

Application of the SLP methodology and ABC classification to increase inventory turnover in a commercial company, 2025

Andrea Sofia Cruz Gutierrez¹ , Luz Clarita Cruz Saavedra, Ingeniera¹ ,
Elizabeth Kristina Bravo-Huivin, Doctora¹ 

¹Universidad Privada del Norte, Perú, N00272494, N00296688, N00243972, Kristina.bravo@upn.edu.pe

Abstract—The improvement proposal allowed for the reorganization of warehouse space, while also identifying the products with the highest value and frequency of movement. As a result, inventory turnover increased by 4.4, from 19 to 23.4 times, demonstrating a significant improvement in logistics management and resource utilization. Financially, the proposal proved its viability by obtaining a Net Present Value (NPV) of S/ 850,453.20 and a Benefit/Cost ratio of 50.02. Likewise, the statistical results, validated by Student's t-test, confirmed a significant increase in inventory turnover, from 19.3 to 23.5 times per year, with a weekly average that increased from 0.3743 to 0.4509 ($p < 0.05$). These results prove that the application of the SLP methodology and ABC classification have a positive influence on the company under study.

Keywords: SLP, ABC analysis, inventory turnover, warehouses, commercial environment.

Aplicación de la metodología SLP y la clasificación ABC para incrementar la rotación de inventarios en una empresa comercial, 2025

Andrea Sofia Cruz Gutierrez¹, Luz Clarita Cruz Saavedra, Ingeniera¹,
Elizabeth Kristina Bravo-Huivin, Doctora¹

¹Universidad Privada del Norte, Perú, N00272494, N00236539, N00243972, Kristina.bravo@upn.edu.pe

Resumen– La propuesta de mejora permitió reorganizar los espacios de los almacenes, a su vez identificar los productos de mayor valor y frecuencia de movimiento. Como resultado, la rotación de inventarios se incrementó en un 4.4, ya que paso de 19 a 23.4 veces, ello evidencia una mejora significativa en la gestión logística y en la utilización de los recursos. Financieramente, la propuesta evidenció su viabilidad al obtener un Valor Actual Neto (VAN) de S/ 850,453.20, una relación Beneficio/Costo de 50.02. Asimismo, los resultados estadísticos, validados mediante la prueba t de Student, confirmaron un incremento significativo en la rotación de inventarios, pasando de 19.3 a 23.5 veces al año, con una media semanal que aumentó de 0.3743 a 0.4509 ($p < 0.05$). Estos resultados comprueban que la aplicación de la metodología SLP y la Clasificación ABC tienen e influyen de manera positiva en la empresa de estudio.

Palabras clave: SLP, análisis ABC, rotación de inventario, almacenes, entorno comercial.

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente, los inventarios desempeñan un rol fundamental dentro de las organizaciones, ya que constituyen activos clave que reflejan directamente su nivel de productividad y desempeño operativo, tanto de manera positiva como negativa [1]. En un entorno empresarial altamente competitivo, las empresas se enfrentan a diversos desafíos para mantenerse y aumentar su cuota de mercado, lo que exige una gestión eficiente de sus recursos. En este contexto, resulta fundamental que las organizaciones desarrollen estrategias centradas en la cadena de suministro, las cuales involucren un mayor control del stock de productos, la rotación de inventarios, la gestión de almacenes y la relación con los proveedores [2]. Una adecuada gestión de estos factores no solo contribuye a mejorar la competitividad y a satisfacer la demanda cambiante de los clientes, sino que también fortalece la salud financiera de las empresas.

A nivel mundial, los almacenes en las organizaciones comerciales y de otros sectores cumplen un rol estratégico en el control de los ingresos y salidas de mercancías. No obstante, la gestión de almacenes se ha convertido en un problema crítico para muchas empresas. Estudios recientes señalan que más del 50 % de las organizaciones identifican la escasez de espacio de almacenamiento como uno de sus principales desafíos, situación asociada a elevados niveles de inventario y a una baja rotación de productos, estimada en

aproximadamente un 36 % [3]. Esta problemática genera ineficiencias operativas, incremento de costos y dificultades para responder de manera oportuna a las exigencias del mercado.

En el contexto latinoamericano, las empresas enfrentan no solo dificultades operativas, sino también limitaciones estructurales y tecnológicas que afectan la eficiencia en el manejo de los flujos de entrada y salida de productos dentro de los almacenes. Estas deficiencias impulsan la necesidad de adoptar sistemas y tecnologías avanzadas que permitan mejorar el control de bienes, materiales y mercancías. Diversos estudios evidencian que la implementación de sistemas eficaces de gestión de inventarios puede reducir los costos operativos entre un 20 % y 30 %, además de mejorar la disponibilidad de productos en rangos del 5 % al 15 %, incrementando así la satisfacción del cliente [4].

En el Perú, los inventarios constituyen un pilar fundamental dentro de la cadena de suministro empresarial, dado que una gestión adecuada permite atender a los clientes de manera oportuna, evitando tanto el sobrestock como la escasez de productos. Sin embargo, en el sector comercial se evidencian deficiencias significativas en el área logística, principalmente asociadas a un inadecuado control de inventarios. Esta situación se manifiesta en la ausencia de registros confiables sobre los movimientos de entrada y salida de mercancías, la limitada realización de verificaciones físicas periódicas y la falta de control respecto al acceso del personal a los almacenes [5].

En este contexto, la empresa objeto de estudio, ubicada en la ciudad de Trujillo, presenta problemáticas similares a las descritas, entre las que destacan la ineficiencia en la gestión de inventarios, la deficiente organización del área de almacén y una baja rotación de productos. Estas limitaciones afectan su capacidad de respuesta frente a la demanda del mercado y restringen su competitividad y crecimiento. Asimismo, la baja rotación de inventarios, sumada a la falta de orden y limpieza en los almacenes de las pequeñas y medianas empresas, genera sobrecostos de almacenamiento, pérdidas por caducidad de productos y retrasos en la atención de pedidos, lo que repercute negativamente en la sostenibilidad empresarial y en los resultados económicos [6].

No obstante, a pesar de la existencia de investigaciones que abordan la gestión de inventarios mediante herramientas

como la clasificación ABC o el diseño de la distribución de almacenes a través del Systematic Layout Planning (SLP), la literatura evidencia una limitada integración de ambas metodologías para enfrentar de manera conjunta el problema de la baja rotación de inventarios en empresas comerciales. Asimismo, son escasos los estudios aplicados en el contexto peruano que evalúen el impacto de esta combinación metodológica sobre indicadores clave de desempeño logístico, como el índice de rotación de inventarios. Esta brecha metodológica justifica la necesidad de desarrollar investigaciones que propongan y evalúen soluciones integrales orientadas a mejorar la eficiencia de la gestión de inventarios.

Frente a esta problemática, el presente estudio propone la aplicación de la metodología Systematic Layout Planning (SLP) y la clasificación ABC como una estrategia integral para incrementar el índice de rotación de inventarios en una empresa comercial. La metodología SLP permitirá optimizar la distribución física del almacén, mejorando el flujo de materiales y el aprovechamiento del espacio disponible, mientras que la clasificación ABC facilitará la identificación y priorización de los productos de mayor rotación, permitiendo una asignación más eficiente de los recursos. La aplicación conjunta de estas metodologías contribuirá a mejorar la gestión de inventarios y el desempeño logístico de la empresa objeto de estudio.

II. ESTADO DEL ARTE

A. Clasificación ABC

Es una técnica de gestión de inventarios basada en el principio de Pareto, que clasifica los productos según su importancia económica en categorías A, B y C. Esta metodología permite priorizar el control de los artículos de mayor impacto, reducir costos de inventario y optimizar la asignación de recursos en el almacén. [7]

B. Metodología SLP

Es un método sistemático para el diseño y mejora de la distribución física de almacenes, orientado a optimizar el uso del espacio y los flujos de materiales. Su aplicación reduce tiempos, distancias y costos operativos, contribuyendo a mejorar la eficiencia logística [8].

C. Índice de rotación de inventario

Es un indicador logístico que mide la rapidez con la que los inventarios se convierten en ventas, reflejando la eficiencia en la gestión de existencias [9]. Una rotación adecuada evidencia equilibrio entre demanda e inventario, mientras que una rotación baja genera sobrestock, obsolescencia y problemas de liquidez [10].

III. OBJETIVOS

A. Objetivo General

Aplicar la metodología Systematic Layout Planning (SLP) y la clasificación ABC para incrementar la rotación de inventarios en una empresa comercial.

B. Objetivo Específicos

- Diagnosticar la situación inicial de la gestión de inventarios de la empresa comercial, considerando el índice de rotación y otros indicadores relevantes.
- Aplicar la metodología SLP para optimizar la distribución física del almacén y mejorar el flujo de materiales.
- Implementar la clasificación ABC para identificar y priorizar los productos de mayor impacto en la rotación de inventarios.
- Evaluar el incremento de la rotación de inventarios mediante la comparación de los indicadores antes y después de la aplicación de las metodologías propuestas.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación es de tipo aplicada, con enfoque cuantitativo y un diseño cuasi experimental de alcance explicativo, orientada a mejorar la rotación de inventarios mediante la aplicación de la clasificación ABC y la metodología Systematic Layout Planning en los almacenes de una empresa comercial. La población estuvo conformada por los productos y registros del almacén; se empleó una muestra no probabilística por conveniencia, a partir de la información disponible, que permitió analizar la rotación de inventarios, niveles de stock y clasificación de productos mediante la aplicación del SLP y la clasificación ABC. La recolección de datos se realizó mediante las técnicas de análisis documental y observación directa. Como instrumentos se emplearon registros de inventarios, fichas de clasificación ABC y formatos de análisis de layout, validados mediante juicio de expertos. El procedimiento incluyó el diagnóstico inicial del sistema de inventarios, la aplicación de la clasificación ABC y el rediseño del layout mediante la metodología SLP. El análisis de datos se efectuó utilizando estadística descriptiva, evaluando la variación del índice de rotación de inventarios y otros indicadores logísticos. Durante el desarrollo del estudio se respetaron los principios éticos, garantizando la confidencialidad de la información y su uso exclusivo con fines académicos.

V. METODOLOGÍA PARA LA IMPLANTACIÓN DEL SLP Y ABC

La empresa de estudio ocupa una posición central en esta cadena de abastecimiento, brindando productos básicos como fideos, aceite, harina entre otros a diversos mercados. Sin embargo, en un entorno altamente competitivo y con márgenes ajustados, mantener una adecuada rotación de inventarios es clave para garantizar eficiencia operativa, disponibilidad de productos y sostenibilidad financiera. A continuación, en la tabla 1, se presenta los resultados de la rotación de inventario de la empresa seleccionada, en el periodo de un año.

Tabla 1.

Índice de rotación de la empresa actual

Categoría	Costo de Venta	Inventario Promedio	Rotación de inventarios
Pastas	S/. 15,351,843.06	S/. 791,791.13	19.389

Esta problemática se traduce en una pérdida económica de S/ 1,545,687.72 soles al año como se muestra en la tabla 2, debido al exceso de inventario por rotación, margen perdido por servicio y sobre-costos logísticos (costo logístico % de ventas), todo esto pasa debido a la baja rotación de inventarios. Estos factores representan una pérdida económica considerable que impacta de manera directa en la competitividad y sostenibilidad de la organización.

Tabla 2.
Cuadro resumen de pérdida económica

Items	Pérdida económica
Exceso de inventario por rotación	S/ 152,131.00
Margen perdido por servicio	S/. 420,000.00
Sobre-costos logísticos (costo logístico % de ventas)	S/ 973,556.72
Pérdida total anual estimada	S/ 1,545,687.72

Tras identificar los principales motivos que afectan la rotación de inventarios, Falta de control, distribución ineficiente y exceso de existencias; y analizar sus causas mediante diagramas de Pareto, se determinaron siete causas raíz prioritarias. Estas fueron organizadas en un Diagrama de Ishikawa para estructurar la problemática y orientar el diseño de las soluciones, tal como se muestra en la Figura 1.

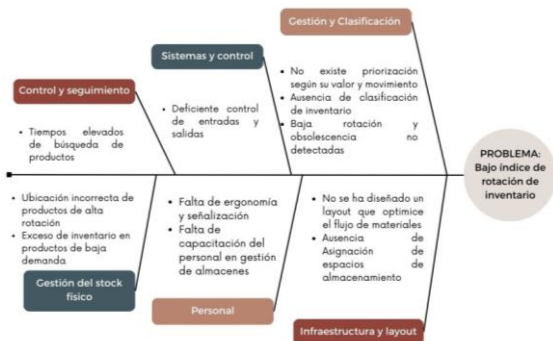


Figura 1: Diagrama Ishikawa

Después, se realizó un análisis de Pareto para identificar las causas más predominantes que contribuyen al problema central, según la regla del 80/20, para realizar este análisis se tuvieron en cuenta 5 criterios de evaluación, como se puede ver en la tabla 3.

Tabla 3.
Matriz de priorización de causas.

CAUSAS	Criterios					Total	(MAYOR PRIORIDAD)	%
	20% C1: Impacto Satisfacción del Cliente	16% C2: Facilidad solución	16% C3: Costo asociado	20% C4: Impacto en la Operación logística	18% C5: Frecuencia			
C1: No existe priorización según su valor y movimiento	5	3	4	5	4	21	4.33	11%
C2: Ausencia de clasificación de inventario	5	5	5	5	4	24	4.82	13%
C3: Baja rotación y obsolescencia no detectadas	5	2	5	4	4	20	4.12	11%
C4: Exceso de inventario en productos de baja rotación	5	2	4	5	3	19	3.98	10%
C5: No se ha diseñado un layout que optimice el flujo de materiales	4	4	5	5	4	22	4.37	12%
C6: Ausencia de asignación de espacios de almacenamiento	3	2	2	2	1	10	2.10	5%
C7: Deficiente control de entradas y salidas	1	2	3	5	2	13	2.49	7%
C8: Falta de ergonomía y señalización	1	5	4	5	2	17	3.14	9%
C9: Falta de capacitación del personal en gestión de almacenes	4	1	1	2	1	9	2.06	5%
C10: Tiempos elevados de búsqueda de productos	5	1	2	3	2	13	2.90	7%
C11: Ubicación incorrecta de productos de alta rotación	3	4	5	4	4	20	3.88	11%
TOTAL	41	31	40	45	31	188		100%

Posterior a ello, identidad el porcentaje que representa cada causa, se lleva a cabo la evaluación del porcentaje acumulado, con la finalidad de idéntica cuales de estas representan el 80% de problema central como se puede visualizar en la tabla 4.

24th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology: “Engineering without Borders: Artificial Intelligence, Knowledge, Innovation, and Alliances for a Future from the Americas”. Hybrid Event, Santiago-Chile, July 15 - 17, 2026

Tabla 4.
Valores acumulados de las causas.

CAUSAS	FRECUENCIA	%	% acumulado
C2: Ausencia de clasificación de inventario	24	13%	13%
C5: No se ha diseñado un layout que optimice el flujo de materiales	22	12%	24%
C1: No existe priorización según su valor y movimiento	21	11%	36%
C3: Baja rotación y obsolescencia no detectadas	20	11%	46%
C11: Ubicación incorrecta de productos de alta rotación	20	11%	57%
C4: Exceso de inventario en productos de baja rotación	19	10%	67%
C8: Falta de ergonomía y señalización	17	9%	76%
C7: Deficiente control de entradas y salidas	13	7%	83%
C10: Tiempos elevados de búsqueda de productos	13	7%	90%
C6: Ausencia de asignación de espacios de almacenamiento	10	5%	95%
C9: Falta de capacitación del personal en gestión de almacenes	9	5%	100%
TOTAL	188	100%	

A través de este análisis se rescata que son 7 de ellas las que influyen en el 80% del problema según la regla del 80/20, entre estas causas se encuentran la ausencia de clasificación de inventario (13%), la falta de un layout que optimice el flujo de materiales (12%), la inexistencia de priorización de productos según su valor y movimiento (11%), la baja rotación y obsolescencia no detectadas (11%), la ubicación incorrecta de productos de alta rotación (11%), el exceso de inventario en productos de baja rotación (10%), la falta de ergonomía y señalización (9%) y el deficiente control de entradas y salidas (7%). Ello se visualiza en la figura 2.

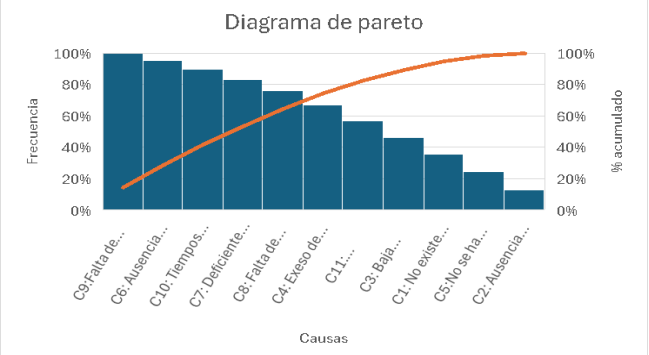


Figura 2: Diagrama de Pareto

Para reforzar el diagnóstico, se elaboró el árbol de problemas a fin de estructurar las brechas técnicas, motivos y causas. Se determinó que la rotación óptima es de 24 veces al año; sin embargo, la empresa registra 19, generando una brecha de 5 rotaciones (20.83%). Esta diferencia representa un impacto económico de S/ 1,545,687, equivalente al 9.15% de las ventas anuales (S/ 16,887,027), como se muestra en la Figura 3.

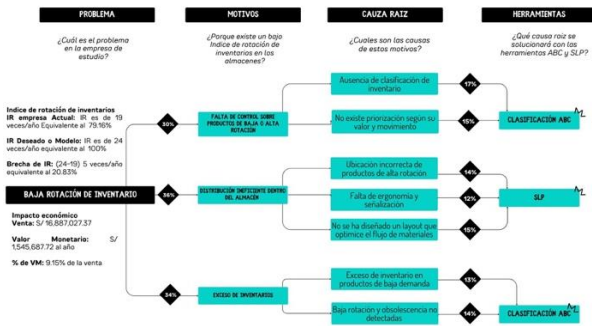


Figura 3: Árbol de problemas

El desarrollo de la propuesta de mejora se estructuró mediante el ciclo PHVA, lo que permitió organizar de manera sistemática las actividades orientadas a optimizar la gestión de inventarios.

En la Tabla 5 se detallan las etapas del ciclo y las principales actividades desarrolladas, integrando la clasificación ABC y la metodología SLP para el análisis, diseño y evaluación de la distribución del almacén y su impacto en el índice de rotación de inventario.

Tabla 5.

Etapas de implementación		
Items	Etapas	Actividades
Etapa 1	Planear	Diagrama de Actividades
		Matriz de planificación
Etapa 2	Hacer	Diagnóstico de la estructura física y operativa del almacén.
		Análisis y clasificación del inventario.
Etapa 3	Verificar	Diseño del layout propuesto
		Definir Indicadores
Etapa 4	Actuar	Presupuestos de Implementación
		Recomendaciones

A. Etapa 1: Planear

En esta etapa se elaboró el diagrama de actividades con la finalidad de estructurar y secuenciar la aplicación de la clasificación ABC y la metodología SLP, posterior a ello se realizó una matriz de planificación y finalmente se llevó a cabo un análisis del layout actual del almacén con el fin de optimizar la distribución del almacén.

A.1) Diagrama de actividades

Se elaboró diagramas de actividades para cada herramienta porque cada una posee procesos, datos de entrada y resultados distintos. En la Figura 4, el diagrama de clasificación ABC, permite ordenar las actividades de recopilación y análisis de consumo de productos.

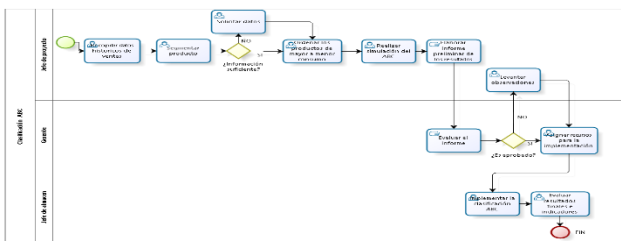


Figura 4: Diagrama de Flujo de Pasos aplicados para la herramienta del ABC

En la Figura 5, este diagrama de la metodología SLP facilita la secuencia del análisis de flujos, relaciones y diseño del layout. De este modo, se asegura una aplicación estructurada y coherente de ambas herramientas dentro del proceso de mejora.

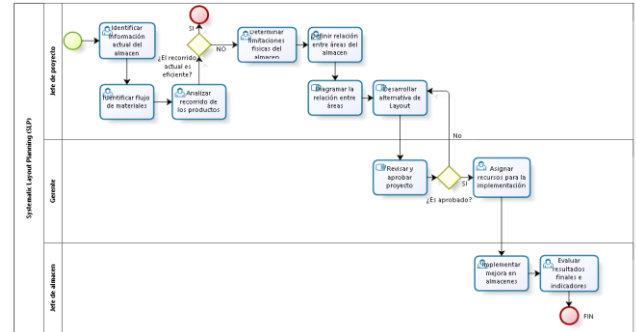


Figura 5: Diagrama de Flujo de Pasos aplicados para la herramienta SLP

A.2) Matriz de planificación

A continuación, se presenta la matriz de actividades de la propuesta de mejora, en la cual se describen de forma resumida las acciones, responsables y recursos necesarios para la aplicación de la metodología SLP y la clasificación ABC en los almacenes de la empresa, orientadas al incremento del índice de rotación de inventarios. Todo ello se visualiza en la Tabla 6.

Tabla 6.

Matriz de planificación de actividades

Actividad	Descripción	Responsable	Recursos
Análisis del layout y flujo de materiales	Levantamiento del layout actual, identificación de áreas, rutas y flujo de materiales.	Ingeniero Empresarial	Planos, registros operativos
Diagramas SLP	Elaboración del diagrama de relaciones de actividades y del diagrama relacional de espacios.		Formatos SLP, Visio
Propuesta de layout	Diseño de alternativas y elaboración del layout preliminar del almacén.		Computadora, planos, Visio
Análisis de inventarios	Recolección de datos históricos, cálculo del valor de inversión anual.		Sistema de la empresa, Excel
Clasificación ABC y control	Clasificación de productos ABC y definición de políticas de control.		Excel, manual interno
Capacitación del personal	Capacitación al personal logístico para la implementación de la propuesta.		Aula, proyector, manuales

B. Etapa 2: Hacer

Durante esta etapa se realizó un análisis detallado de los requisitos, se definió el alcance del proyecto, y se estructuraron los procesos clave que el ERP debía gestionar.

B.1) Diagnóstico de la estructura física y operativa del almacén.

Se llevó a cabo un análisis del layout actual el cual presenta una distribución ineficiente y un flujo de materiales poco optimizado, debido a la ubicación no estratégica de los productos, la ausencia de criterios de rotación y recorridos extensos, lo que genera congestión operativa, mayor tiempo de desplazamiento y dificultades en el control del inventario. Estas condiciones afectan el desempeño del almacén y el índice de rotación.

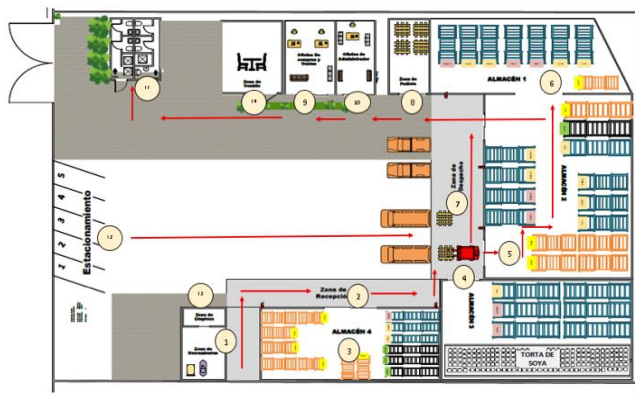


Figura 6: Diagrama de Flujo del Layout actual de la empresa

Se incluyen el diagrama de relaciones y el diagrama relacional porque permiten visualizar y sustentar técnicamente la aplicación de la metodología SLP.

El diagrama de relaciones identifica el grado de cercanía entre áreas del almacén según la frecuencia e importancia del flujo de materiales. Este permite identificar áreas que deben ubicarse próximas para reducir recorridos, tiempos de desplazamiento y congestión. Todo ello se muestra en la Figura 7.

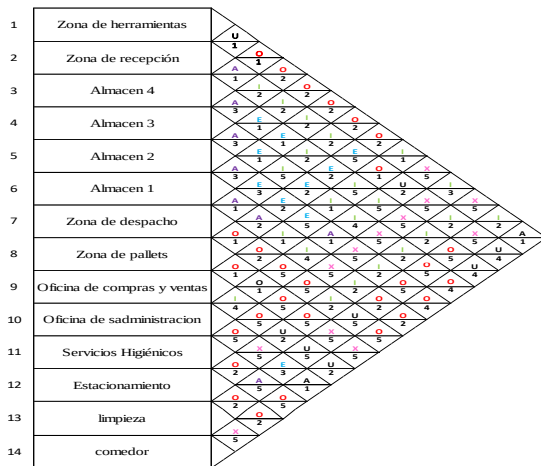


Figura 7: Diagrama relacional de espacios

El diagrama relacional traduce estas relaciones en una disposición espacial preliminar, es decir permite visualizar una alternativa de distribución física que optimice los flujos de materiales y facilite la ubicación estratégica de los productos, esto se muestra en la Figura 8.

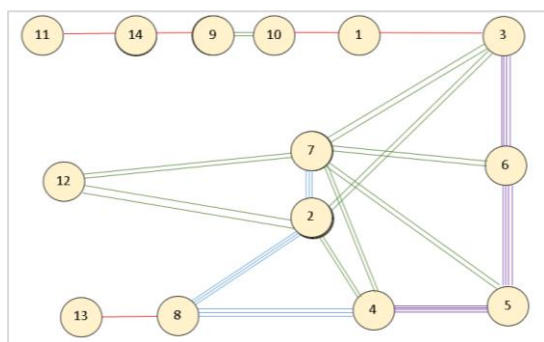


Figura 8: Diagrama relacional de espacios

Ambos diagramas facilitan la toma de decisiones para el diseño del layout propuesto.

B.2) Análisis y clasificación del inventario.

Se desarrolló el análisis y clasificación del inventario con el propósito de evaluar el comportamiento de los productos a partir de los datos históricos de consumo y del valor de inversión anual. Este análisis permitió identificar los ítems de mayor impacto en la gestión del inventario y establecer criterios de priorización para su control y ubicación dentro del almacén, sirviendo como base para la propuesta de mejora. En la tabla 7, se visualiza el desarrollo de la clasificación ABC.

Tabla 7.

Datos históricos de inventarios y su clasificación ABC

Producto	Demanda	Costo Unitario	Inversion	L. Acumulado	% Acumulado	Zona
Spaguetti Gn 20 Paq X 500 G	100,007	35.00	3,500,245.4	3,500,245.4	22.9%	A
Tallarín Gn 20 Paq X 500 G	95,039	35.00	3,326,365.0	6,826,610.4	44.6%	
Caracol Gn 20 Paq X 250 G	82,775	17.50	1,448,562.5	8,275,172.9	54.0%	
250 G Codo Rayado Gn 20 Paq X 250 G	80,130	17.50	1,402,275.0	9,677,447.9	63.2%	
Cabello De Angel Gn 40 Paq X 250 G	72,169	35.00	2,525,915.0	12,203,362.9	79.7%	
Corbata Mediana Gn 20 Paq X 250 G	65,060	17.50	1,138,550.0	13,341,912.9	87.1%	
Tornillo Gn 20 Paq X 250 G	35,196	17.50	615,930.0	13,957,842.9	91.1%	B
Plumita Gn 20 Paq X 250 G	27,662	17.50	484,076.3	14,441,919.1	94.3%	
Rigaton Gn 20 Paq X 250 G	17,725	17.50	310,187.5	14,752,106.6	96.3%	
Macarron Gn 20 Paq X 250 G	14,276	17.50	249,830.0	15,001,936.6	97.9%	C
Arito Gn 20 Paq X 250 G	10,661	17.50	186,567.5	15,188,504.1	99.2%	
250 G Numeros Y Letras Gn 20 Paq X 250 G	7,383	17.50	129,202.5	15,317,706.6	100.0%	
Cantidad Total			15,317,706.6		100%	

Se incluye el diagrama de Pareto debido a que permite visualizar la concentración del valor de inversión del inventario. En la Figura 9 se muestra la distribución acumulada de los productos, evidenciando que un número reducido de ítems concentra el mayor impacto económico, lo que sustenta la clasificación ABC y la priorización de los productos críticos para la gestión del inventario.

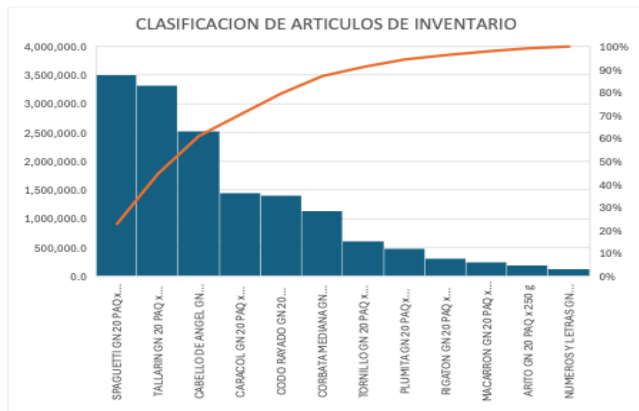


Figura 9: Clasificación de artículos

Posterior a ello, en la Tabla 8 se presenta la clasificación ABC de los productos, donde se detalla su valor de inversión anual y la categoría asignada, permitiendo identificar los ítems prioritarios para la gestión del inventario.

Tabla 8.
Matriz de distribución porcentual ABC

Grupo	Zona	Cantidad de productos	% de Artículos	Inversión	% de Inversión
0-80 %	A	5	42%	S/ 12,203,362.85	79.67%
80-95 %	B	3	25%	S/ 2,238,556.25	14.61%
95-100 %	C	4	33%	S/ 875,787.50	5.72%
TOTAL		12	100%	S/ 15,317,706.60	100.00%

Con base en los resultados de la clasificación ABC, se establecieron criterios de señalización y políticas de almacenamiento que permitieron identificar y priorizar los productos según su nivel de rotación. Estos criterios constituyeron un insumo fundamental para el diseño del layout propuesto, ya que orientaron la ubicación estratégica de los productos dentro del almacén y la optimización del flujo de materiales. Por ello, en la tabla 9, se visualiza su funcionalidad de la señalización.

Tabla 9.

Criterios de ubicación y señalización según clasificación ABC.

Clase	Nivel de Prioridad	Criterio de Ubicación	Tipo de Señalización
A	Alta	Cercana a despacho	Identificación y etiqueta roja
B	Media	Zonas secundarias	Identificación y etiqueta amarilla
C	Baja	Zonas alejadas	Identificación y etiqueta

B.3) Diseño del layout propuesto

El diseño del layout propuesto se elaboró a partir de los resultados del análisis del layout actual, la clasificación ABC y el estudio de relaciones y flujos de materiales. La propuesta prioriza la ubicación estratégica de los productos según su nivel de rotación, reduciendo recorridos innecesarios y mejorando el flujo operativo del almacén. Asimismo, se reorganizaron las áreas funcionales considerando criterios de proximidad, accesibilidad y seguridad, lo que permitió optimizar el uso del espacio disponible y facilitar las operaciones de almacenamiento y despacho, contribuyendo al incremento del índice de rotación de inventarios. Esto se visualiza en la Figura 10.

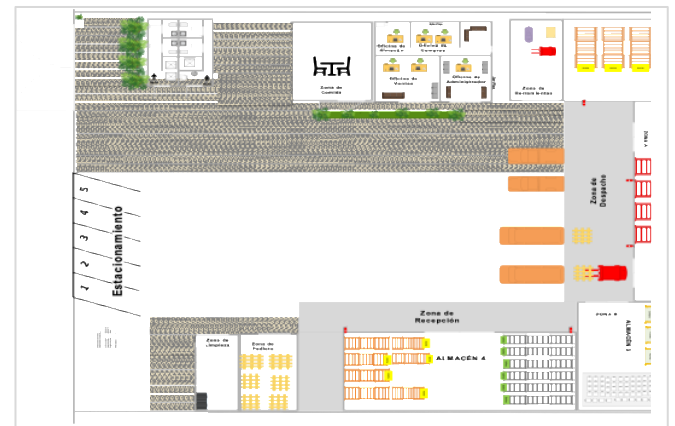


Figura 10: Layout propuesto

C. Etapa 3: Verificar

C.1) Definir indicadores

En esta etapa se plantearon los indicadores que permiten evaluar la viabilidad de la propuesta de implementación de las herramientas propuestas.

- **Rotación de inventario:** Este indicador Indica cuantas veces rotan los productos durante un periodo determinado, un alto valor indica que los productos tienen una alta demanda en el mercado, una gestión eficiente de inventario y menos costo de almacenamiento
- **Efectividad de entregas completas:** Mide el porcentaje de pedidos que son atendidos en su totalidad respecto al total pedidos por los clientes. Así mismo. Mide el nivel de cumplimiento del servicio logístico y la capacidad de la empresa para satisfacer la demanda sin faltantes.
- **Sobre costo logístico:** Mide el valor monetario de las pérdidas económicas generadas por las ineficiencias en los procesos logísticos, aquellas asociadas a la diferencia entre la demanda de pedidos y la capacidad real de atención de la empresa
- **Tiempo promedio de despacho:** Este indicador muestra el tiempo promedio requerido para preparar y despachar un pedido. Permite evaluar la rapidez y eficiencia de los procesos operativos dentro del almacén.
- **Reducción de recorrido interno:** Esta fórmula mide el porcentaje de disminución en la distancia recorrida por los operarios dentro del almacén tras implementar mejoras en la distribución del layout.
- **Utilización de espacio:** Este indicador evalúa el total del área realmente aprovechada dentro del almacén tras la reorganización. A su vez, permite evidenciar mejoras en la distribución y almacenamiento de productos.

D. Etapa 4: Actuar

D.1) Presupuesto de implementación

En esta etapa se llevo a cabo la identificación de los recursos y los costos de cada uno de ellos para la implementación del SLP y ABC dentro de la

organización, cuyo coto total viene a ser de S/ 17,348.90, como se visualiza en la tabla 10.

Tabla 10.

Costos de implementación

Recursos	Costo unitario (S/.)	Cantidad / Unidad	Costo total (S/.)
Consultor en Gestión de Inventarios (ABC)	120	10 horas	S/1,200.00
Consultor en Layout – SLP	120	20 horas	S/4,800.00
Analista de procesos	80	20 horas	S/1,600.00
Supervisor de almacén (participación)	70	20 horas	S/1,400.00
Capacitación en Clasificación ABC y SLP	850.00	1 taller	S/850.00
Material didáctico y guías para el personal	15	5 unid	S/75
Software Excel	25	licencia	S/25
Impresiones de reportes	2	10 páginas	S/20
Energía eléctrica	3	8 h	S/24
Equipos auxiliares (montacargas)	80	1 balón de gas	S/80
Material de limpieza y orden post–implementación	50	3 kits	S/150
Software de diagramación (layout)/ Excel avanzado	99.9	1 licencia	S/99.9
Equipos de medición (cinta, distanciometro)	150	2 kit	S/300
Stickers adhesivos (Zonas ABC)	75	3 unidades	S/225
Pintura industrial para demarcación	120	5 galones	S/600
Esteras metálicas	850	6 unidades	S/5,100.00
Mano de obra para reubicación de layout	40	20 horas	S/800.00
Total, estimado			S/17,348.90

D.2) Indicadores Económicos

Para evaluar la viabilidad financiera de la propuesta, se elaboró el flujo de caja proyectado. En la Tabla 11 se resume los principales indicadores económicos que sustentan la rentabilidad del proyecto.

Tabla 11.

Indicadores Económicos

Indicadores Económicos		
Tasa de Descuento		10%
TIR		734%
VALOR ACTUAL	S/	867,802.08
Inversión	S/	17,348.88
VAN	S/	850,453.20
B/C		50.02
PAYBACK simple (días)		4

Este proyecto de mejora demuestra una rentabilidad excepcional con un riesgo financiero mínimo, fundamentado en una TIR del 734% que supera drásticamente la tasa de descuento conservadora del 10%. Con una inversión reducida de S/ 17,348.88, la propuesta genera un VAN de S/ 850,453.20 y un índice beneficio/costo de 50.02, lo que significa que cada sol invertido retorna cincuenta veces su valor. Finalmente, la recuperación de la inversión en solo 4.14 días ratifica que la metodología SLP y la clasificación ABC no solo optimizan el almacén, sino que garantizan un impacto económico masivo y sostenible para la empresa.

D.3) Recomendaciones

Parra llevar a cabo la implementación de estas estas herramientas dentro de la empresa se estudió se recomienda.

- Realizar evaluaciones en periodos correspondientes, puede ser trimestral o semestral, teniendo ya indicadores definidos previamente, como rotación de inventario, efectividades de entregas, etc.
- Realizar una revisión periódica de la clasificación ABC, teniendo en cuenta los cambios de la demanda, con el

fin de actualizar la categoría de los productos cuando se presenten cambios significativos en su comportamiento de consumo.

- Ajustar el layout propuesto mediante procedimientos documentado, con el objetivo de evitar modificaciones empíricas que puedan afectar los flujos de materiales y la eficiencia lograda con la aplicación de la metodología SLP.
- Capacitar al personal contantemente, en temas relacionado a la buena gestión de inventario, haciendo hincapié en la clasificación del ABC y las buenas prácticas de organización y almacenamiento de los productos dentro. Ello, permitirá un trabajo eficiente y menos errores operativos.

VI. RESULTADOS

INDICADOR	FÓRMULA				EXPLICACIÓN DE LA FÓRMULA
ROTACIÓN DE INVENTARIO (VECES)	Costo de venta / Inventario promedio				En el AS-IS, la rotación de inventario fue de 19 veces por año, mientras con la propuesta se incrementa a 23.4 veces por año, ello refleja una mejora una velocidad mayor de la venta de los productos (pastas) de la empresa de estudio. Este incremento, equivalente a una variación positiva de 18.9%, e indica una gestión más eficiente de los niveles de stock y el riesgo de obsolescencia.
	AS-IS	TO-BE	VAR ABS	VAR (%)	
	19 veces/año	23.4 veces/año	3.6 veces/año	18.9%	
EFECTIVIDAD DE ENTREGAS COMPLETAS	(Cantidad de pedidos completos) / (Cantidad de pedidos solicitados)				En el escenario AS-IS, la efectividad de entregas completas fue de 89%, lo que significa que de cada 100 pedidos, 89 se entregaron completos y 11 presentaron algún incumplimiento. En el escenario TO-BE, la efectividad aumentó a 92%, es decir, de cada 100 pedidos, 92 se entregan completos y solo 8 presentan incidencias. Este incremento implica que 3 pedidos adicionales por cada 100 son atendidos correctamente, lo que evidencia una mejora en la atención y cumplimiento de los pedidos hacia los clientes.
	AS-IS	TO-BE	VAR ABS	VAR (%)	
	88% 0.89	92% 0.92	0.03	3%	
SOBRE COSTO LOGISTICO	Ventas x (% de brecha)				En el AS-IS, el sobre costo logístico representó el 18% de las ventas, equivalente a S/. 973,556.72, mientras que en el Post-Test se redujo al 14%, equivalente a S/. 675,481.08, con una variación del 4%, ello refleja una reducción de las pérdidas económicas asociadas a ineficiencias logísticas, tales como retrasos en la atención de pedidos.
	PRE-TEST	POST-TEST	VAR ABS	VAR (%)	
	S/. 973,556.7 2 = 18%	S/. 675,481.0 8 = 14%	S/. 298,075.7	-4%	
TIEMPO PROMEDIO DE DESPACHO (MIN/PEDIDO)	Tiempo total del despacho del pedido / Número total de pedidos atendidos				En el AS-IS el tiempo promedio de despacho fue de 40 minutos por pedido, mientras que en el TO-BE se redujo a 25 minutos. Esta disminución de 15 minutos, equivalente a una variación de -55.6%, ello refleja que la propuesta permitió organizar de manera oportuna los productos en espacios correspondientes.
	PRE-TEST	POST-TEST	VAR ABS	VAR (%)	
	40 min	25 min	-15min	-55.6%	
REDUCCIÓN DE RECORRIDO INTERNO	(Distancia actual – distancia propuesta) / Distancia actual x 100				En el AS-IS, la distancia recorrida fue de 63 metros, mientras que en el TO-BE se redujo a 39 metros. Esta disminución de 24 metros, equivalente a una variación del 38%, evidencia una optimización del layout del almacén, reduciendo desplazamientos innecesarios y contribuyendo a una mayor productividad del personal.
	PRE-TEST	POST-TEST	VAR ABS	VAR (%)	
	63 m²	39 m²	24 m²	38%	
UTILIZACIÓN DEL ESPACIO	(Área útil-Área útil propuesta) / área útilx 100				En el AS-IS, el área útil del almacén fue de 1,139.99 m², mientras que en el TO-BE se incrementó a 1,491.20 m². Este aumento de 351.21 m², equivalente a una variación positiva de 30.81%, demuestra un mejor aprovechamiento del espacio
	PRE-TEST	POST-TEST	VAR ABS	VAR (%)	
	1,139.99 m	1,491.20 m²	351.21 m²	30.81 %	

	PRE-TEST	POST-TEST	VAR ABS	VAR (%)	disponible, fortaleciendo la capacidad de almacenamiento y facilitando la organización de los productos.
	29.17 %	0.00%	- 29.17 %	-100%	

Leyenda:
VARIACIÓN (ABSOLUTA) = VAR ABS
VARIACIÓN (%) = VAR (%)
 Así mismo, para comprobar estadísticamente los resultados obtenidos del indicador de rotación de inventario antes y después de la propuesta de mejora, se utilizó el software Minitab en ella se aplicó “la prueba t de Student”. Los indicadores evaluados fueron: rotación de inventarios
 En la Figura 11 se verificó el cumplimiento de normalidad de los datos se utilizó la gráfica de probabilidad simple generada en Minitab, la cual permite observar si la distribución de los datos sigue un comportamiento normal.

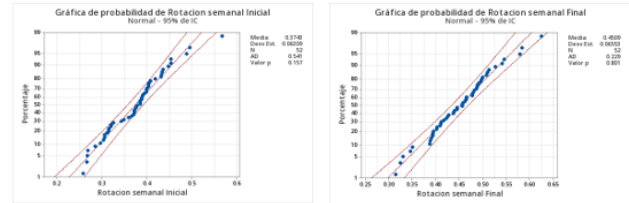


Figura 11: Gráfica de Comportamiento "Rotación de inventario Inicial y Final"

Posteriormente, se aplicó la prueba t de Student para dos muestras independientes en el software Minitab. El análisis compara las medias de la rotación semanal antes (inicial) y después (final) de la implementación del proyecto, considerando un nivel de confianza del 95 %. En la Figura 12 se visualiza los resultados estadísticos obtenidos.

Prueba T e IC de dos muestras: Rotacion semanal Inicial, Rotacion semanal Final				
Método				
μ₁: media de población de Rotacion semanal Inicial				
μ₂: media de población de Rotacion semanal Final				
Diferencia: μ₁ - μ₂				
No se presupone igualdad de varianzas para este análisis.				
Estadísticas descriptivas				
Muestra	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media
Rotacion semanal Inicial	62	0.3743	0.0631	0.0087
Rotacion semanal Final	62	0.4509	0.0655	0.0091
Estimación de la diferencia				
Diferencia	IC de 95% para la diferencia			
	-0.0766 (-0.1016), 0.0516			

Figura 12: Resultados de Rotación de inventarios obtenidos "Comprobación y estimación"

En la Figura 13 se presentan la hipótesis nula la cual establece que no existe diferencia significativa entre las medias de ambos periodos, mientras que la hipótesis alternativa plantea que sí existe una diferencia significativa. El análisis arrojó un valor t = -6.07, con 101 grados de libertad (GL) y un valor p = 0.000, menor que el nivel de significancia de $\alpha = 0.05$. Por tanto, esto significa que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, confirmando que existe una diferencia estadísticamente significativa entre la rotación semanal inicial y la final.

Prueba T e IC de dos muestras: Rotacion semanal Inicial, Rotacion semanal Final			
Prueba			
Hipótesis nula	H₀: μ₁ - μ₂ = 0		
Hipótesis alterna	H₁: μ₁ - μ₂ ≠ 0		
Valor T	GL	Valor p	
-6.07	101	0.000	

Figura 13: Resultado de Rotación de inventarios obtenidos "Prueba de Hipotesis"

En la Figura 14 se observa un incremento en la media de la rotación semanal después de la mejora, pasando de aproximadamente 0.37 a 0.45. Ambas gráficas muestran una tendencia ascendente y una menor dispersión de los datos en el periodo final, lo que indica una mayor estabilidad y control del proceso de rotación de inventarios tras la implementación de las metodologías SLP y ABC.

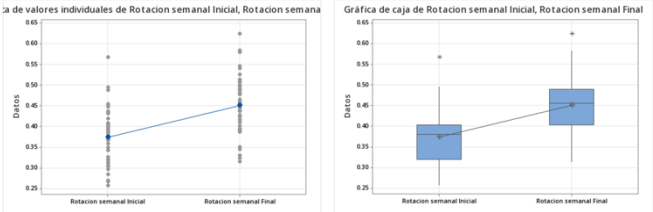


Figura 14: Gráfica de Valores individuales y Caja Inicial vs Final de Rotación de inventarios

Se obtuvieron resultados como la media de rotación semanal Final es 0.4509 lo cual es significativamente mayor que la media de rotación semanal Inicial de 0.3743, indicando un aumento en la rotación semanal después del periodo evaluado. Asimismo, esto se refleja en los valores anuales: la rotación de inventarios pasó de 19.3 veces en el año 2024 a una proyección de 23.5 veces para el año 2025, lo que confirma el impacto positivo de la propuesta de mejora.

VII. DISCUSIÓN

La implementación conjunta de la clasificación ABC y la metodología SLP permitió evidenciar una mejora significativa en la rotación de inventarios, la cual pasó de 19 a 23.4 veces al año, representando un incremento del 18.9%. El valor monetario asociado a este problema asciende a S/ 1,545,687.72 equivalente al 9.15 % de sus ventas anuales. Estos resultados coinciden con estudios previos donde la baja rotación de inventarios representaba un impacto económico considerable dentro de las empresas comerciales [11]. No obstante, al aplicar el análisis ABC se logró incrementar la rotación de inventarios, reafirmando que una adecuada clasificación y control de los productos contribuye de manera directa a mejorar la eficiencia operativa. En este sentido, los hallazgos sugieren que la integración de herramientas de priorización de inventarios con metodologías de diseño de layout favorece un flujo más

dinámico de los materiales, reduciendo la permanencia innecesaria del stock y generando efectos positivos en el desempeño financiero de la organización.

Por otro lado, dentro de la investigación se pudo observar que, al aplicar dichas herramientas propuestas, se logró mejorar significativamente la efectividad de entregas completas, dado que este indicador pasó de 89% a 92%. Estos resultados coinciden con la investigación de [12], quienes aplicaron el método Kanban y el análisis ABC logrando incrementar el nivel de servicio al cliente de 79% a 93%, demostrando que la correcta gestión y priorización del inventario favorece la atención oportuna de los pedidos. Este resultado puede explicarse por la reducción en los tiempos de localización de productos y una mejor organización del almacén, factores que incrementan la visibilidad del inventario y fortalecen la capacidad de respuesta ante la demanda, aspecto considerado clave para la competitividad empresarial.

Asimismo, tras la aplicación del análisis ABC y SLP, se logró reducir el tiempo promedio de despacho de 40 a 25 minutos por pedido. Este resultado se alinea con lo encontrado por [13] y [14], quienes obtuvieron mejoras cercanas al 39% en la preparación de pedidos tras aplicar la metodología SLP. Desde una perspectiva logística, esta disminución evidencia que la ubicación estratégica de los productos de alta rotación en zonas cercanas al despacho reduce desplazamientos innecesarios del personal, incrementa la productividad y optimiza los procesos de picking. En consecuencia, se confirma que las decisiones relacionadas con el diseño del almacén influyen directamente en la eficiencia operativa y en la velocidad de atención al cliente.

No obstante, en el layout de la empresa de estudio se evidenció un incremento significativo en el índice de utilización del espacio, el cual aumentó de 64.93% (AS-IS) a 84.90% (TO-BE), logrando una mejora del 19.97% en el aprovechamiento del área operativa. Resultados similares obtuvo [15] quienes, a través de la aplicación conjunta de la clasificación ABC y SLP, incrementaron la productividad de la empresa tras rediseñar un almacén en forma de “U”. Este hallazgo demuestra que la reorganización basada en criterios de rotación y proximidad permite transformar el almacén en un entorno más funcional, reduciendo la congestión operativa y favoreciendo un flujo continuo de materiales. Asimismo, un mayor aprovechamiento del espacio puede retrasar futuras inversiones en ampliación de infraestructura, generando beneficios económicos adicionales.

La integración del SLP y el análisis ABC mejora la distribución de las áreas, espacios y productos dentro de la organización, lo que contribuye a una mayor rotación de inventario. El SLP se utiliza para minimizar flujos de retrabajo, distancias y tiempos [16], mientras que el análisis ABC establece prioridades en la gestión de productos al clasificar los ítems según su valor o frecuencia de uso, permitiendo un mayor control de existencias y una ubicación estratégica de los productos de mayor rotación [17]. De manera global, estos resultados aportan evidencia empírica de que la aplicación integrada de ambas metodologías genera

mejoras operativas superiores a las obtenidas cuando se implementan de forma independiente, especialmente en empresas comerciales de contextos emergentes donde los almacenes suelen operar sin un diseño estratégico. Por ello, la principal contribución de esta investigación radica en demostrar, mediante indicadores cuantificables y análisis estadístico, que la combinación de SLP y ABC fortalece el desempeño logístico y el nivel de servicio.

Sin embargo, es importante señalar que los resultados corresponden a un estudio de caso único, por lo que su generalización debe realizarse con cautela. Futuras investigaciones podrían replicar este modelo en empresas de distintos sectores o trabajar con muestras más amplias que permitan validar la consistencia de los hallazgos. Asimismo, se recomienda analizar el impacto de estas metodologías en indicadores financieros de largo plazo para comprender su efecto en la rentabilidad empresarial.

VIII. CONCLUSIONES

La aplicación conjunta de la metodología Systematic Layout Planning (SLP) y la clasificación ABC permitió incrementar la rotación de inventarios en la empresa comercial objeto de estudio, pasando de 19 a 23.4 veces al año, lo que representa una mejora del 18.9%. Este resultado confirma que la integración de herramientas de diseño de layout y priorización de inventarios constituye una estrategia efectiva para optimizar la gestión logística y fortalecer el desempeño operativo.

Respecto al diagnóstico inicial, se identificaron deficiencias asociadas a la baja rotación de inventarios, una distribución ineficiente del almacén y limitaciones en la organización de los productos, factores que generaban sobre costos logísticos equivalentes al 18% de las ventas y afectaban la capacidad de respuesta ante la demanda. Este análisis permitió establecer una línea base clara para la implementación de las mejoras.

La aplicación de la metodología SLP optimizó la distribución física del almacén, reduciendo los recorridos internos de 63 a 39 metros y disminuyendo el tiempo promedio de despacho de 40 a 25 minutos por pedido. Asimismo, la utilización del espacio se incrementó del 64.93% al 84.90%, evidenciando un mejor aprovechamiento del área operativa y una mayor eficiencia en el flujo de materiales.

Por su parte, la implementación de la clasificación ABC facilitó la identificación y priorización de los productos de mayor impacto económico, permitiendo su ubicación estratégica dentro del almacén. Esta reorganización contribuyó a mejorar la efectividad de entregas completas de 89% a 92% y a reducir el sobre costo logístico del 18% al 14%, fortaleciendo el nivel de servicio al cliente.

La evaluación comparativa de los indicadores antes y después de la implementación evidenció mejoras significativas en el desempeño logístico. Además, la prueba t de Student confirmó la existencia de diferencias estadísticamente significativas en la rotación de inventarios, validando el impacto positivo de las metodologías aplicadas.

En términos académicos, el estudio aporta evidencia empírica sobre la efectividad de integrar el SLP y la clasificación ABC para mejorar la rotación de inventarios en empresas comerciales, particularmente en contextos donde los almacenes operan sin un diseño estratégico. Estos hallazgos refuerzan la importancia de adoptar enfoques integrales en la gestión de inventarios para incrementar la eficiencia operativa y la competitividad organizacional.

No obstante, la investigación se desarrolló bajo un enfoque de estudio de caso único, por lo que los resultados deben interpretarse con cautela al momento de generalizarlos. Se recomienda que futuras investigaciones repliquen este modelo en empresas de distintos sectores e incorporen periodos de evaluación más amplios para analizar el impacto de estas metodologías en indicadores financieros de largo plazo.

REFERENCIAS

- [1] C. V. Velasco, G. B. Dalfo, and Z. D. Saeteros, "Gestión de inventarios en organizaciones de emprendimiento: Una aproximación teórica," *Prohominum*, vol. 6, no. 2, pp. 193–204, Jun. 2024, doi: 10.47606/acven/ph0242.
- [2] R. Gera et al., "A systematic literature review of supply chain management practices and performance," *Materials Today Proceedings*, vol. 69, pp. 624–632, Jan. 2022, doi: 10.1016/j.matpr.2022.10.203.
- [3] Evans, R. (2024, 13 agosto). Cómo solucionar el gran problema de capacidad del almacén. Slimstock. <https://www.slimstock.com/es/blog/espacio-almacen-inventario/>
- [4] M. Rosete, "Gestión de Inventario: Cómo Optimizar los Niveles para Minimizar Costos y Evitar Obsolescencia," May 23, 2024. <https://www.linkedin.com/pulse/gesti%C3%B3n-de-inventario-c%C3%B3mo-optimizar-los-niveles-para-rosete--kbfwc/>
- [5] G. S. Z. Castro, M. M. Z. Castro, and J. V. M. Q. Valerio, "Control de inventarios y gestión rentable en mypes comerciales de calzados," *Economía & Negocios*, vol. 6, no. 1, pp. 182–194, Apr. 2024, doi: 10.33326/27086062.2024.1.1825.
- [6] C. Torres-Paredes, D. Rivera-Gonza, and A. Flores-Perez, "Warehouse management model based on Lean Warehousing tools to improve order management using 5S tools, ABC Classification and SLP," vol. 25, 2022, pp. 1–5, doi: 10.1109/coniti57704.2022.9953687.
- [7] H.-L. Lin and Y.-Y. Ma, "A new method of storage management based on ABC classification: a case study in Chinese supermarkets' distribution center," *SAGE Open*, vol. 11, no. 2, Apr. 2021, doi: 10.1177/21582440211023193.
- [8] J. Palominos, D. Pertuzé, L. Quezada y L. Sánchez, "An extension of the systematic layout planning system using QFD: Its application to service-oriented physical distribution," *Engineering Management Journal*, vol. 31, no. 4, pp. 284–302, 2019, doi: 10.1080/10429247.2019.1651444.
- [9] C. S. B. C. Mouli, S. D. Kulkarni y S. Deepak, "Productivity improvement of a small scale industry by the application of an effective plant layout and weld-fixture design," *Materials Today: Proceedings*, vol. 52, pp. 367–372, 2021, doi: 10.1016/j.matpr.2021.09.060.
- [10] P. Suárez y P. Cárdenas, "La rotación de los inventarios y su incidencia en el flujo de efectivo," *Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana*, Ecuador, 2017. [En línea]. Disponible: <http://www.eumed.net/cursecon/ecolat/ec/2017/inventarios-flujo-efectivo.html>.
- [11] K. Castillo, K. Gonzales, K. Corrales, Y. Cruz, A. Zapata y M. Mora, "Rotación de inventario," *Scribd*, 2019. [En línea]. Disponible: <https://es.scribd.com/document/432869076/Rotacion-de-Inventario-Avila-2024>
- [12] A. A. M. David and G. V. Reyna, "Propuesta de mejora para aumentar el índice de rotación de inventarios en una comercializadora de productos Ferreteros empleando las herramientas clasificación ABC, EOQ y Kanban," Jun. 24, 2024. <http://hdl.handle.net/10757/674943>
- [13] F. Pinedo-Albán, G. Santillana-Saldaña, and A. Flores-Perez, "Improvement Model to Increase the Service Level of a SME Coffee Producing Company with the Application of Centroid Method, ABC Analysis and Kanban," *Conferencia Norteamericana*, Jun. 2024, doi: 10.46254/na09.20240259.
- [14] X. Hu and Y.-F. Chuang, "E-commerce warehouse layout optimization: systematic layout planning using a genetic algorithm," *Electronic Commerce Research*, vol. 23, no. 1, pp. 97–114, Jan. 2022, doi: 10.1007/s10660-021-09521-9.
- [15] Álvarez-Arias, D., De Ávila-Moore, J., & Hurtado-Rivera, J. (2022). Aplicación de Metodología SLP para Redistribución de Planta en Micro Empresa Colombiana del Sector Marroquino: Un Estudio de Caso. *Boletín de Innovación Logística y Operaciones*, 4(1). <https://doi.org/10.17981/bilo.4.1.2022.11>
- [16] C. S. B. C. Mouli, S. D. Kulkarni, and S. Deepak, "Productivity improvement of a small scale industry by the application of an effective plant layout and weld-fixture design," *Materials Today Proceedings*, vol. 52, pp. 367–372, Sep. 2021, doi: 10.1016/j.matpr.2021.09.060.
- [17] H.-L. Lin and Y.-Y. Ma, "A new method of storage management based on ABC classification: a case study in Chinese supermarkets' distribution center," *SAGE Open*, vol. 11, no. 2, Apr. 2021, doi: 10.1177/21582440211023193.
- [18] A. Gunasekaran, N. Subramanian, and S. Rahman, "Supply chain resilience: role of complexities and strategies," *International Journal of Production Research*, vol. 53, no. 22, pp. 6809–6819, Nov. 2015, doi: 10.1080/00207543.2015.1093667.
- [19] R. De Koster, T. Le-Duc, and K. J. Roodbergen, "Design and control of warehouse order picking: A literature review," *European Journal of Operational Research*, vol. 182, no. 2, pp. 481–501, Oct. 2006, doi: 10.1016/j.ejor.2006.07.009.
- [20] J. Gu, M. Goetschalckx, and L. F. McGinnis, "Research on warehouse operation: A comprehensive review," *European Journal of Operational Research*, vol. 177, no. 1, pp. 1–21, May 2006, doi: 10.1016/j.ejor.2006.02.025.
- [21] K. J. Roodbergen and I. F. A. Vis, "A survey of literature on automated storage and retrieval systems," *European Journal of Operational Research*, vol. 194, no. 2, pp. 343–362, Mar. 2008, doi: 10.1016/j.ejor.2008.01.038.
- [22] F. H. Staudt, G. Alpan, M. Di Mascolo, and C. M. T. Rodriguez, "Warehouse performance measurement: a literature review," *International Journal of Production Research*, vol. 53, no. 18, pp. 5524–5544, Apr. 2015, doi: 10.1080/00207543.2015.1030466.
- [23] N. Faber, M. B. M. De Koster, and A. Smids, "Organizing warehouse management," *International Journal of Operations & Production Management*, vol. 33, no. 9, pp. 1230–1256, Aug. 2013, doi: 10.1108/ijopm-12-2011-0471.
- [24] D. Prajogo, A. Oke, and J. Olhager, "Supply chain processes," *International Journal of Operations & Production Management*, vol. 36, no. 2, pp. 220–238, Jan. 2016, doi: 10.1108/ijopm-03-2014-0129.
- [25] A. Hübner, A. Holzapfel, and H. Kuhn, "Distribution systems in omnichannel retailing," *BuR - Business Research*, vol. 9, no. 2, pp. 255–296, Jun. 2016, doi: 10.1007/s40685-016-0034-7.
- [26] N. Boysen, R. De Koster, and F. Weidinger, "Warehousing in the e-commerce era: A survey," *European Journal of Operational Research*, vol. 277, no. 2, pp. 396–411, Aug. 2018, doi: 10.1016/j.ejor.2018.08.023.
- [27] D. Ivanov, A. Dolgui, and B. Sokolov, "The impact of digital technology and Industry 4.0 on the ripple effect and supply chain risk analytics," *International Journal of Production Research*, vol. 57, no. 3, pp. 829–846, Jun. 2018, doi: 10.1080/00207543.2018.1488086.