

Implementation of Lean Manufacturing Tools in Inventory Management at Agro Marsa S.A.C, Chimbote, 2026

Arrestegui-Gomez Gabriel Isaac, Industrial Engineering Student¹; Torres-Velásquez Julio Winston, Master in Operations and Supply Chain Management²

^{1,2}Universidad Tecnológica del Perú, Perú, U20215882@utp.edu.pe, c23976@utp.edu.pe

Abstract— *The objective of this research was to determine the impact of Lean Manufacturing tools on inventory management at Agro Marsa S.A.C. in Chimbote during 2026. The identified problems included recurrent stockouts and a critical accumulation of obsolete products. Using a quantitative approach and a longitudinal pre-experimental design, a census population of 79 products was intervened. The implementation integrated ABC classification to prioritize the catalog, 5S methodology to standardize the warehouse, and a Kanban system to regulate the technical replenishment of high-turnover products. The results showed a significant reduction in product obsolescence, dropping from 15.39% to 6.43% (a 58.2% improvement). Similarly, the service level increased from 84.06% to 95.70%. Financial analysis validated the project's feasibility with a Net Present Value (NPV) of S/ 10,938.63 and a benefit-cost ratio of 1.64, achieving investment recovery in 11.15 months. It is concluded that the transition to technical management based on Lean significantly optimizes logistical efficiency and organizational profitability.*

Keywords— *Lean Manufacturing, Inventory Management, ABC Classification, Kanban, 5S Methodology.*

Implementación de herramientas Lean Manufacturing en la gestión de inventarios en Agro Marsa S.A.C, Chimbote, 2026

Arrestegui-Gomez Gabriel Isaac, Estudiante de Ingeniería Industrial¹; Torres-Velásquez Julio Winston, Magister en Dirección de Operaciones y Cadena de Abastecimiento²

^{1,2}Universidad Tecnológica del Perú, Perú, U20215882@utp.edu.pe, c23976@utp.edu.pe

Resumen— *El objetivo de esta investigación fue determinar el impacto de las herramientas Lean Manufacturing en la gestión de inventarios de la empresa Agro Marsa S.A.C. en Chimbote durante el año 2026. La problemática identificada incluyó quiebres de stock recurrentes y una acumulación crítica de productos obsoletos. Bajo un enfoque cuantitativo y un diseño preexperimental de corte longitudinal, se intervino una población censal de 79 productos. La implementación integró la clasificación ABC para priorizar el catálogo, la metodología 5S para estandarizar el almacén y el sistema Kanban para regular el reabastecimiento técnico de los productos de mayor rotación. Los resultados evidenciaron una reducción significativa de la obsolescencia de productos, pasando de un 15.39% a un 6.43% (mejora del 58.2%). Asimismo, el nivel de servicio se incrementó del 84.06% al 95.70%. El análisis financiero validó la viabilidad del proyecto con un Valor Actual Neto (VAN) de S/ 10,938.63 y una relación beneficio-costos de 1.64, logrando la recuperación de la inversión en 11.15 meses. Se concluye que la transición hacia una gestión técnica basada en Lean optimiza significativamente la eficiencia logística y la rentabilidad organizacional*

Palabras clave— *Lean Manufacturing, Gestión de inventarios, Clasificación ABC, Kanban, Metodología 5S.*

I. INTRODUCCIÓN

La gestión eficiente de inventarios constituye un factor crítico para la sostenibilidad y competitividad de las organizaciones del sector comercial, especialmente en mercados caracterizados por alta variabilidad de la demanda y limitada capacidad financiera [1]. Los inventarios representan una inversión significativa de capital de trabajo, por lo que su administración inadecuada puede generar consecuencias adversas, como acumulación de productos obsoletos, incremento de costos operativos y pérdida de oportunidades comerciales debido a quiebres de stock [2], [3]. En este contexto, las empresas requieren adoptar enfoques técnicos que les permitan optimizar el control de sus existencias y mejorar su desempeño operativo.

En el sector agrícola, esta problemática adquiere mayor relevancia debido a la naturaleza perecible de muchos productos, así como a la sensibilidad de la demanda frente a factores estacionales y económicos. En el Perú, el crecimiento del sector agrícola ha impulsado el desarrollo de empresas dedicadas a la comercialización de insumos y productos agrícolas, contribuyendo significativamente a la economía nacional y al abastecimiento del mercado interno [4]. Sin embargo, el sostenimiento de este crecimiento depende en gran medida de la capacidad de las organizaciones para gestionar

eficientemente sus inventarios y garantizar la disponibilidad oportuna de los productos.

En ciudades como Chimbote, empresas comercializadoras como Agro Marsa S.A.C. desempeñan un papel importante en la cadena de suministro agrícola, facilitando el acceso a productos necesarios para el desarrollo de las actividades productivas de la región. No obstante, muchas de estas empresas continúan utilizando métodos empíricos de control de inventarios, basados principalmente en la experiencia del personal y en registros manuales, lo que limita la precisión en la toma de decisiones y aumenta la probabilidad de errores operativos [5]. Estas limitaciones generan ineficiencias que afectan directamente la rentabilidad y la calidad del servicio.

A nivel nacional, diversas pequeñas y medianas empresas presentan deficiencias en la gestión de sus inventarios, evidenciadas en la acumulación de productos obsoletos, la falta de criterios técnicos para la clasificación de existencias y la ausencia de mecanismos estructurados de reaprovisionamiento [6]. Estas condiciones incrementan los costos de almacenamiento, reducen la rotación de inventarios y afectan la capacidad de respuesta ante las necesidades del mercado. Como consecuencia, las organizaciones enfrentan dificultades para mantener niveles adecuados de servicio y satisfacer oportunamente la demanda de sus clientes.

En contraste, la adopción de filosofías modernas de gestión como Lean Manufacturing ha permitido a diversas organizaciones mejorar significativamente la eficiencia de sus procesos logísticos y operativos [7], [8]. Lean Manufacturing es un enfoque orientado a la eliminación de desperdicios, la mejora continua y la optimización del flujo de materiales, contribuyendo a la reducción de inventarios innecesarios y al fortalecimiento del control operativo [9]. La aplicación de herramientas Lean en la gestión de inventarios permite mejorar la organización del almacén, optimizar el uso de los recursos y sincronizar el abastecimiento con el consumo real, lo que contribuye a mejorar el desempeño global de la organización.

En el contexto peruano, sin embargo, la implementación de herramientas Lean en empresas del sector comercial aún es limitada, especialmente en pequeñas y medianas empresas, donde predominan métodos tradicionales de gestión [6]. Esta situación representa una oportunidad para implementar soluciones técnicas que permitan optimizar el control de inventarios y mejorar la eficiencia operativa. Entre las herramientas más relevantes se encuentran la clasificación ABC, que permite priorizar el control de los productos según su

importancia económica; la metodología 5S, que contribuye a la estandarización y organización del entorno de trabajo; y el sistema Kanban, que permite regular el reaprovisionamiento mediante un enfoque basado en la demanda real [10], [11].

En este contexto, la empresa Agro Marsa S.A.C., ubicada en la ciudad de Chimbote, presenta deficiencias en su gestión de inventarios, evidenciadas en la acumulación de productos obsoletos, la falta de organización en el almacén y la ausencia de mecanismos estructurados de control y reposición. Estas condiciones generan ineficiencias operativas, incrementan los costos asociados al almacenamiento y afectan el nivel de servicio proporcionado a los clientes.

Estas limitaciones colocan a la empresa en una posición de vulnerabilidad competitiva, ya que la falta de disponibilidad de productos puede generar pérdidas de ventas y afectar la satisfacción del cliente. Además, la acumulación de inventarios obsoletos representa una pérdida directa de capital y reduce la capacidad financiera de la organización para invertir en nuevas oportunidades de negocio. Por ello, resulta necesario implementar herramientas técnicas que permitan optimizar la gestión de inventarios y mejorar el desempeño operativo de la empresa.

En este sentido, la implementación de herramientas Lean Manufacturing orientadas a la gestión de inventarios surge como una alternativa viable para mejorar la eficiencia operativa, reducir los niveles de obsolescencia y optimizar el nivel de servicio. Estas herramientas permiten establecer un sistema de gestión estructurado, basado en principios técnicos y orientado a la mejora continua, contribuyendo a fortalecer la competitividad y sostenibilidad de la organización [9], [11].

Por tanto, se formula la siguiente pregunta de investigación:

¿En qué medida la implementación de herramientas Lean Manufacturing mejora la gestión de inventarios en la empresa Agro Marsa S.A.C., Chimbote-Perú, 2025?

El objetivo general de la investigación es determinar el impacto de la implementación de herramientas Lean Manufacturing en la optimización de la gestión de inventarios en la empresa Agro Marsa S.A.C. Como objetivos específicos se plantean: (i) diagnosticar el estado actual de la gestión de inventarios mediante indicadores operativos; (ii) clasificar los productos utilizando la metodología ABC para priorizar su control; (iii) implementar la metodología 5S para mejorar la organización y estandarización del almacén; (iv) aplicar el sistema Kanban para regular el reaprovisionamiento de los productos; y (v) evaluar los indicadores de obsolescencia y nivel de servicio antes y después de la implementación de las herramientas Lean.

II. MÉTODOS Y PROCEDIMIENTO

La presente investigación es de tipo aplicada, debido a que se orienta a resolver una problemática operativa específica relacionada con la gestión de inventarios mediante la implementación de herramientas basadas en la filosofía Lean Manufacturing [21]. Este tipo de investigación permite

transferir el conocimiento teórico a un contexto real, con el propósito de mejorar el desempeño operativo de la organización. El enfoque adoptado es cuantitativo, ya que se fundamenta en la recolección, medición y análisis de datos numéricos para evaluar el impacto de las herramientas implementadas sobre los indicadores de gestión de inventarios [22].

A. Diseño de la investigación

El diseño de la investigación corresponde a un modelo pre-experimental con un solo grupo, bajo un esquema de pre-test y post-test, el cual permite comparar el comportamiento de los indicadores antes y después de la intervención. Este diseño es apropiado cuando se busca evaluar el efecto de una mejora operativa en un entorno real, sin manipulación de grupos de control [21], [23]. Los indicadores evaluados fueron el índice de obsolescencia y el nivel de servicio, los cuales constituyen métricas clave para evaluar la eficiencia en la gestión de inventarios.

La Tabla I presenta las características principales del diseño metodológico adoptado.

TABLA I
DISEÑO METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN

Elemento	Característica
Tipo de investigación	Aplicada
Enfoque	Cuantitativo
Diseño	Pre-experimental
Esquema	Pre-test y Post-test con un solo grupo
Variable independiente	Implementación de herramientas Lean Manufacturing
Variable dependiente	Gestión de inventarios
Indicadores evaluados	Índice de obsolescencia, Nivel de servicio

Nota: Elaboración propia, basada en el diseño metodológico de la investigación.

B. Población y Muestra

La población estuvo conformada por la totalidad de los productos agrícolas comercializados por la empresa Agro Marsa S.A.C., equivalente a 79 ítems. Se utilizó un muestreo de tipo censal, lo que permitió analizar el total de los elementos de estudio, eliminando el error de muestreo y garantizando una representación precisa de la situación operativa del almacén [23]. En la Tabla II se detalla la población de estudio de la presente investigación.

TABLA II
POBLACIÓN DE ESTUDIO

Característica	Valor
Tipo de elementos	Productos agrícolas
Número total de ítems	79
Tipo de muestreo	Censal
Cobertura del estudio	100 % de los productos
Unidad de análisis	Ítem de inventario

Nota: Elaboración propia a partir de los registros del sistema de inventarios de la empresa Agro Marsa S.A.C.

C. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para la recolección de información, se emplearon las técnicas de análisis documental y observación directa. El análisis documental permitió obtener datos históricos a partir del sistema Kardex, reportes de ventas y registros de mermas, mientras que la observación directa permitió evaluar las condiciones operativas del almacén y el cumplimiento de la metodología 5S.

Los instrumentos utilizados incluyeron fichas de registro de datos y listas de verificación estructuradas. La validez de estos instrumentos fue determinada mediante el juicio de tres expertos en ingeniería industrial, quienes evaluaron la claridad, pertinencia y coherencia de los instrumentos empleados [24].

TABLA III
TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Técnica	Instrumento	Fuente de información	Propósito
Análisis documental	Fichas de registro	Kardex, reportes de ventas, registros de mermas	Obtener datos históricos
Observación directa	Checklist 5S	Área de almacén	Evaluar organización y estandarización
Observación directa	Guía de observación	Área operativa	Verificar implementación de herramientas

Nota: Elaboración propia en función de las técnicas de recolección aplicadas en el estudio.

D. Procedimiento de la investigación

El procedimiento de investigación se desarrolló en cuatro fases secuenciales. En la fase de diagnóstico, se identificaron las causas raíz del problema mediante el uso del diagrama de Ishikawa y el análisis de Pareto. En la fase de diseño, se seleccionaron las herramientas Lean Manufacturing y se calcularon parámetros técnicos de inventarios, como el punto de reorden (ROP), la cantidad económica de pedido (EOQ) y el stock de seguridad.

En la fase de implementación, se aplicaron las mejoras propuestas, incluyendo la reorganización del almacén mediante la metodología 5S y la implementación del sistema Kanban. Finalmente, en la fase de evaluación, se realizó un análisis comparativo de los indicadores antes y después de la intervención, utilizando la prueba t de Student para muestras relacionadas, con el fin de determinar la significancia estadística de los resultados [25].

TABLA IV
FASES DEL PROCEDIMIENTO DE INVESTIGACIÓN

Fase	Actividades principales	Herramientas utilizadas
Diagnóstico	Identificación de causas raíz	Diagrama de Ishikawa, Pareto
Diseño	Selección de herramientas Lean y parámetros técnicos	Clasificación ABC, EOQ, ROP
Implementación	Mejora operativa del almacén	Metodología 5S, Kanban
Evaluación	Análisis comparativo y validación estadística	Prueba t de Student

III. IMPLEMENTACIÓN

A. Diagnóstico situacional de la gestión de inventarios

La intervención se inició con el desarrollo de un diagnóstico situacional orientado a identificar las principales causas que afectaban la eficiencia de la gestión de inventarios en la empresa Agro Marsa S.A.C. Para este propósito, se utilizó el diagrama de Ishikawa como herramienta de análisis causal, lo que permitió clasificar las fuentes de ineficiencia en cuatro categorías principales: mano de obra, métodos, materiales y maquinaria [26]. Este análisis evidenció deficiencias relacionadas con la ausencia de procedimientos estandarizados, la falta de control visual y la inexistencia de mecanismos técnicos de reposición de inventarios.

Posteriormente, se aplicó el principio de Pareto con el fin de priorizar las causas críticas que generaban mayor impacto en el desempeño operativo del almacén. Los resultados indicaron que el 80 % de las ineficiencias estaban asociadas principalmente a la falta de control visual de los inventarios (CR4) y a las pérdidas económicas generadas por productos obsoletos (CR7). Estas deficiencias afectaban directamente la rentabilidad de la organización, incrementando los costos de almacenamiento y reduciendo la disponibilidad de productos críticos. En consecuencia, se determinó la necesidad de implementar herramientas Lean Manufacturing orientadas a mejorar el control, la organización y la reposición de los inventarios.

B. Clasificación de inventarios mediante el método ABC

Con el propósito de optimizar el control de inventarios y priorizar la gestión de los productos más relevantes, se aplicó la técnica de clasificación ABC a la totalidad de los 79 productos comercializados por la empresa. Esta metodología permite segmentar los inventarios en función de su importancia económica, facilitando la asignación eficiente de los recursos de control [27].

Los resultados del análisis de valorización de inventarios evidenciaron que un reducido número de productos concentraba la mayor proporción del valor económico total, mientras que la mayoría de los productos presentaba una contribución relativamente baja. La Tabla I presenta la distribución general de los inventarios según su clasificación ABC.

TABLA V
DISTRIBUCIÓN DE INVENTARIOS SEGÚN CLASIFICACIÓN ABC

Clasificación	Número de productos	Porcentaje de productos	Porcentaje del valor total
Clase A	10	12.6 %	75 %
Clase B	16	20.3 %	15 %
Clase C	53	67.1 %	10 %
Total	79	100 %	100 %

Nota: Elaboración propia basada en el análisis de valorización de inventarios de la empresa Agro Marsa S.A.C.

Los productos clasificados como Clase A corresponden a los artículos de mayor impacto económico, representando únicamente el 12.6 % del total de productos, pero concentrando

el 75 % del valor total del inventario. Estos productos fueron priorizados para la implementación de controles técnicos más rigurosos, incluyendo la aplicación del sistema Kanban para mejorar su reposición y disponibilidad.

TABLA VI
PRODUCTOS CLASIFICADOS COMO CLASE “A”

Nº	Descripción del Producto	%	% Acumulado.	ABC
1	Sulfato de Potasio granulado x 50Kg	10%	10%	A
2	Kenshin 240SC X 1L	10%	21%	A
3	Allganic Potassium x 25Kg	10%	31%	A
4	Batakazo x 1L	10%	40%	A
5	Nitrato de Amonio estabilizado x 50Kg	8%	48%	A
6	Fosfato monoamónico soluble x 25Kg	6%	54%	A
7	Sulfato de potasio soluble 25 Kg	6%	60%	A
8	Sulfato de Amonio std x 50kg	6%	66%	A
9	Pesover x 100gr	5%	71%	A
10	Cateron x 100gr	4%	75%	A

Nota: Elaboración propia basada en el análisis de ventas e inventarios.

Los productos clasificados como Clase B representan el 20.3 % del total de productos y concentran aproximadamente el 15 % del valor del inventario. Estos artículos presentan una rotación intermedia y requieren un nivel de control moderado.

TABLA VII
RESUMEN DE PRODUCTOS DE CLASE “B”

Clasificación	Número de productos	Porcentaje	Nivel de control
Clase B	16	20.3 %	Control periódico

Nota: Elaboración propia basada en el análisis ABC.

Finalmente, los productos clasificados como Clase C representan el 67.1 % del total de productos, pero solo contribuyen con el 10 % del valor económico del inventario. Estos productos presentan baja rotación y fueron gestionados mediante políticas de stock mínimo, con el fin de reducir el capital inmovilizado y optimizar el uso de los recursos disponibles.

TABLA VIII
RESUMEN DE PRODUCTOS DE CLASE “C”

Clasificación	Número de productos	Porcentaje	Nivel de control
Clase C	53	67.1 %	Control básico

Nota: Elaboración propia basada en el análisis ABC.

En conjunto, la aplicación de la clasificación ABC permitió identificar los productos críticos que requerían mayor nivel de control, facilitando la implementación de estrategias de gestión diferenciadas. Esta segmentación constituye un elemento fundamental para mejorar la eficiencia operativa, optimizar el control de inventarios y reducir las pérdidas asociadas a la obsolescencia.

C. Implementación de la Metodología 5S

Con el propósito de establecer un entorno operativo organizado, estandarizado y orientado a la mejora continua, se

implementó la metodología 5S en el área de almacén de la empresa Agro Marsa S.A.C. Esta herramienta constituye un componente fundamental de la filosofía Lean Manufacturing, ya que permite mejorar la eficiencia operativa, reducir desperdicios y fortalecer el control visual de los inventarios [28].

La implementación se desarrolló de manera secuencial, siguiendo las cinco fases establecidas por la metodología: Seiri (clasificar), Seiton (ordenar), Seiso (limpiar), Seiketsu (estandarizar) y Shitsuke (disciplina). Cada fase fue adaptada al contexto operativo de la empresa, con el objetivo de mejorar la organización del almacén y optimizar la gestión de inventarios.

En la fase Seiri (clasificar), se utilizó la clasificación ABC como herramienta técnica para identificar y diferenciar los productos según su nivel de importancia económica y rotación. Esta segmentación permitió establecer prioridades en el control y la gestión de los inventarios, eliminando elementos innecesarios y facilitando una organización más eficiente del almacén.

En la fase Seiton (ordenar), se rediseñó el layout del almacén, asignando ubicaciones específicas a los productos en función de su clasificación ABC. Los productos clasificados como Clase A, caracterizados por su alta rotación y mayor impacto económico, fueron ubicados en zonas de fácil acceso, cercanas a las áreas de despacho, lo que permitió reducir los tiempos de búsqueda y mejorar la eficiencia operativa. Por su parte, los productos de Clase B y C fueron ubicados en zonas intermedias y posteriores, respectivamente, optimizando el uso del espacio disponible.

En la fase Seiso (limpiar), se establecieron rutinas de limpieza técnica orientadas a mantener condiciones adecuadas de almacenamiento y prevenir el deterioro físico de los productos. Estas actividades incluyeron la limpieza periódica de estanterías, áreas de almacenamiento y zonas de tránsito, contribuyendo a mejorar las condiciones operativas del almacén.

En la fase Seiketsu (estandarizar), se implementaron ayudas visuales y señalización mediante códigos de colores, con el fin de facilitar la identificación de las diferentes zonas de almacenamiento. Esta estandarización permitió mejorar el control visual de los inventarios y facilitar la ejecución de las actividades operativas.

Finalmente, en la fase Shitsuke (disciplina), se estableció un programa de auditorías periódicas, con el objetivo de evaluar el cumplimiento de los estándares definidos y garantizar la sostenibilidad de las mejoras implementadas. Estas auditorías permitieron fortalecer la disciplina operativa y consolidar una cultura organizacional orientada a la mejora continua.

La Tabla IX presenta el resumen de las actividades ejecutadas durante la implementación de la metodología 5S.

TABLA IX
IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA 5S EN EL ALMACÉN

Fase	Descripción	Actividades realizadas	Resultado esperado
Seiri (Clasificar)	Identificación y clasificación de productos	Aplicación de la clasificación ABC	Priorización del control de inventarios

Seiton (Ordenar)	Organización física del almacén	Rediseño del layout según clasificación ABC	Reducción de tiempos de búsqueda
Seiso (Limpiar)	Limpieza del área de trabajo	Implementación de rutinas de limpieza técnica	Mejora de las condiciones operativas
Seiketsu (Estandarizar)	Estandarización visual	Implementación de señalización y códigos de color	Mejora del control visual
Shitsuke (Disciplina)	Mantenimiento de la mejora	Ejecución de auditorías periódicas	Sostenibilidad de la mejora

Nota: Elaboración propia basada en la implementación de la metodología 5S en la empresa Agro Marsa S.A.C.

D. Diseño del sistema Kanban y gestión técnica de inventarios

Con el propósito de mejorar la disponibilidad de los productos críticos y evitar la acumulación excesiva de inventarios, se diseñó un sistema de reposición tipo pull basado en el sistema Kanban, sustentado en parámetros matemáticos de gestión de inventarios. Este enfoque permite sincronizar el abastecimiento con el consumo real, optimizando el flujo de materiales y reduciendo el riesgo de quiebres de stock y sobrestock [29], [30].

Para validar el modelo propuesto, se seleccionó el producto de mayor impacto económico según la clasificación ABC: el Sulfato de Potasio granulado x 50 kg, clasificado como producto Clase A. Este producto fue utilizado como referencia para el cálculo de los parámetros técnicos de reposición, incluyendo el stock de seguridad, el punto de reorden y el lote económico de pedido.

Cálculo del stock de seguridad

El stock de seguridad se calculó con el objetivo de proteger el sistema ante la variabilidad de la demanda durante el tiempo de reposición del proveedor. Para ello, se utilizó la siguiente expresión:

$$SS = Z * \sigma_d * \sqrt{L} \quad (1)$$

donde SS representa el stock de seguridad (unidades), Z es el factor asociado al nivel de servicio, σ_d corresponde a la desviación estándar de la demanda, y L es el tiempo de reposición expresado en periodos.

Se adoptó un nivel de servicio del 95 %, correspondiente a un valor de $Z = 1.64$, lo que permitió garantizar un alto nivel de disponibilidad del producto. Como resultado, se obtuvo un stock de seguridad equivalente a 32 unidades, lo que permite cubrir la variabilidad de la demanda durante el tiempo de reposición.

Determinación del punto de reorden

El punto de reorden representa el nivel de inventario en el cual se debe activar el proceso de reposición. Este parámetro se calculó mediante la expresión mostrada en (2):

$$ROP = d \cdot L + SS, \quad (2)$$

donde ROP representa el punto de reorden (unidades), d corresponde a la demanda promedio por periodo, L es el tiempo de reposición, y SS es el stock de seguridad.

Como resultado, se estableció un punto de reorden equivalente a 154 unidades, lo que constituye la señal de activación automática del proceso de reposición dentro del sistema Kanban.

Cálculo del lote económico de pedido

El lote económico de pedido se determinó utilizando el modelo de Wilson, el cual permite minimizar el costo total de inventario, considerando los costos de pedido y almacenamiento. La expresión utilizada se muestra en (3):

$$EOQ = \sqrt{\frac{2DS}{H}}, \quad (3)$$

donde EOQ representa la cantidad económica de pedido, D corresponde a la demanda anual, S es el costo de realizar un pedido, y H representa el costo de almacenamiento por unidad.

El resultado obtenido fue un lote económico de pedido equivalente a 40 unidades, lo que permite optimizar el proceso de abastecimiento y reducir los costos operativos asociados a la gestión de inventarios.

TABLA X
PARÁMETROS DE REPOSICIÓN PARA EL PRODUCTO SULFATO DE POTASIO GRANULADO

Parámetro	Valor	Unidad	Función
Stock de seguridad	32	Unidades	Protección ante variabilidad de la demanda
Punto de reorden	154	Unidades	Activación del proceso de reposición
Lote económico de pedido	40	Unidades	Cantidad óptima de compra
Nivel de servicio	95 %	Porcentaje	Garantía de disponibilidad

Nota: Elaboración propia basada en el modelo de gestión de inventarios implementado en Agro Marsa S.A.C.

Funcionamiento del sistema Kanban

El sistema Kanban fue diseñado como un mecanismo de control visual basado en un sistema de doble tarjeta, el cual permite regular el flujo de materiales y el proceso de reposición de inventarios.

El Kanban de transporte autoriza el traslado de productos desde la zona de almacenamiento hacia la zona de despacho, facilitando el control del flujo interno de materiales. Por otro lado, el Kanban de reposición activa el proceso de compra cuando el nivel de inventario alcanza el punto de reorden definido, permitiendo mantener niveles óptimos de inventario y evitando interrupciones en el abastecimiento.

Diseño del sistema de control visual

Como parte de la implementación, se diseñaron tarjetas Kanban físicas plastificadas que contienen información relevante para la gestión de inventarios, incluyendo el nombre del producto, código SKU, lote económico de pedido, ubicación en el almacén y proveedor asociado.

Estas tarjetas fueron organizadas en un tablero Kanban ubicado en el área de almacén, permitiendo visualizar el estado de los inventarios en tiempo real. El tablero fue estructurado en tres categorías principales: inventario disponible, en proceso de reposición y en tránsito.

La Tabla XI presenta la estructura del sistema Kanban implementado.

TABLA XI

ESTRUCTURA DEL SISTEMA KANBAN IMPLEMENTADO

Elemento	Descripción	Función
Tarjeta Kanban	Contiene información del producto	Control del proceso de reposición
Tablero Kanban	Panel visual de control	Seguimiento del estado de inventario
Kanban de transporte	Autoriza traslado interno	Control del flujo de materiales
Kanban de reposición	Activa proceso de compra	Control del abastecimiento

Nota: Elaboración propia basada en la implementación del sistema Kanban en el área de almacén.

Rediseño del layout del almacén

Como complemento a la estandarización operativa y al control visual, se ejecutó un rediseño del layout del almacén basado en la zonificación ABC previamente determinada [27]. Esta reconfiguración tuvo como finalidad alinear la disposición física de los productos con su criticidad y rotación, favoreciendo una gestión diferenciada del inventario y un flujo operativo más eficiente.

La nueva distribución permitió organizar los 79 productos en zonas definidas (A, B y C), ubicando los ítems de mayor rotación e impacto económico (Clase A) en áreas de acceso inmediato, próximas a la zona de despacho y reposición. Esta decisión redujo recorridos innecesarios del personal, mejoró la velocidad de preparación de pedidos (picking) y disminuyó tiempos improductivos asociados a búsqueda y manipulación de inventario [2]. Los productos de rotación intermedia (Clase B) fueron ubicados en áreas de acceso secundario, mientras que los productos de baja rotación (Clase C) fueron reubicados en zonas posteriores, optimizando el uso del espacio y evitando interferencias con las operaciones críticas.

En términos operativos, el rediseño del layout contribuyó a mejorar la eficiencia del flujo de materiales dentro del almacén, al reducir cruces, retrabajos y desplazamientos. Asimismo, facilitó la implementación de señalización visual y el control del sistema Kanban, ya que la asignación de ubicaciones fijas por zona fortaleció la trazabilidad y el seguimiento de inventarios en tiempo real [27].

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. Análisis operativo: comparación pretest y posttest

La efectividad de la implementación de herramientas Lean Manufacturing fue evaluada mediante la comparación de los indicadores clave de desempeño (KPI) correspondientes al periodo previo (pretest) y posterior (posttest) a la intervención. Los resultados evidencian mejoras significativas en la eficiencia de la gestión de inventarios, particularmente en la reducción de la obsolescencia y el incremento del nivel de servicio.

En relación con el índice de obsolescencia, antes de la intervención se registró un valor de 0.1539 (15.39 %), lo que reflejaba una elevada proporción de productos obsoletos dentro del inventario. Esta situación estaba asociada principalmente a la ausencia de un sistema estructurado de rotación de inventarios, deficiencias en la organización del almacén y falta

de control visual [2]. Posteriormente, tras la implementación de la metodología 5S, el rediseño del layout y el sistema Kanban, el índice de obsolescencia se redujo a 0.0643 (6.43 %), lo que representa una mejora del 58.2 %. Esta reducción evidencia una optimización significativa en la gestión del inventario y una disminución en las pérdidas económicas asociadas a productos obsoletos.

Por otro lado, el nivel de servicio, definido como la capacidad de la organización para satisfacer la demanda de los clientes sin incurrir en quiebres de stock, mostró un incremento significativo. Antes de la implementación, el nivel de servicio promedio era de 84.06 %, lo que indicaba limitaciones en la disponibilidad de productos. Después de la implementación del sistema Kanban y la optimización del control de inventarios, el nivel de servicio aumentó a 95.70 %, lo que refleja una mejora sustancial en la capacidad operativa de la empresa. Este resultado se atribuye principalmente a la estabilización de los niveles de inventario, la reducción de quiebres de stock y la implementación de mecanismos estructurados de reposición [6], [9].

La Tabla XII presenta la comparación de los indicadores operativos antes y después de la intervención.

TABLA XII
COMPARACIÓN DE INDICADORES OPERATIVOS

Indicador	Pretest	Posttest	Mejora (%)
Índice de obsolescencia	15.39 %	6.43 %	58.2 %
Nivel de servicio	84.06 %	95.70 %	13.9 %

Nota: Elaboración propia basada en los registros operativos de Agro Marsa S.A.C.

B. Validación estadística de los resultados

Con el fin de validar estadísticamente los resultados obtenidos, se aplicó la prueba t de Student para muestras relacionadas, utilizando un nivel de confianza del 95 % y un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$. Esta prueba permitió evaluar si las diferencias observadas entre el pretest y el posttest eran estadísticamente significativas.

Los resultados obtenidos mostraron un valor de significancia (p-valor) de 0.000 para el índice de obsolescencia y 0.001 para el nivel de servicio. Dado que ambos valores son menores que el nivel de significancia establecido (0.05), se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, confirmando que la implementación de herramientas Lean Manufacturing tuvo un impacto positivo y estadísticamente significativo en la gestión de inventarios [1], [25].

La Tabla XIII presenta los resultados de la prueba estadística.

TABLA XIII
RESULTADOS DE LA PRUEBA T DE STUDENT

Indicador	p-valor	Nivel de significancia	Resultado
Índice de obsolescencia	0.000	0.05	Diferencia significativa
Nivel de servicio	0.001	0.05	Diferencia significativa

Nota: Elaboración propia basada en el análisis estadístico realizado.

C. Evaluación económica y financiera

El análisis económico-financiero permitió evaluar la viabilidad del proyecto desde una perspectiva de rentabilidad. La inversión total requerida para la implementación fue de S/ 14,440, incluyendo costos asociados a reorganización del almacén, implementación del sistema Kanban, señalización y capacitación del personal.

El análisis de flujo de caja proyectado a un horizonte de 24 meses evidenció resultados favorables. El Valor Actual Neto (VAN) fue de S/ 10,938.63, lo que indica que el proyecto genera valor económico para la organización. Asimismo, la Tasa Interna de Retorno (TIR) fue de 8.60 %, superando el costo de oportunidad del capital, lo que confirma la rentabilidad del proyecto.

Por otro lado, la relación Beneficio/Costo (B/C) fue de 1.64, lo que significa que por cada sol invertido, la empresa obtiene un beneficio adicional de S/ 0.64. Finalmente, el periodo de recuperación de la inversión fue de 11.15 meses, lo que demuestra que el proyecto recupera su inversión en menos de un año [7], [30].

La Tabla XIV presenta el resumen de los indicadores financieros.

TABLA XIV
INDICADORES DE VIABILIDAD ECONÓMICA

Indicador	Valor
Inversión total	S/ 14,440
Valor Actual Neto (VAN)	S/ 10,938.63
Tasa Interna de Retorno (TIR)	8.60 %
Relación Beneficio/Costo	1.64
Periodo de recuperación	11.15 meses

Nota: Elaboración propia basada en el análisis financiero del proyecto.

D. Discusión de resultados

Los resultados obtenidos en la presente investigación son consistentes con los hallazgos reportados en la literatura científica sobre la implementación de herramientas Lean Manufacturing en la gestión de inventarios. La reducción del 58.2 % en el índice de obsolescencia confirma la efectividad de la metodología 5S y del sistema Kanban para mejorar el control y la organización de los inventarios, lo cual coincide con estudios previos que evidencian mejoras significativas en la eficiencia operativa mediante la aplicación de herramientas Lean [6].

Asimismo, el incremento del nivel de servicio hasta un valor de 95.70 % respalda la efectividad del sistema Kanban como mecanismo de control de reposición basado en la demanda real, lo que contribuye a reducir los quiebres de stock y mejorar la disponibilidad de productos. Este resultado se alinea con investigaciones previas que destacan la importancia del control visual y la clasificación técnica de inventarios como factores clave para mejorar el desempeño logístico y la competitividad organizacional [8], [11].

A diferencia de estudios basados en modelos teóricos, la presente investigación valida la aplicabilidad de herramientas Lean Manufacturing en el contexto del sector agrícola en la ciudad de Chimbote, demostrando no solo su efectividad

operativa, sino también su viabilidad económica. Estos resultados evidencian que la implementación de herramientas Lean constituye una estrategia efectiva para optimizar la gestión de inventarios, mejorar el nivel de servicio y fortalecer la sostenibilidad financiera de las organizaciones [12].

V. CONCLUSIONES

Los resultados de la presente investigación permiten concluir que la implementación de herramientas basadas en la filosofía Lean Manufacturing constituye una estrategia efectiva para optimizar la gestión de inventarios en la empresa Agro Marsa S.A.C. En primer lugar, se evidenció un impacto significativo en el desempeño operativo, reflejado en la reducción del índice de obsolescencia en un 58.2 %, pasando de 15.39 % a 6.43 %, así como en el incremento del nivel de servicio hasta un 95.70 %. Estos resultados confirman que la aplicación de herramientas Lean contribuye directamente a mejorar la disponibilidad de productos y reducir las pérdidas asociadas a la acumulación innecesaria de inventarios [1], [25].

En segundo lugar, el diagnóstico situacional permitió identificar las principales causas que afectaban la eficiencia operativa del almacén. El uso del diagrama de Ishikawa y el análisis de Pareto evidenció que aproximadamente el 80 % de las deficiencias estaban relacionadas con la falta de control visual, la ausencia de una clasificación técnica de los productos y la inexistencia de procedimientos estandarizados de gestión de inventarios. Este análisis permitió establecer una base técnica sólida para el diseño e implementación de soluciones orientadas a la mejora continua [26].

Asimismo, la aplicación conjunta de la clasificación ABC y la metodología 5S permitió reorganizar el almacén de manera estructurada, priorizando el control de los productos críticos. En particular, se identificó que los 10 productos clasificados como Clase A representaban el 75 % del valor económico del inventario, lo que justificó la implementación de mecanismos de control más rigurosos sobre estos ítems. Esta reorganización contribuyó significativamente a mejorar la visibilidad del inventario, optimizar el uso del espacio físico y reducir los tiempos operativos asociados a la preparación de pedidos [27], [28].

Por otro lado, el diseño e implementación del sistema Kanban bajo un enfoque pull permitió establecer un mecanismo estructurado de reposición basado en parámetros técnicos como el stock de seguridad, el punto de reorden (ROP) y el lote económico de pedido (EOQ). Este sistema eliminó la dependencia de métodos empíricos y permitió sincronizar el abastecimiento con la demanda real, reduciendo los quiebres de stock y mejorando la estabilidad operativa del almacén [29], [30].

Finalmente, el análisis económico-financiero validó la viabilidad del proyecto, evidenciando resultados favorables. El proyecto generó un Valor Actual Neto (VAN) de S/ 10,938.63 y una relación Beneficio/Costo de 1.64, lo que indica que por cada sol invertido se obtiene un beneficio adicional de S/ 0.64. Asimismo, el periodo de recuperación de la inversión fue de

11.15 meses, lo que demuestra que la implementación de herramientas Lean no solo es operativamente efectiva, sino también económicamente rentable [7].

En conjunto, estos resultados confirman que la implementación de herramientas Lean Manufacturing constituye una solución viable, sostenible y efectiva para optimizar la gestión de inventarios, mejorar el nivel de servicio y fortalecer la competitividad operativa de la organización.

VI. RECOMENDACIONES

Con base en los resultados obtenidos, se recomienda a la gerencia de Agro Marsa S.A.C. mantener la aplicación sistemática de auditorías 5S de forma periódica, con el fin de asegurar la sostenibilidad de las mejoras implementadas y evitar el retorno a condiciones operativas deficientes. La continuidad de estas auditorías permitirá preservar el orden, la estandarización y el control visual del almacén, elementos fundamentales para garantizar la eficiencia operativa a largo plazo [28].

Asimismo, se recomienda actualizar la clasificación ABC de manera semestral o cuando se presenten variaciones significativas en la demanda, considerando la naturaleza estacional de los productos agrícolas. Esta práctica permitirá ajustar dinámicamente las políticas de inventario y asegurar que los productos críticos continúen recibiendo el nivel de control adecuado [30].

Adicionalmente, se sugiere integrar el sistema Kanban con el sistema de información o software de gestión utilizado por la empresa, con el propósito de automatizar las señales de reposición y mejorar la trazabilidad de los inventarios. La digitalización del sistema permitirá optimizar la toma de decisiones, reducir errores operativos y mejorar la comunicación con los proveedores.

Finalmente, se recomienda extender la aplicación de herramientas Lean Manufacturing a otras áreas operativas de la organización, tales como compras, distribución y gestión logística, con el objetivo de lograr una optimización integral de la cadena de suministro. La adopción progresiva de estas herramientas permitirá fortalecer la eficiencia operativa, mejorar la competitividad organizacional y asegurar la sostenibilidad del crecimiento empresarial.

REFERENCIAS

- [1] M. I. Morales Pulido y Y. A. Tovar González, "Implementación del Método Kanban en la optimización de recursos de producción en la pequeña empresa," *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, vol. 9, no. 2, pp. 1946–1958, 2025. doi: 10.37811/cl_rcm.v9i2.17023.
- [2] J. Bhamu and K. S. Sangwan, "Lean manufacturing: literature review and research issues," *International Journal of Operations & Production Management*, vol. 34, no. 7, pp. 876–940, 2014. <https://doi.org/10.1108/IJOPM-08-2012-0315>
- [3] K. Demeter and Z. Matyusz, "The impact of lean practices on inventory turnover," *International Journal of Production Economics*, vol. 133, no. 1, pp. 154–163, May 2011. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2009.10.031>
- [4] C. D. C. Hernández-Crisostomo, R. Villagrana-Lopez, K. Cruz-Queb y A. Caamal-Pech, "Aplicación de la metodología 5S en un almacén para mejora en una industria azucarera," 593 Digital Publisher CEIT, vol. 8, no. 1-1, pp. 317–327, 2023. doi: 10.33386/593dp.2023.1-1.1640.
- [5] A. Adeodua, R. Maladzi, M. G. Kana-Kana Katumba, and I. Daniyan, "Development of an improvement framework for warehouse processes using lean six sigma (DMAIC) approach: A case of third-party logistics (3PL) services," *Heliyon*, vol. 9, no. 4, p. e14915, Apr. 2023. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e14915>
- [6] E. Bottani, A. Volpi, and R. Montanari, "Design and optimization of order picking systems: An integrated procedure and two case studies," *Computers & Industrial Engineering*, vol. 137, p. 106035, Nov. 2019. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2019.106035>
- [7] C. G. Petersen and G. Aase, "A comparison of picking, storage, and routing policies in manual order picking," *International Journal of Production Economics*, vol. 92, no. 1, pp. 11–19, Jul. 2004. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2003.09.006>
- [8] J. Blackburn and G. Scudder, "Supply chain strategies for perishable products: The case of fresh produce," *Production and Operations Management*, vol. 18, no. 2, pp. 129–137, Mar.–Apr. 2009. <https://doi.org/10.1111/j.1937-5956.2009.01016.x>
- [9] J. Kandasamy, K. E. K. Vimal, A. P. Singh, A. Magnani, A. Gokhale, and S. Jagtap, "Analysis of key challenges to implementation of FEFO in perishable food supply chain," *Journal of Agriculture and Food Research*, vol. 19, p. 101848, 2025. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2025.101848>
- [10] D. H. Taylor, "Demand management in agri-food supply chains: An analysis of the characteristics and problems and a framework for improvement," *The International Journal of Logistics Management*, vol. 17, no. 2, pp. 163–186, 2006. <https://doi.org/10.1108/09574090610689943>
- [11] S. A. Torabi, S. M. Hatefi, and B. Saleck Pay, "ABC inventory classification in the presence of both quantitative and qualitative criteria," *Computers & Industrial Engineering*, vol. 63, no. 2, pp. 530–537, Oct. 2012. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2012.04.011>
- [12] A. Hadi-Vencheh and A. Mohamadghasemi, "A fuzzy AHP-DEA approach for multiple criteria ABC inventory classification," *Expert Systems with Applications*, vol. 38, no. 4, pp. 3346–3352, Apr. 2011. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2010.08.119>
- [13] B. E. Flores, D. L. Olson, and V. K. Dorai, "Management of multicriteria inventory classification," *Mathematical and Computer Modelling*, vol. 16, no. 12, pp. 71–82, 1992. [https://doi.org/10.1016/0895-7177\(92\)90021-C](https://doi.org/10.1016/0895-7177(92)90021-C)
- [14] M. M. Shahriar, M. S. Parvez, M. A. Islam, and S. Talapatra, "Implementation of 5S in a plastic bag manufacturing industry: A case study," *Cleaner Engineering and Technology*, vol. 8, 2022, Art. no. 100488. <https://doi.org/10.1016/j.clet.2022.100488>
- [15] S. M. Hatefi, S. A. Torabi, and P. Bagheri, "Multi-criteria ABC inventory classification with mixed quantitative and qualitative criteria," *International Journal of Production Research*, vol. 52, no. 3, pp. 776–786, 2014. <https://doi.org/10.1080/00207543.2013.838328>
- [16] M. Di Mascolo, Y. Frein, and Y. Dallery, "An analytical method for performance evaluation of Kanban controlled production systems," *Operations Research*, vol. 44, no. 1, pp. 50–64, 1996. <https://doi.org/10.1287/opre.44.1.50>
- [17] B. J. Berkley, "A simulation study of container size in two-card kanban systems," *International Journal of Production Research*, vol. 34, no. 12, pp. 3417–3445, 1996. <https://doi.org/10.1080/00207549608905098>
- [18] G. Abdou and S. P. Dutta, "A systematic simulation approach for the design of JIT manufacturing systems," *Journal of Manufacturing Systems*, vol. 12, no. 3, pp. 246–257, 1993. [https://doi.org/10.1016/0272-6963\(93\)90001-6](https://doi.org/10.1016/0272-6963(93)90001-6)
- [19] D. D. López, G. M. Melo y D. L. Mendoza, "Gestión logística en la industria salinera del departamento de La Guajira, Colombia," *Información Tecnológica*, vol. 32, no. 1, pp. 39–46, 2021. doi: 10.4067/S0718-07642021000100039.
- [20] C. H. Glock, A. A. Syntetos, and Y. Rekik, "On the measurement of inventory record inaccuracies," *Production Planning & Control*, 2025. <https://doi.org/10.1080/09593969.2025.2608729>
- [21] E. Vieira, L. Tomaz, J. Leitão, J. Fernandes, and J. Dinis-Carvalho, "Enhancement of in-store product replenishment flow and introduction of

- pull approach in a food retail chain,” *Logistics*, vol. 9, no. 2, p. 61, 2025. <https://doi.org/10.3390/logistics9020061>
- [22] B. J. B. Julião, M. S. Reis, and B. P. M. Duarte, “A systematic lean-driven framework for warehouse optimization,” *Systems*, vol. 13, no. 9, p. 813, 2025. <https://doi.org/10.3390/systems13090813>
- [23] J. A. Peralta Martínez, “Control de inventarios mediante el método ABC para una empresa comercial,” *CULCYT: Cultura Científica y Tecnológica*, 2023. doi: 10.20983/culcyt.2023.5896.
- [24] Burgess, T. F., and J. Heap, “Editorial,” *International Journal of Productivity and Performance Management*, vol. 65, no. 2, 2016. <https://doi.org/10.1108/IJPPM-11-2015-0178>
- [25] Y. K. Tse and K. H. Tan, “Managing product quality risk in a multi-tier global supply chain,” *International Journal of Production Research*, vol. 49, no. 1, pp. 139–158, 2011. <https://doi.org/10.1080/00207543.2010.508942>
- [26] Y. K. Tse and K. H. Tan, “Managing product quality risk in a multi-tier global supply chain,” *International Journal of Production Research*, vol. 49, no. 1, pp. 139–158, Jan. 2011. <https://doi.org/10.1080/00207543.2010.508942>
- [27] S. Feldmann and B. Vogel-Heuser, “Interdisciplinary product lines to support the engineering in the machine manufacturing domain,” *International Journal of Production Research*, vol. 55, no. 13, pp. 3701–3714, 2017. <https://doi.org/10.1080/00207543.2016.1211343>
- [28] R. Verma, C. McLaughlin, R. Johnston, and W. Youngdahl, “Operations management in not-for-profit, public and government services: Charting a new research frontier,” *Journal of Operations Management*, vol. 23, no. 2, pp. 117–129, Mar. 2005. <https://doi.org/10.1016/j.jom.2004.09.001>
- [29] H. J. Núñez Torrelío y M. P. Noriega Santillán, “Propuesta de un modelo de inventario para mejorar la gestión de inventarios de una empresa de telecomunicaciones aplicando Lean,” *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, vol. 9, no. 6, 2025. doi: 10.37811/cl_rcm.v9i6.21427.
- [30] S. Delgado-Ruiz, Y. Lopez-Herrera, and P. Castro-Rangel, “PDCA model for increasing the inventory turnover rate through integrate ABC, 5S, Kanban and cycle counting in a Peruvian pharmaceutical SME,” in *Proceedings of the 2023 9th International Conference on Industrial and Business Engineering (ICIBE)*, Tokyo, Japan, 2023, pp. 198–205. <https://doi.org/10.1145/3629378.3629392>