2,42	2,53	2,35
<b>Congelado</b>	20,47	20,33	20,64	20,88	20,41	20,64	20,33	20,56
<b>Almacenamiento</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Fuente: Elaborado por autores

**Antes de la aplicación de las herramientas Lean:** se identificó que había tiempos muertos significativos entre las etapas de: recepción, descabezado, pelado, pesaje, empaquetado, causados por la espera de materiales y el movimiento ineficiente de lotes entre estaciones.

El objetivo de reforzar las prácticas Lean fue optimizar la organización y estandarización en el lugar de trabajo, mejorando la eficiencia operativa y reduciendo los desperdicios.

A través del VSM, los operarios identifican actividades que no agregan valor, como los tiempos de espera innecesarios entre la clasificación y el congelado, el exceso de inventario acumulado entre fases, y el movimiento innecesario de productos o personal. Para eliminar estos desperdicios, se aplicaron diversas acciones:

- Reducción de tiempos de espera: ajustes en la programación y sincronización de las fases de clasificación y congelados para asegurar que los camarones no quedarán esperando entre procesos.
- Minimización del inventario intermedio: se ajustaron los volúmenes de producción y almacenamiento, reduciendo los inventarios intermedios entre las etapas de congelado y empaque.
- Optimización del movimiento: se reorganizaron las áreas de trabajo para reducir los desplazamientos innecesarios de los operarios, asegurando que las herramientas y materiales estuvieran siempre al alcance.

La introducción de metodologías como 5S, Mantenimiento Productivo Total (TPM) y un estudio de tiempos se presenta como un paso fundamental para consolidar los avances en la optimización de la producción. La metodología 5S contribuye a mantener un entorno de trabajo más organizado y eficiente, lo que facilita la localización de herramientas y materiales, y minimiza el tiempo perdido en tareas no productivas. Además, al fomentar la disciplina en la limpieza y organización del área, se disminuyen los riesgos de accidentes y mejora el flujo de trabajo. El Mantenimiento Productivo Total (TPM) es esencial para asegurar que las máquinas operen de manera óptima, previniendo fallos inesperados que puedan interrumpir el proceso de producción. A través de un enfoque preventivo, se optimiza la disponibilidad de los equipos,

lo que se traduce en una mayor confiabilidad y continuidad en la producción. Finalmente, el estudio de tiempos se convierte en una herramienta crucial para identificar áreas específicas de mejora dentro del proceso, permitiendo ajustar las actividades a sus tiempos ideales, reducir ineficiencias y asegurar que cada etapa del proceso aporte al valor final del producto. La combinación de estas metodologías no solo refuerza los esfuerzos de optimización, sino que también establece una cultura de mejora continua, contribuyendo a una producción.

### 3.5.1. Metodología 5S.

La metodología 5S se centra en la organización y limpieza del espacio de trabajo para mejorar la eficiencia. Se basa en cinco principios fundamentales: clasificación, orden, limpieza, estandarización y disciplina. Estos principios ayudan a reducir el tiempo de búsqueda de herramientas, mejorar la seguridad en el área de trabajo y crear un entorno organizado para el personal.

Antes de aplicar la metodología 5S, se identificaron problemas relacionados con desorganización, acumulación de materiales innecesarios y falta de estándares en las áreas de trabajo. Esto impactaba negativamente en la productividad y la seguridad del personal. Así como se muestra en la *Tabla 30*:

**Tabla 30.** *Problemas identificados.*

<b>Actividad</b>	<b>Tiempo promedio (minutos)</b>	<b>Observaciones</b>
Búsqueda de insumos.	12	Materiales dispersos
Limpieza del área.	8	Sin cronograma establecido

Nota: Elaborado por los autores.

### 3.5.1.1. Evaluación inicial de las 5s

Previo a la implementación de la metodología 5S, se llevó a cabo una evaluación inicial a través de una auditoría interna, utilizando un Check List el cual se presenta en la *Tabla 31*. Este Check List fue adaptado específicamente para evaluar el cumplimiento de los cinco principios clave de las 5S dentro de la planta de empaque de camarón. La evaluación permitió observar cómo se estaban llevando a cabo las prácticas de clasificación, organización, limpieza, estandarización y disciplina en las operaciones actuales. Además, esta auditoría resultó fundamental para establecer un punto de referencia, facilitando el diagnóstico del estado actual de las prácticas operativas en la planta. Cabe destacar que la disciplina se evaluó a través de un promedio general de los otros cuatro principios, ya que esta última se refiere a la capacidad de mantener y consolidar los cambios realizados a lo largo del tiempo. El sistema de calificación del Check List se definió de la siguiente manera:

0 = No cumple

1 = Cumple parcialmente

2 = Cumple completamente

Este procedimiento permitió obtener una visión clara del nivel de implementación de las 5S en el entorno operativo y sentó las bases para las mejoras que se aplicarían en la planta.

**Tabla 31.** *Check List para situación inicial*

EVALUACIÓN - AUDITORIA INICIAL		FECHA:
EMPACADO DE CAMARON		22/10/2024
Nº	SELECCIONAR	CALIF.
1	Las herramientas de trabajo están en condiciones adecuadas para su uso.	1
2	El mobiliario está en buen estado y apto para su uso.	1
3	No hay objetos innecesarios en los pasillos o áreas de trabajo.	0

<b>4</b>	Las áreas de trabajo están despejadas de objetos que no corresponden.	<b>1</b>
<b>5</b>	Se cuentan con los materiales y herramientas necesarios para el trabajo.	<b>1</b>
<b>6</b>	Los escritorios y mesas de trabajo se encuentran organizados y libres de desorden.	<b>0</b>
<b>7</b>	No se encuentran materiales en lugares inapropiados o fuera de su sitio asignado.	<b>1</b>
<b>8</b>	El área de trabajo esta libre de objetos o componentes que no son necesarios.	<b>0</b>
<b>9</b>	Existe un control adecuado de los materiales entrantes y salientes en cada área.	<b>0</b>
<b>Nº</b>	<b>ORDENAR</b>	<b>CALIF.</b>
<b>10</b>	Las áreas están claramente identificadas para cada proceso.	<b>1</b>
<b>11</b>	No hay objetos ni herramientas sobre las mesas o áreas de trabajo.	<b>1</b>
<b>12</b>	Los recipientes de basura están en el lugar designado y se mantienen limpios.	<b>0</b>
<b>13</b>	Se emplean etiquetas o señales que facilitan la ubicación de herramientas y materiales.	<b>0</b>
<b>14</b>	Las herramientas y materiales están ubicados en sus lugares específicos y accesibles.	<b>2</b>
<b>15</b>	Los cajones y mesas de trabajo están organizados de forma adecuada y solo contienen lo necesario.	<b>0</b>
<b>16</b>	El mobiliario y los estantes están debidamente organizados para un fácil acceso.	<b>1</b>
<b>17</b>	Las herramientas están debidamente etiquetadas y en buen estado.	<b>0</b>

<b>Nº</b>	<b>LIMPIAR</b>	<b>CALIF.</b>
-----------	----------------	---------------



18	El área de trabajo se mantiene libre de polvo y residuos.	2
19	Las herramientas de trabajo se encuentran limpias y operativas.	1
20	Las máquinas operativas están libres de polvo y se mantienen correctamente.	1
21	Las áreas de trabajo no contienen manchas, residuos o componentes no deseados.	0
22	Los equipos de iluminación están funcionando correctamente.	1
23	Se han definido rutinas de limpieza para las áreas de trabajo y se cumplen.	0
24	El mantenimiento preventivo de equipos y maquinaria está al día.	1
<b>Nº</b>	<b>ESTANDARIZAR</b>	<b>CALIF.</b>
25	Los contenedores y recipientes cumplen con los requisitos operativos establecidos.	1
26	El personal utiliza correctamente los equipos de protección personal (EPP).	0
27	Cada área cuenta con un formato de operación que documenta el proceso de trabajo.	0
28	Existen procedimientos visuales para las áreas, como instrucciones o listas de control.	1
29	El flujo de trabajo está estandarizado para evitar confusión y mejorar la eficiencia.	1
30	Se utilizan registros estandarizados para las tareas operativas diarias.	2
31	La formación personal es continua sobre los procedimientos y estándares establecidos.	2
32	La actitud frente a los cambios es positiva, promoviendo la mejora continua.	1

---

**Nota:** *Elaborado por autores*

Tras llevar a cabo la auditoría inicial en la planta empacadora de camarón NIRSA SA, se elaboró un resumen exhaustivo, como se muestra en la *Tabla 32*. Este informe proporciona una visión clara de los distintos aspectos evaluados, desde la organización y clasificación hasta la estandarización. de los procesos, estableciendo una base sólida para entender el estado actual de la implementación de las 5S en la planta. A continuación, se detallan los resultados obtenidos:

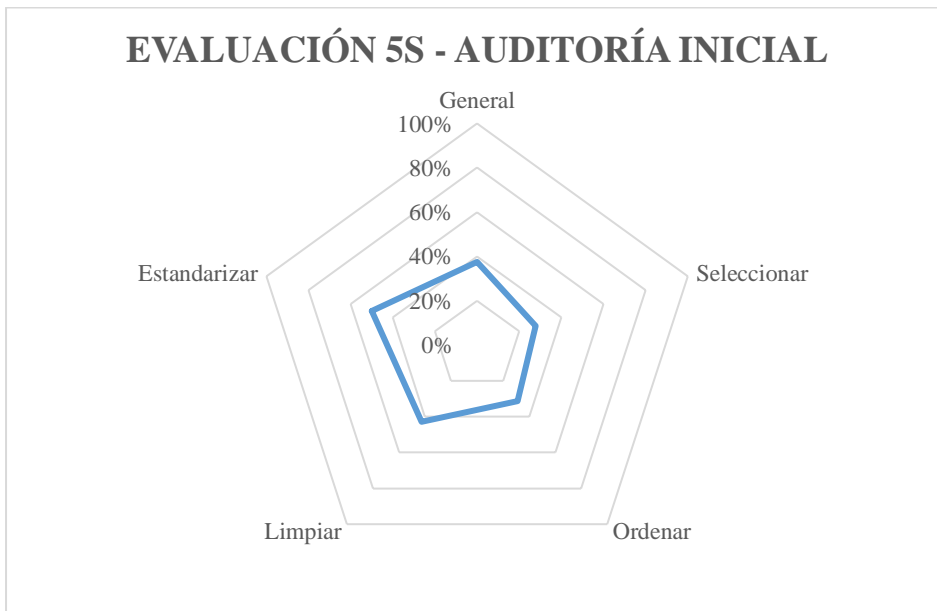
**Tabla 32.** *Resumen e Indicadores de evaluación inicial 5s*

TABLA DE RESUMEN					INDICADORES				
Categoría	Porcentaje real	Puntaje real	Puntaje ideal	Porcentaje ideal	Muy Malo	Malo	Regular	Bueno	Excelente
<b>General</b>	38%	24	64	100%	$x\% \geq 10\%$	$x\% \geq 30\%$	$x\% \geq 50\%$	$x\% \geq 70\%$	$x\% \geq 90\%$
<b>Seleccionar</b>	28%	5	18						
<b>Ordenar</b>	31%	5	16						
<b>Limpiar</b>	43%	6	14						
<b>Estandarizar</b>	50%	8	16						

**Nota:** *Elaborado por autores*

En la *Figura 7* se presenta una representación gráfica que complementa la *Tabla 32*, utilizando un gráfico radial para ilustrar de manera clara el nivel de implementación de las 5S en la planta empacadora de camarón NIRSA SA. Este enfoque visual facilita la interpretación de los resultados obtenidos, brindando una visión concisa de los indicadores evaluados. El estado actual de las 5S en la planta se encuentra en una categoría "mala", alcanzando solo un 38%. La combinación de la tabla con los indicadores y la representación gráfica permitió una mejor comprensión del estado de las prácticas 5S en NIRSA SA, sirviendo como base para las siguientes fases del proceso de mejora continua.

**Figura 7.** Representación visual de la evaluación inicial de las 5S



**Nota:** Elaborado por autores

### 3.5.1.2. Aplicación de soluciones 5S en Nirsa S.A.

La aplicación del sistema 5S en la empacadora de camarón se realizó en varias etapas para garantizar la comprensión, aplicación y sostenibilidad del sistema por parte de los operarios. Se utilizó un enfoque práctico, apoyado por herramientas visuales, formatos estructurados y horarios establecidos para integrar las prácticas en las operaciones diarias. Se establecieron condiciones para el trabajo óptimo de las máquinas de empaque, y se tomó en cuenta la retribución de estas.

#### 3.5.1.2.1. Soluciones seiri (clasificar).

En esta fase inicial, se llevó a cabo la organización de los materiales, equipos y herramientas dentro del área de empaque de camarón, agrupándolos según su función específica. El propósito fue reducir los desplazamientos innecesarios y garantizar que solo los elementos esenciales estuvieran presentes en el área de trabajo, eliminando aquellos que no eran requeridos.

1. Se eliminó todo el material no esencial en las estaciones de trabajo, dejándose solo lo necesario para realizar las tareas de pesaje, sellado y etiquetado.
2. Se realizó un inventario inicial de herramientas, materiales y equipos en cada estación de trabajo, además, se aplicaron etiquetas de color para identificar rápidamente los materiales, como rojo: elementos innecesarios, amarillo: uso ocasional y verde: esenciales. En donde,
  - a. Los operadores clasificaron los elementos en tres categorías: esenciales, ocasionales (uso poco frecuente), e innecesarios.
  - b. Los elementos innecesarios fueron retirados y trasladados a un área de almacenamiento externo o descartados si estaban dañados.
  - c. Posteriormente, se realizó un análisis detallado del área roja en conjunto con el jefe de producción, con el fin de clasificar los elementos registrados en las tarjetas rojas. El modelo utilizado para este análisis se presenta en la *Tabla 33*.
3. Se realizó un análisis exhaustivo de los equipos, herramientas y materiales en la estación de inspección visual. Se eliminaron los elementos innecesarios, como herramientas obsoletas y materiales no utilizados, que no aportaban valor al proceso. Esto permitió un espacio de trabajo más limpio y sin distracciones.
4. Se eliminaron todas las piezas y herramientas innecesarias que no formaban parte de los procesos de empaque, como recambios obsoletos o herramientas de mantenimiento no utilizadas.

**Tabla 33. Modelo de tarjeta roja**

<b>TARJETA ROJA</b>	
<b>Nombre de quien realizó la selección:</b>	
<b>N° de Tarjeta:</b>	
<b>Fecha:</b>	
<b>Descripción:</b>	
<b>CATEGORÍA</b>	
<b>Accesorios o herramientas</b>	
<b>Baldes, recipientes</b>	
<b>Equipo de oficina</b>	
<b>Instrumentos de medición</b>	
<b>Maquinaria</b>	
<b>Materia prima</b>	
<b>Material de empaque</b>	
<b>Producto terminado</b>	
<b>Producto en proceso</b>	
<b>Refacciones</b>	
<b>Otro (especifique):</b>	
<b>RAZÓN</b>	
<b>Contaminante</b>	
<b>Defectuoso</b>	
<b>Descompuesto</b>	
<b>Desperdicio</b>	
<b>No se necesita</b>	
<b>No se necesita pronto</b>	
<b>Otro (especifique):</b>	

**Nota:** *Elaborado por autores*

Tras la identificación de los artículos que requieren intervención en el área de trabajo, estos se clasifican según su estado y necesidad. Los criterios para cada categoría son los siguientes:

1. **Artículos en Área de Cuarentena:** Aquellos materiales o herramientas que no cumplan con los requisitos operativos o que presenten daños graves si se colocan en esta zona. Cada artículo está marcado con su tarjeta roja correspondiente, que incluye detalles como su tipo y la justificación de su retiro, asegurando que estos artículos no interfieran en la producción hasta que se resuelvan los problemas identificados.

2. **Artículos Fuera de Cuarentena:** Cuando un artículo se libera de la zona de cuarentena, la persona responsable debe informar al coordinador 5S para registrar el movimiento. El coordinador es el encargado de mantener el control sobre estos artículos y decidir si necesita una evaluación más profunda antes de ser reincorporados a las operaciones regulares.
3. **Tarjetas Canceladas:** Si se determina que un artículo retirado de la cuarentena es esencial para el área de trabajo, la tarjeta roja que lo identificaba como un artículo fuera de lugar será anulada. La persona encargada de esta decisión debe notificar al coordinador 5S para que se actualice el estatus del artículo y se mantenga un registro adecuado.

Los artículos gestionados de acuerdo con estas categorías se documentan meticulosamente en la *Tabla 34*, que se presenta a continuación, como parte del proceso de mejora continua.

**Tabla 34.** *Tabla de Control de Tarjetas rojas*

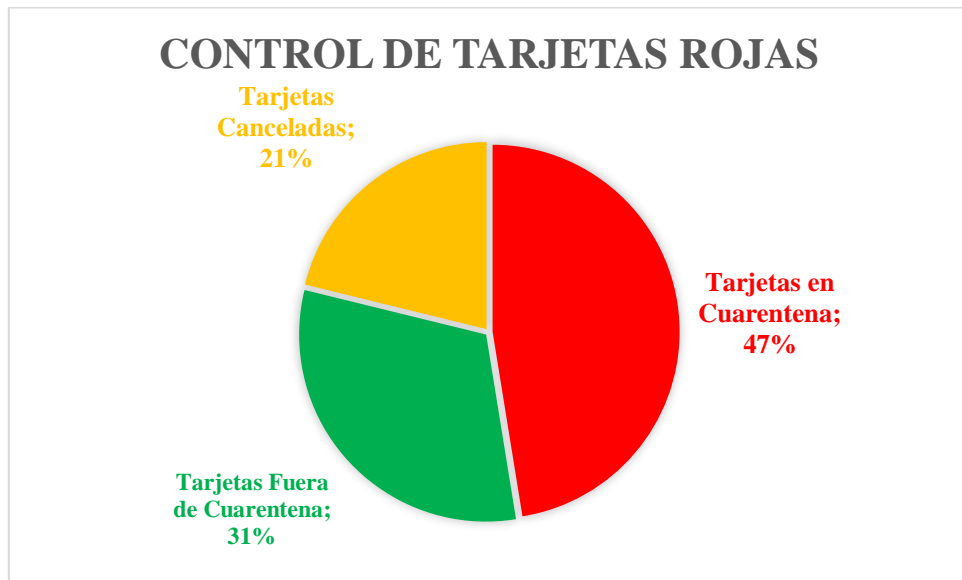
<b>Control de Tarjetas Rojas</b>					
<b>Artículo</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Categoría</b>	<b>Razón</b>	<b>Estado</b>
1	Camarón con residuos de arena	38	Producto en proceso	Contaminante	En cuarentena
2	Cajas de cartón mojadas	12	Material de empaque	Desperdicio	En cuarentena
3	Bolsas de vacío mal selladas	18	Material de empaque	Defectuoso	Fuera de cuarentena
4	Cuchillos sin filo	8	Herramientas	No se necesita pronto	Fuera de cuarentena
5	Camarón cocido con textura inadecuada	20	Producto terminado	No cumple estándar de calidad	En cuarentena
6	Termómetro calibrado incorrectamente	3	Instrumentos de medición	Error de calibración	Tarjeta cancelada
7	Hielo mal almacenado	15	Insumo de proceso	Contaminante	En cuarentena
8	Etiquetas con datos erróneos	22	Papelería	Error de impresión	Tarjeta cancelada

9	Almejas mezcladas con camarón	9	Producto en proceso	Contaminante	En cuarentena
10	Balanzas con lectura incorrecta	4	Instrumentos de medición	Descompuesto	En cuarentena
11	Camarón empacado sin registro	17	Producto terminado	Falta de trazabilidad	Tarjeta cancelada
12	Empaque sin código de barras	26	Material de empaque	No cumple estándar de calidad	Fuera de cuarentena
13	Desinfectante en mal estado	5	Insumos de limpieza	Descompuesto	En cuarentena
14	Bandejas quebradas	7	Accesorios de proceso	Desperdicio	Fuera de cuarentena
15	Guantes perforados	10	Material de protección	No se puede utilizar	Tarjeta cancelada
16	Camarón sin clasificación por tamaño	19	Producto en proceso	No se necesita pronto	Fuera de cuarentena
17	Pallets con moho	3	Material de transporte	Contaminante	En cuarentena
18	Camarón envasado sin congelar	6	Producto terminado	Error en proceso	Tarjeta cancelada
19	Bolsas sin capacidad adecuada	8	Material de empaque	Desperdicio	Fuera de cuarentena
20	Camarón crudo con manchas negras	24	Producto en proceso	Defectuoso	En cuarentena
		<b>274</b>			

**Nota:** *Elaborado por autores*

En la *Figura 8*, se observa que los elementos marcados con tarjetas rojas sumaron un total de 274 unidades, distribuidos en tres categorías principales. El 47% (130 unidades) corresponde a tarjetas en cuarentena, lo que indica que estos elementos están a la espera de una disposición final, ya sea descarte o traslado a otras áreas. Por otro lado, el 31% (86 unidades) se encuentran fuera de cuarentena, lo que implica que algunos artículos fueron liberados para uso o evaluados como no prioritarios para su mantenimiento. Finalmente, el 21% (58 unidades) fueron clasificadas como tarjetas canceladas, lo que refleja que estos materiales fueron dados de baja definitivamente o devueltos a su área original para su gestión.

**Figura 8. Control de tarjetas rojas**



**Nota:** Elaborado por autores

Es fundamental monitorear todos los artículos señalados con tarjetas rojas, garantizando que sean reubicados en otras zonas o eliminados cuando sea necesario. Si no se realiza este seguimiento, no se logrará una reducción clara de los elementos innecesarios en el área.

#### **3.5.1.2.2. Soluciones seiton (ordenar).**

1. Cada herramienta y material se actuará de manera que sea accesible rápidamente para los operadores, reduciendo los desplazamientos innecesarios entre estaciones.
2. Se diseñan sistemas de almacenamiento específicos para cada estación de trabajo, utilizando gabinetes, estantes y paneles perforados. Se asignó un lugar definido para cada herramienta y material, asegurándose de que fuera fácilmente accesible. Se utilizaron etiquetas visuales y señales claras para marcar las ubicaciones asignadas, para la cual se muestra la *Tabla 34* en la que se menciona al material utilizado, con su respectivo color de etiqueta y responsable.



3. Los materiales de trabajo, como las hojas de inspección, las herramientas de inspección (lupas, lámparas de inspección, entre otros) y los elementos de repuesto se organizaron de manera lógica y accesible. Cada herramienta o material se ubicó en un lugar específico para que los operarios pudieran acceder rápidamente y realizar la inspección sin demoras.
4. Se organiza el área de trabajo alrededor de las máquinas de empaque, asegurando que las piezas de repuesto y herramientas de ajuste estén en lugares específicos y fácilmente accesibles. También se etiquetaron claramente las áreas de almacenamiento de herramientas y equipos.
5. Se definieron ubicaciones específicas para los elementos, priorizando la ergonomía y frecuencia de uso, como se muestra en la *Tabla 35*.

**Tabla 35.** *Destinos de objetos que si son necesarios según su uso.*

N°	OBJETO	FRECUENCIA DE USO	DESTINO
1	Bandejas de camarón	Cada hora o varias veces por hora	Cerca de la línea de proceso
2	Rollos de film plástico	Cada día o varias veces al día	Área de almacenamiento rápido
3	Repuestos para maquinaria	Anualmente o algunas veces al año	Almacén de herramientas
4	Contenedores de hielo	Cada turno	Zona de congelación
5	Redes para camarones	Cada semana o varias veces a la semana	Zona de recepción de materia prima
6	Máquina de lavado	Cada hora o varias veces por hora	Área de lavado
7	Herramientas de mantenimiento	Cada mes o algunas veces al mes	Estantes con etiquetas
8	Mulas o montacargas manuales	Cada hora o varias veces por hora	Cerca del operario
9	Rótulos de identificación	Cada mes o algunas veces al mes	Estantes con etiquetas
10	Estanterías para productos	Cada semana o varias veces a la semana	Lugar visible
11	Manuales de mantenimiento	Muy raramente se utiliza	Enviar a bodega
12	Escobas y trapeadores	Cada hora o varias veces por hora	Cerca del operario
13	Rotuladores	Cada hora o varias veces por hora	Cerca del operario
14	Máquina Sellado al Vacío	Cada mes o varias veces al mes	Lugar visible
15	Bolsas para empaque	Cada mes o algunas veces al mes	Laboratorio
16	Contenedores de residuos	Cada hora o varias veces por hora	Bandejas de residuos
17	Mascarillas, guantes y redcillas	Cada hora o varias veces por hora	Laboratorio
18	Etiquetas para empaques	Cada hora o varias veces por hora	Laboratorio

**Nota:** *Elaborado por los autores.*

### **3.5.1.2.3. Soluciones seiso (limpieza)**

1. Las estaciones de trabajo se limpiaron y se establecieron rutinas de mantenimiento diario para evitar la acumulación de polvo o suciedad que pudiera interferir en el proceso.
2. Se aplicaron rutinas de limpieza diarias en cada estación de trabajo, integrándolas al inicio y al final de cada turno, los operadores recibieron kits de limpieza con productos específicos para cada tipo de superficie y herramienta, y se designaron responsables por áreas para garantizar el cumplimiento de las rutinas.
3. Se establecen procedimientos de limpieza diaria para las estaciones de inspección visual. La limpieza de las superficies de trabajo y de los equipos de inspección se programará para evitar que el polvo o residuos afecten la visibilidad o el funcionamiento de las herramientas de inspección.
4. Las máquinas de empaque fueron sometidas a una limpieza exhaustiva, prestando especial atención a las partes del cabezal de sellado y los mecanismos de etiquetado. Esto ayudó a eliminar posibles obstrucciones o acumulaciones de residuos que podrían afectar el rendimiento de las máquinas.
5. Se establecieron rutinas de limpieza diarias, con horarios al inicio y fin de cada turno, así como se muestra en la tabla 36.

**Tabla 36. Cronograma de limpieza.**

<b>Día</b>	<b>Área</b>	<b>Tareas</b>	<b>Responsable</b>
Lunes	Superficies de trabajo	Limpieza con paños desengrasantes	Operador A
Martes	Equipos	Retiro de etiquetas defectuosas	Operador B
Miércoles	Superficies de trabajo	Limpieza en General	Operador C
Jueves	Equipos	Retiro de etiquetas defectuosas	Operador B
Viernes	Superficies de trabajo	Limpieza en General	Operador A
Sábado	Superficies de trabajo	Limpieza en General	Operador C
Domingo	Equipos	Retiro de etiquetas defectuosas	Operador A

Nota: Elaborado por los autores.

#### **3.5.1.2.4. Soluciones seiketsu (estandarizar)**

1. Se crearon procedimientos estandarizados para todas las actividades dentro del proceso de empaque, asegurando que cada tarea se realizará de la misma manera en cada turno.
2. Se crearon manuales de procedimientos para cada estación de trabajo, también se instalaron diagramas de flujo y carteles informativos con los pasos para mantener el orden y la limpieza. Al igual, los procedimientos fueron integrados al programa de capacitación de nuevos empleados.
3. Se crearon estándares operacionales para la inspección visual, estableciendo procedimientos detallados de inspección para cada tipo de defecto potencial, como el sellado o el etiquetado incorrecto. Esto permitió a todos los operarios seguir las mismas prácticas de inspección y asegurarse de que no se pasaran por altos defectos.
4. Se establecen procedimientos estandarizados para el mantenimiento y ajuste de las máquinas de empaque. Esto incluye la limpieza y calibración regular de los cabezales de sellado y las máquinas de etiquetado.

### 3.5.1.2.5. Soluciones shitsuke (mantener)

1. Se aplicaron controles y se promovió la disciplina en el seguimiento de las prácticas de 5S, asegurando que todos los operadores cumplieran con los estándares de organización y limpieza.
2. Se promovió una cultura de autodisciplina mediante reuniones semanales donde los operarios compartieron sus avances y desafíos en la aplicación de las 5S. Se calcularán auditorías mensuales para evaluar el cumplimiento del sistema 5S, mediante un cronograma mostrado en la Tabla 37.

**Tabla 37.** Cronograma.

<b>Principio 5S</b>	<b>Duración de la aplicación</b>	<b>Frecuencia de revisión</b>	<b>Impacto</b>
Seiri (Clasificación)	2 días	Semanal	Reducción del desorden en un 70%.
Seiton (Orden)	1 semana	Mensual	Reducción del tiempo perdido buscando herramientas en un 75%.
Seis (Limpieza)	Permanente	Diario	Reducción del riesgo de accidentes en un 50%.
Seiketsu (Estandarización)	1 mes	Mensual	Consistencia operativa a largo plazo.
Shitsuke (Disciplina)	Permanente	Mensual	Fomento de la responsabilidad personal.

Nota: Elaborado por los autores.

3. Se aplicó una disciplina en el cumplimiento de los estándares 5S. Se asignaron responsables para monitorear y garantizar que las estaciones de trabajo se mantuvieran ordenadas, limpias y operativas. Además, se aplicará un sistema de revisión diaria para verificar que el orden y la limpieza se mantengan.
4. Para asegurar la continuidad de estas prácticas, se asignó un equipo de operarios responsables de mantener las máquinas limpias y ordenadas, además de garantizar que las rutinas de mantenimiento se cumplan de acuerdo con los estándares.
5. El objetivo principal de esta fase final fue garantizar la sostenibilidad de las mejoras introducidas, procurando que se mantengan a largo plazo y sirvan como base para nuevas optimizaciones en futuras evaluaciones. Este esfuerzo se orienta hacia un compromiso continuo con la mejora, en coherencia con las acciones establecidas en las etapas anteriores. Para validar los avances alcanzados, se realizó una auditoría al cierre del proceso de implementación de las 5S, cuyos resultados se resumen en la *Tabla 38*

**Tabla38.** *Check List de auditoria final*

<b>EVALUACIÓN - AUDITORIA INICIAL</b>		<b>FECHA:</b>
<b>EMBOTELLADO DE AGUA PURIFICADA</b>		<b>22/11/2024</b>
<b>N°</b>	<b>SELECCIONAR</b>	<b>CALIF.</b>
<b>1</b>	Las herramientas de trabajo están en condiciones adecuadas para su uso.	<b>2</b>
<b>2</b>	El mobiliario está en buen estado y apto para su uso.	<b>1</b>
<b>3</b>	No hay objetos innecesarios en los pasillos o áreas de trabajo.	<b>2</b>
<b>4</b>	Las áreas de trabajo están despejadas de objetos que no corresponden.	<b>2</b>

5	Se cuentan con los materiales y herramientas necesarios para el trabajo.	2
6	Los escritorios y mesas de trabajo se encuentran organizados y libres de desorden.	1
7	No se encuentran materiales en lugares inapropiados o fuera de su sitio asignado.	2
8	El área de trabajo está libre de objetos o componentes que no son necesarios.	2
9	Existe un control adecuado de los materiales entrantes y salientes en cada área.	2
<b>N°</b>	<b>ORDENAR</b>	<b>CALIF.</b>
10	Las áreas están claramente identificadas para cada proceso.	2
11	No hay objetos ni herramientas sobre las mesas o áreas de trabajo.	1
12	Los recipientes de basura están en el lugar designado y se mantienen limpios.	2
13	Se emplean etiquetas o señales que facilitan la ubicación de herramientas y materiales.	1
14	Las herramientas y materiales están ubicados en sus lugares específicos y accesibles.	2
15	Los cajones y mesas de trabajo están organizados de forma adecuada y solo contienen lo necesario.	1
16	El mobiliario y los estantes están debidamente organizados para un fácil acceso.	2
17	Las herramientas están debidamente etiquetadas y en buen estado.	1
<b>N°</b>	<b>LIMPIAR</b>	<b>CALIF.</b>
18	El área de trabajo se mantiene libre de polvo y residuos.	2
19	Las herramientas de trabajo se encuentran limpias y operativas.	2

20	Las máquinas operativas están libres de polvo y se mantienen correctamente.	2
21	Las áreas de trabajo no contienen manchas, residuos o componentes no deseados.	1
22	Los equipos de iluminación están funcionando correctamente.	2
23	Se han definido rutinas de limpieza para las áreas de trabajo y se cumplen.	1
24	El mantenimiento preventivo de equipos y maquinaria está al día.	2
<b>Nº</b>	<b>ESTANDARIZAR</b>	<b>CALIF.</b>
25	Los contenedores y recipientes cumplen con los requisitos operativos establecidos.	2
26	El personal utiliza correctamente los equipos de protección personal (EPP).	2
27	Cada área cuenta con un formato de operación que documenta el proceso de trabajo.	1
28	Existen procedimientos visuales para las áreas, como instrucciones o listas de control.	2
29	El flujo de trabajo está estandarizado para evitar confusión y mejorar la eficiencia.	1
30	Se utilizan registros estandarizados para las tareas operativas diarias.	2
31	La formación personal es continua sobre los procedimientos y estándares establecidos.	2
32	La actitud frente a los cambios es positiva, promoviendo la mejora continua.	2

---

**Nota:** *Elaborado por autores*

Tras llevar a cabo la auditoría final en la planta empacadora de camarón, se elaboró un resumen detallado presentado en la *Tabla 39*. Este documento brinda una perspectiva completa sobre los avances alcanzados en los distintos aspectos evaluados, a incluir desde la clasificación hasta la estandarización. De esta manera, se establece una referencia clara que permite entender el estado final de la implementación de las prácticas 5S en la empresa, tal como se detalla a continuación:

**Tabla 39.** *Resumen e Indicadores de evaluación final 5s*

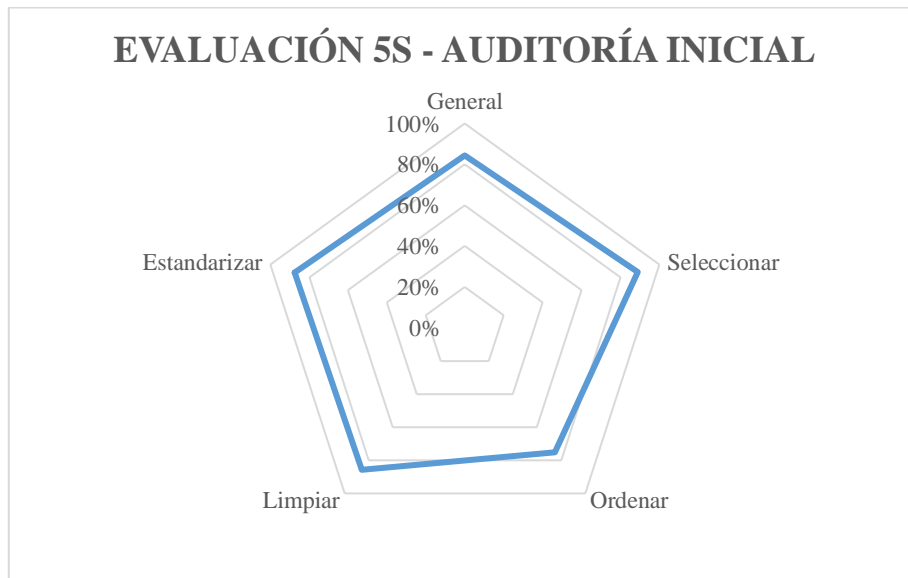
Categoría	TABLA DE RESUMEN				INDICADORES				
	Porcentaje real	Puntaje real	Puntaje ideal	Porcentaje ideal	Muy Malo	Malo	Regular	Bueno	Excelente
<b>General</b>	84%	54	64	100%	x% ≥ 10%	x% ≥ 30%	x% ≥ 50%	x% ≥ 70%	x% ≥ 90%
<b>Seleccionar</b>	89%	16	18						
<b>Ordenar</b>	75%	12	16						
<b>Limpiar</b>	86%	12	14						
<b>Estandarizar</b>	88%	14	16						

**Nota:** *Elaborado por autores*

La Figura 9 presenta un gráfico radial que complementa los datos expuestos en la Tabla 39, proporcionando una representación visual clara y detallada del nivel inicial de las 5S en la planta empacadora de camarón. Esta herramienta facilita la interpretación de los indicadores evaluados de manera rápida y efectiva. Tras la implementación de las 5S, el estado final alcanzó una categoría “buena” con un 84%, reflejando una mejora significativa en las prácticas operativas y confirmando el impacto positivo de la metodología aplicada.



**Figura 9.** Representación visual de la evaluación final de las 5S



**Nota:** Elaborado por autores

#### **Beneficios esperados con el 5S:**

- Reducción en los tiempos de búsqueda de herramientas: Gracias a una mejor organización del espacio de trabajo.
- Mayor seguridad en las estaciones de trabajo, ya que no había elementos peligrosos o innecesarios en los pasillos o áreas de trabajo.
- Mejor desempeño en las tareas: los trabajadores pudieron realizar sus tareas de manera más ágil y eficiente, lo que contribuyó a una reducción en los tiempos generales de cada etapa del proceso de empaque.

#### **Disminución de defectos en el producto final.**

La disminución de defectos se enfocó en dos áreas clave: las estaciones de inspección visual y las máquinas de empaque. En estas áreas se habían identificado varios defectos recurrentes, como el sellado y etiquetado del producto. En la estación de inspección visual, se detectarán problemas como etiquetas mal aplicadas y empaques defectuosos que no cumplen con los estándares de calidad establecidos por la empresa. En las máquinas de empaque, se

observaron fallas en los mecanismos de sellado, lo que generaba productos defectuosos y fuera de especificación.

Para abordar estos problemas, se aplicó una herramienta clave de Lean manufacturing en el mantenimiento productivo total (TPM). Estas estrategias fueron aplicadas de manera específica en cada una de las áreas de trabajo para optimizar la eficiencia y calidad del proceso.

#### **Redistribución de las estaciones de trabajo.**

Las estaciones de trabajo fueron reorganizadas para optimizar el flujo del camarón de una fase a otra. Por ejemplo, se reubicaron las estaciones de pesaje y selladas para reducir los movimientos innecesarios entre estas áreas.

Se aplicaron bandejas de transporte para que los lotes de camarón se movieran de manera más eficiente entre las estaciones, evitando que los operarios tuvieran que caminar grandes distancias para trasladar los productos.

#### **Capacitación al personal.**

Los empleados fueron capacitados en los nuevos procedimientos establecidos a través de 5S, con un enfoque en la mejora continua y la importancia de respetar los tiempos estándar por etapa. Se definieron tiempos estándar para cada actividad, basados en el tiempo necesario para completar una tarea de manera eficiente, y se promovió la cultura de cumplimiento de estos tiempos para optimizar la producción.

#### **Establecimiento de tiempos estándar.**

A través de la observación y análisis de las etapas de pesaje, sellado y etiquetado, se definieron tiempos óptimos para cada tarea. Los operadores fueron entrenados para cumplir con estos tiempos estándares, lo que permitió una mayor sincronización en la línea de producción y redujo los retrasos provocados por actividades fuera de lugar o mal gestionadas.

### 3.5.2. Mantenimiento productivo total (TPM)

El mantenimiento productivo total (TPM) se aplicó para minimizar las fallas de las máquinas de empaque, especialmente en los procesos de sellado y etiquetado, con el fin de reducir los defectos causados por el mal funcionamiento del equipo.

**Antes de la aplicación:** El análisis inicial mostró un alto número de paradas no planificadas, lo que generaba retrasos significativos en la producción. La ausencia de un programa de mantenimiento preventivo comprometía la continuidad operativa y aumentaba los costos de reparación.

**Tabla 40.** Registro de paradas de máquinas: estado inicial.

Máquina	Fallas Mensuales	Tiempo de inactividad (horas)	Causa principal de parada
Selladora	5	12	Fallas eléctricas y desajustes mecánicos.
Etiquetadora	3	8	Obstrucciones en el sistema de etiquetas.
Pesadora	2	5	Ajustes de calibración necesarios.
Embaladora	4	10	Mantenimiento no programado.
Clasificadora	3	7	Fallas en el sistema de clasificación.

**Nota:** Elaborado por los autores.

Los datos de la *Tabla 40* reflejan las paradas y tiempos de inactividad observados durante un período de 30 días antes de la aplicación de TPM en el proceso de empaque de camarón en la empacadora NIRSA S.A.

### **Acciones de TPM:**

**Mantenimiento preventivo diario:** se establecen rutinas de mantenimiento preventivo realizadas por los operarios. Estas rutinas incluyen la limpieza de los cabezales de sellado, la inspección de los componentes de las máquinas de etiquetado y la revisión de los sistemas electrónicos de las máquinas.

### **Formato utilizado para registro:**

Se aplicó un checklist diario en cada estación que detalla las actividades de mantenimiento preventivo a realizar, con un espacio para marcar el cumplimiento y registrar observaciones.

### **Mantenimiento preventivo diario - Máquinas de empaque.**

**Fecha:** \_\_\_\_\_

**Operario responsable:** \_\_\_\_\_

#### **Actividad**

- Limpieza de cabezales de sellado.
- Inspección de componentes mecánicos.
- Revisión de sistemas electrónicos.

**Supervisor técnico:** \_\_\_\_\_

**Calibración de máquinas:** se aplicó un proceso de calibración diaria de las máquinas de sellado y etiquetado para garantizar que las etiquetas se aplicarán correctamente y los empaques estarán sellados de manera precisa. Esto fue realizado antes de que comience la producción del día para evitar problemas durante el proceso.

La calibración diaria de las máquinas de sellado y etiquetado se desarrolla como un paso obligatorio antes de iniciar la producción.

### **Procedimiento:**

- a) Ajuste de temperatura y presión: se revisa que la temperatura de los cabezales de sellado esté dentro del rango óptimo para garantizar un sellado hermético. Se ajusta la presión para evitar daños al empaque o sellados incompletos.

- b) Pruebas de etiquetado: se prueba la alineación de etiquetas con lotes de prueba para confirmar que están correctamente posicionadas y adheridas al producto.
- c) Verificación por parte del supervisor: los ajustes realizados son confirmados por un supervisor técnico que valida las calibraciones en función de un estándar predefinido.

**Formato utilizado para calibración:**

**Calibración de máquinas - Registro diario.**

**Fecha:** \_\_\_\_\_

**Máquina:** \_\_\_\_\_

**Parámetro evaluado**

- Temperatura de sellado.
- Presión de sellado.
- Alineación de etiquetas.

**Formación de los operarios:** se capacitó a los operarios sobre la importancia del mantenimiento preventivo y la correcta utilización de las máquinas de empaque. La formación incluye instrucciones sobre cómo identificar problemas potenciales, como cabezales de sellado desajustados o etiquetas que no se alineaban correctamente.

La formación del personal fue un componente esencial del TPM, ya que asegura que los operarios tengan el conocimiento y las habilidades necesarias para prevenir fallas comunes y detectar problemas potenciales en una etapa temprana.

**Contenido de la capacitación:**

Conceptos básicos del TPM: importancia del mantenimiento preventivo y su impacto en la calidad del producto final.

Identificación de problemas comunes:

- Desajustes en cabezales de sellado.
- Mal funcionamiento de sensores.
- Etiquetas desalineadas o mal adheridas.

Uso adecuado de herramientas: cómo realizar inspecciones visuales y utilizar el checklist de mantenimiento preventivo.

Acciones ante fallas detectadas: protocolo para notificar al supervisor y registrar las anomalías encontradas.

### **Formato del registro de capacitación:**

#### **Registro de capacitación - Mantenimiento preventivo.**

**Fecha:** \_\_\_\_\_

**Operarios participantes:** \_\_\_\_\_

**Temas bordados:**

- Importancia del TPM.
- Detección de fallas comunes.
- Procedimientos de inspección.

**Instructor:** \_\_\_\_\_

#### **Hoja de verificación de inspección visual.**

Formato estándar de inspección: se aplicaron hojas de verificación en cada estación de trabajo para estandarizar los puntos críticos de inspección, como la calidad del sellado y la colocación de las etiquetas. Estas hojas contienen los siguientes elementos:

#### **Hoja de Verificación de Inspección Visual**

**Nombre del Operador:** \_\_\_\_\_

**Fecha:**  
\_\_\_\_\_

**Turno:** \_\_\_\_\_

**Puntos de inspección**

**Aprobado (✓)**

##### **Sellado**

1. El sellado es uniforme y continuo.
2. El empaque está completamente cerrado sin fugas visibles.

##### **Etiquetado**

3. Las etiquetas están correctamente alineadas.
4. El texto de las etiquetas es legible y sin errores.

##### **Limpieza de la estación**

5. La estación de trabajo está libre de residuos y obstrucciones.
6. Las herramientas están limpias y en buen estado.

##### **Herramientas y equipos**

7. Las herramientas están organizadas y ubicadas correctamente.
8. Los equipos funcionan correctamente sin anomalías.

**Observaciones:**

\_\_\_\_\_  
**Firma del Supervisor:** \_\_\_\_\_

### **Evaluación de la hoja de verificación.**

- Método de evaluación: cada hoja de verificación se revisa diariamente por el supervisor de calidad. Si un producto o proceso no cumple con alguno de los puntos de la lista, se toma nota en el espacio de observaciones y se implementan acciones correctivas inmediatas.
- Periodicidad: las hojas se recopilan al final de cada turno y se analizan semanalmente para identificar tendencias o áreas recurrentes de mejora.
- Impacto: este formato estándar no solo permite garantizar la calidad del producto final, sino que también promueve la disciplina operativa y la consistencia en las inspecciones visuales.

La aplicación de esta hoja de verificación como una herramienta estándar mejora significativamente la organización del trabajo, facilita la detección de errores en tiempo real y contribuye a mantener altos niveles de calidad en el proceso de empaque del camarón.

### **Auditorías semanales por equipo técnico.**

Para garantizar que las máquinas de empaque estuvieran funcionando correctamente y para verificar la calidad del proceso, se aplicarán auditorías semanales realizadas por un equipo técnico especializado. Las auditorías incluyen:

**Revisión de los procedimientos de mantenimiento:** el equipo técnico verificaba que se estuvieran realizando las rutinas de mantenimiento preventivo y ajustaban las máquinas según fuera necesario.

**Evaluación de la calibración de las máquinas de empaque:** se verificaba que las máquinas estaban correctamente calibradas para asegurar un sellado adecuado y un etiquetado preciso.

**Análisis de resultados de defectos:** el equipo auditaba los resultados de la producción y comparaba la tasa de defectos de la semana con los estándares establecidos. En caso de encontrar discrepancias, se realizaron ajustes inmediatos y se aplicaron medidas correctivas.

### **Formato de auditoría semanal por equipo técnico.**

#### **Auditoría Semanal - Equipos de Empaque**

**Fecha:** \_\_\_\_\_

**Máquina:** \_\_\_\_\_

#### **Revisión de Mantenimiento Preventivo**

Tipo de tarea Completado (✓)

Limpieza de cabezales

Lubricación de componentes mecánicos

Revisión de sensores

Ajustes menores realizados

#### **Evaluación de calibración**

Parámetro evaluado Valor obtenido

Temperatura de sellado

\_\_\_\_\_

Presión de sellado

\_\_\_\_\_ bar

Alineación de etiquetas

Aprobado/No Aprobado

#### **Análisis de defectos**

Tipo de defecto Número detectado

Sellado defectuoso

\_\_\_\_\_

Etiquetado desalinizado

\_\_\_\_\_

Producto dañado

\_\_\_\_\_

#### **Acciones correctivas:**

\_\_\_\_\_

**Firma del Supervisor Técnico:** \_\_\_\_\_

### **Evaluación de las auditorías.**

- Periodicidad: se realiza al final de cada semana, evaluando la eficiencia y calidad de las máquinas y el proceso.
- Impacto: estas auditorías han permitido reducir los defectos significativamente al identificar problemas antes de que afecten la producción, mantener las máquinas en óptimas condiciones y mejorar la calidad del sellado y etiquetado.



### **Disminución de paradas no planificadas mediante TPM.**

El mantenimiento productivo total (TPM) se aplicó para garantizar la continuidad operativa de las máquinas:

- Reducción de fallas: las rutinas de mantenimiento preventivo disminuyeron las paradas no planificadas de un promedio de 4 a 5 paradas por semana a 1 o 2 paradas por semana.
- Disponibilidad del equipo: la aplicación de un programa de monitoreo en tiempo real permitió detectar anomalías antes de que se convirtieran en problemas mayores.

### **Reducción de fallas mediante TPM.**

#### **Diseño e aplicación del programa de mantenimiento preventivo.**

El programa se estructuró en dos niveles para abordar las necesidades de mantenimiento de los equipos: mantenimiento semanal para tareas rutinarias y mantenimiento mensual para inspecciones más detalladas.

#### **Mantenimiento semanal:**

**Objetivo:** garantizar el funcionamiento óptimo de los equipos mediante tareas de revisión y ajustes básicos.

#### **Actividades realizadas:**

Verificación de correas y cadenas de transmisión para detectar desgaste o desalineación.

- Limpieza de filtros de aire en los sistemas de ventilación.
- Revisión de niveles de aceite en sistemas hidráulicos y engranajes.

**Procedimiento:** estas tareas se organizan en listas de verificación específicas entregadas al personal de mantenimiento cada lunes.

**Mantenimiento mensual:**

**Objetivo:** inspeccionar y reparar componentes críticos antes de que presenten fallas significativas.

**Actividades realizadas:**

- Inspección de motores eléctricos con análisis de resistencia de aislamiento.
- Sustitución preventiva de piezas críticas como rodamientos desgastados.
- Revisión y ajuste de sistemas hidráulicos y neumáticos.

**Procedimiento:** este mantenimiento se realizó durante el último fin de semana de cada mes, con paradas planificadas.

A continuación, en la *Tabla 41*, se detalla el cronograma de actividades aplicadas en el programa de mantenimiento preventivo:

**Tabla 41.** *Cronograma de mantenimiento preventivo.*

<b>Frecuencia</b>	<b>Tareas principales</b>	<b>Responsable</b>	<b>Herramientas utilizadas</b>
Semanal	Limpieza de filtros, revisión de correas, ajuste de tornillos.	Técnico de mantenimiento	Listas de verificación, lubricantes
Mensual	Inspección de motores, cambio de piezas desgastadas	Jefe de mantenimiento	Analizadores de resistencia, termómetros IR

Nota: Elaborado por los autores.

**Inspecciones regulares de componentes críticos**

Para realizar inspecciones efectivas, se desarrollaron procedimientos específicos:

**Motores eléctricos:**

- Se utilizó un multímetro para verificar el aislamiento y evitar cortocircuitos.
- Se revisó la temperatura con termómetros infrarrojos.

**Sistemas hidráulicos:**

- Inspección de presión mediante manómetros.
- Verificación de fugas en conexiones y mangueras con inspección visual diaria.

**Líneas de transmisión:**

Se emplearon alineadores láser para garantizar el correcto funcionamiento de las correas y cadenas.

**Disponibilidad del equipo.****Sistema de monitoreo en tiempo real.**

Se aplicó un sistema de monitoreo basado en tecnología IoT para detectar anomalías antes de que afecten la operación de los equipos.

**Sensores instalados:****Vibración:**

- Sensores piezoeléctricos colocados en motores y sistemas de transmisión detectan niveles anormales de vibración.

**Temperatura:**

- Los termopares instalados en puntos clave median cambios en los niveles de calor.

**Presión:**

- Transductores en las líneas hidráulicas permitían detectar bloqueos o pérdidas de presión.

**Funcionamiento del sistema:**

Los sensores recopilaban datos en tiempo real y los enviaban a una plataforma central conectada al software de gestión de mantenimiento. Este sistema realizaba un análisis

comparativo con parámetros preestablecidos y generaba alertas automáticas para el equipo técnico.

**Evaluación diaria:**

El software microsoft office excel generó un informe matutino que incluía:

- Tendencias gráficas de los parámetros monitoreados.
- Recomendaciones específicas de intervención.

**Tabla 42.** *Informe del sistema de monitoreo.*

Parámetro	Máximo Permitido	Promedio Actual	Estado	Acción requerida
Vibración (mm/s)	5.0	4.2	Dentro del rango	Monitorear
Temperatura (°C)	80	85	Alerta	Revisar sistema de refrigeración
Presión (psi)	150	140	Dentro del rango	Ninguna

Nota: Elaborado por los autores

**Estrategias de ejecución.**

La aplicación de herramientas Lean manufacturing requirió estrategias específicas para abordar los problemas identificados y maximizar la eficiencia operativa. En este contexto, se desarrollaron enfoques basados en priorización, monitoreo y capacitación para garantizar resultados.

**Priorización de lotes.**

La acumulación de material en áreas clave de la planta representaba un desafío recurrente que afectaba la eficiencia del flujo de producción. Para solucionar este problema, se diseñó un sistema de priorización que asignaba un orden específico a los lotes en función de sus características.

## **Criterios definidos para la priorización de lotes.**

### **Tamaño del lote:**

- Razonamiento: los lotes más grandes requerían mayor espacio en las áreas de congelación y almacenamiento, lo que podía ocasionar demoras en su procesamiento si no se les daba prioridad.
- Acción: los lotes más grandes se procesaron primero para evitar que ocuparan espacio innecesario y se garantizó que no afectaran el flujo de los lotes pequeños que necesitaban menos tiempo de procesamiento.

### **Tiempo de almacenamiento permitido:**

- Razonamiento: dado que los camarones tienen una vida útil limitada, especialmente cuando están en condiciones de refrigeración, los lotes con menor tiempo de almacenamiento permitido necesarios serán procesados con urgencia para evitar la pérdida de calidad.
- Acción: estos lotes recibieron prioridad para ser procesados lo más rápido posible, asegurando que el producto llegará en óptimas condiciones al cliente o al mercado.

### **Destino final del producto:**

- Razonamiento: los camarones destinados a la exportación tenían requisitos más estrictos en cuanto a calidad y tiempo de entrega, lo que hacía necesario procesarlos primero.
- Acción: los lotes destinados a exportación fueron priorizados y procesados con preferencia para garantizar que cumplieron con los estándares y los tiempos de entrega acordados.

### **Método de aplicación.**

Se utilizó un sistema visual y digital para garantizar que los operarios y supervisores siguieran los criterios de priorización de manera eficiente:

**Sistema de etiquetas visuales:** se asignan colores a cada lote según su nivel de prioridad:

- Rojo: lotes que requerían procesamiento inmediato, especialmente aquellos destinados a exportación o con tiempos de almacenamiento limitados.
- Amarillo: lotes estándar que podían esperar para ser procesados sin afectar la cadena de producción.
- Verde: lotes con menor urgencia o que podrían ser almacenados por más tiempo sin comprometer la calidad.

**Monitoreo digital:** se aplicó un sistema ERP actualizado para reflejar la prioridad de cada lote en tiempo real. Los operadores recibían actualizaciones automáticas sobre los lotes a procesar mediante dispositivos móviles, lo que facilitaba una respuesta ágil y coordinada.

**Efectos de la priorización de lotes:** con esta estrategia, se lograron los siguientes beneficios:

- **Flujo continuo y equilibrado en la línea de producción:** los lotes fueron procesados según su urgencia, evitando retrasos en áreas críticas como la congelación y el empaque, lo que permitió que el flujo de producción fuera constante y sin interrupciones.
- **Reducción de la acumulación de material:** al procesar primero los lotes más grandes y aquellos con menor tiempo de almacenamiento, se optimizó el uso del espacio en las áreas de almacenamiento y congelación, evitando la congestión de productos que podrían retrasar otras etapas del proceso.

- **Mejora en la calidad y frescura del producto final:** al priorizar los productos con menor tiempo de almacenamiento, se asegura que las camas llegarán en condiciones óptimas al cliente, lo que incrementará la satisfacción del cliente y reducirá la tasa de devoluciones.

### **Sistema de seguimiento en tiempo real.**

Para mejorar la trazabilidad de los lotes y optimizar las operaciones de la empacadora, se desarrolló un sistema de monitoreo que permitirá el registro y seguimiento del avance de cada lote en tiempo real. Este sistema fue esencial para garantizar la eficiencia operativa y asegurar que los productos pasen por las etapas necesarias sin retrasos o pérdidas de calidad.

### **Software microsoft office excel utilizado:**

Se aplicó una solución digital basada en hojas de cálculo dinámico, que integraba la tecnología de códigos QR para rastrear cada lote a lo largo del proceso de producción. Esta solución fue diseñada para ser simple, accesible y eficiente, permitiendo que el personal en planta interactúe directamente con el sistema sin la necesidad de interfaces complejas.

### **Códigos QR.**

**Asignación de códigos:** a cada lote de camarón se le asigna un código QR único, que contiene información clave sobre el lote, como el número de identificación, el destino final y el tiempo de almacenamiento permitido.

El proceso de asignación de códigos QR se realizó en dos etapas: la asignación inicial a los lotes y la actualización a medida que los lotes avanzaban en el proceso de empaque.

### **Asignación Inicial del Código QR:**

**Generación de códigos QR:** para cada lote de camarón, se generará un código QR único utilizando herramientas como QR code generator o mediante scripts personalizados en Google sheets . Estos códigos QR contienen información clave sobre el lote, como:

- Número de lote.
- Fecha de producción.
- Tiempo de almacenamiento permitido.
- Destino (mercado local o exportación).

Los códigos QR generados se imprimieron y se pegaron en los envases o etiquetas de cada lote.

**Escaneo al inicio y al final de cada etapa:** los operadores escanearon estos códigos al iniciar y finalizar cada fase del proceso de empaque, como la clasificación, el enfriamiento, el empaquetado y el almacenamiento. Esto garantizó un seguimiento continuo y preciso del progreso de cada lote.

**Escaneo y actualización:** en cada etapa del proceso de producción (clasificación, congelación, empaque, etc.), los operadores escaneaban el código QR en los envases utilizando sus dispositivos móviles. Cada vez que se escaneaba el código, los datos del lote se actualizaban automáticamente en la hoja de cálculo asociada, indicando el avance y las etapas completadas. Este proceso se repetía al inicio y al final de cada fase del proceso, lo que permitía una trazabilidad continua y en tiempo real.

**Hojas de cálculo dinámico:**

**Registro en tiempo real:** los datos capturados a través del escaneo de los códigos QR se registraban en hojas de cálculo que se actualizaban automáticamente. Estas hojas estaban conectadas a un sistema centralizado que permitía a los supervisores monitorear el avance de los lotes en tiempo real.

**Formato de hoja de cálculo dinámico:** para la correcta aplicación del sistema, se utilizó un formato de hoja de cálculo dinámico que permitirá gestionar y visualizar el avance de cada lote en tiempo real. A continuación, en la *Tabla 43* se detalla cómo estaría estructurada esta hoja de cálculo:



**Tabla 43. Formato de la hoja de cálculo dinámica.**

Código QR (Lote)	Número de Lote	Fecha de producción	Destino	Fase actual	Hora de inicio	Hora de Finalización	Estado	Acción requerida
[QR-001]	12345	25 de noviembre de 2024	Exportación	Clasificación	08:00	09:00	Completado	Ninguna
[QR002]	12346	25 de noviembre de 2024	Local	Congelación	09:15	10:00	En progreso	Ninguna
[QR003]	12347	25 de noviembre de 2024	Exportación	Empaque	10:10	11:00	colgante	Monitorear

Nota: Elaborado por los autores

**Visualización de datos:** cada operador podía acceder a las hojas de cálculo en sus dispositivos móviles o estaciones de trabajo, proporcionando un acceso instantáneo a la información relevante sobre el estado de cada lote.

**Cómo funciona el sistema de monitoreo y actualización.**

**Escaneo del código QR:** El operador escanea el código QR del lote utilizando una aplicación móvil o tableta. Al escanear el código, los datos predefinidos del lote (número, destino, fecha, etc.) se transferirán automáticamente a la hoja de cálculo en Google sheets.

**Actualización de datos en tiempo real:** cada vez que el operador finaliza una fase del proceso (por ejemplo, clasificación), registre la hora de finalización en la hoja de cálculo. El sistema se actualiza automáticamente y refleja en tiempo real el avance del lote.

**Monitoreo y control:** los supervisores y el equipo de gestión pueden ver en tiempo real el progreso de todos los lotes mediante acceso a la hoja de cálculo, lo que les permite realizar ajustes operativos en función de la carga de trabajo.

**Acciones correctivas inmediatas:** si algún lote presenta una demora o un error en el proceso, el supervisor puede tomar medidas inmediatas calculadas en la información en tiempo real disponible en la hoja de cálculo. Este sistema garantiza que todos los lotes sean rastreados eficientemente, mejora la comunicación entre los operadores y supervisores, y asegura la integridad del proceso productivo en todo momento.

### **Aumento en la capacidad productiva.**

Una vez identificadas las principales fuentes de los inconvenientes en la etapa de producción de la empresa NIRSA SA, la siguiente *Tabla 44* presenta los datos correspondientes a los nuevos tiempos y volúmenes de producción.

**Tabla 44.** *Registro de situación productiva del antes y después de la aplicación de las herramientas Lean manufacturing.*

<b>Área empaquetados</b>	<b>Producción</b>	<b>Unidades / turno</b>	<b>Estándar por hora</b>	<b>Eficiencia actual</b>
Antes del Lean Manufacturing	400000 lb	10000	17050 lbs	52%
Después del Lean Manufacturing	400000 lb	13000	25070 lbs	84%

**Nota:** *Elaborado por los autores.*

El incremento en la capacidad productiva del proceso de empaque de camarón fue un objetivo central dentro de las estrategias de optimización aplicadas. Este logro se alcanzó mediante la integración de herramientas Lean manufacturing, como el value stream mapping (VSM), 5S, y mantenimiento productivo total (TPM), combinadas con una reorganización de las operaciones y la capacitación continua del personal.

### **Ubicación de las mejoras.**

El aumento en la capacidad productiva se abordó de manera integral, cubriendo las siguientes áreas críticas del proceso:

- Recepción de materia prima: reducción de tiempos muertos al recibir y preparar los lotes de camarón para la clasificación.
- Clasificación: optimización de las estaciones para garantizar un flujo continuo de producto hacia las siguientes etapas.
- Sellado y etiquetado: mejora en la eficiencia de las máquinas y reducción de interrupciones en estas fases clave.

- Almacenamiento: aplicación de un flujo ágil que evite cuellos de botella en el transporte hacia las cámaras de refrigeración o congelación.

### **Capacitación del personal en mejora continua.**

La capacitación del personal fue un componente esencial para consolidar los cambios aplicados en la empacadora de camarón, asegurando que las mejoras realizadas fueran sostenibles a largo plazo. Al involucrar a todos los empleados en el proceso de mejora continua, se promovió un ambiente de trabajo más colaborativo y enfocado en la eficiencia.

Temas abordados en la capacitación:

#### **a) Identificación de puntos críticos:**

Objetivo: capacitar a los operarios para identificar las áreas del proceso donde ocurrían retrasos o donde se generaban problemas recurrentes.

Contenido:

- Los operarios fueron entrenados para reconocer los puntos críticos del proceso, como ineficiencias en el manejo de materiales, tiempos improductivos o fallas en las etapas de clasificación, congelación y empaques.
- Se enfocaron en la observación activa durante cada fase del proceso de empaque, para detectar problemas antes de que afecten otras etapas del proceso.

#### **b) Técnicas de mejora continua (PDCA).**

Objetivo: brindar a los operarios una metodología sistemática y estructurada para abordar los problemas y mejorar continuamente los procesos de producción. La capacitación permitió que los operarios aplicaran este ciclo de manera eficiente para optimizar el flujo de trabajo y reducir las ineficiencias dentro del proceso de empaque de camarón.

Contenido:

El ciclo PDCA fue desglosado en sus cuatro etapas clave, y se les enseñó a los operadores cómo aplicar cada fase en situaciones reales dentro del proceso productivo.

- **Planificar:**

Objetivo: identificar los problemas que afectaban la producción y crear un plan de acción para solucionarlos.

Cómo lo lograron:

- Se capacitaron en técnicas de análisis de causa raíz, como los diagramas de Ishikawa (o espina de pescado) y los 5, para identificar las causas subyacentes de los problemas recurrentes.
- Utilizaron hojas de diagnóstico que les ayudaron a recopilar datos de las operaciones diarias y documentar los problemas, permitiendo que el equipo pudiera identificar qué procesos necesitaban mejorar.
- Se asignaron responsables para cada acción a realizar, definiendo claramente qué se iba a hacer, cómo, cuándo y por qué.

- **Hacer:**

Objetivo: aplicar las soluciones propuestas de manera controlada, asegurándose de que se ejecutarán correctamente y sin afectar otras áreas del proceso.

Cómo lo lograron:

- Los operadores probaron las soluciones en una pequeña escala antes de aplicarlas en todo el proceso. Esto permitirá observar los resultados sin generar un impacto negativo en la producción general.
- Usaron formatos de registro de actividades donde documentaron las acciones realizadas y los recursos utilizados. Estos formatos ayudaron a mantener la trazabilidad de cada acción tomada.

- Se establecieron sesiones prácticas donde los operarios aplicarán las soluciones bajo la supervisión de los supervisores, garantizando que las soluciones se aplicarán correctamente.

- **Verificar:**

Objetivo: evaluar los resultados de las soluciones aplicadas y comparar si los objetivos establecidos en la fase de planificación fueron alcanzados.

Cómo lo lograron:

- Se usaron indicadores clave de rendimiento específicos, como la reducción de tiempos de ciclo, mejoras en la eficiencia operativa y reducción de productos defectuosos, para medir el éxito de las soluciones.
- Los resultados fueron registrados en tablas de seguimiento que permitieron evaluar el rendimiento de las soluciones en tiempo real.
- Los supervisores realizaron reuniones periódicas para analizar si los objetivos se alcanzaron y si las soluciones fueron efectivas.

- **Actuador:**

Objetivo: tomar decisiones basadas en los resultados obtenidos y aplicar las acciones correctivas necesarias si los resultados no fueron satisfactorios.

Cómo lo lograron:

- Si los resultados no cumplieron con las expectativas, se ajustaron las soluciones o se probaron otras alternativas.
- Utilizaron formatos de retroalimentación para registrar las correcciones realizadas y asegurarse de que las nuevas acciones fueron aplicadas en todo el proceso.
- También se realizarán auditorías internas para verificar que las correcciones sean efectivas a largo plazo y garantizar la mejora continua.

### Enfoque de mejora continua:

El énfasis del ciclo PDCA fue realizando pequeños ajustes incrementales en lugar de cambios disruptivos. Esta filosofía permitió que las mejoras fueran más sostenibles y menos riesgosas para la operación diaria de la empacadora. A través de ajustes graduales, se logró una mejora continua en la eficiencia sin interrumpir la producción, y se desarrolló una cultura de mejora constante entre los operarios.

### Formato de seguimiento del ciclo PDCA:

Para aplicar de manera efectiva el ciclo PDCA, se utilizó un formato de registro que ayudó a los operadores y supervisores a documentar cada fase del ciclo, asegurando la trazabilidad y el seguimiento de las acciones tomadas.

**Tabla 45.** *Formato de registro del ciclo PDCA.*

Fase	Descripción	Acción realizada	Responsable	Fecha de aplicación	Resultado esperado	Resultado obtenido
Planificar	Identificación de problema y propuesta de soluciones.	Análisis de causa raíz con diagrama de Ishikawa.	Operario A y Supervisor	11/01/2024	Identificar la causa principal de los retrasos en el empaque.	Causa principal identificada: falta de sincronización en las etapas.
Hacer	Aplicación de solución a pequeña escala.	Se ajustó el tiempo de espera entre clasificación y congelación.	Operario B	11/03/2024	Reducir el tiempo de espera entre fases.	Reducción del tiempo de espera en 5 minutos por lote.
Verificar	Evaluación de los resultados de la solución implementada.	Medición de tiempos de ciclo y análisis de calidad del producto.	Supervisor C	11/06/2024	Mejorar la eficiencia en un 10%.	Eficiencia aumentada en un 12%.
Actuador	Acción correctiva si el resultado no cumple con las expectativas.	Ajuste adicional en la alineación de la maquinaria.	Supervisor C	11/10/2024	Eliminar retrasos adicionales en el proceso.	Eliminación de retrasos adicionales y mejora en la calidad.

**Nota:** *Elaborado por los autores.*

Este enfoque de mejora continua a través del ciclo PDCA permitió no solo resolver problemas de manera eficiente, sino que también fomentará una cultura de optimización

constante. Los operarios se comprometieron a realizar pequeñas mejoras en sus procesos, lo que llevó a un incremento en la eficiencia y calidad de la producción.

### **Formato de capacitación**

El formato de capacitación fue diseñado para ser accesible y efectivo, adaptándose a las necesidades de los operarios y a las exigencias del proceso de producción en la empacadora de camarón. La capacitación se centra en proporcionar herramientas prácticas y conocimientos específicos que pueden ser aplicados de inmediato en el lugar de trabajo. A continuación, se detallan los componentes clave del formato de capacitación implementado.

### **Programa de capacitación semanal.**

#### **Objetivo del programa:**

Proporcionar a los operarios los conocimientos y habilidades necesarios para aplicar y mantener las herramientas Lean (como las 5S, el ciclo PDCA, etc.) en su área de trabajo, con el fin de optimizar la eficiencia, la seguridad y la calidad del entorno laboral. .

**Duración:** 2 horas por sesión.

**Frecuencia:** semanal.

**Semana 1:** introducción a las herramientas Lean manufacturing (LM).

**Objetivo:** introducir a los operarios en los conceptos fundamentales de Lean manufacturing, su importancia y cómo se aplican en el contexto de la empacadora de camarón.

#### **Temas por cubrir:**

- ¿Qué es Lean manufacturing?
- Principales herramientas Lean: 5S, PDCA, mapeo de flujo de valor (VSM).
- Beneficios de aplicar Lean en el proceso de empaque.
- Ejemplo práctico: aplicación de las 5S en una estación de trabajo.

### **Actividad práctica.**

Los operarios clasificarán y organizarán su área de trabajo de acuerdo con el principio de seiri y seiton .

**Semana 2:** 5S: seiri (clasificación) y seiton (orden).

**Objetivo:** enseñar a los operarios cómo clasificar los materiales y herramientas y cómo organizarlos eficientemente.

### **Temas por cubrir:**

- Principio de seiri (clasificación): identificación y eliminación de elementos innecesarios.
- Principio de seiton (orden): organización eficiente de herramientas y materiales.
- Ejemplo práctico: reorganización de una estación de trabajo utilizando las herramientas de clasificación y orden.

### **Actividad práctica.**

Los operarios clasificarán los materiales en su estación de trabajo y asignarán un lugar específico para cada herramienta y material.

**Semana 3:** 5S: seiso(limpieza).

**Objetivo:** explicar la importancia de mantener las áreas de trabajo limpias y seguras.

### **Temas por cubrir:**

- Principio de seiso(limpieza): importancia de la limpieza en el lugar de trabajo.
- Realización de rutinas de limpieza diarias y periódicas.
- Ejemplo práctico: realización de una limpieza completa en la estación de trabajo de un operario.



**Actividad práctica:**

Los operarios realizarán una limpieza de su estación de trabajo y del equipo que utilizan, aplicando los principios de seiso.

**Semana 4:** 5s: seiketsu (estandarización).

**Objetivo:** enseñar cómo establecer procedimientos estándar para mantener el orden y la limpieza.

**Temas por cubrir:**

- Principio de seiketsu (estandarización): creación de procedimientos y normas para mantener las 5S.
- Creación de manuales y procedimientos visuales.
- Ejemplo práctico: redacción de procedimientos estándar de limpieza y organización.

**Actividad práctica:**

Los operarios colaborarán en la creación de un manual visual para sus estaciones de trabajo, con normas claras para mantener las 5S.

**Semana 5:** 5S: shitsuke (disciplina).

**Objetivo:** desarrollar la autodisciplina para que los operarios mantengan el sistema 5S de manera continua.

**Temas por cubrir:**

- Principio de shitsuke (disciplina): fomentar la responsabilidad personal en el cumplimiento de las 5S.
- Auditorías y retroalimentación: cómo mantener el sistema a largo plazo.
- Ejemplo práctico: realización de una.

**Actividad práctica:**

Los operarios realizarán una auditoría en su estación de trabajo y recibirán retroalimentación sobre cómo mejorar la disciplina en la aplicación de las 5S.

**Frecuencia y duración.****Frecuencia semanal.**

Las sesiones de capacitación se realizaron de manera semanal, con el objetivo de asegurar que los operarios estuvieran continuamente actualizados sobre las mejores prácticas y herramientas de trabajo.

La frecuencia semanal permitió mantener un aprendizaje constante sin interrumpir la rutina diaria de producción. Al realizar sesiones cada semana, se facilitó la asimilación progresiva de los conceptos y la aplicación de estos en el día a día del trabajo.

Además, esta frecuencia ayudó a que la capacitación se convirtiera en una práctica constante dentro de la cultura organizacional, reforzando la importancia de la mejora continua y asegurando que las habilidades adquiridas no se olvidarán entre sesiones.

**Duración.**

Cada sesión tuvo una duración de dos horas, lo que se mostró un tiempo suficiente para abordar los temas relevantes de manera profunda, pero sin sobrecargar a los operarios.

La duración fue diseñada para ser breve pero efectiva, permitiendo que los operarios pudieran integrar lo aprendido sin que las sesiones afecten significativamente la producción.

Se optó por sesiones concentradas, en las que se cubrieron los conceptos clave de manera directa, con un enfoque práctico, asegurando que el tiempo de aprendizaje no interfiriera en la operatividad de la planta. La división en módulos pequeños y la claridad de los objetivos de cada sesión contribuirán a un aprendizaje eficiente.

## **Liderazgo y enfoque práctico.**

### **Liderazgo.**

Las capacitaciones fueron lideradas por supervisores y técnicos especializados en el proceso de producción, quienes tenían experiencia directa en las operaciones diarias de la empacadora de camarón.

Los supervisores y técnicos no solo impartieron conocimientos teóricos, sino que también compartieron experiencias reales de trabajo, lo que permitió a los operarios entender cómo los conceptos y herramientas de la capacitación se aplican en el contexto de su trabajo diario.

Este enfoque práctico fue clave para garantizar que los operarios pudieran aplicar lo aprendido en situaciones reales, mejorando la eficacia y la relevancia del entrenamiento.

### **Ejemplos reales:**

Durante las sesiones, se presentaron ejemplos prácticos basados en situaciones reales que ocurrieron dentro de la planta. Esto permitió a los operarios visualizar cómo enfrentar y resolver problemas comunes dentro de su trabajo, como la organización del espacio de trabajo o la gestión de tiempos de espera.

Estudios de casos reales fueron discutidos en grupo, y los operadores fueron guiados en la identificación de problemas y la aplicación de soluciones basadas en las herramientas Lean, como las 5S o el ciclo PDCA.

Esta estrategia de usar ejemplos prácticos facilitó la comprensión profunda de los conceptos, ya que los operarios podían ver cómo esos principios se implementaban directamente en sus tareas diarias.

### **Sesiones prácticas:**

Además de los temas teóricos, las sesiones incluyen actividades prácticas en las que los operadores participan activamente. Estas actividades estaban diseñadas para replicar situaciones que podrían encontrar en su entorno de trabajo.

Por ejemplo, en la capacitación sobre seiri (clasificación), los operadores participaron en una actividad de clasificación de herramientas y materiales dentro de su propia estación de trabajo, aplicando las técnicas que habían aprendido en el aula.

En las sesiones de seiton (orden), los operarios reorganizaron sus áreas de trabajo siguiendo las mejores prácticas discutidas en clase, como la asignación de lugares específicos para herramientas y materiales.

Estas sesiones prácticas en el lugar de trabajo permitieron que los operarios se familiarizaran con las herramientas y métodos utilizados, y tuvieron la oportunidad de aplicar lo aprendido de inmediato, reforzando su comprensión y competencia en las tareas.

### **Evaluación y retroalimentación.**

#### **Evaluación continua.**

Para asegurar que los operadores comprendieran completamente los conceptos, se aplicarán evaluaciones periódicas al final de cada sesión. Estas evaluaciones consistieron en preguntas abiertas, discusiones en grupo y tareas prácticas que permitieron medir la comprensión y aplicación de los conceptos.

Los supervisores proporcionarán retroalimentación inmediata durante y después de las actividades prácticas, guiando a los operarios en la corrección de errores y la mejora de sus habilidades.

## Comentarios del operador.

Al final de cada ciclo de capacitación, se solicitaron comentarios de los operadores sobre el contenido, la metodología y la aplicación práctica de lo aprendido. Esta retroalimentación fue utilizada para ajustar y mejorar las futuras sesiones de capacitación, asegurando que los temas fueran relevantes y aplicables a las necesidades de los operadores.

**Tabla 46.** *Formato de registro de capacitación.*

Fecha de Capacitación	Tema	Objetivos de la sesión	Nombre del operario	Evaluación	Comentarios / Observaciones
[Fecha]	Introducción a la Manufactura Lean	Explicar qué es Lean y sus beneficios.	[Nombre]	[Aprobado/No Aprobado]	[Comentarios sobre desempeño y participación]
[Fecha]	Seiri (Clasificación) y Seiton (Orden)	Enseñar la clasificación de materiales y herramientas, y su organización.	[Nombre]	[Aprobado/No Aprobado]	[Comentarios sobre desempeño y participación]
[Fecha]	Seis (Limpieza)	Instruir sobre la importancia de la limpieza y realizar limpieza diaria.	[Nombre]	[Aprobado/No Aprobado]	[Comentarios sobre desempeño y participación]
[Fecha]	Seiketsu (Estandarización)	Cree procedimientos estándar para mantener el orden y la limpieza.	[Nombre]	[Aprobado/No Aprobado]	[Comentarios sobre desempeño y participación]
[Fecha]	Shitsuke (Disciplina)	Fomentar la autodisciplina para mantener las 5S.	[Nombre]	[Aprobado/No Aprobado]	[Comentarios sobre desempeño y participación]

**Nota:** *Elaborado por los autores*

## Evaluación.

Se registrará si el operador ha aprobado la capacitación (basado en su desempeño en las actividades prácticas y su participación). También se puede incluir una sección para comentarios adicionales sobre el desempeño y las áreas de mejora.

### Comentarios/observaciones:

Este campo permitirá a los capacitadores proporcionar retroalimentación individualizada sobre el desempeño del operario, las áreas en las que puede mejorar y cualquier recomendación adicional.

Este formato de capacitación no solo se centra en la transferencia de conocimientos, sino en la aplicación práctica de estos, asegurando que cada operario esté equipado para aplicar las mejoras directamente en su área de trabajo y la calidad del producto.

### 3.5.3. Estudio de tiempos

#### 3.5.3.1. Situación inicial

Los datos proporcionados por la planta revelan que el proceso de producción en el área de empaçado de camarón opera con un tiempo de ciclo aproximado de 181,78 minutos. A partir de esta información, se han definido ocho ciclos como base recomendada para el análisis, tal como se detalla en la *Tabla 47* a continuación:

**Tabla 47.** *Tiempos de ciclo de la producción empaçado de camarón*

TIEMPOS DE CICLO RECOMENDADOS DE LA PRODUCCIÓN								
ACTIVIDADES/CICLOS	1	2	3	4	5	6	7	8
Almacenamiento temporal	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Recepción de materia prima	16,87	17,21	16,93	17,05	17,12	16,95	17,00	17,05
Inspección de materia prima	1,31	1,35	1,22	1,25	1,44	1,25	1,33	1,35
Lavado de materia prima	4,75	4,65	4,85	4,52	4,70	4,60	4,80	4,90
Descabezado	24,83	25,01	25,24	25,57	25,41	24,95	25,10	25,32
Inspección de descabezado	3,66	3,53	3,42	3,45	3,55	3,35	3,51	3,69
Clasificación por tallas	20,12	20,35	20,51	20,47	20,22	20,43	20,19	20,33
Pelado y desvenado	31,03	30,53	31,21	30,65	30,82	30,94	31,14	31,00
Cocido	6,77	6,93	6,84	6,81	6,89	7,04	6,71	6,95
Inspección del cocido	0,93	0,97	0,88	0,86	0,82	0,96	0,91	0,82
Enfriado	12,21	11,99	12,04	11,93	12,22	11,93	12,02	11,83
Pesado	23,83	23,50	23,44	23,60	23,75	23,49	23,66	23,72
Empaquetado	12,92	13,13	12,56	12,77	12,83	12,69	12,74	13,01
Inspección de empaquetado	2,44	2,52	2,37	2,38	2,34	2,42	2,53	2,35
Congelado	20,33	20,64	20,88	20,47	20,41	20,64	20,33	20,56
Almacenamiento	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

**Nota:** *Elaborado por autores*

Tras recopilar las observaciones sugeridas, se procedió a calcular el factor de valoración empleando la tabla de calificación Westinghouse. Este método analiza criterios fundamentales como la Habilidad, el Esfuerzo, las Condiciones y la Consistencia del trabajo; es importante destacar que las actividades completamente automatizadas quedaron excluidas del análisis, asignándoles un valor de cero. Los resultados obtenidos se presentan en la *Tabla 48* a continuación:

**Tabla 48.** *Cálculo de Factor de Valoración en Porcentaje*

TABLA DE CALIFICACIÓN WESTINGHOUSE								
#	ELEMENTOS CICLOS	HABILIDAD	ESFUERZO	CONDICIONES	CONSISTENCIA	SUMA ALGEBRAICA	%	FACTOR DE VALORACIÓN (%)
1	Almacenamiento temporal	0	0	0	0	0	0%	100%
2	Recepción de materia prima	0,08	0,12	-0,03	0,1	0,27	27%	127%
3	Inspección de materia prima	0,11	0,02	-0,03	-0,02	0,08	8%	108%
4	Lavado de materia prima	0	0	0	0	0	0%	100%
5	Descabezado	0,15	0,13	-0,03	0,01	0,26	26%	126%
6	Inspección de descabezado	0,08	0,02	0,02	0,01	0,13	0,13	113%
7	Clasificación por tallas	0	0	0	0	0	0%	100%
8	Pelado y desvenado	0,15	0,13	0	-0,02	0,26	26%	126%
9	Cocido	0	0	0	0	0	0%	100%
10	Inspección del cocido	0,08	0,02	-0,03	0,01	0,08	8%	108%
11	Enfriado	0	0	0	0	0	0%	100%
12	Pesado	0,13	0,12	-0,03	-0,02	0,2	20%	120%
13	Empaquetado	0,08	0,08	0,02	0,01	0,19	19%	119%
14	Inspección de empaquetado	0,11	0,02	0,02	0,01	0,16	16%	116%
15	Congelado	0	0	0	0	0	0%	100%
16	Almacenamiento	0	0	0	0	0	0%	100%

**Nota:** *Elaborado por autores*

Una vez determinado el factor de valoración para cada tarea, se procedió a calcular los suplementos necesarios utilizando como referencia la tabla sugerida por la OIT. Cabe mencionar que las actividades completamente automatizadas quedaron fuera de este cálculo, dado que no requerían intervención directa del personal operativo, asignándoles un valor de cero. En primer lugar, se llevó a cabo el cálculo de los suplementos constantes, cuyos resultados se detallan en la *Tabla 49* a continuación:

**Tabla 49. Cálculo de Suplementos Constantes según la OIT**

TABLA DE SUPLEMENTOS				
#	ELEMENTOS CICLO	S. CONSTANTES		SUMA DE SUPLEMENTOS CONSTANTES
		A	B	
1	Almacenamiento temporal			0
2	Recepción de materia prima	5	4	9
3	Inspección de materia prima	5	4	9
4	Lavado de materia prima			0
5	Descabezado	7	4	11
6	Inspección de descabezado	5	4	9
7	Clasificación por tallas			0
8	Pelado y desvenado	7	4	11
9	Cocido			0
10	Inspección del cocido	7	4	11
11	Enfriado			0
12	Pesado	5	4	9
13	Empaquetado	5	4	9
14	Inspección de empaquetado	5	4	9
15	Congelado			0
16	Almacenamiento			0

**Nota:** *Elaborado por autores*

Posteriormente, se avanzó al cálculo de los suplementos variables, como se muestra en la *Tabla 50*, que toman en cuenta las particularidades de cada operación en el área de empaçado de camarón. Estos suplementos variables reflejan las condiciones cambiantes del entorno de trabajo, como pausas necesarias, ajustes por fatiga y condiciones específicas del equipo o maquinaria utilizada, asegurando así una valoración integral y precisa del proceso.

**Tabla 50. Cálculo de suplementos Variables según la OIT**

TABLA DE SUPLEMENTOS												
#	ELEMENTOS CICLO	SUPLEMENTOS VARIABLES										SUMA DE SUPLEMENTOS VARIABLES
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
1	Almacenamiento temporal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	Recepción de materia prima	2	0	13	0	0	2	0	4	1	0	22
3	Inspección de materia prima	2	0	1	0	0	0	0	1	0	0	4
4	Lavado de materia prima	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	Descabezado	4	3	1	0	0	5	0	4	4	2	23
6	Inspección de descabezado	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3
7	Clasificación por tallas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0



<b>8</b>	Pelado y desvenado	4	3	1	0	0	5	0	8	4	2	27
<b>9</b>	Cocido	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>10</b>	Inspección del cocido	4	1	1	0	0	0	2	1	0	0	9
<b>11</b>	Enfriado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>12</b>	Pesado	2	2	3	0	0	5	0	8	4	4	28
<b>13</b>	Empaquetado	2	2	3	0	0	5	0	1	4	4	21
<b>14</b>	Inspección de empaquetado	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3
<b>15</b>	Congelado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>16</b>	Almacenamiento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

**Nota:** *Elaborado por autores*

La suma de estos valores, que proporciona un cálculo detallado y equilibrado, se detalla en la *Tabla 51* a continuación. Este análisis es clave para garantizar la precisión en la asignación de tiempos estándar y optimizar los recursos disponibles en la planta.

**Tabla 51.** *Suma de los Suplementos Constantes y Variables*

SUMA DE SUPLEMENTOS				
#	ELEMENTOS CICLO	SUPLEMENTOS		SUMA DE SUPLEMENTOS
		CONSTAN.	VARIAB.	
<b>1</b>	Almacenamiento temporal	0	0	0
<b>2</b>	Recepción de materia prima	9	22	31
<b>3</b>	Inspección de materia prima	9	4	13
<b>4</b>	Lavado de materia prima	0	0	0
<b>5</b>	Descabezado	11	23	34
<b>6</b>	Inspección de descabezado	9	3	12
<b>7</b>	Clasificación por tallas	0	0	0
<b>8</b>	Pelado y desvenado	11	27	38
<b>9</b>	Cocido	0	0	0
<b>10</b>	Inspección del cocido	11	9	20
<b>11</b>	Enfriado	0	0	0
<b>12</b>	Pesado	9	28	37
<b>13</b>	Empaquetado	9	21	30
<b>14</b>	Inspección de empaquetado	9	3	12
<b>15</b>	Congelado	0	0	0
<b>16</b>	Almacenamiento	0	0	0

**Nota:** *Elaborado por autores*

Una vez finalizado el cálculo del factor de valoración y los suplementos totales asignados a cada actividad, se procedió a establecer el tiempo estándar correspondiente a cada una de ellas.

**Tabla 52. Cálculo del tiempo estándar de la producción en la planta NIRSA S.A.**

ESTUDIO DE TIEMPO		TIEMPO		MINUTOS		FECHA DE ELABORACION		25/11/2024		ELABORADOR POR:						
LUGAR		NIRSA S.A.		ESTUDIO N°		1		INICIO		Charlie Novillo - Jonathan Santos						
OPERACIÓN		EMPAQUETADO DE CAMARÓN		PAGINA N°		1		FIN		APROBADO POR:						
N°	Descripción	Muestra					Cálculos									
		1	2	3	4	5	6	7	8	Tiempo total	Tiempo observado promedio	Factor de valoración	Tiempo normal	Suplemento	Tiempo suplementario	Tiempo estándar
1	Almacenamiento temporal	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100%	0,00	0%	0,00	0,00
2	Recepción de materia prima	16,87	17,21	16,93	17,05	17,12	16,95	17,00	17,05	136,18	17,02	127%	21,62	31%	5,28	26,90
3	Inspección de materia prima	1,31	1,35	1,22	1,25	1,44	1,25	1,33	1,35	10,50	1,31	108%	1,42	13%	0,17	1,59
4	Lavado de materia prima	4,75	4,65	4,85	4,52	4,70	4,60	4,80	4,90	37,77	4,72	100%	4,72	0%	0,00	4,72
5	Descabezado	24,83	25,01	25,24	25,57	25,41	24,95	25,10	25,32	201,43	25,18	126%	31,73	34%	8,56	40,29
6	Inspección de descabezado	3,66	3,53	3,42	3,45	3,55	3,35	3,51	3,69	28,16	3,52	113%	3,98	12%	0,42	4,40
7	Clasificación por tallas	20,12	20,35	20,51	20,47	20,22	20,43	20,19	20,33	162,62	20,33	100%	20,33	0%	0,00	20,33
8	Pelado y desvenado	31,03	30,53	31,21	30,65	30,82	30,94	31,14	31,00	247,32	30,92	126%	38,95	38%	11,75	50,70
9	Cocido	6,77	6,93	6,84	6,81	6,89	7,04	6,71	6,95	54,94	6,87	100%	6,87	0%	0,00	6,87
10	Inspección del cocido	0,93	0,97	0,88	0,86	0,82	0,96	0,91	0,82	7,15	0,89	108%	0,97	20%	0,18	1,14
11	Enfriado	12,21	11,99	12,04	11,93	12,22	11,93	12,02	11,83	96,17	12,02	100%	12,02	0%	0,00	12,02
12	Pesado	23,83	23,50	23,44	23,60	23,75	23,49	23,66	23,72	188,99	23,62	120%	28,35	37%	8,74	37,09
13	Empaquetado	12,92	13,13	12,56	12,77	12,83	12,69	12,74	13,01	102,65	12,83	119%	15,27	30%	3,85	19,12
14	Inspección de empaquetado	2,44	2,52	2,37	2,38	2,34	2,42	2,53	2,35	19,35	2,42	116%	2,81	12%	0,29	3,10
15	Congelado	20,33	20,64	20,88	20,47	20,41	20,64	20,33	20,56	164,26	20,53	100%	20,53	0%	0,00	20,53
16	Almacenamiento	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100%	0,00	0%	0,00	0,00
	<b>TOTAL</b>	183	184,31	185,39	185,78	187,52	187,64	188,97	190,88	91,1	182,2		<b>209,55</b>		<b>39,24</b>	<b>248,79</b>

**Nota:** Elaborado por autores

A partir del análisis de tiempos llevado a cabo, se determinó que el tiempo estándar total para el proceso de empacado de camarón asciende a 248,79 minutos. Este valor proporciona una comprensión precisa sobre la duración requerida para completar las actividades involucradas en el proceso. Además, este resultado se convierte en un indicador fundamental para medir y optimizar la eficiencia operativa en la línea de producción de camarón.

### 3.5.3.2. Situación final

Una vez determinado el tiempo estándar basado en los datos obtenidos durante los ciclos iniciales de la empresa, se avanzará hacia el cálculo del tiempo estándar tras la implementación de las propuestas de mejora derivadas de las herramientas Lean Manufacturing. Este análisis permitirá evaluar de manera objetiva el impacto de las mejoras realizadas y confirmar si estas han contribuido efectivamente a la optimización del ciclo de producción.

Para garantizar una comparación precisa y representativa, se optará nuevamente por observar y registrar 8 ciclos recomendados. Este enfoque asegura la recopilación de datos suficientes para reflejar las variaciones y tendencias inherentes al proceso, proporcionando una base sólida para el análisis. Los datos recolectados en esta nueva etapa del estudio de tiempos, que serán fundamentales para validar la mejora en eficiencia y desempeño, se encuentran detallados en la *Tabla 53* a continuación:

**Tabla 53.** Ciclos Observados para situación propuesta

TIEMPOS DE CICLO OBSERVADOS PARA LA SITUACIÓN PROPUESTA								
ACTIVIDADES/CICLOS	1	2	3	4	5	6	7	8
Almacenamiento temporal	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Recepción de materia prima	11,33	12,14	11,00	11,90	11,47	12,01	11,73	11,57
Inspección de materia prima	0,81	0,97	0,83	0,91	0,94	0,87	0,93	0,82
Lavado de materia prima	3,23	3,42	3,37	3,24	3,38	3,51	3,44	3,31
Descabezado	17,17	17,53	17,35	17,21	17,07	17,62	17,78	17,43
Inspección de descabezado	2,52	2,41	2,55	2,37	2,61	2,44	2,58	2,53
Clasificación por tallas	14,13	14,43	13,95	14,35	14,02	14,27	13,82	14,10
Pelado y desvenado	13,92	14,15	14,05	13,77	14,23	14,33	13,82	13,98
Cocido	6,63	6,91	6,76	6,53	6,80	6,75	6,92	6,83

<b>Inspección del cocido</b>	0,94	0,86	0,88	0,93	0,87	0,89	0,86	0,91
<b>Enfriado</b>	9,22	9,54	9,11	9,42	9,34	9,00	9,23	9,31
<b>Pesado</b>	15,97	16,56	16,21	16,15	16,02	16,71	16,43	15,83
<b>Empaquetado</b>	8,54	8,97	8,65	8,42	8,86	8,73	8,51	8,64
<b>Inspección de empaquetado</b>	1,62	1,73	1,75	1,66	1,53	1,68	1,72	1,69
<b>Congelado</b>	20,51	20,35	20,82	20,17	20,66	20,54	20,48	20,77
<b>Almacenamiento</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

**Nota:** *Elaborado por autores*

Una vez seleccionados los ciclos recomendados para la situación propuesta, se procedió directamente al cálculo del tiempo estándar correspondiente. Este paso se llevó a cabo considerando que tanto el factor de valoración como los suplementos constantes y variables ya habían sido definidos en la evaluación inicial. Dado que las condiciones de trabajo y los criterios de evaluación no se modificaron, estos valores permanecieron sin cambios, lo que permitió simplificar el proceso y mantener la coherencia metodológica en el análisis.

Esta estrategia no solo facilitó una transición eficiente hacia la nueva etapa del estudio, sino que también optimizó la utilización de recursos al eliminar la necesidad de recalcular parámetros que ya habían sido validados previamente. Este enfoque asegura una evaluación precisa de las mejoras implementadas y refuerza la credibilidad del análisis. Los resultados obtenidos, que reflejan la evolución del tiempo estándar tras la aplicación de las herramientas Lean Manufacturing, se presentan en detalle en la *Tabla 54*.

Luego de la implementación de las estrategias propuestas, el análisis de tiempos reflejó una mejora sustancial en la eficiencia operativa del proceso de embotellado. El tiempo total estándar se redujo significativamente, pasando de 248,79 minutos a 169,19 minutos. Este descenso evidencia un avance considerable en la agilidad y efectividad de las actividades, optimizando cada fase del proceso. Para complementar este análisis, se procedió a la elaboración de un diagrama de flujo de valor (VSM) que ilustra de manera gráfica los cambios implementados y su impacto en la cadena de producción, presentado en la *Figura 10*.

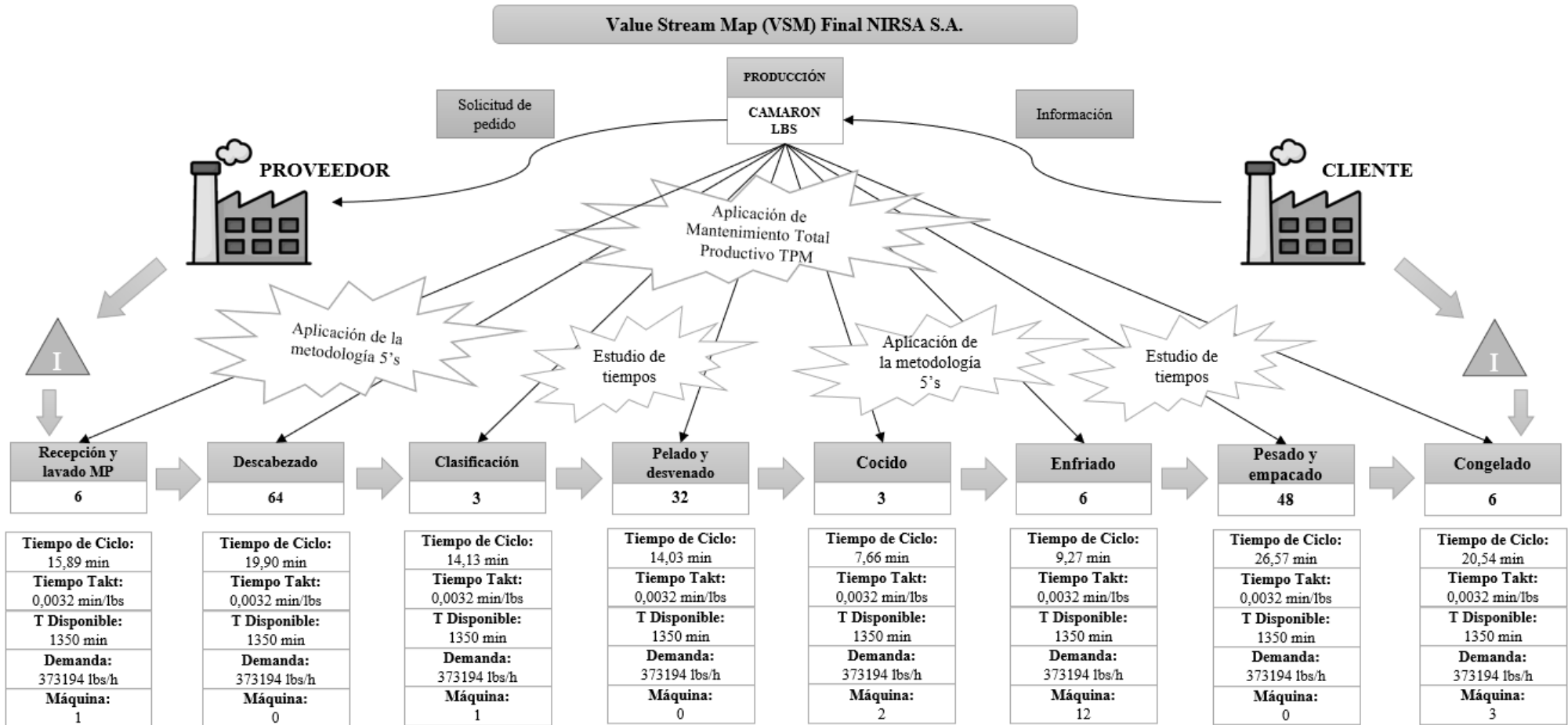
**Tabla 54. Cálculo del tiempo estándar de la situación propuesta**

ESTUDIO DE TIEMPO							TIEMPO			MINUTOS		FECHA DE ELABORACION		25/11/2024		ELABORADOR POR:	
LUGAR		NIRSA S.A.					ESTUDIO N°		1		INICIO				Charlie Novillo - Jonathan Santos		
OPERACIÓN		EMPAQUETADO DE CAMARÓN					PAGINA N°		1		FIN				APROBADO POR:		
N°	DESCRIPCIÓN	MUESTRA											CÁLCULOS				
		1	2	3	4	5	6	7	8	Tiempo total	Tiempo observado promedio	Valoración	Tiempo normal	Suplemento	Tiempo suplementario	Tiempo estándar	
1	Almacenamiento temporal	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100%	0,00	0%	0,00	0,00	
2	Recepción de materia prima	11,33	12,14	11,00	11,90	11,47	12,01	11,73	11,57	93,15	11,64	127%	14,79	31%	3,61	18,40	
3	Inspección de materia prima	0,81	0,97	0,83	0,91	0,94	0,87	0,93	0,82	7,08	0,89	108%	0,96	13%	0,12	1,07	
4	Lavado de materia prima	3,23	3,42	3,37	3,24	3,38	3,51	3,44	3,31	26,90	3,36	100%	3,36	0%	0,00	3,36	
5	Descabezado	17,17	17,53	17,35	17,21	17,07	17,62	17,78	17,43	139,16	17,40	126%	21,92	34%	5,91	27,83	
6	Inspección de descabezado	2,52	2,41	2,55	2,37	2,61	2,44	2,58	2,53	20,01	2,50	113%	2,83	12%	0,30	3,13	
7	Clasificación por tallas	14,13	14,43	13,95	14,35	14,02	14,27	13,82	14,10	113,07	14,13	100%	14,13	0%	0,00	14,13	
8	Pelado y desvenado	13,92	14,15	14,05	13,77	14,23	14,33	13,82	13,98	112,25	14,03	126%	17,68	38%	5,33	23,01	
9	Cocido	6,63	6,91	6,76	6,53	6,80	6,75	6,92	6,83	54,13	6,77	100%	6,77	0%	0,00	6,77	
10	Inspección del cocido	0,94	0,86	0,88	0,93	0,87	0,89	0,86	0,91	7,14	0,89	108%	0,96	20%	0,18	1,14	
11	Enfriado	9,22	9,54	9,11	9,42	9,34	9,00	9,23	9,31	74,17	9,27	100%	9,27	0%	0,00	9,27	
12	Pesado	15,97	16,56	16,21	16,15	16,02	16,71	16,43	15,83	129,88	16,24	120%	19,48	37%	6,01	25,49	
13	Empaquetado	8,54	8,97	8,65	8,42	8,86	8,73	8,51	8,64	69,32	8,67	119%	10,31	30%	2,60	12,91	
14	Inspección de empaquetado	1,62	1,73	1,75	1,66	1,53	1,68	1,72	1,69	13,38	1,67	116%	1,94	12%	0,20	2,14	
15	Congelado	20,51	20,35	20,82	20,17	20,66	20,54	20,48	20,77	164,30	20,54	100%	20,54	0%	0,00	20,54	
16	Almacenamiento	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100%	0,00	0%	0,00	0,00	
	<b>TOTAL</b>	127,54	131,97	130,28	131,03	132,8	135,35	135,25	135,72	1023,94	127,99		<b>144,94</b>		<b>24,26</b>	<b>169,19</b>	

**Nota:** Elaborado por autores

3.5.3.3. VSM propuesto de la planta

Figura 10. VSM propuesto de la planta NIRSA S.A.



Nota: Elaborado por autores

El análisis de los datos presentados en la *Tabla 55* refleja los resultados obtenidos tras la implementación de las metodologías de mejora continua en el proceso de producción. Se observa que el tiempo total del ciclo (Lead Time) se redujo a 127,99 minutos, mientras que el tiempo efectivo del proceso (Process Time) alcanzó 102,01 minutos. Esta disminución significativa en los tiempos de producción destaca el impacto positivo de las estrategias adoptadas, logrando optimizar las actividades realizadas y eliminando desperdicios en las operaciones.

**Tabla 55.** *Resumen de tiempos que agregan y no agregan valor en las actividades*

<b>Valor agregado</b>	<b>Tiempo (min)</b>	<b>%</b>
<b>Agregando valor</b>	38,19	0,30
<b>Necesario, pero sin valor añadido</b>	63,82	0,50
<b>Sin valor añadido</b>	25,98	0,20
<b>Lead Time</b>	<b>127,99</b>	
<b>Process time</b>	<b>102,01</b>	

**Nota:** *Elaborado por autores*

En particular, el tiempo dedicado a actividades que agregan valor se consolidó en 38,19 minutos, representando un 30% del total. Por otro lado, las tareas necesarias pero que no agregan valor suman 63,82 minutos (50%), mientras que las actividades sin valor añadido se redujeron a solo 25,98 minutos (20%). Estos resultados evidencian que, gracias a la implementación de herramientas Lean Manufacturing, se ha logrado una mayor eficiencia operativa al minimizar tiempos improductivos y priorizar aquellas actividades críticas que aportan valor directo al cliente.

Esta mejora no solo representa un incremento en la productividad del proceso, sino también una optimización general en la gestión del tiempo y los recursos disponibles, reafirmando la efectividad de las metodologías implementadas.

### **3.6. Marco de resultados.**

Los resultados obtenidos en este estudio reflejan el impacto positivo de las herramientas Lean Manufacturing en el proceso de empaqueo de camarón en Nirsa S.A. A través de la recolección de datos mediante observación directa, encuestas y cuestionarios, se obtuvieron indicadores de productividad, eficiencia y calidad que fueron analizados y comparados para determinar el nivel de optimización alcanzado tras la aplicación de Lean Manufacturing.

Este apartado presenta los resultados en una descripción narrativa apoyada con ejemplos, así como tablas que muestran los valores clave recolectados para cada variable.

#### **3.6.1. Análisis de la variable dependiente: optimización de la producción.**

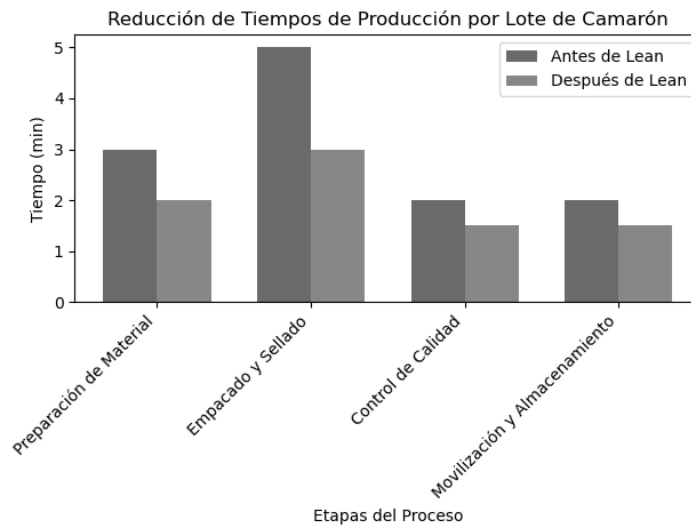
Uno de los objetivos centrales de este estudio fue optimizar la producción en el área de empaqueo de camarón, específicamente en tres dimensiones: reducción de tiempos de producción, disminución de defectos y aumento en la capacidad productiva.

##### **Reducción de tiempos de producción.**

La comparación de los tiempos de ciclo antes y después de la aplicación de Lean manufacturing mostró una notable mejora. Antes de Lean, el tiempo de ciclo promedio era de 248,79 minutos por lote de 17048 lbs de camarón; después de la aplicación de herramientas como el VSM y 5S, el tiempo promedio de ciclo se redujo a 169,19 minutos, lo cual representa una mejora del 32%. Esta reducción indica que Lean manufacturing eliminó tiempos muertos e incrementó el flujo de trabajo en la línea de producción.



**Figura 11.** Reducción de tiempos de producción por lote de camarón.



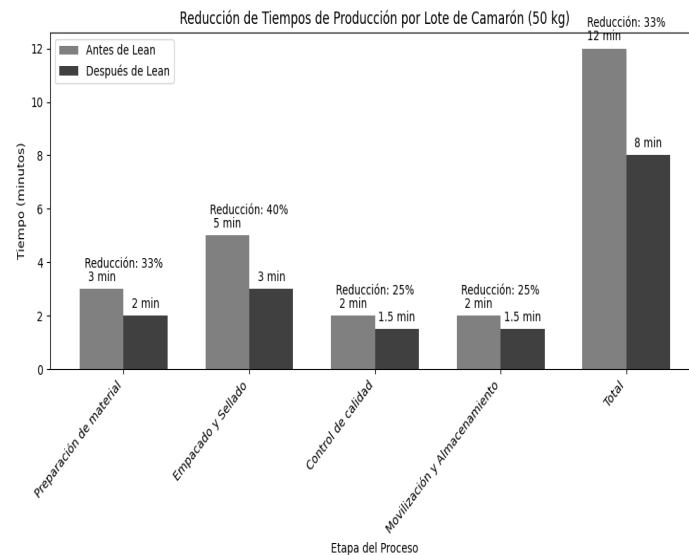
**Nota:** Elaborado por los autores.

Estos resultados son consistentes con investigaciones previas que evidencian que el rediseño de procesos mediante Lean manufacturing reduce significativamente los tiempos de ciclo (Alagón Romero et al., 2024). La aplicación de herramientas como 5S y VSM en este contexto permitió minimizar el tiempo de espera y mejorar la coordinación entre etapas.

#### **Disminución de defectos.**

La aplicación de Lean manufacturing también tuvo un efecto positivo en la calidad del producto final. La tasa de defectos promedio se redujo del 5% al 2% por lote, lo que representa una disminución del 60% en los defectos de producción. Este resultado se debe a la estandarización de procedimientos mediante 5S y al mantenimiento preventivo constante (TPM) que disminuyó los problemas en las máquinas de empaque.

**Figura 12.** Comparación de defectos en el producto final por lote.



Nota: Elaborado por los autores.

El control de calidad mejorado refleja el éxito de Lean manufacturing en minimizar defectos comunes en la producción alimentaria, y los resultados concuerdan con los hallazgos de Cabrera et al. (2020), quienes observaron una reducción similar en defectos tras aplicar 5S y TPM.

### **3.6.2. Análisis de la variable independiente: herramientas de Lean manufacturing.**

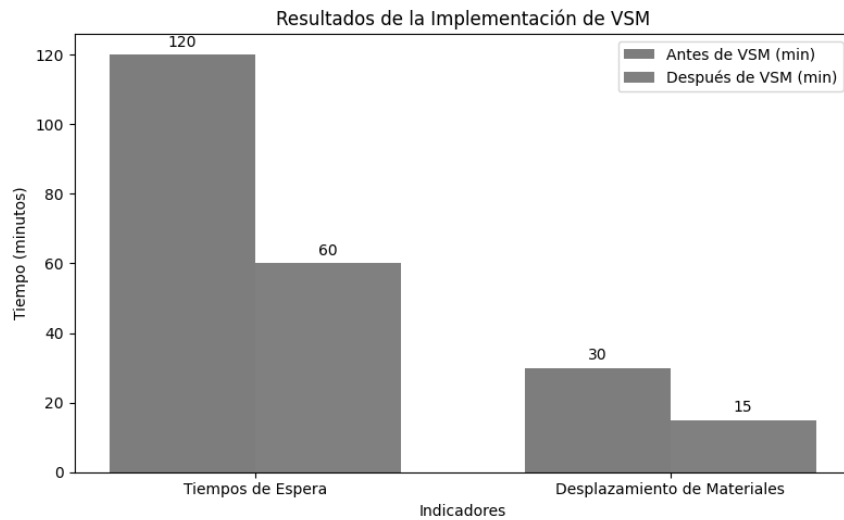
Las herramientas de Lean manufacturing aplicadas en Nirsa S.A., tales como VSM (value stream mapping), 5S y TPM (total productive maintenance), fueron evaluadas individualmente para medir su efectividad en el proceso de empacado de camarón. Los datos recolectados en el proceso muestran mejoras significativas en la eficiencia operativa.

#### **Value stream mapping (VSM).**

La aplicación de VSM permitió identificar y eliminar actividades de poco valor agregado en el flujo de materiales, logrando una reducción del 50% en los tiempos de espera promedio. Este ajuste en el flujo de materiales es consistente con lo documentado por Salwin

et al. (2023), quienes demostraron que el mapeo del flujo de valor es efectivo en la reducción de ineficiencias.

**Figura 13. Resultados de la aplicación de VSM.**

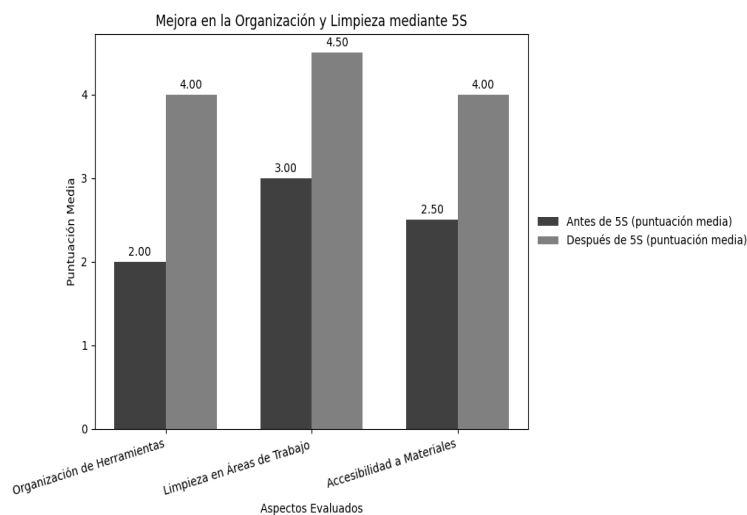


Nota: Elaborado por los autores.

**5S: clasificación, orden, limpieza, estandarización y disciplina.**

La metodología 5S facilitó la reorganización del espacio de trabajo, lo que resultó en una mejora del 40% en la organización y limpieza de la planta de empaclado. Esto redujo el tiempo de búsqueda de herramientas y aumentó la seguridad en el área de trabajo.

**Figura 14. Mejora en la organización y limpieza mediante 5S.**

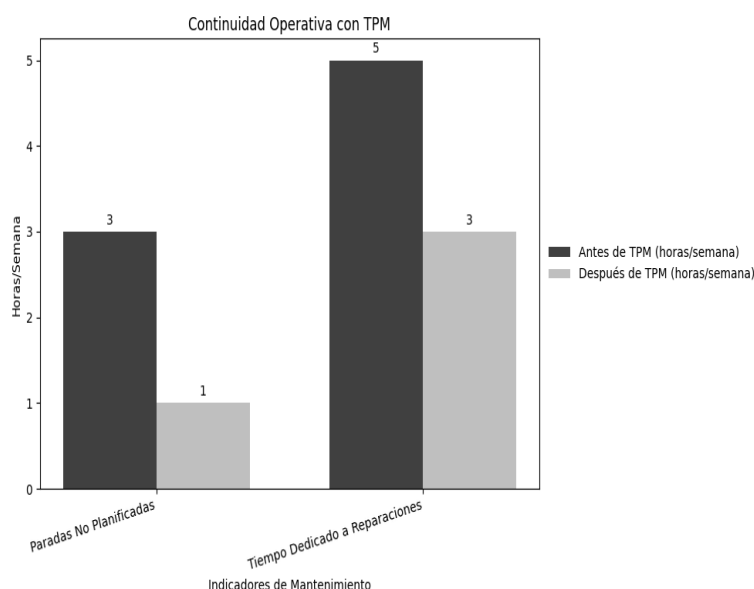


Nota: Elaborado por los autores.

## Total productive maintenance (TPM).

La aplicación de TPM en las máquinas de empacado resultó en una reducción del 67% en las paradas no planificadas debido a fallas. Esta disminución en los tiempos de inactividad mejoró la continuidad operativa y aumentó la confiabilidad de los equipos de empacado.

**Figura 15.** Continuidad operativa con TPM.



Nota: Elaborado por los autores.

Los resultados en la aplicación de cada herramienta Lean manufacturing evidencian su efectividad para optimizar los procesos productivos y reducir desperdicios en el área de empacado de camarón en Nirsa S.A.

### 3.7. Confiabilidad y validez de los instrumentos de investigación utilizados.

La confiabilidad y validez son aspectos esenciales en cualquier investigación científica, ya que garantizan que los instrumentos utilizados midan con precisión y consistencia las variables propuestas. En este estudio, se analizaron exhaustivamente ambos aspectos para validar las encuestas y cuestionarios aplicados al personal operativo y de mantenimiento en Nirsa S.A.

### 3.7.1. Confiabilidad de los instrumentos de medición.

La confiabilidad de un instrumento evalúa su capacidad para producir resultados consistentes y reproducibles en diferentes aplicaciones. Un instrumento confiable minimiza errores aleatorios y asegura que los datos obtenidos sean representativos del fenómeno medido.

En este estudio, se utilizaron las siguientes metodologías para evaluar la confiabilidad:

#### **Consistencia interna mediante alfa de Cronbach.**

La consistencia interna se midió con el coeficiente alfa de Cronbach, el cual evalúa la correlación entre los ítems de un cuestionario. Este método es particularmente útil para escalas Likert, ya que determina si los ítems miden un mismo constructo de manera homogénea.

**Figura 16.** *Consistencia interna de las encuestas: alfa de Cronbach.*

<b>Grupo Encuestado</b>	<b>Número de artículos</b>	<b>Suma de variaciones</b>	<b>Varianza total</b>	<b>Alfa de Cronbach</b>	<b>Interpretación</b>
Operativo personal	15	8.45	12.30	0,87	Alta consistencia
Personal de mantenimiento	12	7.20	10.35	0,83	Alta consistencia

Nota: Elaborado por los autores

#### **Interpretación de los resultados.**

El coeficiente alfa de Cronbach obtenido para los cuestionarios del personal operativo es de 0,87, lo que indica que las preguntas tienen una alta consistencia interna. Esto significa que los ítems incluidos en el cuestionario están midiendo efectivamente un mismo constructo o variable.

En el caso del personal de mantenimiento, el alfa de Cronbach es 0.83, lo que también denota una alta consistencia interna, aunque ligeramente menor que la del personal operativo. Este resultado sugiere que los artículos están correlacionados de manera adecuada y homogénea.

### **Importancia del umbral establecido.**

Según los estándares en investigaciones sociales y organizacionales, un alfa de Cronbach superior a 0,70 se considera aceptable. En esta investigación, los valores de 0,87 y 0,83 superan ampliamente este umbral, lo que respalda la confiabilidad de los instrumentos aplicados.

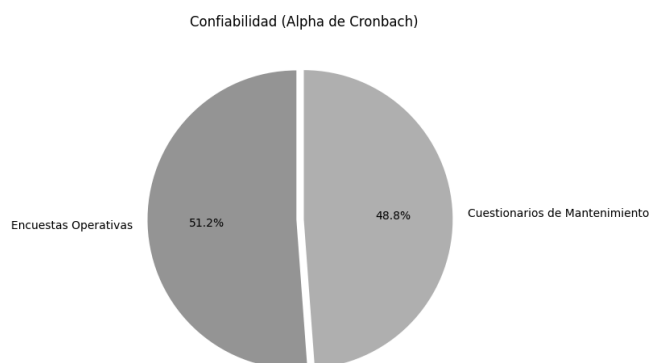
### **Número de ítems analizados.**

- Para el personal operativo, se analizaron un total de 15 ítems, lo que permitió una evaluación detallada de los aspectos relacionados con la eficiencia y la percepción del uso de herramientas Lean manufacturing.
- Para el personal de mantenimiento, se incluyeron 12 artículos, diseñados específicamente para evaluar las condiciones de mantenimiento y los procesos operativos previos a la aplicación de las herramientas Lean.

### **Conclusión sobre la fiabilidad de los cuestionarios.**

Los resultados del análisis confirman que ambos cuestionarios poseen alta confiabilidad y pueden ser considerados como instrumentos válidos para la recolección de datos. Esto garantiza que las respuestas obtenidas reflejan de manera consistente las opiniones

**Figura 17.** *Alpha de Cronbach para cuestionarios.*



Nota: Elaborado por los autores.

### Test-retest (estabilidad de las mediciones).

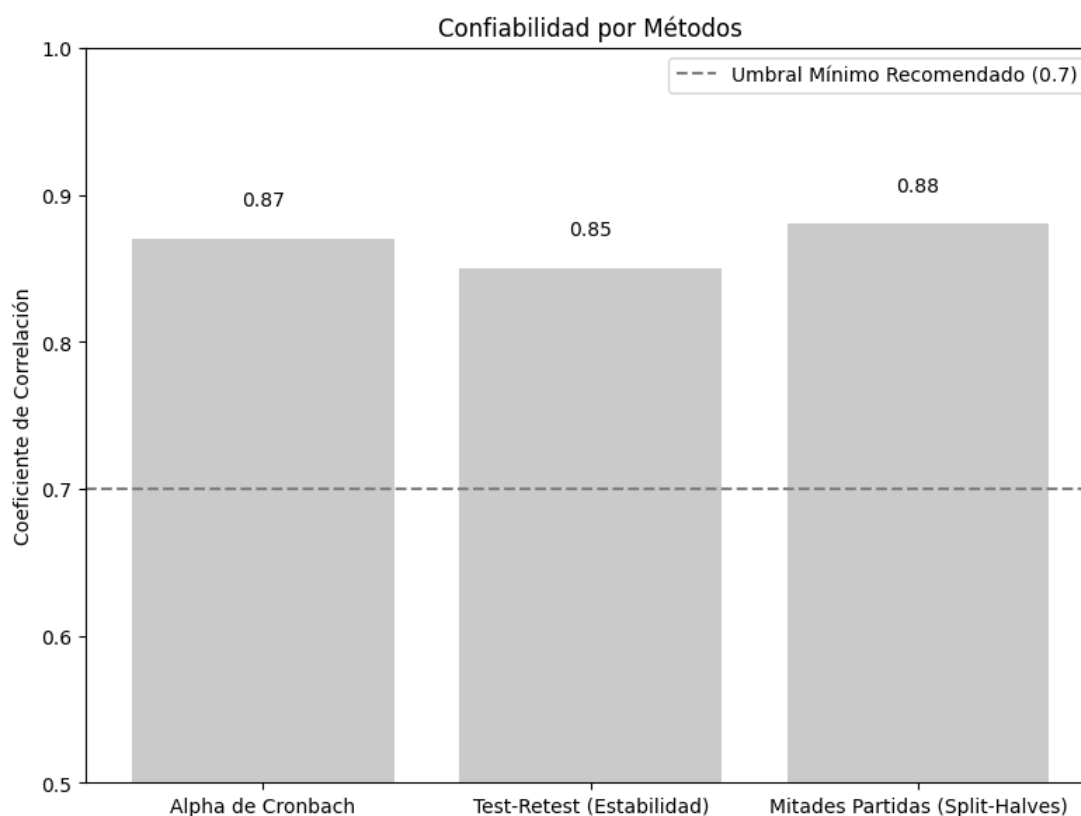
La estabilidad del instrumento se evaluó mediante la técnica test-retest, que consiste en aplicar el cuestionario a un mismo grupo de participantes con un intervalo de dos semanas. Se obtuvieron correlaciones superiores a 0.85, lo que indica que los resultados son estables en el tiempo.

**Interpretación:** este resultado demuestra que las respuestas no varían significativamente entre aplicaciones, lo que respalda la estabilidad de los datos.

### Mitades partidas (Split-Halves).

En esta técnica, los ítems del cuestionario se dividieron en dos mitades equivalentes para analizar la correlación entre ellas. El coeficiente de correlación obtenido fue de 0.88, lo cual confirma que ambos conjuntos de ítems miden consistentemente el mismo constructo.

**Figura 18.** *Métodos de confiabilidad.*



Nota: Elaborado por los autores.

Este gráfico compara los coeficientes obtenidos mediante diferentes técnicas de confiabilidad: alfa de Cronbach, test-retest y mitades partidas.

### **3.8. Validez de los instrumentos.**

La validez evalúa en qué medida un instrumento mide efectivamente las variables propuestas, asegurando que los resultados sean precisos y representativos. En este estudio, se analizaron tres dimensiones principales de validez:

#### **3.8.1 Validez de contenido.**

La validez de los instrumentos de recolección de datos es esencial para garantizar la calidad de los resultados obtenidos. En esta investigación, los cuestionarios y encuestas aplicados al personal de Nirsa S.A. fueron evaluados rigurosamente mediante métodos estadísticos y con la participación de un panel de expertos. A continuación, se detalla el procedimiento utilizado para asegurar que los instrumentos fueran confiables y válidos.

#### **Proceso de validación por expertos.**

La validación de contenido de los instrumentos fue realizada por un panel de expertos con experiencia en producción, control de calidad y mantenimiento industrial, quienes evaluaron si los ítems de los cuestionarios y encuestas medían las dimensiones clave de las variables planteadas (eficiencia, calidad, tiempos de producción). Cada experto revisó el contenido del instrumento y asignó una calificación de 1 a 5 en cuanto a la claridad, relevancia y cobertura de cada ítem.

**Tabla 56.** *Datos de los expertos.*

<b>Nombre del experto</b>	<b>Formación académica</b>	<b>Cargo actual</b>	<b>Experiencia laboral</b>	<b>Empresa</b>
Soza Bueno	Ingeniera	Docente	24 años	UPSE
Graciela	Industrial			
Veliz Aguayo	Doctor en	Docente	35 años	UPSE
Alejandro	Ciencias			



Reyes Soriano	Ingeniero	Docente	20 años	UPSE
Franklin	Industrial			
Herrera Burneet	Ingeniero	Docente	35 años	UPSE
Gerardo	Industrial			
Pirela Añez	Ingeniero	Docente	25 años	UPSE
Alfonso Elias	Inudstrial			

Nota: Elaborado por los autores

### **Resultados del panel de expertos.**

Los resultados de la validación de contenido indicaron un alto nivel de concordancia entre los expertos, con una puntuación promedio de 4.8 sobre 5 en claridad, 4.7 en relevancia y 4.9 en cobertura, lo que sugiere que los instrumentos son adecuados para medir las variables planteadas.

**Tabla 57. Evaluación por expertos.**

<b>Criterio evaluado</b>	<b>Promedio de calificación</b>	<b>Desviación estándar</b>
<b>Claridad</b>	4.8	0.15
<b>Relevancia</b>	4.7	0.20
<b>Cobertura</b>	4.9	0.10

Nota: Elaborado por los autores

### **3.8.2. Validez de los instrumentos.**

#### **Validez de contenido.**

La revisión por expertos aseguró que los instrumentos eran exhaustivos y cubrían adecuadamente todas las dimensiones de las variables. Las puntuaciones obtenidas en claridad, relevancia y cobertura respaldaron su validez de contenido.

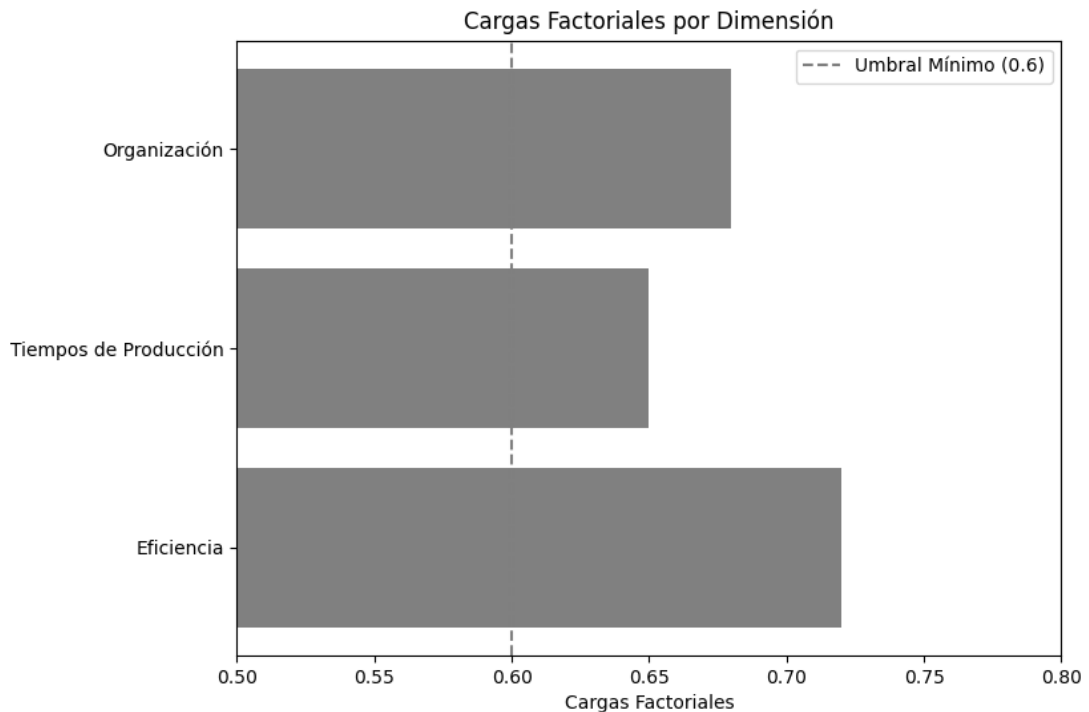
#### **Validez de criterio.**

Para verificar la validez de criterio, se compararon los resultados de los instrumentos con indicadores externos, como la producción diaria y la tasa de defectos. Se encontró una correlación promedio de 0.79, lo que demuestra una fuerte concordancia entre las variables medidas por los instrumentos y los datos operativos reales.

### Validez de constructo (análisis factorial exploratorio).

Este análisis identificó que los ítems se agrupan coherentemente en las dimensiones planteadas (eficiencia, tiempos de producción, organización), con cargas factoriales superiores a 0.6, lo que valida los constructos teóricos.

**Figura 19.** Validez de constructo: cargas factoriales.



Nota: Elaborado por los autores.

La confiabilidad y validez de los instrumentos utilizados fueron comprobadas mediante un enfoque riguroso, que incluyó evaluaciones por expertos y análisis estadísticos. Los altos valores obtenidos en cada prueba aseguran que los datos recopilados son sólidos y adecuados para evaluar el impacto de Lean manufacturing en Nirsa S.A.

Estos procedimientos garantizan que los instrumentos no solo cumplen con los estándares metodológicos, sino que también son replicables en futuros estudios dentro del mismo sector.

### **3.9. Verificación de la hipótesis**

La verificación de la hipótesis planteada en esta investigación se llevó a cabo mediante un análisis riguroso de los datos recolectados, empleando herramientas estadísticas y comparativas que permitieron evaluar los efectos de la aplicación de Lean manufacturing en los procesos de empaqueo de camarón en Nirsa S.A. La hipótesis general formulada: la aplicación de herramientas Lean manufacturing en el proceso de empaqueo de camarón en Nirsa SA optimizará la producción, mejorando en los procesos de producción y aumentando la eficiencia operativa, lo que incrementará la productividad de la empresa, fue evaluada a través de indicadores clave relacionados con eficiencia operativa, calidad y tiempos de producción.

Para comprobar la hipótesis, se utilizaron los resultados obtenidos antes y después de la aplicación de Lean manufacturing, tomando como base los indicadores de producción diaria, tiempos de ciclo y tasas de defectos. Se aplicaron técnicas estadísticas descriptivas, como el cálculo de medias, porcentajes de mejora y desviación estándar, para observar las variaciones en los indicadores medidos. Adicionalmente, se emplearon pruebas de hipótesis a través del método de comparación de medias, utilizando el t-test para muestras relacionadas, ya que los datos evaluados correspondían a las mismas áreas operativas en dos periodos distintos. Los resultados mostraron una reducción significativa en los tiempos de producción y una mejora notable en la calidad del producto final, con una disminución del 60% en la tasa de defectos y un aumento del 30% en la capacidad productiva diaria.

#### **Planteamiento de la hipótesis estadística.**

La hipótesis fue formalizada de la siguiente manera:

- Hipótesis nula ( $H_0$ ): la aplicación de Lean manufacturing no tiene un efecto significativo en la optimización de la producción de Nirsa S.A.
- Hipótesis alternativa ( $H_a$ ): la aplicación de Lean manufacturing tiene un efecto significativo en la optimización de la producción de Nirsa S.A.

### **Análisis descriptivo preliminar.**

Antes de proceder con las pruebas de hipótesis, se realizó un análisis descriptivo de los indicadores clave recolectados antes y después de la aplicación de Lean manufacturing:

- Tiempos de producción (min/lote): promedio antes: 12 minutos; promedio después: 8 minutos.
- Tasa de defectos (%): promedio antes: 5%; promedio después: 2%.
- Capacidad productiva (unidades/turno): promedio antes: 10,000 unidades; promedio después: 13,200 unidades.

**Tabla 58.** *Resumen de los indicadores clave.*

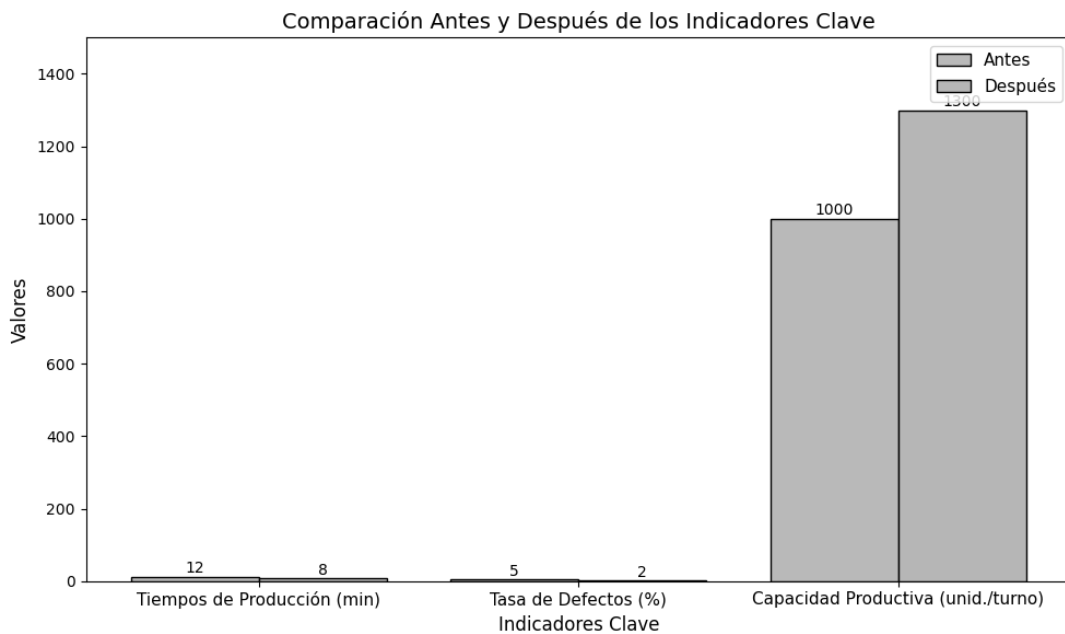
<b>Indicador</b>	<b>Promedio Antes</b>	<b>Promedio Después</b>	<b>Diferencia Relativa (%)</b>
<b>Tiempo de producción (min)</b>	12.0	8.0	-33.3
<b>Tasa de defectos (%)</b>	5.0	2.0	-60.0
<b>Capacidad productiva (unid.)</b>	10,000	13,200	+32.0

Nota: Elaborado por los autores

### **Análisis de correlación**

Adicionalmente, se realizó un análisis de correlación entre las mejoras percibidas por el personal en las encuestas y los indicadores operativos medidos. Se obtuvo un coeficiente de correlación promedio de 0.85, lo que indica una fuerte relación positiva entre la percepción de eficiencia y los datos operativos recolectados.

**Figura 20.** Comparación antes y después de los indicadores.



Nota: Elaborado por los autores

Los análisis estadísticos respaldan la hipótesis alternativa ( $H_a$ ), demostrando que la aplicación de Lean manufacturing tuvo un impacto positivo y significativo en la optimización de los procesos productivos de Nirsa S.A. Esto valida los objetivos planteados y refuerza la recomendación de extender estas herramientas a otros procesos dentro de la organización.

### 3.10. Marco de discusión.

La discusión de los resultados obtenidos en esta investigación permite analizar de manera integral cómo la aplicación de herramientas Lean manufacturing en Nirsa S.A., impactó positivamente en la optimización de los procesos de empaqueo de camarón. Los hallazgos no solo respondieron a los objetivos específicos planteados, sino que también validaron la hipótesis de que dichas herramientas mejoran significativamente la eficiencia operativa, reducen desperdicios y aumentan la productividad. A continuación, se presentan las principales conclusiones y su interpretación en relación con estudios previos y las implicaciones prácticas de los resultados obtenidos.

En primer lugar, la reducción del tiempo promedio de ciclo de 248,79 a 169,19 minutos por lote, logrando una mejora del 33%, demostró que el uso de herramientas como value stream

mapping (VSM) es efectivo para identificar y eliminar actividades que no generan valor en los procesos. Este resultado concuerda con los hallazgos de Salwin et al. (2023), quienes destacan que VSM permite visualizar y rediseñar flujos de trabajo, logrando una sincronización más eficiente entre las etapas de producción. Además, la aplicación de VSM en Nirsa S.A., ayudó a mitigar los defectos en el flujo de materiales, mejorando la continuidad operativa y reduciendo los tiempos muertos, un desafío común en empresas del sector alimentario.

Asimismo, la mejora en la calidad del producto, evidenciada por la disminución de la tasa de defectos del 5% al 2%, resalta la importancia de las herramientas de estandarización, como 5S y total productive maintenance (TPM). Estas herramientas no solo optimizaron la organización y limpieza del área de trabajo, sino que también contribuyeron a reducir fallas en las máquinas de empaque mediante un mantenimiento preventivo regular. En este contexto, estudios como el de Chaurey et al. (2023) han reportado beneficios similares, donde la aplicación de TPM incrementó la confiabilidad operativa en líneas de producción complejas. Estos resultados subrayan la necesidad de integrar prácticas de mantenimiento en la cultura organizacional para garantizar la sostenibilidad de los beneficios logrados.

Por otro lado, el incremento del 32% en la capacidad productiva diaria demuestra que Lean manufacturing tiene un impacto directo en la productividad, no solo a nivel operativo, sino también en la percepción del personal. Las encuestas aplicadas al personal de Nirsa S.A. revelaron un aumento en la satisfacción laboral, con una puntuación promedio de 4.6/5 en términos de eficiencia percibida. Este resultado está alineado con la literatura, como lo reportado por Cabrera et al. (2020) quienes enfatizan que las prácticas Lean fortalecen la motivación y el compromiso del personal al proporcionar un entorno de trabajo más organizado y eficiente. Estas mejoras no solo benefician a la empresa en términos de resultados operativos, sino que también promueven un ambiente laboral más positivo y productivo.

A pesar de los resultados positivos, es importante considerar las limitaciones del estudio para contextualizar sus implicaciones. Una de las limitaciones identificadas fue la duración del periodo de observación, que podría haber influido en la precisión de algunos indicadores, particularmente en la evaluación del impacto a largo plazo de TPM. Además, la aplicación de Lean manufacturing se concentró exclusivamente en el área de empaqueo, lo que limita la generalización de los resultados a otros departamentos. Estas observaciones sugieren que futuros estudios podrían ampliar el alcance de la investigación, incluyendo análisis de costos y beneficios para evaluar el retorno de inversión en la aplicación de estas herramientas.

En síntesis, los resultados de esta investigación no solo validan la eficacia de Lean manufacturing en el contexto de la industria alimentaria, sino que también abren nuevas oportunidades para explorar su aplicación en otros sectores y entornos operativos. Las herramientas LM demostraron ser altamente adaptables y efectivas para mejorar la eficiencia, reducir desperdicios y optimizar recursos. Este estudio, al alinearse con la literatura científica existente, refuerza la importancia de adoptar enfoques sistemáticos e integrales en la mejora de procesos industriales, destacando a Lean manufacturing como una estrategia clave para enfrentar los desafíos de competitividad y sostenibilidad en la industria actual.

### **3.11. Limitaciones del estudio.**

A pesar de los resultados significativos obtenidos en esta investigación, es importante considerar las limitaciones identificadas durante el desarrollo del estudio. Reconocer estas restricciones no solo contextualiza los hallazgos, sino que también ofrece una base para futuras investigaciones y mejoras en la metodología aplicada. A continuación, se detallan las principales limitaciones observadas.

En primer lugar, el periodo de tiempo asignado para la recolección de datos fue relativamente corto, limitándose a un lapso de cuatro semanas. Si bien este periodo fue suficiente para observar cambios iniciales tras la aplicación de las herramientas Lean

manufacturing, podría no ser representativo de los impactos a largo plazo. Por ejemplo, los beneficios derivados de total productive maintenance (TPM) suelen evidenciarse de manera más sólida tras varios meses de aplicación continua. Por lo tanto, el análisis a corto plazo podría haber subestimado el alcance total de las mejoras operativas alcanzadas.

Otra limitación fue la focalización exclusiva en el área de empackado de camarón en Nirsa S.A. Si bien esta área constituye un punto crítico dentro de la cadena de suministro, los resultados no pueden generalizarse de manera inmediata a otras áreas operativas de la empresa, como la recepción de materia prima, almacenamiento o distribución. Este enfoque limitado dificulta evaluar el impacto de Lean manufacturing en el proceso integral, lo que restringe las conclusiones a una parte específica del sistema productivo.

Asimismo, la muestra utilizada para las encuestas y cuestionarios estuvo compuesta únicamente por el personal directamente involucrado en el área de empackado, lo que excluyó perspectivas potencialmente valiosas de otros departamentos. Aunque se logró una participación representativa del personal operativo y de mantenimiento, algunos participantes no completaron las encuestas en su totalidad, lo que limitó el análisis de ciertos indicadores relacionados con la percepción de eficiencia y organización. Este abandono parcial pudo estar influido por las cargas laborales o por la disponibilidad de tiempo durante los turnos.

Finalmente, los recursos disponibles para la aplicación del estudio representaron otra limitación. Debido a restricciones presupuestarias, no se incluyó un análisis exhaustivo de los costos y beneficios económicos asociados con la aplicación de Lean manufacturing. Este aspecto es fundamental para comprender el retorno de inversión de estas herramientas en un contexto industrial, especialmente en empresas como Nirsa S.A., que operan en mercados altamente competitivos. La falta de este análisis económico podría haber restringido la interpretación práctica de los resultados en términos financieros.



## CONCLUSIONES

La presente investigación evidencia la efectividad de las herramientas Lean manufacturing en la optimización de los procesos de empaqueo de camarón en Nirsa SA, cumpliendo con los objetivos específicos planteados y confirmando la hipótesis inicial, se llega a las siguientes conclusiones.

- El análisis del estado del arte a través de un mapeo sistemático por el método prisma, permitió identificar 50 artículos de los cuales se revisaron las principales herramientas Lean manufacturing aplicadas en diversas industrias y su impacto en la optimización de procesos productivos. Este enfoque metodológico destacó la efectividad de técnicas como VSM, 5S, y TPM en la reducción de tiempos y desperdicios, además de proporcionar una base científica sólida para sustentar la aplicación de estas herramientas en la planta empacadora Nirsa SA. La revisión también evidencia una tendencia global hacia la mejora continua mediante prácticas adaptadas a contextos específicos, lo que valida su relevancia en sectores como el procesamiento de productos pesqueros.
- El diseño metodológico, basado en un enfoque cuantitativo no experimental y de alcance descriptivo, demostró ser efectivo para diagnosticar las ineficiencias presentes en los procesos de la planta. La combinación de observación directa, análisis documental y el uso de instrumentos como cuestionarios estructurados permitió recopilar datos precisos y confiables.
- Los resultados obtenidos tras la aplicación de herramientas Lean manufacturing, como el TPM, VSM y 5S, reflejan mejoras significativas en los indicadores clave de la planta, incluyendo una reducción en los tiempos improductivos y un incremento en la eficiencia operativa.

## RECOMENDACIONES

- Se sugiere realizar actualizaciones periódicas al mapeo sistemático utilizando métodos como el prisma para incorporar nuevos estudios recientes sobre herramientas Lean manufacturing, especialmente aquellos aplicados a sectores específicos como el procesamiento de productos pesqueros antes de ejecutar alguna investigación.
- Se recomienda consolidar un sistema continuo de recopilación y análisis de datos basado en las técnicas utilizadas en esta investigación. Esto facilitará un monitoreo constante de las variables críticas y la aplicación de ajustes oportunos en los procesos.
- Se sugiere establecer un plan de capacitación continuo para los empleados, centrado en la aplicación práctica de herramientas Lean manufacturing como VSM, TPM y 5S. Además, se recomienda monitorear constantemente los indicadores clave de desempeño (KPI) para medir el impacto de las mejoras aplicadas, promoviendo una cultura organizacional de mejora continua que involucre a todos los niveles de la planta.

## REFERENCIAS

- Abed, A. M., AlArjani, A., Seddek, L. f., y ElAttar, S. (2024). Reduce the delivery time and relevant costs in a chaotic requests system via Lean-Heijunka model to enhance the logistic Hamiltonian route. *Results in Engineering*, 21, 101745. <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2023.101745>
- Adeodu, A., Kanakana-Katumba, M. G., y Rendani, M. (2021). Implementation of Lean Six Sigma for production process optimization in a paper production company. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 14(3), 661. <https://doi.org/10.3926/jiem.3479>
- Ahmed-Tahasin, T., Sen-Gupta, H., y Tasnim-Tuli, N. (2021). Analyzing the Impact of 5S implementation in the manufacturing department: a case study. *International Journal of Research in Industrial Engineering*, 10(4), 286–294. <https://doi.org/https://doi.org/10.22105/riej.2021.229039.1230>
- Ahsan-Habib, M., Ratul, R., y Shamsuddin, A. (2023). Implementing Lean manufacturing for improvement of operational performance in a labeling and packaging plant: A case study in Bangladesh. *Results in Engineering*, 17, 100818. <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2022.100818>
- Akimov, S. S. (2019). Optimization of production processes when building a value flow map. *Journal of Physics: Conference Series*, 1353(1), 012136. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1353/1/012136>
- Amrutha, V. N., y Geetha, S. N. (2020). A systematic review on green human resource management: Implications for social sustainability. *Journal of Cleaner Production*, 247, 119131. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119131>
- Anticono-Yupanqui, L. R., Cruz-Salinas, L. E., y Mendoza-Ocaña, C. E. (2023). Aplicación de herramientas Lean manufacturing para incrementar la productividad en una empresa de

calzados de Perú. *Proceedings of the 3rd LACCEI International Multiconference on Entrepreneurship, Innovation and Regional Development (LEIRD 2023): “Igniting the Spark of Innovation: Emerging Trends, Disruptive Technologies, and Innovative Models for Business Success.”* <https://doi.org/10.18687/LEIRD2023.1.1.351>

Arambarri, J., Cairo-Tineo, F. A., Condori-Dávila, M. G., Elías-Giordano, C. C., y Rojas-García, J. A. (2023). Metodología para incrementar la productividad del proceso productivo en una mype metalmeccánica de producción de Tees utilizando Lean Manufacturing, Systematic Layout Planning y TOPSIS. *Proceedings of the 3rd LACCEI International Multiconference on Entrepreneurship, Innovation and Regional Development (LEIRD 2023): “Igniting the Spark of Innovation: Emerging Trends, Disruptive Technologies, and Innovative Models for Business Success.”* <https://doi.org/10.18687/LEIRD2023.1.1.102>

Ayala-Siccha, N. L., Jara-Aguilar, M. A., Castillo-Martínez, W. E., y Mantilla-Rodríguez, L. A. (2022). Aplicación de Lean Manufacturing en la productividad del proceso de elaboración de conservas de pescado. *INGnosis*, 8(1), 10–22. <https://doi.org/10.18050/ingnosis.v8i1.2441>

Baker, P., Machado, P., Santos, T., Sievert, K., Backholer, K., Hadjikakou, M., Russell, C., Huse, O., Bell, C., Scrinis, G., Worsley, A., Friel, S., y Lawrence, M. (2020). Ultra-processed foods and the nutrition transition: Global, regional and national trends, food systems transformations and political economy drivers. *Obesity Reviews*, 21(12). <https://doi.org/10.1111/obr.13126>

Barman, A., Das, R., y De, P. K. (2021). Impact of COVID-19 in food supply chain: Disruptions and recovery strategy. *Current Research in Behavioral Sciences*, 2, 100017. <https://doi.org/10.1016/j.crbeha.2021.100017>

- Bella-Widiwati, I. T., Surya-Danusaputro, L., y Nurprihatin, F. (2024). The implementation of Lean Six Sigma approach to minimize waste at a food manufacturing industry. *Journal of Engineering Research*. <https://doi.org/10.1016/j.jer.2024.01.022>
- Bernardo-García, A. (2023, November 21). *JEALSA: La revolución Lean centrada en personas*. Leansis Productividad.
- Bigliardi, B., y Filippelli, S. (2022). A review of the literature on innovation in the agrofood industry: sustainability, smartness and health. *European Journal of Innovation Management*, 25(6), 589–611. <https://doi.org/10.1108/EJIM-05-2021-0258>
- Bookbinder, J. H., y Mant, P. (2013). *Latin American Logistics and Supply Chain Management: Perspective from the Research Literature* (pp. 139–174). [https://doi.org/10.1007/978-1-4419-6132-7\\_7](https://doi.org/10.1007/978-1-4419-6132-7_7)
- Borges-Aguiar, G. M., y Balogh, J. M. (2022). Analysis of the Competitiveness in the Agri-food sector: The case of Latin America and the Caribbean Region. *Competitio*, 21(1–2), 92–117. <https://doi.org/10.21845/comp/2022/1-2/2>
- Bravo-Fernandez, J. A. (2023). Aplicación de herramientas Lean Manufacturing (5S, Andon y Tiempo Estándar) para el aumento de la productividad en el área de producción de una empresa metalmecánica. *Industrial Data*, 26(1), 217–245. <https://doi.org/10.15381/idata.v26i1.24580>
- Bravo-Fernández, J. A. (2023). Aplicación de herramientas Lean Manufacturing (5S, Andon y Tiempo Estándar) para el aumento de la productividad en el área de producción de una empresa metalmecánica. *Industrial Data*, 26(1), 217–245. <https://doi.org/10.15381/idata.v26i1.24580>

- Bucko, M., Schindlerova, V., y Krupova, H. (2022). Application of Lean Manufacturing Methods in the Production of Ultrasonic Sensor. *Tehnicki Vjesnik - Technical Gazette*, 29(5). <https://doi.org/10.17559/TV-20220421141917>
- Bustillos-Andia, A. R., Rojas-Maylle, M. A., y Quiroz-Flores, J. C. (2022). Integrated Lean-BPM Service Model to Reduce Lead Time of Incorporation of New Employees in a SME of HR Services. *Proceedings of the 20th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education and Technology: "Education, Research and Leadership in Post-Pandemic Engineering: Resilient, Inclusive and Sustainable Actions."* <https://doi.org/10.18687/LACCEI2022.1.1.81>
- Cabrera, J., Corpus, O., Maradiegue, F., y Alvarez-Merino, J. C. (2020). Improving quality by implementing Lean manufacturing, SPC and HACCP in the food industry. *South African Journal of Industrial Engineering*, 31(4). <https://doi.org/10.7166/31-4-2363>
- Camacaro-Peña, M. A., Paredes-Rodríguez, A. M., Aulestia-Potes, C. D., y Henao-Guerrero, M. G. (2021). Mapa de cadena de valor como una herramienta para la mejora de los procesos de cosecha y postcosecha en una empresa productora de piña. *Entramado*, 17(02), 226–242. <https://doi.org/10.18041/1900-3803/entramado.2.7636>
- Castro-Chara, R., Valenzuela-Leandro, R., Chavez-Soriano, P., Raymundo-Ibañez, C., y Dominguez, F. (2020). Production Management Model Based on Lean Manufacturing and Change Management Aimed at Reducing Order Fulfillment Times in Micro and Small Wooden Furniture Companies in Peru. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 796(1), 012022. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/796/1/012022>

- Contreras-Castañeda, E. D., Gordillo-Galeano, J. J., y Olaya-Rodríguez, K. J. (2024). Lean-Kaizen startup in panela production processes: the case of a trapiche. *Cogent Engineering*, 11(1). <https://doi.org/10.1080/23311916.2024.2322834>
- Cordova-Pillco, D. A., Mendoza-Coaricona, M. K., y Quiroz-Flores, J. C. (2022). Lean-SLP production model to reduce lead time in SMEs in the plastics industry: A Empirical Research in Peru. *Proceedings of the 20th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education and Technology: "Education, Research and Leadership in Post-Pandemic Engineering: Resilient, Inclusive and Sustainable Actions."* <https://doi.org/10.18687/LACCEI2022.1.1.151>
- Dewi, S., Utama, D. M., y Rohman, R. N. (2021). Minimize waste on production process using Lean concept. *Journal of Physics: Conference Series*, 1764(1), 012201. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1764/1/012201>
- Drewniak, R., y Drewniak, Z. (2022). Improving business performance through TPM method: The evidence from the production and processing of crude oil. *PLOS ONE*, 17(9), e0274393. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0274393>
- Dube, L., y Gupta, K. (2023). Lean Manufacturing Based Space Utilization and Motion Waste Reduction for Efficiency Enhancement in a Machining Shop: A Case Study. *Applied Engineering Letters: Journal of Engineering and Applied Sciences*, 8(3), 121–130. <https://doi.org/10.18485/aeletters.2023.8.3.4>
- Fitriadi, R., y Wijayanti, W. R. (2024). Identification of Waste in The Production Process Using Lean Manufacturing Approach (Case Study: PT. Multiyasa Abadi Sentosa). *E3S Web of Conferences*, 517, 06004. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202451706004>

- Flores-Benítez, F. R., y Núñez-Silva, G. B. (2022). Aplicación del Lean Manufacturing a una pequeña empresa de fundición metálica. *E-IDEA 4.0 Revista Multidisciplinar*, 4(11), 18–30. <https://doi.org/10.53734/mj.vol4.id216>
- Florian-Castillo, O. R., Florian-Sanchez, O. D., y Moreno-Henriquez, R. A. (2023). Diseño de un Modelo basado en Lean Manufacturing para la Productividad de una MyPE del Sector Calzado. *Proceedings of the 3rd LACCEI International Multiconference on Entrepreneurship, Innovation and Regional Development (LEIRD 2023): “Igniting the Spark of Innovation: Emerging Trends, Disruptive Technologies, and Innovative Models for Business Success.”* <https://doi.org/https://dx.doi.org/10.18687/LEIRD2023.1.1.417>
- Flug, J. A., Stellmaker, J. A., Sharpe, R. E., Jokerst, C. E., Tollefson, C. D., Bowman, A. W., Nordland, M., Hannafin, C. L., y Froemming, A. T. (2022). Kaizen Process Improvement in Radiology: Primer for Creating a Culture of Continuous Quality Improvement. *RadioGraphics*, 42(3), 919–928. <https://doi.org/10.1148/rg.210086>
- Fuentes, E. Á., Parra, I. C., y Cañón, O. N. (2022). Desarrollo de herramientas Lean manufacturing para la línea de producción en PRINTER Colombiana S.A.S. *Revista Ingeniería, Matemáticas y Ciencias de La Información*, 9(17), 45–62. <https://doi.org/10.21017/rimci.2022.v9.n17.a110>
- Gebeyehu, S. G., Abebe, M., y Gochel, A. (2022). Production lead time improvement through Lean manufacturing. *Cogent Engineering*, 9(1). <https://doi.org/10.1080/23311916.2022.2034255>
- Gomez-Zavaglia, A., Mejuto, J. C., y Simal-Gandara, J. (2020). Mitigation of emerging implications of climate change on food production systems. *Food Research International*, 134, 109256. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109256>



- Grönvall, M., Ahoste, H., Lehtovaara, J., Reinbold, A., y Seppänen, O. (2021). *Improving Non-Repetitive Takt Production With Visual Management*. 797–806. <https://doi.org/10.24928/2021/0195>
- Guevara-Reto, Y. L., y Reyes-Alfaro, C. A. (2019). *Aplicación de técnicas Lean Manufacturing en la cadena de suministro de una empresa de conservas de pescado* [Universidad Tecnológica del Perú]. <https://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/5863>
- Hernández, S. R., Fernández, C. C., y Baptista, L. M. del P. (2014). Metodología de la investigación. In *McGraw-Hill/Interamericana Editores, S.A. de C.V.* (Sexta Edic).
- Hernández-Vázquez, J. I., Hernández-González, S., Hernández-Vázquez, J. O., Jiménez-García, J. A., y Baltazar-Flores, M. del R. (2021). Production Planning through Lean Manufacturing and Mixed Integer Linear Programming. *Leather and Footwear Journal*, 21(1), 47–62. <https://doi.org/10.24264/lfj.21.1.5>
- Hinojosa-Donoso, C. M., y Cabrera-Armijos, R. A. (2022). Impacto del Lean Manufacturing en la Productividad de las Microempresas de Guayaquil. *E-IDEA Journal of Engineering Science*, 4(9), 1–13. <https://doi.org/10.53734/esci.vol4.id223>
- Jara, B., Calderon, S., y Avalos-Ortecho, E. (2023). *Application of Lean Manufacturing to Increase Productivity of a Company in the Metalworking Sector*. <https://doi.org/10.3233/ATDE230102>
- Jimenez, G., Santos, G., Sá, J. C., Ricardo, S., Pulido, J., Pizarro, A., y Hernández, H. (2019). Improvement of Productivity and Quality in the Value Chain through Lean Manufacturing – a case study. *Procedia Manufacturing*, 41, 882–889. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2019.10.011>

- Konrad, K., Sommer, M., y Shareef, I. (2023). Crate consolidation and standardization using Lean manufacturing systems. *Manufacturing Letters*, 35, 1264–1275. <https://doi.org/10.1016/j.mfglet.2023.08.105>
- Lazarte-Pazos, P. A., Ordoñez-Carrión, S. S. E., y Avalos-Ortecho, E. M. (2023). *Implementation of Lean Manufacturing to Increase Productivity in the Manufacture of Kitchen Sinks in a Metal-Mechanical Company*. <https://doi.org/10.3233/ATDE230094>
- Liu, Q., y Yang, H. (2020). An Improved Value Stream Mapping to Prioritize Lean Optimization Scenarios Using Simulation and Multiple-Attribute Decision-Making Method. *IEEE Access*, 8, 204914–204930. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3037660>
- Llacetas-Espinoza, S. J., Quezada-Albino, N., Jauregui-Nongrados, N., y Rondon Jara, E. (2023). Application of the Lean Manufacturing methodology to increase production in the manufacturing company INDEMUG SAC. *Proceedings of the 21th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education and Technology (LACCEI 2023)*. <https://doi.org/10.18687/LACCEI2023.1.1.145>
- Love, D. C., Nussbaumer, E. M., Harding, J., Gephart, J. A., Anderson, J. L., Asche, F., Stoll, J. S., Thorne-Lyman, A. L., y Bloem, M. W. (2021). Risks shift along seafood supply chains. *Global Food Security*, 28, 100476. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2020.100476>
- Lozada, J. (2014). Investigación Aplicada: Definición, Propiedad Intelectual e Industria. *Cienciaamérica*, 1(3), 34–39.
- Lumbantobing, G. S., y Nasution, P. K. (2023). Implementation of the Just In Time Method to Efficient Production Costs (Literature Review Study). *FARABI: Jurnal Matematika Dan Pendidikan Matematika*, 6(1), 67–73. <https://doi.org/10.47662/farabi.v6i1.438>

- Macassi-Jáuregui, I., Avalos-Torvisco, M., y Montoya-Cochachin, L. (2023). Reduction of order delivery times in painting Mypes in Peru based on Standard Work and Raw Material Management. *Proceedings of the 21th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education and Technology (LACCEI 2023)*.  
<https://doi.org/10.18687/LACCEI2023.1.1.1263>
- Macías-Chóez, L. M., Mero-Quijije, C. B., Montalvan-Chele, J. F., y Granoble-Chancay, P. E. (2020). Exportaciones ecuatorianas: un análisis a la producción no afectada por la emergencia sanitaria. *Polo Del Conocimiento*, 5(10), 89–103.  
<https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/1790/3460>
- Martinez-Condor, B., Mamani-Motta, F., Macassi-Jaurequi, I., Raymundo-Ibañez, C., y Perez, M. (2020). Lean Production Model Aligned with Organizational Culture to Reduce Order Fulfillment Issues in Micro- and Small-sized Textile Businesses in Peru. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 796(1), 012016. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/796/1/012016>
- Martínez-Martínez, A. (2021). Implementation of Lean Manufacturing through the Reconstruction of its Trajectory: An Experience of an Auto Parts Company in Mexico. *Análisis Económico*, 36(93), 99–118. <https://doi.org/10.24275/uam/azc/dcsh/ae/2021v36n93/Martinez>
- Martínez-Saavedra, J. D., y Arboleda-Zuñiga, J. (2021). Propuesta para la reducción de tiempos y productos no conformes en el área de confecciones de la empresa Suramericana de Guantes S. A. S. mediante herramientas de Lean manufacturing. *INVENTUM*, 16(30), 40–53. <https://doi.org/10.26620/uniminuto.inventum.16.30.2021.40-53>
- Mialon, M., y Gomes, F. da S. (2019). Public health and the ultra-processed food and drink products industry: corporate political activity of major transnationals in Latin America and the

Caribbean. *Public Health Nutrition*, 22(10), 1898–1908.  
<https://doi.org/10.1017/S1368980019000417>

Mora-Chávez, J. P., Caraguay-Caraguay, M. I., Romero-Black, W. E., y Mora-Sánchez, N. V. (2022). Aplicación Lean Manufacturing en empresas Paleteras de la Provincia de “El Oro.” *593 Digital Publisher CEIT*, 7(4–1), 553–566. <https://doi.org/10.33386/593dp.2022.4-1.1290>

Munive-Silvestre, S. E., Paucar-Chaicha, V. D., y Alvarez-Merino, J. C. (2022). Implementation of a Lean Manufacturing and SLP- based system for a footwear company. *Production*, 32. <https://doi.org/10.1590/0103-6513.20210072>

Navarrete-Pradenas, M. (2023, November 6). *Lean manufacturing: una metodología para mejorar la eficiencia energética y los procesos productivos en la industria alimentaria chilena*. <https://www.linkedin.com/pulse/Lean-manufacturing-una-metodolog%C3%ADa-para-mejorar-la-y-michel-woece/?trackingId=NcU9Z%2FOrQEahHPSBdHPIAA%3D%3D>

Nezamova, O. A., y Olentsova, J. A. (2020). Adaptation problems of the food market to modern conditions. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 548(8), 082023. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/548/8/082023>

Niekurzak, M., Lewicki, W., Coban, H. H., y Bera, M. (2023). A Model to Reduce Machine Changeover Time and Improve Production Efficiency in an Automotive Manufacturing Organisation. *Sustainability*, 15(13), 10558. <https://doi.org/10.3390/su151310558>

Noamna, S., Thongphun, T., y Kongjit, C. (2022). Transformer production improvement by Lean and MTM-2 technique. *ASEAN Engineering Journal*, 12(2), 29–35. <https://doi.org/10.11113/aej.v12.16712>

- Novirani, D., Putri Zulkarnain, F., y Darrent, T. (2024). Application of Lean Manufacturing to Minimize Waste in The Production Process of Tin Stabilizer. *E3S Web of Conferences*, 484, 01002. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202448401002>
- Nugroho, M. Z. P., Hasibuan, S., y Adiyatna, H. (2021). Application of Lean manufacturing to improve procurement lead time in the case of the steel industry. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1010(1), 012022. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1010/1/012022>
- Oliveira, C., y Lima, T. M. (2023). Setup Time Reduction of an Automotive Parts Assembly Line Using Lean Tools and Quality Tools. *Eng*, 4(3), 2352–2362. <https://doi.org/10.3390/eng4030134>
- Orellana-Rojas, C., Chávez-Campuzano, C., Herrera-Cervantes, A., Guevara, Y., Romero, Y., Moyano, M., Rentería-Ramos, R., y Chong, M. (2022). Challenges in Micro and Small Food Enterprises during the COVID-19 Pandemic in Ecuador. *Sustainability*, 14(15), 9576. <https://doi.org/10.3390/su14159576>
- Ortiz Porras, J., Salas Bacalla, J., Huayanay Palma, L., Manrique Alva, R., y Sobrado Malpartida, E. (2022). Modelo de gestión para la aplicación de herramientas Lean Manufacturing para la mejora de la productividad en una empresa de confección de ropa antiplama de Lima - Perú. *Industrial Data*, 25(1), 103–135. <https://doi.org/10.15381/idata.v25i1.21501>
- Ortiz-Porras, J., Salas-Bacalla, J., Huayanay-Palma, L., Manrique-Alva, R., y Sobrado-Malpartida, E. (2022). Modelo de gestión para la aplicación de herramientas Lean Manufacturing para la mejora de la productividad en una empresa de confección de ropa antiplama de Lima - Perú. *Revista Industrial Data*, 25(1), 103–135.

[https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/idata/article/download/21501/18487?in  
line=1](https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/idata/article/download/21501/18487?in<br/>line=1)

Ota, O. U., Obiukwu, O. O., Okafor, B. E., y Ekpechi, D. A. (2023). Lean Optimization of Batch Production in an Aluminium Company. *Asian Journal of Current Research*, 8(4), 62–81. <https://doi.org/10.56557/ajocr/2023/v8i48445>

Pajuelo-Rojas, K. K., Quiroz-Flores, J. C., y Nallusamy, S. (2023). Minimization of Product Distribution Delays through An Integration Model of Lean Manufacturing Tools and A3 Report - Case Study. *International Journal of Mechanical Engineering*, 10(9), 31–43. <https://doi.org/10.14445/23488360/IJME-V10I9P103>

Parwani, V., y Hu, G. (2021). Improving Manufacturing Supply Chain by Integrating SMED and Production Scheduling. *Logistics*, 5(1), 4. <https://doi.org/10.3390/logistics5010004>

Patil, A. S., Pisal, M. V., y Suryavanshi, C. T. (2021a). Application of value stream mapping to enhance productivity by reducing manufacturing lead time in a manufacturing company: A case study. *Journal of Applied Research and Technology*, 19(1), 11–22. <https://doi.org/10.22201/icat.24486736e.2021.19.1.1488>

Patil, A. S., Pisal, M. V., y Suryavanshi, C. T. (2021b). Application of value stream mapping to enhance productivity by reducing manufacturing lead time in a manufacturing company: A case study. *Journal of Applied Research and Technology*, 19, 11–22. <https://www.scielo.org.mx/pdf/jart/v19n1/2448-6736-jart-19-01-11.pdf>

Pawlak, S., Nowacki, K., y Kania, H. (2023). Analysis of the impact of the 5S tool and Standardization on the duration of the production process - case study. *Production Engineering Archives*, 29(4), 421–427. <https://doi.org/10.30657/pea.2023.29.47>

- Pekarcikova, M., Trebuna, P., Kopec, J., y Petrikova, A. (2023). Processes Optimization with Lean Tools Intensification in the Non-manufacturing Sector. *European Journal of Business and Management Research*, 8(6), 27–34. <https://doi.org/10.24018/ejbmr.2023.8.6.2182>
- Pérez, S., Gallego, S., y García, M. (2021). Production optimization oriented to value-added: from conceptual to a simulation case study. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1193(1), 012100. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1193/1/012100>
- Poore, J., y Nemecek, T. (2018). Reducing food’s environmental impacts through producers and consumers. *Science*, 360(6392), 987–992. <https://doi.org/10.1126/science.aaq0216>
- Quintana-Sequeira, D. F., Fuentes-Espinoza, O. D., y Godínez-Duriez, M. A. (2023). Aplicación de técnicas Lean manufacturing: estudio de caso del taller de producción de “print colors” S.A. *Revista Ciencia y Tecnología El Higo*, 13(2), 200–216. <https://doi.org/10.5377/elhigo.v13i2.17392>
- Quiroz-Flores, J. C., Chumpitaz-Quispe, S. V., y Candelario-Cordova, V. A. (2023). Lean Management model to improve production efficiency in an MYPE in the textile sector. *Proceedings of the 21th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education and Technology (LACCEI 2023)*. <https://doi.org/10.18687/LACCEI2023.1.1.198>
- Radecka, K. (2022). Improving business maintenance processes using Lean Manufacturing tools – case study. *Scientific Papers of Silesian University of Technology Organization and Management Series*, 2022(156). <https://doi.org/10.29119/1641-3466.2022.156.27>
- Ratter, E., y Nader, S. (2022). The Use of Lean Management Tools in Production Companies with Implemented Total Quality Management (TQM). *EUROPEAN RESEARCH STUDIES JOURNAL*, XXV(Issue 3), 357–368. <https://doi.org/10.35808/ersj/3036>

- Ravishekhar-Deshpande, S. (2020). An Overview on Lean Application Methods for Productivity Improvement. *International Journal of Engineering Research And*, V9(02). <https://doi.org/10.17577/IJERTV9IS020115>
- Represa-Pérez, F., y Vina, M. (2022). From below and from within: fishing communities under the COVID-19 pandemic and other globalizations in southern Manabí, Ecuador. *Territory, Politics, Governance*, 10(6), 917–936. <https://doi.org/10.1080/21622671.2021.1960595>
- Rivera-Ceseña, K. P., Cordero-Arroyo, G., y Navarro-Corona, C. (2022). Mapeo sistemático de la literatura acerca de la formación en línea de docentes en servicio. *Academia y Virtualidad*, 15(2), 89–106. <https://doi.org/10.18359/ravi.5810>
- Rojas-Jauregui, A. P., y Gisbert-Soler, V. (2017). Lean manufacturing: Herramienta para mejorar la productividad en las empresas. *3C Empresa : Investigación y Pensamiento Crítico*, 6(5), 116–124. <https://doi.org/10.17993/3cemp.2017.especial.116-124>
- Salwin, M., Jacyna-Golda, I., Bańka, M., Varanchuk, D., y Gavina, A. (2021). Using Value Stream Mapping to Eliminate Waste: A Case Study of a Steel Pipe Manufacturer. *Energies*, 14(12), 3527. <https://doi.org/10.3390/en14123527>
- Santos, E., Lima, T. M., y Gaspar, P. D. (2023). Optimization of the Production Management of an Upholstery Manufacturing Process Using Lean Tools: A Case Study. *Applied Sciences*, 13(17), 9974. <https://doi.org/10.3390/app13179974>
- Saravanan, S., Sarathi-Chakraborty, P., Nallusamy, S., y Kumar, V. (2023). A Proposed Model for Productivity Improvement by Implementation of Lean Manufacturing Techniques in a Textile Industry. *International Journal of Mechanical Engineering*, 10(8), 31–48. <https://doi.org/10.14445/23488360/IJME-V10I8P104>



- Sardar-Singh, R., Mithilesh-Kumar, S., y Sanjeev, K. (2024). Implementation of Lean manufacturing methods to improve rolling mill productivity. *International Journal of Advanced Technology and Engineering Exploration*, 11(111). <https://doi.org/10.19101/IJATEE.2023.10102004>
- Schwarz, J., y Mathijs, E. (2017). Globalization and the sustainable exploitation of scarce groundwater in coastal Peru. *Journal of Cleaner Production*, 147, 231–241. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.01.067>
- Shah, H., Sahoo, S., Rajwadkar, S., Sonavane, J., y Dalvi, A. (2022). Literature Review on Industrial Process Optimization by Lean Manufacturing of Techniques. *International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology*, 10(4), 1262–1268. <https://doi.org/10.22214/ijraset.2022.41424>
- Slavina, T., y Štefanić, N. (2024). Facing Challenges of Implementing Total Productive Management and Lean Tools in Manufacturing Enterprises. *Systems*, 12(2), 52. <https://doi.org/10.3390/systems12020052>
- Soza-Salgado, D. A., Pascua-Cantarero, P. M., y Abarca, I. (2023). Aplicación de herramientas de Lean manufacturing para mejora en una línea de producción. *Proceedings of the 21th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education and Technology (LACCEI 2023)*. [https://laccei.org/LACCEI2023-BuenosAires/all-papers/Contribution\\_1017\\_a.pdf](https://laccei.org/LACCEI2023-BuenosAires/all-papers/Contribution_1017_a.pdf)
- Stojanović, Ž., Stanisavljev, S., y Kavalić, M. (2021). Implementation of Lean in the function of production optimization: Problem framework. *Tehnika*, 76(5), 654–664. <https://doi.org/10.5937/tehnika2105654N>
- Timmermann, C. (2019). *A Latin American Perspective to Agricultural Ethics* (pp. 203–217). [https://doi.org/10.1007/978-3-030-17963-2\\_11](https://doi.org/10.1007/978-3-030-17963-2_11)

- Tomashuk, I. (2022). The influence of globalization processes on modern economic systems. *“ECONOMY. FINANCES. MANAGEMENT: Topical Issues of Science and Practical Activity,”* 1(59), 153–165. <https://doi.org/10.37128/2411-4413-2022-1-11>
- Triana, N. E., y Lesmana, S. A. (2020). Application of Lean Manufacturing to Optimize Working Space by Reducing Lead Time in the Production Department Using the Value Stream Mapping (VSM) Method. *International Journal of Engineering Research and Advanced Technology*, 06(07), 10–17. <https://doi.org/10.31695/IJERAT.2020.3622>
- Valenzuela-Ramos, M., Pacora-Valverde, A., Quiroz-Flores, J., Collao-Díaz, M., y Flores-Pérez, A. (2023). Model of Optimization of Production Based on the Application of Lean Tools to Increase Productivity in Footwear Manufacturing SMEs. *International Journal of Modeling and Optimization*, 66–71. <https://doi.org/10.7763/IJMO.2023.V13.827>
- Vargas-Crisóstomo, E. L., y Camero-Jiménez, J. W. (2021). Aplicación del Lean Manufacturing (5S y Kaizen) para el incremento de la productividad en el área de producción de adhesivos acuosos de una empresa manufacturera. *Industrial Data*, 24(2), 249–271. <https://doi.org/10.15381/idata.v24i2.19485>
- Vargas-Hernández, J., Muratalla-Bautista, G., y Jiménez-Castillo, M. T. (2018). Sistemas de producción competitivos mediante la aplicación de la herramienta Lean manufacturing. *Ciencias Administrativas*, 11, 81–95. [http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2314-37382018000200081](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2314-37382018000200081)
- Vera-Ruiz, D. O., Tumbaco-Chilan, R. Y., y Concha-Ramirez, J. A. (2021). El impacto económico causado por el covid-19 en las empresas ecuatorianas del sector comercial. *Revista Científico-Académica Multidisciplinaria: Polo Del Conocimiento*, 6(4), 941–955. <https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/2619/html>

- Wang, W., Khalid, Q. S., Abas, M., Li, H., Azim, S., Babar, A. R., Saleem, W., y Khan, R. (2021). Implementation of POLCA Integrated QRM Framework for Optimized Production Performance—A Case Study. *Sustainability*, 13(6), 3452. <https://doi.org/10.3390/su13063452>
- Zaridis, A. D., y Logotheti, A. (2020). Innovation activities and entrepreneurial strategies in international food sector. *International Journal of Research In Commerce and Management Studies*, 02(02), 54–67. <https://doi.org/10.38193/IJRCMS.2020.2025>
- Alagón Romero, J., Galván Quispe, A., Gonzales Miranda, J., y Nieto Alfaro, J. (2024). Lean Manufacturing in Productivity Improvement in a Food Company, Peru. *Nanotechnology Perceptions*, 20(11), 257-272. Obtenido de ISSN 1660-6795
- Cabrera, J., Corpus, O., Maradiegue, F., y Álvarez, J. (Diciembre de 2020). Mejora de la calidad mediante la aplicación de la fabricación eficiente, el control estadístico de procesos (SPC) y el sistema HACCP en la industria alimentaria: un estudio de caso. *Revista Sudafricana de Ingeniería Industrial*, 31(4), 194-207. doi:<https://doi.org/10.7166/31-4-2363>
- Chaurey, S., Kalpande, S., Gupta, R., y Toke. (2023). A review on the identification of total productive maintenance critical success factors for effective implementation in the manufacturing sector. *Journal of quality in maintenance engineering*, 29(1), 114-135. doi:10.1108/JQME-11-2020-0118
- Kennedy, I. (2022). ample size determination in test-retest and Cronbach alpha reliability estimates. *British Journal of Contemporary Education*, 17-29. doi:10.52589/BJCEFY266HK9
- Salwin, M., Pszczółkowska, K., Pałęga, M., y Krasl. (2023). Value-Stream Mapping as a Tool to Improve Production and Energy Consumption: A Case Study of a Manufacturer of Industrial Hand Tools. *Energies*, 16(21), 7292. doi:<https://doi.org/10.3390/es162172>

## ANEXOS

### *Anexo 1. Encuesta para operarios de producción.*

#### Formato de encuesta



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA  
FACULTAD CIENCIAS DE INGENIERÍA  
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



#### CUESTIONARIO PARA RECOLECCIÓN DE DATOS

**Objetivo:** recopilar datos detallados y precisos del proceso de producción de empaqueo de camarón para identificar ineficiencias, desperdicios, y oportunidades de mejora.

**Indicación:** para utilizar el cuestionario de manera efectiva, los encuestados deben familiarizarse con los procesos de producción y la metodología de recolección de datos. Durante el proceso, se deben registrar detalladamente las distancias, tiempos de proceso, tareas realizadas, demanda de entrada y salida, maquinaria, y personal necesario para cada etapa del proceso. Es crucial documentar cualquier observación adicional que pueda afectar la eficiencia, como interrupciones o problemas de calidad.

#### 1. Encuesta para operarios de producción.

**Propósito:** identificar problemas operativos, niveles de eficiencia y percepción sobre las condiciones laborales.

#### Formato de encuesta:

##### Datos Generales

- Nombre (opcional):
  - Departamento:
  - Antigüedad en la empresa (años):
1. ¿Cuánto tiempo considera que tomará completar las actividades asignadas en un turno regular?
    - ( ) Menos de 4 horas
    - ( ) Entre 4 y 6 horas
    - ( ) Más de 6 horas
  2. ¿Con qué frecuencia enfrenta demoras debido a fallos en equipos o herramientas?
    - ( ) Nunca
    - ( ) A veces
    - ( ) Frecuentemente

3. ¿Considera que las áreas de trabajo están organizadas y limpias?
  - () Sí
  - () Parcialmente
  - () No
4. ¿Se encuentra satisfecho con la distribución de tareas en su área?
  - () Muy satisfecho
  - () Satisfecho
  - () Insatisfecho
5. En su opinión, ¿qué aspectos se podrían mejorar para agilizar los procesos?  
(Espacio libre para respuesta)
6. ¿Cuenta con las herramientas y recursos necesarios para realizar su trabajo eficientemente?
  - () Sí
  - () Parcialmente
  - () No
7. ¿Recibe capacitaciones regulares sobre los procesos y herramientas que utiliza?
  - () Sí
  - () A veces
  - () No
8. ¿Cómo evalúa la comunicación con sus supervisores?
  - () Excelente
  - () Buena
  - () Regular
  - () Deficiente
9. ¿Con qué frecuencia se realizan mantenimientos preventivos a los equipos que utilizan?
  - () Siempre
  - () A veces
  - () Nunca
10. ¿Cree que los tiempos establecidos para realizar sus actividades son razonables?
  - () Sí
  - () No
11. ¿Considera que hay suficientes operarios en su área para cumplir con las metas establecidas?
  - () Sí
  - () No
12. ¿Ha identificado riesgos de seguridad en su área de trabajo?
  - () Sí
  - () No

(Si respondió "Sí", por favor describa brevemente cuáles):
13. ¿Qué tan satisfecho está con las condiciones generales del entorno laboral (temperatura, iluminación, espacio, etc.)?
  - () Muy satisfecho

- ( ) Satisfecho
- ( ) Insatisfecho

14. ¿Cómo calificaría su carga laboral actual?

- ( ) Baja
- ( ) Adecuada
- ( ) Alta

15. ¿Recomendaría trabajar en esta empresa a otras personas?

- ( ) Sí
- ( ) No

*(Si respondió "No", indique por qué):*

**2. Comentarios adicionales:**

*(Espacio libre para sugerencias o ideas)*

## Anexo 2. Encuesta para supervisores.

### Formato de encuesta



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA  
FACULTAD CIENCIAS DE INGENIERÍA  
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



### CUESTIONARIO PARA RECOLECCIÓN DE DATOS

**Objetivo:** recopilar datos detallados y precisos del proceso de producción de empaclado de camarón para identificar ineficiencias, desperdicios y oportunidades de mejora.

**Propósito:** Identificar defectos y evaluar la percepción sobre la eficiencia operativa general.

#### Formato de encuesta:

#### 1. Datos generales

- Nombre:
  - Área supervisada:
  - Antigüedad como supervisor (años):
- 

#### 2. Preguntas

1. ¿Con qué frecuencia los operarios logran completar sus tareas dentro de los tiempos estimados?
  - ( ) Siempre
  - ( ) La mayoría de las veces
  - ( ) Rara vez
2. ¿Cuáles consideran que son las principales causas de retrasos en las operaciones?  
(Espacio para respuesta abierta)
3. ¿Cómo evalúa el estado de los equipos y herramientas en el área que supervisa?
  - ( ) Excelente
  - ( ) Bueno
  - ( ) Regular
  - ( ) Deficiente
4. ¿Con qué frecuencia se realizan mantenimientos preventivos a los equipos?
  - ( ) Siempre
  - ( ) A veces
  - ( ) Rara vez
5. ¿Considera que la capacitación que reciben los operarios es suficiente para el cumplimiento eficiente de sus tareas?

- ( ) Sí
  - ( ) Parcialmente
  - ( ) No
6. ¿Cómo califica la organización de las áreas de trabajo bajo su supervisión?
- ( ) Muy organizada
  - ( ) Medianamente organizada
  - ( ) Desorganizada
7. ¿Con qué frecuencia se presentan interrupciones en el flujo de trabajo debido a problemas de suministro de materiales?
- ( ) Nunca
  - ( ) A veces
  - ( ) Frecuentemente
8. ¿Qué tan eficiente considera la comunicación entre supervisores y operadores en su área?
- ( ) Muy eficiente
  - ( ) Moderadamente eficiente
  - ( ) Poco eficiente
9. ¿Existen suficientes recursos humanos para cumplir con las metas establecidas en su área?
- ( ) Sí
  - ( ) No
10. ¿Con qué frecuencia se analizan los indicadores de desempeño (KPI) para identificar áreas de mejora?
- ( ) Regularmente
  - ( ) Ocasionalmente
  - ( ) Rara vez
11. ¿Qué tan efectivos son los procedimientos actuales para resolver problemas operativos cuando surgen?
- ( ) Muy efectivos
  - ( ) Moderadamente efectivos
  - ( ) Poco efectivo
12. ¿Considera que las metas de producción asignadas son realistas para el equipo de trabajo bajo su supervisión?
- ( ) Sí
  - ( ) Parcialmente
  - ( ) No
13. ¿Cómo calificaría el nivel de estrés en los operarios debido a las exigencias laborales?
- ( ) Bajo
  - ( ) Moderado
  - ( ) Alto
14. ¿Qué tan satisfecho está con el apoyo recibido por la gerencia para resolver problemas en su área?



- ( ) Muy satisfecho
- ( ) Satisfecho
- ( ) Insatisfecho

15. ¿Qué sugerencias tiene para mejorar la eficiencia operativa en su área?  
*(Espacio para respuesta abierta)*

2. **Comentarios adicionales:**  
*(Espacio libre para sugerencias o ideas)*

### Anexo 3. Encuesta para técnicos de mantenimiento.

#### Formato de encuesta



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA  
FACULTAD CIENCIAS DE INGENIERÍA  
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



#### CUESTIONARIO PARA RECOLECCIÓN DE DATOS

**Objetivo:** recopilar datos detallados y precisos del proceso de producción de empaclado de camarón para identificar ineficiencias, desperdicios, y oportunidades de mejora.

**Propósito:** evaluar el estado de los equipos y las prácticas de mantenimiento actuales.

#### Formato de la encuesta

##### 1. Datos generales

- Nombre:
- Área o equipo asignado:
- Antigüedad como técnico (años):

---

##### 2. Preguntas

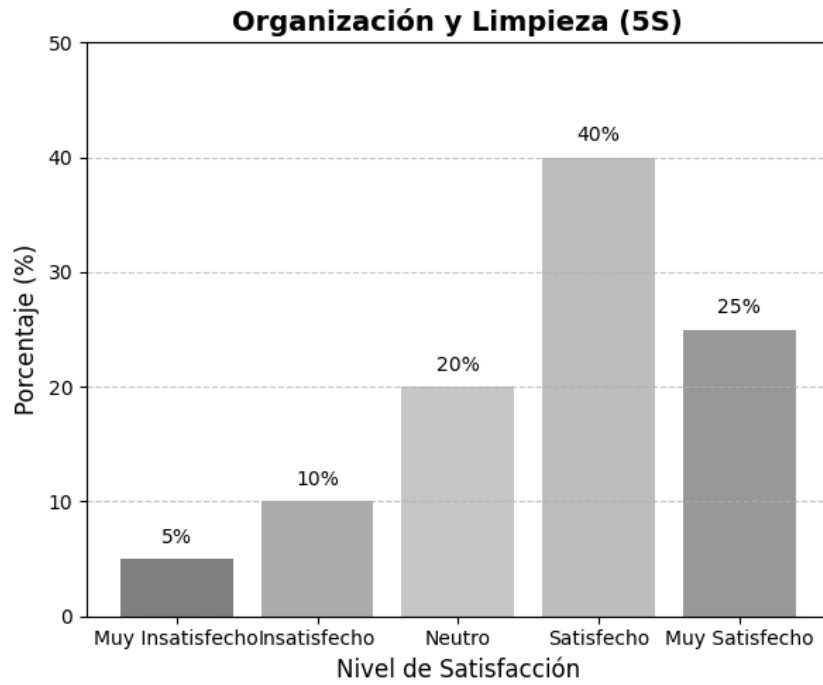
1. ¿Con qué frecuencia realiza mantenimiento a los equipos en su área?
  - ( ) Diario
  - ( ) Semanalmente
  - ( ) Mensualmente
2. ¿Qué porcentaje de fallas en los equipos considera que se deben a un mantenimiento insuficiente?
  - ( ) Menos del 25%
  - ( ) Entre 25% y 50%
  - ( ) Más del 50%
3. ¿Existen repuestos suficientes para reparar los equipos en caso de averías?
  - ( ) Siempre
  - ( ) A veces
  - ( ) Nunca
4. ¿Qué tan frecuentemente se realizan mantenimientos preventivos en su área?
  - ( ) Siempre
  - ( ) A veces
  - ( ) Nunca
5. ¿Considera que cuenta con las herramientas adecuadas para realizar su trabajo?
  - ( ) Sí

- () Parcialmente
  - () No
- 6. ¿Con qué frecuencia los equipos de su área presentan fallas imprevistas?
  - () Nunca
  - () Ocasionalmente
  - () Frecuentemente
- 7. ¿Recibe capacitación periódica para mantenerse actualizado en nuevas técnicas o equipos?
  - () Sí
  - () No
- 8. ¿Qué tan eficiente considera la comunicación entre el equipo de mantenimiento y los operarios?
  - () Muy eficiente
  - () Moderadamente eficiente
  - () Poco eficiente
- 9. ¿Cree que los tiempos asignados para el mantenimiento son suficientes?
  - () Sí
  - () No
- 10. ¿Qué tan claras son las instrucciones o procedimientos para realizar los mantenimientos?
  - () Muy claro
  - () Claras
  - () Poco claras
- 11. ¿Cuántas veces al mes aproximadamente debe atender averías que afectan la producción?  
*(Espacio para respuesta abierta)*
- 12. ¿Cómo califican las condiciones de seguridad al realizar sus tareas de mantenimiento?
  - () Muy buenas
  - () Adecuadas
  - () Deficientes
- 13. ¿Se siente respaldado por la empresa para adquirir los materiales necesarios para reparaciones?
  - () Siempre
  - () A veces
  - () Nunca
- 14. ¿Qué tan satisfecho está con el plan de mantenimiento actual?
  - () Muy satisfecho
  - () Satisfecho
  - () Insatisfecho
- 15. ¿Qué medidas recomendaría para garantizar la continuidad operativa en su área?  
*(Espacio para respuesta abierta)*

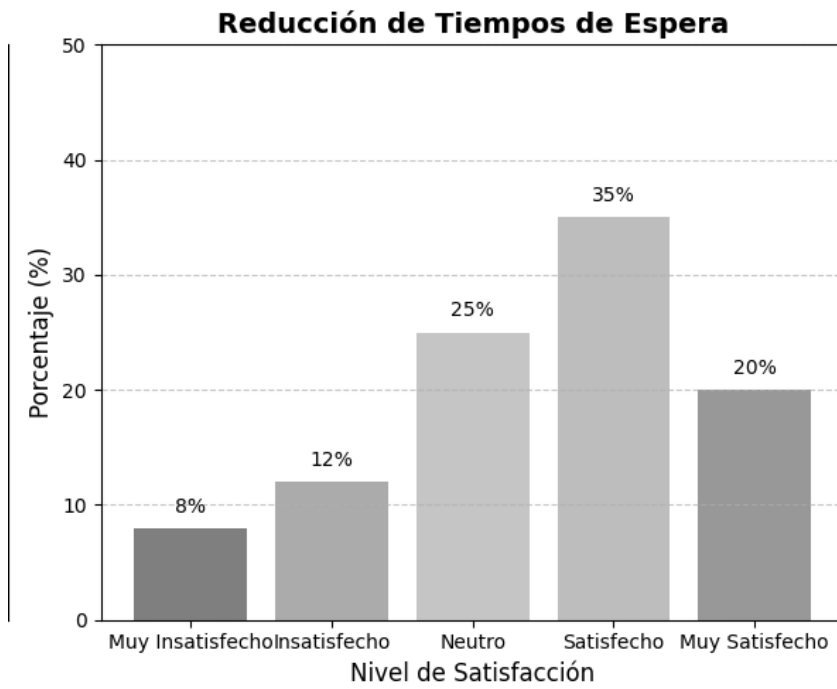
3. **Comentarios adicionales:**

*(Espacio libre para notas o sugerencias)*

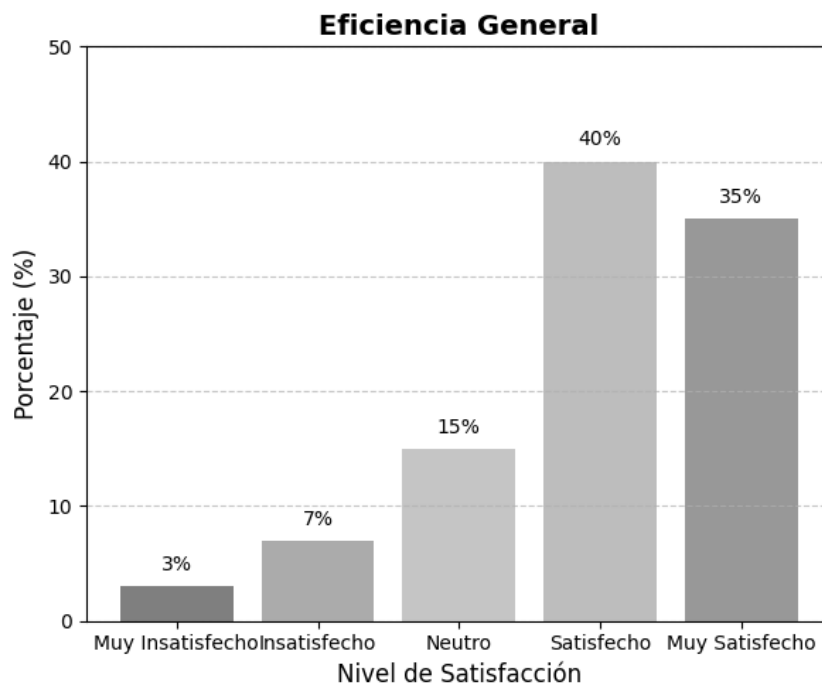
**Anexo 4. Resultados organización y limpieza (5).**



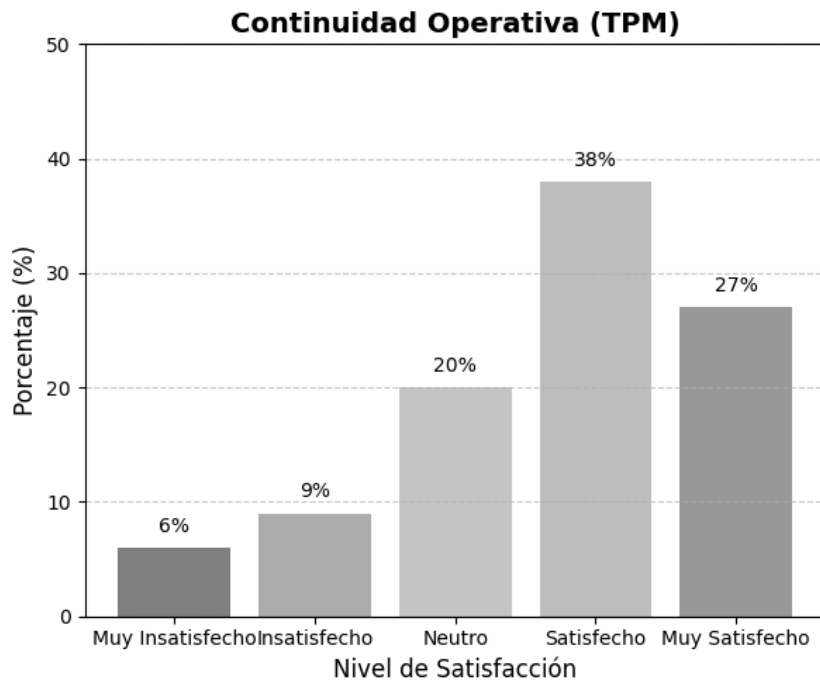
**Anexo 5. Resultados reducción de tiempos de espera.**



**Anexo 6. Resultados eficiencia general.**



**Anexo 7. Resultados de continuidad operativa (TPM).**



## Anexo 8. Matriz de operacionalización de variables.

Título: Optimización de la producción aplicando Lean Manufacturing en la empacadora Nirsa S.A., Porsorja - Ecuador.							
Variable Independiente	Definición Conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Item	Técnicas e Instrumentos	Escala de medición
Lean manufacturing	El lean manufacturing es una metodología cuya función principal es aumentar la productividad, basándose en la eliminación e identificación de procesos que no agregan valor y desperdicios, así como en la estandarización de operaciones y el diseño adecuado de los puestos de trabajo (Valenzuela-Ramos et al., 2023).	Identificación y eliminación de desperdicios y de actividades que no agregan valor en un proceso de producción (Sartía-Yépez et al., 2017)	<p><b>Dimensión 1: VSM;</b> Es una herramienta de Lean Manufacturing adecuada para el análisis y diseño del flujo de materiales e información necesarios para entregar productos a los clientes (Stojanović et al., 2021)</p>	Indicador 1: Tiempos de valor agregado y no agregado	Evaluación de procesos		
			<p><b>Dimensión 2: 5S;</b> Filosofía de la estandarización del lugar de trabajo (Adeodu et al., 2021), la cual consta de las siguientes etapas:                      Seiri: Clasificar, examinar y eliminar herramientas, piezas e instrucciones innecesarias (Flores-Benitez &amp; Núñez-Silva, 2022).                      Seiton: Ordenar o poner a disposición las herramientas o piezas de trabajo por su necesidad (Flores-Benitez &amp; Núñez-Silva, 2022).                      Seiso: Limpiar el lugar de trabajo eliminando materiales innecesarios o peligrosos (Flores-Benitez &amp; Núñez-Silva, 2022).                      Seiketsu: Estandarizar los procedimientos de trabajo (Ortiz-Porras et al., 2022).                      Shitsuke: Mantener siempre el ámbito de la mejora continua en los lugares de trabajo (Ortiz-Porras et al., 2022).</p>	Indicador 2: Nivel de organización en la empresa	Optimización del espacio de trabajo	Encuesta, cuestionario	Cualitativo - Cuantitativo
			<p><b>Dimensión 3: TPM;</b> Denominado como "Mantenimiento Productivo Total", es una técnica basada en la participación activa de los operarios en el mantenimiento preventivo, así como en su colaboración con los técnicos o responsables del mantenimiento en las reparaciones de las máquinas (Mora-Chávez et al., 2022).</p>	Indicador 3: Reducción de tiempos de mantenimiento	Mantenimiento de maquinarias		

Variable Dependiente	Definición Conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Items	Técnicas e Instrumentos	Escala de medición
Optimización de la producción	Implementación de mejoras estratégicas y operativas para reducir costos y maximizar la eficiencia en la producción (Niekurzak et al., 2023).	Evaluación y ajuste de los procesos productivos, como la combinación de herramientas y uso eficiente recursos para eliminar mudas y reducir tiempos (Jablonsky & Skocodopolova 2017).	<p><b>Dimensión 4: Tiempos de producción;</b> se refiere al período que transcurre desde el inicio de un proceso de producción hasta que el producto final está listo para su entrega o uso (Hernández-Vázquez et al., 2021)</p>	Indicador 1: Tiempo promedio de producción o TUP	Seguimiento de la producción		
			<p><b>Dimensión 5: Eficiencia;</b> Mide el rendimiento entre los resultados obtenidos y los resultados deseados o esperados (Valenzuela-Ramos et al., 2023).</p>	Indicador 2: Número de productos terminados	Rendimiento en la línea de producción		
			<p><b>Dimensión 6: Productividad;</b> Mide la relación entre los resultados obtenidos y los recursos utilizados (Hinojosa-Donoso &amp; Cabrera-Armijos, 2022).</p>	Indicador 3: Cantidad de productos terminados al día	Cantidad de producción diaria y mensual	Encuesta, cuestionario	Cuantitativa
			<p><b>Dimensión 7: Capacidad de producción;</b> se refiere a la máxima cantidad de bienes o servicios que una empresa puede producir en un período determinado, utilizando sus recursos disponibles de manera óptima (Adeodu et al., 2021)</p>	Indicador 4: Capacidad productiva proyectada y real	Cantidad de productos por día		

### Anexo 9. Validación de expertos.

VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADORES	ITEMS	Preguntas abiertas	RELACIÓN ENTRE LA VARIABLE Y LA DIMENSIÓN		RELACIÓN ENTRE LA DIMENSIÓN Y EL INDICADOR		RELACIÓN ENTRE EL INDICADOR Y EL ÍTEM		RELACIÓN ENTRE EL ÍTEM Y LA OPCIÓN DE RESPUESTA		OBSERVACIÓN Y/O RECOMENDACIÓN		
					Si	No	Si	No	Si	No	Si	No			
<b>Lean Manufacturing:</b> es un conjunto de principios adoptados por las organizaciones industriales con el objetivo de mejorar el rendimiento de la producción y la satisfacción del cliente, al mismo tiempo que se eliminan los desperdicios (Adeodu et al., 2021)	Sección 1: Herramientas Lean Manufacturing 9	1.VSM - Evaluación de Procesos	1	Describe los tiempos de valor agregado observados en los procesos clave.											
			2	¿Cuáles son los tiempos no agregados más comunes en la línea de producción?											
		2.5S - Organización y Limpieza	3	Evalúe el nivel de organización y limpieza en el área de trabajo según la metodología 5S.											
			4	Proporcione ejemplos de cómo las prácticas 5S han impactado la eficiencia de los											
		3.TPM - Mantenimiento de Maquinarias	5	¿Qué procedimientos de TPM se están implementando actualmente?											
			6	¿Cuál ha sido la reducción en tiempos de mantenimiento desde la implementación de TPM?											
<b>Optimización de la producción:</b> conjunto de estrategias y técnicas utilizadas para mejorar la eficiencia y efectividad de los procesos de producción en una organización. Este concepto engloba la mejora continua en la utilización de recursos, minimización de desperdicios, aumento de la productividad, y mejora de la calidad del producto final, todo mientras se reduce el tiempo y el costo de producción.	Sección 2: Optimización de la producción	4.Tiempos de Producción	7	Registre el tiempo promedio de producción por producto (TUP).											
			8	¿Cuáles son las principales barreras que impiden reducir los tiempos de producción?											
		5.Eficiencia	9	¿Cuántos productos terminados se producen por turno?											
			10	Compare la eficiencia actual con la eficiencia antes de aplicar Lean Manufacturing.											
		6.Productividad	11	¿Cuál es la cantidad promedio de productos terminados al día?											
			12	¿Ha observado un aumento en la productividad desde la implementación de											
		7.Capacidad de Producción	13	¿Cuál es la capacidad productiva proyectada y real de la planta?											
	14		¿Existen discrepancias significativas entre la capacidad proyectada y la real? ¿A qué se deben?												
	Sección 3: Evaluación general de procesos	8.Proceso	15	Describe en detalle el proceso de producción principal.											
			16	¿Cuál es la distancia promedio entre cada proceso en la línea de producción?											
		10.Tiempo de Procesamiento	17	Registre el tiempo de procesamiento total de un ciclo de producción típico.											
		11.Detalle de Tareas	18	Enumere y describa las tareas individuales dentro de cada proceso.											
			19	Proporcione una estimación del tiempo que lleva completar cada tarea principal.											
		13.Distancia entre Tareas	20	Mida la distancia física entre tareas consecutivas en la línea de producción.											
14. Demanda de Entrada		21	¿Cuál es la demanda promedio de entrada para los principales productos?												
15.Demanda de Salida	22	¿Cuál es la demanda promedio de salida para los principales productos?													
16. Maquinaria / Equipo Utilizado	23	Liste la maquinaria y equipo utilizado en los procesos de producción.													
17.Número de Trabajadores	24	¿Cuántos trabajadores están involucrados directamente en la producción?													
18.Capacidad de Producción	25	¿Cuál es la capacidad máxima de producción bajo condiciones óptimas?													
19.Indicadores de Eficiencia	26	¿Qué indicadores de eficiencia utiliza para evaluar los procesos de producción?													



**Anexo 10. Área de producción.**



**Anexo 11. Área de pelado.**



**Anexo 12. Área de almacenamiento.**



**Anexo 13. Área de descabezado.**





## Anexo 14. Validación de instrumento por experto

### Validación de instrumento por Experto 1

**Nombre de instrumento:** Guía de entrevista para el análisis del proceso de producción

**Objetivo:** Conocer datos generales sobre el empaclado de productos

**Dirigido a:** Jefe de producción de NIRSA S.A.

**Apellidos y nombres del evaluador:** Ing. Graciela Celedonia Sosa Bueno, PHD

**Grado académico del experto evaluador:** Dra. Ciencias de la Educación

**Áreas de experiencia profesional:** Profesional (x) Educativa (x)

**Institución dónde labora:** Universidad Estatal Península de Santa Elena

**Tiempo de experiencia profesional en el área:** 24 años

**Valoración:**

Bueno	Regular	Malo
x		

La Libertad, noviembre del 2024

---

Ing. Graciela Celedonia Sosa Bueno, PHD  
C.I: 0910845882  
Experto 1



**Validación de instrumento por Experto 2**

**Nombre de instrumento:** Guía de entrevista para el análisis del proceso de producción

**Objetivo:** Conocer datos generales sobre el empaqueo de productos

**Dirigido a:** Jefe de producción de NIRSA S.A.

**Apellidos y nombres del evaluador:** Herrera Brunett Gerardo Antonio

**Grado académico del experto evaluador:** Ingeniero Industrial, PHD  
Gestión Ambiental

**Áreas de experiencia profesional:** Profesional (x) Educativa (x)

**Institución dónde labora:** Universidad Estatal Península de Santa Elena

**Tiempo de experiencia profesional en el área:** 35 años

**Valoración:**

Bueno	Regular	Malo
X		

La Libertad, Noviembre del 2024

PHD Herrera Bruneet Gerardo Antonio  
C.I: 0909254260  
Experto 2

Validación de instrumento por Experto 3

Nombre de instrumento: Guía de entrevista para el análisis del proceso de producción

Objetivo: Conocer datos generales sobre el empaqueo de productos

Dirigido a: Jefe de producción de NIRSA S.A.

Apellidos y nombres del evaluador: MUÑOZ BRAVO RICHARD EDINSON

Grado académico del experto evaluador: MAGISTER SIG.

Áreas de experiencia profesional: Profesional  Educativa

Institución dónde labora: Universidad Estatal Península de Santa Elena.

Tiempo de experiencia profesional en el área: 12 años.

Valoración:

Bueno	Regular	Malo
X		

La Libertad, noviembre del 2024

C.I. 0922584321  
Experto 3

**Validación de instrumento por Experto 4**

**Nombre de instrumento:** Guía de entrevista para el análisis del proceso de producción

**Objetivo:** Conocer datos generales sobre el empaqueo de productos

**Dirigido a:** Jefe de producción de NIRSA S.A.

**Apellidos y nombres del evaluador:** Ing. Alejandro Crisóstomo Veliz Aguayo PhD.

**Grado académico del experto evaluador:** Doctor en Ciencias Técnicas

**Áreas de experiencia profesional:** Técnica (x) Educativa (x)

**Institución dónde labora:** Universidad Estatal Península de Santa Elena

**Tiempo de experiencia profesional en el área:**

**Valoración:**

Bueno	Regular	Malo
X		

La Libertad, noviembre del 2024



Ing. Alejandro Crisóstomo Veliz Aguayo PhD.

Ci: 0908182280

Experto 4

**Validación de instrumento por Experto 5**

**Nombre de instrumento:** Guía de entrevista para el análisis del proceso de producción

**Objetivo:** Conocer datos generales sobre el empaclado de productos

**Dirigido a:** Jefe de producción de NIRSA S.A.

**Apellidos y nombres del evaluador:** Pirela Añez, Alfonso Elias

**Grado académico del experto evaluador:** Ingeniero Industrial, PHD

**Áreas de experiencia profesional:** Profesional (x) Educativa (x)

**Institucion dónde labora:** Universidad Estatal Península de Santa Elena

**Tiempo de experiencia profesional en el área:** 25 años

**Valoración:**

Bueno	Regular	Malo
X		

La Libertad, Noviembre del 2024

Ing. Pirela Añez Alfonso Elias  
C.I: 0962428074  
Experto 5