ISBN: 978-628-96613-1-6. ISSN: 2414-6390. Digital Object Identifier: https://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2025.1.1.874

Optimizing Efficiency in the Peruvian Food Sector: The Impact of Lean Manufacturing Methodologies

Rodolfo Falconí [1]; Luis Núñez [1]; Eduardo Jiménez [1]
[1] Universidad Nacional de Ingeniería, Perú, *rfalconi@uni.edu.pe, luis.nunez.p@uni.pe, Eduardo.jimenez.d@uni.pe*

***Abstract*– This research article explores the impact of applying Lean Manufacturing methodologies (5S, VSM, SMED, Kaizen, TPM) on the optimization of industrial processes within the Peruvian food industry. A mixed research approach was employed, combining quantitative and qualitative methods to assess the effectiveness of these methodologies in improving productivity, reducing costs, and promoting sustainable practices. The results, illustrated through tables and figures, reveal significant improvements in operational efficiency and waste reduction. A gap is identified between the potential of Lean Manufacturing and its actual implementation, attributed to organizational and technological barriers. Finally, specific recommendations are presented to promote the adoption of these methodologies in the sector, considering both technological and organizational aspects.**

***Keywords*-- Lean Manufacturing, process optimization, operational efficiency, food industry, sustainability.**

Optimizando la Eficiencia en el Sector Alimentario Peruano: El Impacto de las Metodologías Lean Manufacturing

Rodolfo Falconí [1]; Luis Núñez [1]; Eduardo Jiménez [1]
[1] Universidad Nacional de Ingeniería, Perú, *rfalconi@uni.edu.pe, luis.nunez.p@uni.pe, Eduardo.jimenez.d@uni.pe*

Resumen– ***Este artículo de investigación explora el impacto de la aplicación de las metodologías Lean Manufacturing (5S, VSM, SMED, Kaizen, TPM) en la optimización de procesos industriales dentro del sector alimentario peruano. Se empleó un enfoque de investigación mixto, combinando métodos cuantitativos y cualitativos para evaluar la efectividad de estas metodologías en la mejora de la productividad, la reducción de costos y la promoción de prácticas sostenibles. Los resultados, ilustrados mediante tablas y figuras, revelan mejoras significativas en la eficiencia operativa y la reducción de desperdicios. Se identifica una brecha entre el potencial de Lean Manufacturing y su implementación real, atribuible a barreras organizacionales y tecnológicas. Finalmente, se presentan recomendaciones específicas para promover la adopción de estas metodologías en el sector, considerando aspectos tanto tecnológicos como organizacionales.***

Palabras clave-- ***Lean Manufacturing, optimización de procesos, eficiencia operativa, industria alimentaria, sostenibilidad.***

I. Introducción

El sector alimentario peruano enfrenta crecientes desafíos para mejorar la eficiencia, la sostenibilidad y la competitividad en un mercado global cada vez más exigente. La gestión ineficiente de los procesos productivos, caracterizada por altos niveles de desperdicio, ineficiencias operativas y una limitada adopción de tecnologías avanzadas, impacta negativamente en la rentabilidad y el crecimiento del sector, dificultando su capacidad para competir en mercados nacionales e internacionales.

Las metodologías Lean Manufacturing (LM), con su enfoque en la eliminación sistemática de desperdicios y la mejora continua, ofrecen un alto potencial para optimizar estos procesos. Este estudio analiza el impacto de la implementación de LM (5S, VSM, SMED, Kaizen, TPM) en el sector alimentario peruano, identificando tanto sus beneficios como las barreras para su adopción. Asimismo, se presentan estrategias y recomendaciones prácticas para facilitar su implementación, promoviendo su efectividad y contribuyendo al fortalecimiento de la competitividad en la industria.

II. Metodología

Se empleó una metodología de investigación mixta, combinando métodos cuantitativos y cualitativos para obtener una visión completa del problema y sus posibles soluciones.

A. Recopilación de Datos Cuantitativos

Se utilizaron datos secundarios de diversas fuentes, incluyendo informes de producción de empresas del sector alimentario, estadísticas oficiales de organismos como el Ministerio de Agricultura y Riego (MIDAGRI), y estudios de casos publicados. Este enfoque se centra en la medición de indicadores clave de rendimiento (KPIs), detallados en la Tabla I, que resumen su relevancia y fuentes de datos.

TABLA I
Resumen de los KPI utilizados y sus Fuentes De Datos

Categoría	KPI	Resumen	Fuente de Datos
Eficiencia Operativa	Tasa de cumplimiento de pedidos	Porcentaje de pedidos entregados a tiempo.	[1]
	Tiempos de ciclo	Tiempo total del proceso productivo.	[3]
	Tiempos de cambio maquinaria	Tiempo para ajustes o cambios en línea.	[1]
	Tasa de producción	Cantidad producida por unidad de tiempo.	[3]
Sostenibilidad	Consumo de energético	Energía consumida en MJ/kg.	[7]
	Índice de reducción de desperdicios	Progreso en reducción de pérdidas.	[8]
	Porcentaje de merma	Proporción de material perdido	[2], [6]
Impacto Social	Índice de inseguridad alimentaria	Porcentaje de hogares afectados.	MIDIS-MIDAGRI-WFP Sede Perú

B. Recopilación de Datos Cualitativos

Se realizó una revisión exhaustiva de la literatura sobre la implementación de Lean Manufacturing en el sector alimentario. Este análisis incluyó un estudio detallado de casos y experiencias prácticas, lo que permitió identificar las principales barreras para la adopción de estas metodologías.

En la Fig. 1, se destacan factores clave como las limitaciones económicas, el déficit de liderazgo y formación en calidad, la falta de estandarización en los procesos, el conocimiento insuficiente de la metodología, la falta de

compromiso de la alta dirección y la resistencia al cambio. Estos obstáculos representan desafíos críticos que dificultan la implementación efectiva de Lean Manufacturing.

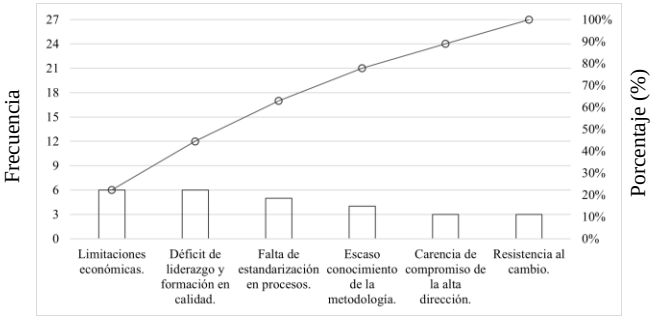

Fig. 1 Principales limitantes para la implementación de Lean Manufacturing.

III. Resultados

El análisis de los datos cuantitativos y cualitativos recopilados revela mejoras significativas tras la implementación de las metodologías Lean Manufacturing en el sector alimentario peruano. A continuación, se presentan los principales hallazgos organizados por cada herramienta:

A. Método de las 5S

Esta metodología se enfoca en optimizar los espacios de trabajo y eliminar actividades sin valor agregado, impactando positivamente en la productividad y la sostenibilidad de las operaciones. El análisis de los resultados obtenidos, a partir de la implementación del método de las 5S en el sector alimentario peruano, evidencia mejoras significativas en la organización, la eficiencia operativa y la reducción de desperdicios.

En el procesamiento de carnes rojas, un estudio reportó una reducción del 52,2 % en las mermas tras la implementación de 5S y Kaizen [2]. Este caso demuestra que la optimización del manejo de materiales y las mejoras en las condiciones de almacenamiento pueden disminuir significativamente las pérdidas económicas derivadas de una manipulación inadecuada de los productos.

Asimismo, en la producción de pulpas de frutas, la implementación de Lean Manufacturing, particularmente con 5S, generó un incremento del 25 % en la eficiencia operativa y una reducción del 15 % en los costos de producción. De manera similar, en la industria láctea peruana, se evidenció que la reorganización de los espacios mediante 5S permitió optimizar el tiempo de búsqueda de herramientas y materiales, lo que se tradujo en una disminución del 15 % en los desperdicios operativos y un aumento del 20 % en la productividad [4].

En la Fig. 2, se presentan los resultados obtenidos en el proceso de embolsado de pulpa de maracuyá tras aplicar 5S y rediseñar la línea de producción. Como se observa, el tiempo improductivo disminuyó de un 19% a un 4.4%, mientras que el tiempo requerido para el llenado pasó de 9.42 segundos a 6.28 segundos. Estas mejoras además de aumentar la capacidad de producción en un 54%, pasando de 6,290 kg a 9,702 kg, también reducen los costos laborales mediante la disminución del número de operadores por línea.

EMBOLSADO DE PULPA DE MARACUYÁ 0.25 KG

		SITUACIÓN INICIAL	DESPUÉS
Horas por turno		9 horas	9 horas
Tiempo de incidencias		1.7 horas	0.4 horas
Seg disponibles por turno		26,280.00	30,960.00
Horas Perdidas		1.7	0.4
Tiempos Improductivos			
	Incidencias	11.1%	2.2%
	Reprocesar PNC	8%	2.2%
	TOTAL	19%	4.4%
TIEMPOS ESTÁNDAR (USP)			
Operaciones		ANTES	DESPUÉS
OP1	Habilitar bolsas	4.24	4.11
OP2	Llenado	9.42	6.28
OP3	Pesado	8.69	6.27
OP4	Sellado	6.30	6.21
OP5	Plaqueado	4.11	4.08

Fig. 2 Impacto de la implementación de 5S en el proceso de embolsado de pulpa de maracuyá.

Finalmente, en el caso de una planta de producción de galletas, se reportó que la implementación de 5S contribuyó a un aumento del 91.52 % en el desempeño laboral y un incremento de 8,500 unidades en la producción diaria [5]. Este logro se atribuyó a una mejora en la organización y el orden en el área de trabajo, lo que redujo los tiempos de preparación y facilitó una mayor productividad.

B. Mapeo de Flujo de Valor

El Mapeo de Flujo de Valor (VSM) es una herramienta clave dentro de Lean Manufacturing para identificar y eliminar actividades sin valor agregado, optimizar los tiempos de ciclo y mejorar la eficiencia operativa en los procesos productivos. En el sector alimentario peruano, su implementación ha permitido identificar cuellos de botella y reorganizar flujos de trabajo, logrando mejoras significativas tanto en productividad como en sostenibilidad.

Destacándose el estudio realizado en una empresa peruana de producción de pulpas de frutas, mediante VSM se identificaron etapas del proceso de producción que incluían actividades de almacenamiento intermedio y tiempos de espera innecesarios [3]. Estas actividades, al carecer de aporte al valor al producto final, fueron eliminadas o reorganizadas, logrando una reducción del 30 % en el tiempo de ciclo de producción y un aumento del 25 % en la eficiencia operativa. Además, la producción se volvió más fluida, reduciendo el consumo energético asociado a tiempos de espera y la dependencia de refrigeración adicional.

En la Fig. 3 se presenta una comparación de los indicadores clave antes y después de la implementación de VSM en tres líneas de productos: pulpas de fruta, galletas y leche evaporada. Los resultados muestran un aumento en la productividad para todos los productos, siendo más notorio en las galletas, donde se incrementó de 2000 a 2400 unidades por día. Asimismo, la efectividad, medida como la reducción en el porcentaje de

defectos, mejoró significativamente en las pulpas de fruta y la leche evaporada, mientras que las galletas mantuvieron un nivel estable. Por último, se observa un incremento notable en la eficiencia, alcanzando niveles del 95 % para las pulpas de fruta y del 87 % para la leche evaporada.

Indicador	Pulpas de fruta (Antes)	Pulpas de fruta (Después)	Galletas (Antes)	Galletas (Después)	Leche Evaporada (Antes)	Leche Evaporada (Después)
Productividad (unidades/dia)	1000	1300	2000	2400	1500	1650
Efectividad (% de defectos)	10	7	12	10	8	7
Eficiencia (% de mejora)	70	95	60	80	75	87

Fig. 3 Comparación de Indicadores Clave antes y después de la Implementación de VSM.

Además de su impacto en la eficiencia, el uso del VSM ha contribuido a mejorar la sostenibilidad. Por ejemplo, en empresas procesadoras de productos lácteos, el VSM permitió disminuir el consumo energético al reducir las etapas improductivas, optimizando tanto los costos operativos como el impacto ambiental de las operaciones. Este enfoque resulta especialmente relevante en la industria alimentaria, donde los estándares de calidad e inocuidad exigen adaptaciones específicas en las herramientas de Lean Manufacturing.

Por otro lado, en un análisis comparativo con otros sectores, se observa que el VSM es una de las herramientas más utilizadas a nivel global por pequeñas y medianas empresas (PYMEs). Según Sundararajan y Terkar (2022), en India se logró un incremento del 116% en la productividad de las PYMES mediante la aplicación de VSM y Kaizen. De manera similar, Shi et al. (2020) reportaron un aumento del 75% en la eficiencia de 671 PYMES en China gracias al uso de Lean Manufacturing. Estos resultados reflejan la capacidad del VSM para adaptarse a diversas industrias y contextos productivos.

C. Método SMED

La implementación de la técnica SMED (Single-Minute Exchange of Die) ha demostrado ser clave para reducir significativamente los tiempos de cambio en equipos y líneas de producción, optimizando el uso de recursos y mejorando la capacidad productiva en la industria alimentaria peruana.

Uno de los casos más destacados, como se mencionó previamente, es el estudio realizado en una planta de producción de galletas. Antes de la implementación de SMED, los cambios de formato en la línea de producción tomaban hasta 30 minutos, lo que limitaba la capacidad productiva y generaba pérdidas económicas. Con la aplicación de esta metodología, los tiempos de cambio se redujeron a menos de 10 minutos, lo cual permitió un incremento del 20 % en la productividad [5]. Además, esta mejora además de impactar la frecuencia de producción, también contribuyó a la reducción del consumo de energía al minimizar los periodos de espera en las líneas de producción.

De forma similar, en la industria de alimentos procesados, el uso de SMED logró reducir los tiempos de cambio de maquinaria de 18.55 minutos a 8.85 minutos, facilitando un incremento de la capacidad productiva sin necesidad de realizar inversiones significativas en infraestructura adicional. Esto resalta la efectividad de SMED como una herramienta estratégica para optimizar recursos y maximizar la competitividad de las empresas en el sector.

En el caso de producción de pulpas de fruta, se reportó que la implementación de SMED, junto con otras herramientas Lean como 5S y Value Stream Mapping (VSM), permitió tanto disminuir los tiempos de cambio, como también aumentar la capacidad productiva en un entorno donde los cuellos de botella limitaban la eficiencia operativa [3]. Esta combinación de herramientas Lean refuerza la adaptabilidad de SMED a diversos tipos de procesos productivos.

En la Fig. 4 se presentan los resultados obtenidos en la reducción de tiempos de cambio tras la implementación de SMED en diferentes casos de estudio. Como se observa, esta herramienta fue fundamental para eliminar tiempos improductivos, aumentando la capacidad productiva y disminuyendo los costos asociados al consumo de energía y los tiempos de ajuste en las líneas de producción.

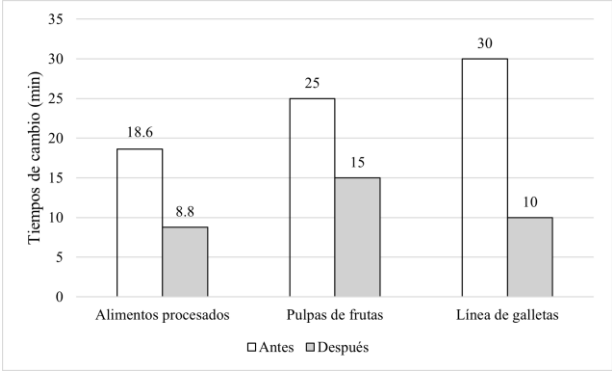

Fig. 4 Comparación de Tiempos de Cambio con SMED

Además de la mejora en eficiencia operativa, la aplicación de SMED contribuyó a una gestión más precisa de inventarios. Al reducir los tiempos de cambio, las empresas pudieron alinear mejor la producción con la demanda real del mercado, disminuyendo el sobrestock a solo un 5%. Esta optimización en la planificación y el control de inventarios ha sido clave para mejorar la sostenibilidad operativa y económica.

D. Método Kaizen

La implementación de Kaizen, una metodología orientada a la mejora continua ha sido fundamental para fomentar cambios sostenibles y significativos en la eficiencia y productividad del sector alimentario peruano. Esta herramienta, en combinación con otras metodologías Lean como las 5S y SMED, ha permitido optimizar los procesos productivos al

eliminar actividades sin valor agregado y mejorar la gestión operativa.

El análisis de la reducción de desperdicios dentro del procesamiento de carnes rojas, previamente abordado en el método de las 5S, resalta el papel complementario de Kaizen en la mejora continua del proceso [2]. Este resultado evidencia cómo estas herramientas pueden abordar causas críticas de desperdicio, como la manipulación incorrecta y las condiciones de almacenamiento. Antes de la implementación, estas causas representaban el 35% y 25% de la merma total, respectivamente. Tras aplicar Kaizen, estas proporciones se redujeron significativamente, alcanzando un 15% del total.

Otro impacto relevante de Kaizen es su contribución a la productividad. En la empresa "Industrias Alimentarias Nor Oriente Peruano EIRL", la aplicación de Kaizen permitió reorganizar los procesos productivos, lo que resultó en una reducción del tiempo de ciclo de producción de 163 a 135 minutos. Este ajuste permitió que el flujo de trabajo fuera más ágil, que optimizó el uso de recursos y redujo los tiempos muertos, logrando una operación más eficiente y efectiva.

Además, Kaizen ha demostrado ser adaptable a los estándares de calidad y seguridad alimentaria requeridos en el sector. Esta flexibilidad permite a las empresas garantizar la inocuidad de los alimentos procesados mientras mejoran la productividad. Las estrategias derivadas de Kaizen también fomentan una cultura organizacional basada en la mejora continua, lo que refuerza la sostenibilidad y competitividad a largo plazo.

En la Fig. 5, se presenta un gráfico que muestra el número de mejoras implementadas por los empleados tras la aplicación de Kaizen. Los resultados reflejan un incremento sostenido en la participación y compromiso del personal, lo que ha sido clave para sostener las mejoras logradas. Este enfoque participativo ha optimizado procesos específicos, y mejorado la moral del equipo y generado un ambiente de trabajo más colaborativo.

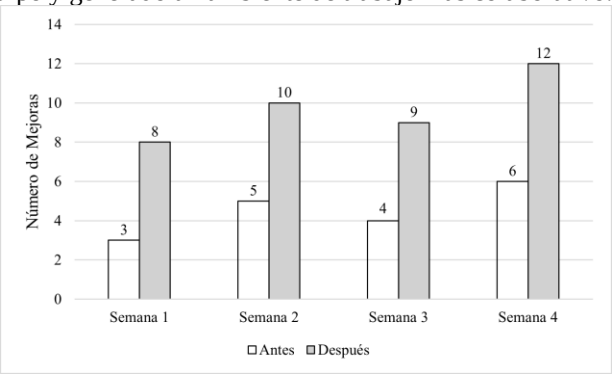

Fig. 5 Incremento en Mejoras Implementadas con Kaizen

La diversidad en los enfoques de implementación resalta las capacidades de Kaizen para adaptarse a diferentes contextos y necesidades. Mientras algunas empresas se enfocan en áreas específicas, como la reducción de tiempos de cambio con SMED o la mejora de orden y limpieza mediante 5S, otras integran Kaizen de manera más amplia para fomentar una cultura de mejora continua. Esto demuestra que Kaizen es una técnica, y que también es un motor estratégico que impulsa el desarrollo sostenible del sector alimentario.

E. Mantenimiento Productivo Total

La implementación del Mantenimiento Productivo Total (TPM) ha demostrado ser una estrategia clave para mejorar la disponibilidad y la eficiencia de los equipos en la industria alimentaria peruana. Esta metodología se enfoca en el mantenimiento preventivo y predictivo, minimizando los tiempos de inactividad y optimizando la capacidad productiva.

Un caso destacado es el estudio que analizó la aplicación de TPM en una empresa de producción de leche evaporada en Lima. La implementación de esta estrategia permitió reducir las paradas imprevistas y aumentar la disponibilidad de los equipos en un 15 %, lo que contribuyó a un incremento del 12 % en la eficiencia operativa [4]. Estos resultados validan que un enfoque estructurado en el mantenimiento es esencial para reducir pérdidas operativas y mantener una producción estable.

La Tabla II presenta los resultados obtenidos tras la implementación de TPM, evidenciando la reducción en los tiempos de inactividad de la maquinaria. Gracias a esta metodología, se logró una operación más continua y menos propensa a interrupciones, optimizando tanto los recursos técnicos, como el uso de la mano de obra. Este enfoque permitió aumentar la capacidad productiva y reducir los costos operativos asociados a la ineficiencia y al uso incorrecto de los equipos.

TABLA II
REDUCCIÓN EN TIEMPOS DE INACTIVIDAD CON TPM

Indicador	Antes del TPM	Después de TPM	Mejora (%)
Tiempos de inactividad	10 horas/semana	6 horas/semana	40%
Disponibilidad de equipos	85%	97%	97%
Eficiencia operativa	75%	75%	12%

Además de mejorar la productividad, el TPM contribuyó significativamente a la sostenibilidad de las operaciones al optimizar el uso de recursos y reducir los desperdicios. Este impacto es consistente con estudios previos que destacan que herramientas Lean como 5S y TPM permiten: alcanzar metas de eficiencia operativa, y alinear las operaciones con los objetivos de sostenibilidad ambiental y económica [4].

Un aspecto clave del TPM es su impacto en la cultura organizacional. La metodología fomenta una mentalidad de orden, disciplina y mantenimiento proactivo entre los empleados, lo que apoya la sostenibilidad de las mejoras a largo plazo. Este enfoque integrado refuerza la importancia de la participación del personal en las actividades de mantenimiento, promoviendo una mayor responsabilidad en el uso y cuidado de los equipos.

En comparación con otras herramientas Lean, como VSM y SMED, el TPM se destaca particularmente en la producción de leche evaporada por su capacidad para abordar los retos asociados con las paradas imprevistas. Este enfoque se traduce

en un sistema de producción más estable y confiable, que es esencial para garantizar la calidad e inocuidad de los alimentos procesados.

IV. Diagnóstico

A pesar de los resultados positivos obtenidos con la implementación de Lean Manufacturing en el sector alimentario peruano, aún persisten diversas barreras que limitan su adopción y consolidación. El diagnóstico revela los siguientes desafíos clave:

A. Resistencia al Cambio Organizacional

La resistencia al cambio por parte de los empleados y la falta de liderazgo y compromiso por parte de la dirección obstaculizan la implementación de estas metodologías. Esta resistencia se manifiesta en una baja participación en iniciativas de mejora continua y una falta de alineación con los objetivos organizacionales.

B. Limitaciones Tecnológicas

La falta de tecnologías avanzadas y la obsolescencia de los equipos utilizados en los procesos productivos dificultan la optimización total de los recursos. Este problema es especialmente relevante en pequeñas y medianas empresas (PYMEs), que enfrentan restricciones para invertir en herramientas tecnológicas modernas que potencien las metodologías Lean.

C. Falta de Capacitación

La escasez de programas de capacitación y formación en las metodologías Lean Manufacturing dificulta su implementación eficaz. Esto genera un desconocimiento generalizado entre los empleados y niveles directivos sobre los principios y beneficios de estas herramientas, lo que impacta negativamente en su aplicación.

D. Limitaciones Económicas

Las limitaciones de recursos económicos en las empresas del sector dificultan la implementación de cambios profundos en los procesos productivos y operativos. Muchas organizaciones carecen de la capacidad financiera necesaria para cubrir los costos iniciales asociados a la adopción de herramientas Lean, como la adquisición de nuevos equipos, la reestructuración de espacios o la contratación de consultores especializados.

E. Estándares de Calidad e Inocuidad

La rigidez de los estándares de calidad e inocuidad en el sector alimentario presenta retos adicionales para la adaptación de herramientas Lean Manufacturing. Las empresas deben equilibrar los requisitos normativos con la optimización de sus procesos, lo que a menudo genera conflictos entre los objetivos de eficiencia y cumplimiento.

V. Conclusiones

Se demuestra que la implementación de metodologías Lean Manufacturing, específicamente herramientas como TPM, SMED, 5S, VSM y Kaizen, ha generado mejoras significativas en la productividad, la eficiencia operativa, la sostenibilidad y el rendimiento económico del sector alimentario peruano. Estas metodologías han optimizado procesos industriales, reduciendo tiempos de ciclo, costos y actividades sin valor agregado, incrementando así la capacidad de respuesta de las empresas frente a un mercado global competitivo.

Además, la aplicación de Lean Manufacturing ha contribuido a una disminución en el consumo energético y la generación de residuos, promoviendo un uso más responsable de los recursos naturales y respondiendo a la creciente necesidad de sostenibilidad en la industria alimentaria. A su vez, ha mejorado la calidad de los productos al reducir defectos, incrementar la satisfacción del cliente y cumplir con estándares de inocuidad y calidad.

Sin embargo, la adopción generalizada de estas metodologías enfrenta barreras importantes, como la resistencia al cambio organizacional, la falta de capacitación, limitaciones económicas y tecnológicas. Superar estos desafíos es esencial para garantizar la sostenibilidad de las mejoras logradas y fomentar una implementación más amplia de Lean Manufacturing en el sector.

En conjunto, este estudio evidencia que Lean Manufacturing además de optimizar los procesos productivos, también representa un enfoque estratégico clave para impulsar la competitividad, sostenibilidad y desarrollo a largo plazo del sector alimentario peruano.

VI. Recomendaciones

Con base en los resultados obtenidos, el diagnóstico realizado y la metodología aplicada, se presentan las siguientes recomendaciones para facilitar y fortalecer la implementación de Lean Manufacturing (LM) en el sector alimentario peruano:

A. Desarrollo de Capacidades y Formación

Implementar programas de capacitación continua sobre herramientas de LM (como 5S, Kaizen, SMED, TPM y VSM) dirigidos a todos los niveles de la organización, desde operarios hasta la alta dirección. Estos programas deben enfocarse en desarrollar habilidades prácticas y promover una cultura de mejora continua. Además, es crucial que la capacitación esté acompañada de materiales específicos adaptados a las características del sector alimentario.

B. Compromiso de la Alta Dirección

Fomentar el liderazgo activo y el compromiso de la alta dirección en la adopción de LM. Esto incluye la asignación de recursos económicos y humanos, así como la comunicación constante de los beneficios asociados a la metodología para

motivar y alinear a toda la organización con los objetivos estratégicos.

C. Estrategias para Superar la Resistencia al Cambio

Diseñar y ejecutar planes de gestión del cambio que incluyan actividades de sensibilización, involucramiento temprano de los empleados y comunicación clara sobre los beneficios de LM. Es fundamental fomentar un ambiente participativo y abierto, donde se valore la contribución de los empleados en el proceso de mejora.

D. Medición y Seguimiento de Indicadores

Definir y monitorear indicadores clave de desempeño (KPIs) relacionados con eficiencia operativa, sostenibilidad e impacto social, como los presentados en la Tabla I. Este seguimiento permitirá evaluar los avances logrados, identificar áreas de oportunidad y ajustar estrategias cuando sea necesario.

E. Acceso a Financiamiento para la Implementación

Facilitar el acceso a mecanismos de financiamiento público y privado que permitan a las empresas, especialmente a las pequeñas y medianas, afrontar los costos iniciales de implementación. Esto podría incluir subsidios para la adquisición de equipos, consultoría especializada o formación del personal.

F. Adopción de Tecnologías Sostenibles

Promover la integración de tecnologías avanzadas que complementen las herramientas de LM, como sensores para monitoreo en tiempo real, software de análisis de datos y sistemas de mantenimiento predictivo. Estas tecnologías optimizan procesos, y también contribuyen a la sostenibilidad al reducir el consumo energético y los desperdicios.

G. Fortalecimiento de Alianzas Estratégicas

Establecer colaboraciones entre empresas, universidades y organismos gubernamentales para compartir conocimientos, mejores prácticas y recursos. Estas alianzas pueden generar sinergias importantes para la implementación de proyectos conjuntos en Lean Manufacturing.

AGRADECIMIENTO/RECONOCIMIENTO

Los autores desean expresar su más profundo agradecimiento a la Facultad de Ingeniería Industrial y de Sistemas de la Universidad Nacional de Ingeniería, por las facilidades otorgadas y al equipo de trabajo para realizar esta investigación.

REFERENCES

[1] D. Silva, R. Campoblanco y C. León, *Modelo de gestión de producción para reducir el incumplimiento de pedidos en pymes peruanas de confección a través de 5S, SMED y herramientas de estandarización*, Proceedings of the LACCEI International Multi-conference for Engineering, Education and Technology, vol. 1, núm. 1, pp. 1–8, 2022. https://doi.org/10.18687/LEIRD2022.1.1.73

[2] O. E. Villalobos Paz, *Implementación de lean management para reducir la merma en la categoría de carnes rojas de una cadena de supermercados,* Universidad San Ignacio de Loyola, 2023. https://repositorio.usil.edu.pe/entities/publication/f63c81f4-ba68-4ca1-a44c-f504a531e6a9.

[3] A. Rodríguez Cubas *Aplicación de herramientas lean manufacturing para incrementar la capacidad de producción en una empresa de alimentos.* Universidad San Ignacio de Loyola, 2023. https://repositorio.usil.edu.pe/entities/publication/8f51b7b8-2d21-4f06-9c7c-0454ec0e41a8

[4] E. W. Navarro Malca *Lean Manufacturing: TPM para mejorar la productividad de una empresa de leche evaporada*, Lima 2021. https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/72744

[5] G. A. Abad Villegas y D. L. Castañeda Cotrina *Propuesta de Lean Manufacturing para incrementar la productividad de la línea de producción de galletas en la empresa Industrias Alimentarias Nor Oriente Peruano, 2021*. https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/29691

[6] C. A. Calderón Ordóñez, *Aplicación de Lean Daily Management System en una planta de galletas para la mejora continua de los estándares de producción línea piloto*, Pontificia Universidad Católica del Perú, 2021. https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio//handle/20.500.12404/20853

[7] O. Corigliano y A. Algieri, *A comprehensive investigation on energy consumptions, impacts, and challenges of the food industry*, *Elsevier*, vol. 23, 2024. https://doi.org/10.1016/j.ecmx.2024.100661

[8] N. Sundararajan y R. Terkar, *Improving productivity in fastener manufacturing through the application of Lean-Kaizen principles*, Materials Today: Proceedings, vol. 62, no. 2, 2022, pp. 1169–1178. https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.04.350

[9] R. Torres, *Casos de éxito de Lean Manufacturing en PYMES: Una revisión de la literatura*, Revista de investigación científica Huamachuco, vol. 1, no. 1, 2023, pp. 47-56. https://doi.org/10.61709/huamachuco.v1i1.5