

**PROPUESTA DE UN SISTEMA DE PLANIFICACIÓN DE LA DEMANDA PARA
OPTIMIZAR LA GESTIÓN DE COMPRAS E INVENTARIOS EN UNA EMPRESA
DEL SECTOR MARÍTIMO DE CARTAGENA DE INDIAS**

**PROPUESTA DE UN SISTEMA DE PLANIFICACIÓN DE LA DEMANDA PARA
OPTIMIZAR LA GESTIÓN DE COMPRAS E INVENTARIOS EN UNA EMPRESA
DEL SECTOR MARÍTIMO DE CARTAGENA DE INDIAS**

ANDRÉS CAMILO JULIO LÓPEZ

Modalidad:

Informe monográfico

**PROGRAMA DE DOBLE TITULACIÓN
MAESTRÍA EN GESTIÓN DE ORGANIZACIONES
UNIVERSIDAD DE CARTAGENA
MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN
UNIVERSIDAD DE CAXIAS DO SUL
2026**

**PROPUESTA DE UN SISTEMA DE PLANIFICACIÓN DE LA DEMANDA PARA
OPTIMIZAR LA GESTIÓN DE COMPRAS E INVENTARIOS EN UNA EMPRESA
DEL SECTOR MARÍTIMO DE CARTAGENA DE INDIAS**

ANDRÉS CAMILO JULIO LÓPEZ

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar doble titulación
Magíster en Gestión de Organizaciones - Magister en Administración**

DIRECTORES

**JOSÉ MORELOS GÓMEZ, PhD.
Universidad de Cartagena**

**GUILHERME BERGMANN BORGES VIEIRA, DR.
Universidad de Caxias do Sul**

**PROGRAMA DE DOBLE TITULACIÓN
MAESTRÍA EN GESTIÓN DE ORGANIZACIONES
UNIVERSIDAD DE CARTAGENA
MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN
UNIVERSIDAD DE CAXIAS DO SUL
2026**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Universidade de Caxias do Sul
Sistema de Bibliotecas UCS - Processamento Técnico

L864p López, Andrés Camilo Julio

Propuesta de un sistema de planificación de la demanda para optimizar la gestión de compras e inventarios en una empresa del sector marítimo de Cartagena de Indias [recurso eletrônico] / Andrés Camilo Julio López. – 2026.

Dados eletrônicos.

Dissertação (Mestrado) - Universidade de Caxias do Sul, em convênio com a Universidade de Cartagena, 2026. Programa de Dupla Titulação entre as duas instituições.

Orientação: José Morelos Gómez, Guilherme Bergmann Borges Vieira.

Modo de acesso: World Wide Web

Disponível em: <https://repositorio.ucs.br>

1. Administração de material. 2. Cadeia de suprimentos. 3. Compras - Administração. 4. Controle de estoque. 5. Sistemas de informação gerencial. 6. Eficiência organizacional. 7. Logística empresarial. I. Gómez, José Morelos, orient. II. Vieira, Guilherme Bergmann Borges, orient. III. Título.

CDU 2. ed.: 658.7

Catalogação na fonte elaborada pela(o) bibliotecária(o)
Ana Guimarães Pereira - CRB 10/1460

ANDRÉS CAMILO JULIO LÓPEZ

**PROPUESTA DE UN SISTEMA DE PLANIFICACIÓN DE LA DEMANDA PARA
OPTIMIZAR LA GESTIÓN DE COMPRAS E INVENTARIOS EN UNA EMPRESA
DEL SECTOR MARÍTIMO DE CARTAGENA DE INDIAS**

Trabajo de grado presentado ante la junta de evaluadores designada por el Consejo del Programa de la Maestría en Gestión de Organizaciones y de la Maestría en Administración, como requisito para optar al doble título de Magíster en Gestión de Organizaciones por la Universidad de Cartagena y Magíster en Administración por la Universidade de Caxias do Sul.

Aprobado (a) el: 11/03/2026.

Junta de Evaluadores

Prof. Dr. Carlos Honorato Schuch Santos
Universidad Federal do Rio Grande

Prof. Dr. Efrain de la Hoz Granadillo
Universidad de Cartagena

Prof. Dr. Alex Eckert
Universidad de Caxias do Sul

Nota de aceptación

Firma del presidente del jurado

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Cartagena de Indias DT y C. febrero de 2026

DEDICATORIA

A Dios, por brindarme la fortaleza y la constancia necesarias para culminar este proceso académico.

A mi familia, por su apoyo incondicional y comprensión a lo largo de este camino.

A los docentes de la Universidad de Cartagena y de la Universidad de Caxias do Sul, por su orientación y valiosos aportes durante el desarrollo de la doble titulación.

A mis compañeros de estudio, por el acompañamiento y el intercambio de conocimientos que enriquecieron esta experiencia.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradezco a Dios por brindarme la fortaleza, la perseverancia y la claridad necesarias para afrontar cada etapa de este proceso académico, permitiéndome culminar con éxito una meta profesional de gran significado personal.

Expreso mi profundo agradecimiento a mi familia por el apoyo constante, la comprensión y el acompañamiento incondicional durante el desarrollo de la Maestría en Gestión de Organizaciones y la Maestría en Administración, especialmente en los momentos de mayor exigencia académica y personal.

Manifiesto también mi gratitud a los docentes y asesores de la Universidad de Cartagena y de la Universidad de Caxias do Sul, cuya orientación académica, rigor metodológico y valiosos aportes fueron fundamentales para la construcción, el fortalecimiento y la coherencia de este trabajo de grado.

De igual manera, agradezco a mis compañeros de maestría por el intercambio de conocimientos, experiencias y aprendizajes compartidos a lo largo del proceso formativo, los cuales enriquecieron significativamente esta etapa académica.

Finalmente, extendiendo mi agradecimiento a todas las personas e instituciones que, de manera directa o indirecta, contribuyeron al desarrollo y culminación de este trabajo de grado.

RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo proponer un sistema de planificación de la demanda orientado a optimizar la gestión de compras e inventarios en una empresa del sector marítimo ubicada en Cartagena de Indias. El estudio se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, de tipo descriptivo y propositivo, a partir del análisis de información histórica extraída del sistema ERP correspondiente al año 2025.

El diagnóstico evidenció que la empresa mantiene un inventario activo de 932 ítems, con un valor económico de USD 1.684.158, pese a operar bajo una política predominantemente *stock / no stock*. Se identificó una alta concentración del valor del inventario, donde los repuestos y materiales para mantenimientos mayores representan más del 84% del valor total, así como una antigüedad superior a tres años en el 52% de los ítems. En el proceso de compras, el 60,5% de los requerimientos se gestiona bajo esquemas de atención prioritaria, reflejando una marcada orientación reactiva. Asimismo, se detectó que el tiempo promedio de aprobación de las órdenes de compra es de 4,4 días.

Con base en estos resultados, se evaluaron distintos modelos de planificación de la demanda y se formuló un sistema estructurado que integra la clasificación de ítems, la definición de enfoques diferenciados de planificación y el cálculo de parámetros operativos, articulados con los procesos de compras e inventarios. Finalmente, el análisis costo–beneficio evidenció la viabilidad económica del sistema propuesto, destacando su potencial para reducir compras urgentes, mejorar la eficiencia operativa y fortalecer la toma de decisiones basada en datos.

Palabras clave: *Planificación de la demanda; Gestión de compras; Gestión de inventarios; Sistema de planificación; Sector marítimo.*

ABSTRACT

The objective of this research is to propose a demand planning system aimed at optimizing procurement and inventory management in a maritime sector company located in Cartagena de Indias. The study was conducted using a quantitative, descriptive, and propositional approach, based on the analysis of historical data extracted from the company's ERP system for the year 2025.

The diagnostic results showed that the company maintains an active inventory of 932 items, with an economic value of USD 1,684,158, despite operating under a predominantly *stock / non-stock* policy. A high concentration of inventory value was identified, with spare parts and materials for major maintenance accounting for more than 84% of the total value, and 52% of the items having an age exceeding three years. In the procurement process, 60.5% of requisitions are managed under priority handling schemes, reflecting a strong reactive orientation. Additionally, the average approval time for purchase orders was found to be 4.4 days.

Based on these findings, different demand planning models were evaluated, and a structured system was formulated that integrates item classification, the definition of differentiated planning approaches, and the calculation of operational parameters, articulated with procurement and inventory processes. Finally, the cost–benefit analysis demonstrated the economic feasibility of the proposed system, highlighting its potential to reduce urgent purchases, improve operational efficiency, and strengthen data-driven decision-making.

Keywords: *Demand planning; Procurement management; Inventory management; Planning system; Maritime sector.*

CONTENIDO

RESUMEN	8
ABSTRACT	9
INTRODUCCIÓN	16
0. PROPUESTA	18
0.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	18
0.1.1 Descripción del problema	18
0.1.2 Formulación del problema	20
0.2 JUSTIFICACIÓN	21
0.3 OBJETIVOS	23
0.3.1 Objetivo general	23
0.3.2 Objetivos específicos.....	23
0.4 METODOLOGÍA	23
0.4.1 Tipo y enfoque de la investigación	23
0.4.2 Diseño de la investigación.....	24
0.4.3 Delimitación temporal	25
0.4.4 Delimitación espacial	25
0.4.5 Operacionalización de variables.....	25
0.4.6 Técnicas e instrumentos de recolección de información.....	28
0.4.7 Fases de la investigación.....	29
0.4.8 Técnicas de análisis de datos.....	30
0.4.9 Consideraciones éticas.....	31
1. MARCO REFERENCIAL	32
1.1 ANTECEDENTES	32
1.1.1 Antecedentes en el contexto internacional	32
1.1.2 Antecedentes en el contexto brasileño	34
1.1.3 Antecedentes en el contexto colombiano	35

1.2	MARCO TEÓRICO	38
1.2.1	Cadena de suministro y gestión integrada.....	38
1.2.2	Gestión de inventarios en contextos operativos	40
1.2.3	Planificación de la demanda y pronóstico	41
1.2.4	Niveles de decisión en la gestión de compras e inventarios.....	42
1.2.5	Modelos aplicables en la planificación de la demanda y pronóstico, compras e inventarios	44
1.2.5.1	Modelos de planificación de la demanda y pronóstico	45
1.2.5.2	Modelos de gestión de compras e inventarios	47
1.2.6	Herramientas de apoyo en la gestión de compras e inventarios	49
2.	DIAGNÓSTICO DEL PROCESO ACTUAL DE COMPRAS E INVENTARIOS	
	51	
2.1	GENERALIDADES.....	51
2.2	ANÁLISIS DE LA GESTIÓN DEL PROCESO DE COMPRAS.....	51
2.3	ANÁLISIS DE LA GESTIÓN DEL PROCESO DE INVENTARIOS.....	56
3.	EVALUACIÓN DE MODELOS DE PLANIFICACIÓN DE LA DEMANDA	61
3.1	GENERALIDADES.....	61
3.2	TÉCNICAS DE PRONÓSTICO UTILIZADAS EN LA PLANIFICACIÓN DE LA DEMANDA.....	61
3.3	PRECISIÓN Y ESTABILIDAD TEÓRICA DE LOS MODELOS	63
3.4	ADAPTABILIDAD OPERATIVA Y VIABILIDAD DE IMPLEMENTACIÓN .	65
4.	FORMULACIÓN DEL SISTEMA DE PLANIFICACIÓN DE LA DEMANDA ..	67
4.1	GENERALIDADES.....	67
4.2	ENFOQUE Y ARQUITECTURA DEL SISTEMA PROPUESTO.....	68
4.3	DATOS DEL ERP COMO INSUMO DEL SISTEMA.....	71
4.4	CLASIFICACIÓN DE ÍTEMS COMO BASE DEL SISTEMA	72
4.5	TIPOS DE MODELOS DE PLANIFICACIÓN A UTILIZAR POR SEGMENTO DE ÍTEMS	73
4.6	DEFINICIÓN DE PARÁMETROS OPERATIVOS DEL SISTEMA	76

4.7 INTEGRACIÓN DEL SISTEMA CON LOS PROCESOS DE COMPRAS E INVENTARIOS.....	78
4.8 INDICADORES DE DESEMPEÑO DEL SISTEMA.....	80
5. ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO DEL SISTEMA PROPUESTO	81
5.1 GENERALIDADES.....	81
5.2 IDENTIFICACIÓN DE COSTOS ASOCIADOS AL SISTEMA	82
5.3 IDENTIFICACIÓN DE LOS BENEFICIOS ESPERADOS	83
5.4 EVALUACIÓN COMPARATIVA COSTO-BENEFICIO	84
6. CONCLUSIONES	85
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	88

TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de las variables	26
Tabla 2 Síntesis de antecedentes.....	37
Tabla 3 Distribución mensual de requerimientos de compra.....	52
Tabla 4 Distribución anual de requerimientos por nivel de urgencia	53
Tabla 5 Órdenes de compra y valor económico mensual	54
Tabla 6 Tiempo promedio mensual de aprobación de órdenes.....	55
Tabla 7 Distribución del inventario activo por categoría, cantidad y valor económico	57
Tabla 8 Distribución porcentual de ítems y valor del inventario por categoría	58
Tabla 9 Distribución del inventario por rangos de antigüedad.....	59
Tabla 10 Comparación de técnicas de pronóstico utilizadas en la planificación de la demanda	63
Tabla 11 Evaluación teórica de precisión y estabilidad por tipo de modelo	65
Tabla 12 Evaluación de adaptabilidad operativa de los modelos	66
Tabla 13 Niveles de decisión del sistema de planificación de la demanda	69
Tabla 14 Módulos de la arquitectura del sistema de planificación de la demanda	70
Tabla 15 Clasificación propuesta de ítems para planificación de la demanda	73
Tabla 16 Asignación de enfoques de planificación por segmento de ítem	74
Tabla 17 Parámetros operativos propuestos del sistema de planificación de la demanda.....	76
Tabla 18 Indicadores de desempeño del sistema	80
Tabla 19 Estimación de costos asociados a la implementación del sistema	82
Tabla 20 Estimación de beneficios económicos derivados del sistema.....	83
Tabla 21 Relación costo–beneficio del sistema.....	84

GRÁFICOS

Gráfico 1	Distribución anual de requerimientos por nivel de urgencia	53
Gráfico 2	Tiempo promedio mensual de aprobación de órdenes	55
Gráfico 3	Distribución porcentual del valor del inventario por categoría	59
Gráfico 4	Distribución de ítems de inventario por rango de antigüedad.....	60

FIGURAS

Figura 1 Fases de la investigación.....	30
Figura 2 Arquitectura general del sistema de planificación de la demanda.....	71
Figura 3 Integración del sistema con los procesos de compras e inventarios.....	79

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, la gestión de compras e inventarios ha adquirido una relevancia estratégica creciente en organizaciones que operan en entornos altamente dinámicos y sensibles al tiempo, como es el caso del sector marítimo. La continuidad operativa de este sector depende, en gran medida, de la disponibilidad oportuna de repuestos, materiales y servicios críticos, lo que posiciona a los procesos de abastecimiento y control de inventarios como factores determinantes para la eficiencia operativa y la competitividad empresarial.

En Colombia, el sector marítimo es un pilar estratégico de la economía nacional, ya que la mayor parte del comercio exterior del país se realiza a través de puertos como Cartagena, Buenaventura, Barranquilla y Santa Marta. Según datos oficiales de la SuperTransporte (2025), en el primer semestre del mismo año, los puertos colombianos movilizaron más de 85 millones de toneladas de carga, con aproximadamente el 84,7 % de dicha carga concentrada en la región Caribe. Esta fuerte dependencia del comercio marítimo, sumada a factores como la imprevisibilidad de los tiempos de suministro, la dependencia de proveedores internacionales y la volatilidad de los entornos logísticos, aumenta la complejidad de la gestión del suministro y subraya la necesidad de que las empresas del sector establezcan mecanismos estructurados de planificación de la demanda.

Bajo este escenario, en la empresa objeto de estudio se evidenció que los procesos de compras e inventarios se desarrollaban bajo un enfoque predominantemente reactivo. Esta situación se manifestaba en un elevado volumen de requerimientos gestionados bajo esquemas de atención prioritaria, en una marcada fragmentación de las decisiones de compra y en la ausencia de criterios estructurados para la definición de inventarios operacionales. Como consecuencia, la organización enfrentaba presiones operativas constantes, riesgos asociados a un uso ineficiente del capital invertido en inventarios y limitaciones para anticipar de manera sistemática sus necesidades futuras de abastecimiento.

Las razones que condujeron al abordaje de esta problemática se relacionaron, principalmente, con la necesidad de superar las limitaciones del modelo de gestión vigente e incorporar un enfoque más analítico y anticipativo que permitiera articular la información histórica disponible en el sistema ERP con los procesos de compras e inventarios. Adicionalmente, la revisión de la literatura científica puso en evidencia que, si bien existen diversos modelos de planificación de la demanda, su aplicación aislada resulta insuficiente cuando no se integran dentro de un sistema estructurado y adaptado a las particularidades operativas del sector.

En respuesta a este escenario, el objetivo general de la presente investigación fue proponer un sistema de planificación de la demanda orientado a optimizar la gestión de compras e inventarios en una empresa del sector marítimo ubicada en la ciudad de Cartagena de Indias. Para el logro de este objetivo, el estudio se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, de tipo descriptivo y propositivo, apoyado en el análisis de información histórica correspondiente al año 2025, extraída del sistema ERP de la empresa. La metodología incluyó el diagnóstico de los procesos actuales de compras e inventarios, la evaluación comparativa de modelos de planificación de la demanda reportados en la literatura y la formulación de un sistema integrado que articula la clasificación de ítems, la definición de enfoques diferenciados de planificación y el cálculo de parámetros operativos.

El informe final se estructuró en seis capítulos. El Capítulo 0 presenta el planteamiento del problema, la justificación, los objetivos y la metodología de la investigación. El Capítulo 1 desarrolla los antecedentes en los contextos internacional, brasileño y colombiano, así como el marco teórico que sustenta el estudio. El Capítulo 2 expone el diagnóstico del proceso actual de compras e inventarios, a partir del análisis de la información histórica, identificando patrones de comportamiento, niveles de urgencia, concentración del valor del inventario y antigüedad de los ítems. El Capítulo 3 aborda la evaluación de los modelos de planificación de la demanda aplicables al contexto de la empresa, considerando criterios de precisión, estabilidad y adaptabilidad operativa. El Capítulo 4 presenta

la formulación del sistema de planificación de la demanda propuesto, detallando su arquitectura, componentes, flujos operativos e integración con los procesos de compras e inventarios. Finalmente, el Capítulo 5 desarrolla el análisis costo-beneficio del sistema propuesto, evaluando su viabilidad económica y su contribución potencial a la mejora de la eficiencia operativa y de la toma de decisiones organizacionales.

0. PROPUESTA

0.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

0.1.1 Descripción del problema

En el contexto actual del sector marítimo de Cartagena de Indias, la gestión de compras e inventarios constituye un factor crítico para el logro de la competitividad y la eficiencia operativa de las empresas que integran este sector (Díaz, 2019). La capacidad de anticipar y satisfacer oportunamente la demanda de insumos, repuestos y servicios es determinante para garantizar la continuidad de las operaciones y evitar interrupciones que puedan afectar la prestación del servicio. No obstante, se ha evidenciado que una empresa del sector marítimo de la ciudad continúa operando bajo prácticas tradicionales de compras, caracterizadas por un enfoque predominantemente reactivo. Esta situación genera ineficiencias que impactan tanto la operación diaria como la capacidad de la empresa para responder de manera estratégica a las exigencias de un entorno altamente competitivo (A. Mendoza, comunicación personal, 16 de diciembre de 2024).

El proceso de compras e inventarios de la empresa objeto de estudio se desarrolla bajo una elevada presión operativa, derivada del volumen y de la naturaleza no planificada de los requerimientos. Con un promedio estimado entre 10 y 30 requerimientos diarios, el área de compras enfrenta constantes situaciones de urgencia que dificultan la ejecución de una gestión eficiente y estructurada. La ausencia de una planificación preventiva de las necesidades obliga al equipo a reaccionar ante las demandas inmediatas, generando decisiones improvisadas,

retrasos en los procesos y sobrecostos en las adquisiciones. Esta dinámica reactiva no solo limita el cumplimiento oportuno de los tiempos de adquisición, sino que también restringe la posibilidad de ejercer un control estratégico sobre las operaciones de abastecimiento (G. Gutierrez, comunicación personal, 16 de diciembre de 2024).

Adicionalmente, los tiempos prolongados asociados a la aprobación y ejecución de las órdenes de compra, sumados a la incertidumbre respecto a la disponibilidad de proveedores, afectan de manera directa la continuidad de los servicios prestados. En un sector donde la capacidad de respuesta constituye un elemento clave de competitividad, estas ineficiencias representan un riesgo operativo significativo, incrementando la probabilidad de que una embarcación quede fuera de servicio y se generen pérdidas económicas para la empresa (D. Arquez, comunicación personal, 17 de diciembre de 2024).

Entre las principales causas de esta problemática se identifica la ausencia de un sistema de planificación de la demanda que permita anticipar con mayor precisión los picos de consumo, identificar las necesidades futuras de insumos y programar el reabastecimiento de manera eficiente, lo que deriva en prácticas de compra reactivas y en una gestión del inventario poco alineada con los patrones reales de consumo. Al no contar con proyecciones confiables de la demanda, la empresa gestiona sus compras bajo un enfoque de corto plazo, recurriendo frecuentemente a decisiones urgentes, como la selección de proveedores sin una evaluación previa de precios, condiciones comerciales o alternativas disponibles. Este enfoque incrementa los costos operativos y los tiempos de respuesta, limitando la capacidad de la empresa para operar de manera eficiente y sostenible en el largo plazo (A. Figueroa, comunicación personal, 17 de diciembre de 2024).

Las consecuencias de esta gestión reactiva se han materializado en un aumento significativo de los costos operativos. De acuerdo con A. Mendoza (comunicación personal, 17 de diciembre de 2024), la empresa ha experimentado un incremento aproximado del 12% en sus costos generales de operación, un 20% en los costos

de almacenamiento y hasta un 30% en los precios de adquisición de productos y servicios. Asimismo, los riesgos de desabastecimiento afectan directamente la disponibilidad operativa de las embarcaciones, lo que puede ocasionar interrupciones en la prestación del servicio durante períodos críticos.

Si bien la empresa ha implementado históricamente algunas iniciativas orientadas a mitigar estas dificultades, como la digitalización parcial de ciertos procesos administrativos, dichas acciones no han logrado resolver la causa estructural del problema. Estas medidas no abordan de manera integral la planificación de la demanda ni promueven una coordinación efectiva entre las áreas involucradas en el proceso de compras e inventarios (Y. Navarro, comunicación personal, 17 de diciembre de 2024). En consecuencia, se evidencia la necesidad de un cambio estructural en la forma en que se planifican las compras y se administran los inventarios, incorporando un enfoque más estratégico, anticipativo y basado en datos.

En este sentido, y de acuerdo con F. Acevedo (comunicación personal, 17 de diciembre de 2024), la ausencia de un sistema de planificación de la demanda no solo constituye una debilidad operativa para la empresa, sino que también representa una oportunidad metodológica para el diseño de una solución técnica sustentada en modelos validados y adaptados a la dinámica logística del sector marítimo. La formulación de un sistema de planificación de la demanda se presenta, por tanto, como una alternativa viable para optimizar la gestión de compras e inventarios, reducir costos, mejorar la eficiencia operativa y fortalecer la capacidad de respuesta de la empresa frente a las exigencias del entorno.

0.1.2 Formulación del problema

¿De qué manera la implementación de un sistema de planificación de la demanda puede contribuir a la optimización de la gestión de compras e inventarios y a la mejora de la eficiencia operativa en una empresa del sector marítimo de Cartagena de Indias, considerando sus dinámicas operativas actuales?

0.2 JUSTIFICACIÓN

La gestión de compras e inventarios constituye un componente estratégico para el desempeño de las organizaciones, particularmente en el sector marítimo, donde la rapidez y precisión en la disponibilidad de bienes, repuestos y servicios resulta determinante para garantizar la continuidad operativa y la competitividad empresarial (Díaz, 2019). No obstante, la ausencia de una planificación preventiva de la demanda en los procesos de adquisición genera ineficiencias que impactan negativamente los costos operativos, los tiempos de respuesta y la estabilidad de la operación. En este contexto, la propuesta de un sistema de planificación de la demanda en una empresa del sector marítimo se justifica no solo como una respuesta a las problemáticas identificadas, sino también como una oportunidad para fortalecer las prácticas de gestión de compras e inventarios desde un enfoque más estratégico y anticipativo.

Desde una perspectiva organizacional, la implementación de un sistema de planificación de la demanda permitiría transformar una gestión predominantemente reactiva, basada en la atención inmediata de requerimientos urgentes, en una gestión proactiva orientada a la anticipación de las necesidades de insumos. Mediante la aplicación de técnicas de pronóstico, la empresa podría identificar patrones de consumo, prever picos de demanda, reducir la frecuencia de órdenes urgentes y mejorar el control de los niveles de inventario. Estos elementos contribuirían a una asignación más eficiente de los recursos, así como a la consolidación de acuerdos estratégicos con proveedores, facilitando la obtención de mejores condiciones comerciales, precios más competitivos y tiempos de entrega más estables. En consecuencia, se fortalecería la capacidad de respuesta de la empresa y se reducirían los riesgos asociados a la indisponibilidad de insumos críticos para la operación.

Asimismo, el sistema de planificación de la demanda tendría un impacto positivo en el desempeño del equipo responsable de las compras y los inventarios, al establecer procesos más estructurados, estandarizados y menos dependientes de decisiones

improvisadas. Esto permitiría disminuir la sobrecarga operativa, incrementar la precisión en la toma de decisiones y mejorar la estabilidad operativa de la cadena de suministro, generando un entorno organizacional más eficiente y orientado a la mejora continua.

Desde el punto de vista académico, esta investigación aporta valor al cuerpo de conocimiento existente en los campos de la gestión de compras, inventarios y planificación de la demanda, al centrarse en un sector con características operativas particulares como el marítimo. La propuesta contribuye al desarrollo de enfoques metodológicos adaptados a las dinámicas logísticas de este sector, caracterizado por altos niveles de incertidumbre, criticidad operativa y dependencia de la disponibilidad oportuna de insumos. En este sentido, el sistema de planificación de la demanda propuesto puede servir como referente para otras organizaciones del sector marítimo que enfrentan desafíos similares, así como para profesionales y académicos interesados en la aplicación de herramientas de planificación orientadas a la optimización de la eficiencia operativa.

Finalmente, esta iniciativa, sustentada en el análisis de datos reales y en la revisión de metodologías comparadas, tiene el potencial de generar aportes prácticos para el entorno empresarial y contribuciones conceptuales para el ámbito académico. En particular, la investigación se orienta a cubrir un vacío técnico identificado en la literatura revisada, al proponer una solución práctica y contextualizada que integre modelos de planificación de la demanda con procesos reales de compras e inventarios en organizaciones del sector marítimo, donde este tipo de herramientas aún no han sido ampliamente adoptadas o validadas empíricamente (Gavalas et al., 2022).

0.3 OBJETIVOS

0.3.1 Objetivo general

Proponer un sistema de planificación de la demanda en una empresa del sector marítimo de Cartagena de Indias que optimice la gestión de compras e inventarios y mejore la eficiencia operativa.

0.3.2 Objetivos específicos

- Diagnosticar el proceso actual de compras e inventarios, con el fin de identificar los factores que afectan la planificación de la demanda y la eficiencia operativa.
- Evaluar modelos de planificación de la demanda, para seleccionar la alternativa metodológica más adecuada de acuerdo con las necesidades de la empresa.
- Formular el sistema de planificación de la demanda con base en el modelo seleccionado y en las variables relevantes identificadas.
- Realizar un análisis costo/beneficio del sistema propuesto, orientado a determinar su viabilidad económica y su impacto en la eficiencia operativa.

0.4 METODOLOGÍA

En este apartado se describe el tipo, enfoque y diseño de la investigación, así como las delimitaciones temporal y espacial del estudio. Asimismo, se expone la operacionalización de las variables, las técnicas e instrumentos de recolección de información, las fases de ejecución de la investigación, las técnicas de análisis de datos y las consideraciones éticas que orientan el desarrollo del trabajo.

0.4.1 Tipo y enfoque de la investigación

La investigación se clasifica como descriptiva y propositiva, en la medida en que combina el análisis detallado de las prácticas actuales de gestión de la planificación de la demanda, las compras y los inventarios, con la formulación de una propuesta orientada a optimizar dichos procesos en una empresa del sector marítimo de

Cartagena de Indias. El enfoque descriptivo resulta pertinente, dado que permite identificar, analizar y caracterizar las deficiencias, patrones y relaciones existentes en la gestión reactiva de compras e inventarios, sin intervenir ni modificar las condiciones operativas del contexto estudiado (Hernández et al., 2021). Por su parte, el carácter propositivo de la investigación responde a la necesidad de plantear una solución técnica fundamentada en los hallazgos obtenidos durante el diagnóstico, garantizando que la propuesta del sistema de planificación de la demanda esté sustentada en datos reales, observaciones empíricas y modelos conceptuales validados en la literatura académica (Tamayo & Tamayo, 2021).

En cuanto al enfoque, la investigación adopta un enfoque cuantitativo, ya que se basa en la recopilación, medición y análisis de datos numéricos asociados a las variables críticas del proceso de planificación de la demanda y la gestión de compras e inventarios. Este enfoque resulta adecuado porque permite evaluar de manera objetiva el impacto de factores como el volumen de requerimientos, los costos de inventario, los tiempos de respuesta y la frecuencia de órdenes urgentes sobre la eficiencia operativa de la empresa. El análisis cuantitativo de estos datos facilitará la evaluación comparativa de los modelos de planificación de la demanda, la fundamentación de la selección del modelo más apropiado y la estimación de los beneficios esperados derivados de la implementación del sistema propuesto (Burns & Grove, 2020).

0.4.2 Diseño de la investigación

El diseño de la presente investigación es no experimental, dado que no se realizará manipulación deliberada de las variables ni se intervendrá directamente en el contexto operativo donde se desarrollan los procesos de gestión de compras e inventarios de la empresa objeto de estudio. De acuerdo con Hernández et al. (2021), este tipo de diseño es especialmente pertinente en investigaciones de carácter descriptivo y propositivo, en las que se busca comprender una realidad organizacional específica y proponer soluciones fundamentadas en el análisis de dicha realidad.

0.4.3 Delimitación temporal

La presente investigación se define como de corte transversal, dado que se orienta al análisis de la información correspondiente a un único periodo de tiempo para la recopilación y evaluación de los datos. En este sentido, el estudio se basa en información histórica y operativa extraída de los registros del sistema ERP de la empresa, correspondiente al año 2025, lo cual permite analizar las condiciones actuales de la gestión de la planificación de la demanda, las compras y los inventarios en la organización objeto de estudio.

Este enfoque metodológico posibilita capturar una visión precisa de las deficiencias, patrones y comportamientos presentes en los procesos operativos, sin requerir mediciones continuas ni seguimientos longitudinales. Los resultados obtenidos a partir del análisis de este periodo servirán como base para el diagnóstico de la situación actual y para la formulación de una propuesta de sistema de planificación de la demanda fundamentada en el contexto vigente de la empresa.

0.4.4 Delimitación espacial

La presente investigación se desarrollará en una empresa del sector marítimo ubicada en la ciudad de Cartagena de Indias, Colombia, y se delimita al sistema de gestión de compras e inventarios de la organización, por su rol central en la planificación de la demanda y el abastecimiento de insumos para la operación.

Si bien la demanda se origina en las áreas operativas de la empresa, estas se consideran únicamente como fuentes de información, enfocándose el análisis en la forma en que los requerimientos son consolidados, gestionados y atendidos por el área de compras e inventarios, sin evaluar directamente los procesos internos de las áreas demandantes.

0.4.5 Operacionalización de variables

La operacionalización de las variables en la presente investigación se fundamenta en los cuatro objetivos específicos planteados, los cuales estructuran de manera

lógica y secuencial el desarrollo metodológico del estudio. A partir del diagnóstico del proceso actual de compras e inventarios y de la identificación de sus principales deficiencias, se procede a la evaluación de distintos modelos de planificación de la demanda, la selección del enfoque metodológico más adecuado, la formulación del sistema propuesto y, finalmente, el análisis de su viabilidad mediante un enfoque costo/beneficio.

Cada objetivo específico da lugar a una variable principal de análisis, la cual se descompone en dimensiones observables y medibles, permitiendo transformar los conceptos teóricos abordados en el marco conceptual en datos empíricos susceptibles de análisis cuantitativo. Estas dimensiones consideran aspectos clave del sistema de gestión de compras e inventarios y de la planificación de la demanda, tales como la frecuencia de requerimientos, niveles de urgencia, volumen y valor de órdenes de compra, tiempos de aprobación, estructura del inventario y antigüedad de los ítems, la precisión y estabilidad de los modelos de pronóstico, la adaptabilidad operativa del sistema propuesto, así como su impacto en la eficiencia operativa y en los beneficios económicos proyectados.

La Tabla 1 presenta de manera sintética el proceso de operacionalización de las variables, estableciendo la relación entre los objetivos específicos, las variables analizadas, sus dimensiones y los indicadores correspondientes. Esta estructura garantiza la trazabilidad metodológica entre el planteamiento del problema, el marco teórico, la metodología y los resultados esperados del estudio, asegurando coherencia y rigor en el desarrollo de la investigación.

Tabla 1 Operacionalización de las variables

OBJETIVOS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
Diagnosticar el proceso actual de compras e inventarios	Gestión del proceso compras e inventarios	Frecuencia de requerimientos	Frecuencia mensual de requerimientos
		Prioridad de los requerimientos	Distribución de requerimientos por nivel de urgencia
		Volumen de compras	Número mensual de órdenes de compra

		Costos operativos	Valor mensual de órdenes de compra
		Tiempos del proceso	Tiempo promedio de aprobación de órdenes
		Estructura del inventario	Distribución de ítems y valor del inventario
		Antigüedad del inventario	Distribución de ítems por rangos de antigüedad
Evaluar modelos de planificación de la demanda	Modelos de planificación de la demanda	Técnicas de pronóstico	Enfoque del modelo
		Precisión teórica de los modelos	Error medio reportado en la literatura
		Estabilidad de los modelos	Sensibilidad a la variabilidad de la demanda
		Adaptabilidad operativa	Grado de ajuste al contexto operativo de la empresa
Formular el sistema de planificación de la demanda	Configuración del planificación de la demanda	Datos del ERP	Disponibilidad de históricos de consumo
			Disponibilidad de registros de compras
			Disponibilidad de información de inventarios
		Clasificación de ítems	Segmentación por impacto económico
			Segmentación por criticidad operativa
			Segmentación por patrón de consumo
		Definición del enfoque de planificación	Correspondencia entre segmento del ítem y enfoque aplicado
			Existencia de reglas diferenciadas de planificación
		Parámetros operativos	Horizonte de planificación
			Frecuencia de revisión
			Nivel de servicio objetivo
			Lead time base
			Stock de seguridad
		Integración con los procesos de compras e inventarios	Control de niveles operacionales
Coherencia entre parámetros y niveles reales			

			Programación anticipada de órdenes
			Reducción de compras urgentes
		Indicadores de desempeño	Porcentaje de solicitudes urgentes
			Antigüedad promedio del inventario
			Rotación de inventarios
			Cumplimiento del nivel de servicio
Realizar análisis costo-beneficio del sistema propuesto	Viabilidad del sistema propuesto	Costos de implementación	Costo total anual del sistema
			Costo por componente del sistema
		Beneficios económicos	Ahorro por reducción de compras urgentes
			Reducción de sobrecostos de adquisición
			Optimización del inventario
		Evaluación económica	Relación costo-beneficio
Periodo de recuperación			

Fuente: Elaboración propia.

0.4.6 Técnicas e instrumentos de recolección de información

Para el desarrollo de la presente investigación se emplea el análisis documental como técnica principal de recolección de información. Esta técnica se aplica a partir del estudio de registros y bases de datos internas de la empresa, tales como informes históricos de requerimientos y órdenes de compra, reportes de inventario y costos, correspondientes al período de análisis definido para el estudio.

De manera complementaria, se recurre a fuentes documentales externas, incluyendo libros, artículos científicos y estudios de caso relacionados con modelos de planificación de la demanda aplicados a la gestión de compras e inventarios. Estas fuentes se obtienen a través de bases de datos académicas reconocidas, como ScienceDirect, Scopus, SpringerOpen y repositorios universitarios, lo que garantiza la calidad y validez científica de la información utilizada.

La información recopilada permite identificar deficiencias operativas, analizar patrones de gestión, comparar metodologías existentes y sustentar la formulación

del sistema propuesto a partir de datos cuantitativos y evidencia científica. Para el tratamiento y análisis de los datos se utiliza la herramienta Microsoft Excel, la cual facilita la realización de mediciones, comparaciones y análisis descriptivos orientadas a evaluar la precisión de los modelos de pronóstico. Este procedimiento asegura una interpretación objetiva, sistemática y rigurosa de los resultados obtenidos.

0.4.7 Fases de la investigación

La investigación se desarrollará en cuatro fases principales, las cuales se encuentran articuladas de manera secuencial y están orientadas a abordar los aspectos clave del proceso de planificación de la demanda y su relación con la gestión de compras e inventarios en la empresa objeto de estudio. En la primera fase, se realizará un diagnóstico del proceso actual de gestión de compras e inventarios, a partir del análisis de registros históricos del ERP de la empresa correspondientes al período de estudio. Esta fase permitirá identificar los factores que inciden en la planificación de la demanda y en la eficiencia operativa, tales como la frecuencia de requerimientos, niveles de urgencia, volumen y valor de órdenes de compra, tiempos de aprobación, estructura del inventario y antigüedad de los ítems.

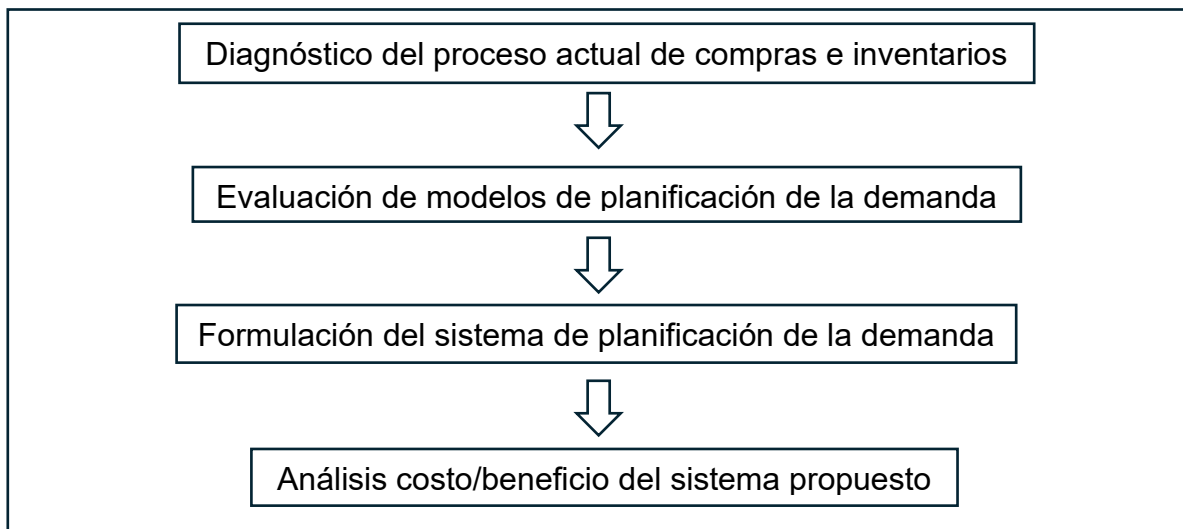
En la segunda fase, se llevará a cabo la evaluación de distintos modelos de planificación de la demanda documentados en la literatura académica y técnica, considerando criterios como su aplicabilidad, precisión, estabilidad y adaptabilidad al contexto organizacional de la empresa. Esta etapa tiene como propósito seleccionar el modelo metodológico más adecuado para sustentar la propuesta del sistema.

Posteriormente, en la tercera fase, se procederá a la formulación del sistema de planificación de la demanda, tomando como base el modelo seleccionado y las variables críticas identificadas en el diagnóstico. En esta fase se definirán los

procesos, las reglas de decisión, las variables de entrada y salida, así como las herramientas de soporte necesarias para la implementación del sistema propuesto.

Finalmente, en la cuarta fase, se desarrollará un análisis costo/beneficio del sistema de planificación de la demanda propuesto, con el fin de estimar su viabilidad económica y evaluar sus impactos proyectados sobre la eficiencia operativa y la gestión de compras e inventarios. La secuencia metodológica de la investigación se presenta de forma esquemática en la Figura 1, la cual ilustra las fases que componen el desarrollo del estudio.

Figura 1 Fases de la investigación



Fuente: Elaboración propia.

0.4.8 Técnicas de análisis de datos

En la presente investigación se emplearán técnicas de análisis de datos que permitan un tratamiento estructurado, sistemático y objetivo de la información histórica y operativa proporcionada por la empresa. El proceso de análisis se iniciará con la organización, depuración y preparación de los datos extraídos de los registros y bases de datos corporativas correspondientes al período de estudio, con el fin de garantizar su consistencia, completitud y fiabilidad. Esta etapa inicial incluirá la verificación de la integridad de los registros, la codificación de variables clave y la depuración de inconsistencias o valores atípicos que puedan afectar la validez de

los resultados. De acuerdo con Creswell (2014), esta fase resulta fundamental para establecer una base analítica sólida que sustente la toma de decisiones y la formulación de propuestas fundamentadas en datos confiables.

Posteriormente, se aplicarán técnicas de carácter descriptivo con el propósito de identificar patrones, relaciones y tendencias en los procesos analizados. Entre las técnicas empleadas se incluyen el análisis de promedios y porcentajes, apoyadas en el uso de la herramienta Microsoft Excel. Este análisis permitirá caracterizar el comportamiento operativo actual de la gestión de compras e inventarios y sustentar empíricamente la evaluación y selección del modelo de planificación de la demanda más adecuado.

Finalmente, los resultados obtenidos serán interpretados en función de los factores críticos identificados durante el diagnóstico y de las dimensiones definidas en la operacionalización de variables. Esta interpretación constituirá el fundamento para la estructuración del sistema de planificación de la demanda propuesto y para el desarrollo del análisis costo/beneficio. En concordancia con lo señalado por Hernández et al. (2021), la interpretación rigurosa de datos cuantitativos resulta esencial para la construcción de propuestas de mejora sólidamente respaldadas en evidencia empírica.

0.4.9 Consideraciones éticas

Durante el desarrollo de la presente investigación se garantizará la confidencialidad y el uso responsable de toda la información recopilada, asegurando que ningún dato sensible o estratégico de la empresa objeto de estudio sea divulgado. La información obtenida a partir de los registros internos y fuentes documentales será utilizada exclusivamente con fines académicos y de investigación.

Los resultados del estudio se presentarán de manera agregada y general, evitando la identificación de personas, áreas específicas o información que pueda comprometer los procesos internos, la seguridad de la operación o la competitividad

de la empresa. Asimismo, se preservará el anonimato de los participantes y de la empresa, en concordancia con los principios de ética en la investigación científica.

Adicionalmente, cuando la investigación requiera la interacción con colaboradores de la empresa para la validación o contextualización de la información, se contará con el consentimiento informado de los participantes, quienes serán debidamente informados sobre los objetivos del estudio y el uso exclusivo de los datos para propósitos académicos. Estas consideraciones éticas garantizan el cumplimiento de los principios de respeto, confidencialidad y responsabilidad en el desarrollo de la investigación.

1. MARCO REFERENCIAL

1.1 ANTECEDENTES

Los estudios previos sobre la gestión de compras, inventarios y la planificación de la demanda evidencian una evolución hacia enfoques orientados a mejorar la eficiencia operativa y la toma de decisiones organizacionales. La literatura académica y técnica presenta distintos abordajes metodológicos que permiten comprender problemáticas asociadas a la incertidumbre de la demanda, el control de inventarios, los tiempos de adquisición y la optimización de costos, así como las limitaciones de los enfoques tradicionales de gestión reactiva. En este contexto, la revisión de estos antecedentes proporciona el sustento conceptual y metodológico para el desarrollo de la presente investigación y para la formulación del sistema de planificación de la demanda propuesto.

1.1.1 Antecedentes en el contexto internacional

Las investigaciones desarrolladas en el contexto internacional destacan la necesidad de implementar herramientas que permitan anticipar la demanda, reducir la incertidumbre operativa y mejorar la eficiencia en los procesos de compras y gestión de inventarios. Estos estudios evidencian una evolución hacia enfoques más analíticos y estratégicos, orientados a optimizar el desempeño organizacional en entornos cada vez más competitivos y dinámicos.

En esta línea, Vera et al. (2024) analizaron el impacto de las deficiencias en el control de inventarios sobre los procesos de compra y la sostenibilidad empresarial, evidenciando que una gestión inadecuada del *stock* genera acumulación de productos, pérdidas operativas y fallas en el abastecimiento. A partir de un enfoque mixto, los autores concluyen que la estandarización de procesos y la capacitación del personal en gestión de inventarios permiten reducir pérdidas, mejorar la eficiencia operativa y fortalecer la sostenibilidad organizacional.

De manera similar, Zamani et al. (2023) desarrollaron un modelo matemático de optimización robusta que integra la planificación de pedidos, producción e inventarios bajo condiciones de incertidumbre en la demanda. Los resultados demostraron que la aplicación de enfoques robustos permite reducir los riesgos de desabastecimiento y sobreinventario, mejorando la eficiencia del sistema, aunque con un incremento moderado de los costos operativos, lo cual se justifica por una mayor estabilidad y confiabilidad en la atención de la demanda.

Por su parte, Xiong et al. (2022) propusieron un modelo de gestión de inventarios con doble abastecimiento orientado a enfrentar la incertidumbre en la demanda y en los precios de compra, incorporando proveedores con distintos costos y tiempos de entrega. A partir del uso de técnicas de series temporales, como ARIMA, y del análisis de datos reales de una cadena de comida rápida, los autores evidenciaron que el modelo reduce los costos operativos frente a políticas tradicionales, demostrando que los enfoques robustos basados en datos constituyen una alternativa eficaz para la gestión de inventarios en entornos altamente inciertos.

Desde una perspectiva estratégica, Shah & Yung (2021) analizaron las prácticas de compras en la industria marítima, identificando brechas asociadas a la ausencia de enfoques estructurados en la gestión de abastecimiento. Mediante la aplicación de la matriz de Kraljic y el análisis de casos del sector, los autores evidenciaron que la falta de segmentación estratégica de las compras genera ineficiencias y limita la competitividad. Como principal aporte, concluyeron que la adopción de herramientas de gestión estratégica de compras permite optimizar costos, fortalecer

la relación con proveedores y mejorar la sostenibilidad operativa en un entorno altamente competitivo.

De forma complementaria, Saputro et al. (2019) analizaron el impacto de la integración entre la selección estratégica de proveedores y la gestión de inventarios como mecanismo para mitigar interrupciones en el suministro. A partir de experimentos en redes multi-planta y multi-proveedor, los autores demostraron que la coordinación entre decisiones estratégicas y tácticas permite reducir los costos operativos y disminuir significativamente la vulnerabilidad de la cadena de suministro. Como principal conclusión, señalaron que los enfoques integrados, apoyados en modelos de simulación y optimización, fortalecen la resiliencia y competitividad organizacional frente a escenarios de incertidumbre.

Por otra parte, Atnafu & Balda (2018) evaluaron la relación entre las prácticas de gestión de inventarios, la competitividad y el desempeño organizacional en micro y pequeñas empresas manufactureras. Mediante un enfoque cuantitativo basado en encuestas y modelos de ecuaciones estructurales, los autores evidenciaron que mayores niveles de madurez en la gestión de inventarios se traducen en ventajas competitivas y mejoras significativas en el desempeño organizacional. El estudio concluye que la adopción de herramientas analíticas y programas de capacitación fortalece el impacto positivo de la gestión de inventarios sobre la competitividad empresarial.

1.1.2 Antecedentes en el contexto brasileño

En el contexto brasileño, diversas investigaciones han abordado la planificación de la demanda y la gestión de compras desde perspectivas prácticas y estratégicas, con énfasis en la mejora de la eficiencia operativa, la adopción de tecnologías de apoyo a la decisión y el fortalecimiento de la cadena de suministro. Estos estudios se caracterizan por su orientación aplicada, lo que permite analizar la implementación de modelos y herramientas en entornos organizacionales reales.

En esta línea, Barbosa et al. (2021) analizaron los procesos de gestión de compras en una empresa brasileña con el propósito de mejorar su desempeño operativo. A partir de un enfoque cualitativo apoyado en la herramienta 5W2H y el análisis documental, los autores identificaron deficiencias en la estandarización de los procesos y en la gestión de proveedores. Como resultado, propusieron acciones orientadas a la categorización de proveedores, la capacitación del personal, la implementación de un sistema MRP (*Material Requirements Planning*) automatizado y el uso de indicadores de desempeño. El estudio concluye que la estructuración y estandarización del proceso de compras, apoyada en tecnologías y métricas de control, permite reducir costos operativos y fortalecer la eficiencia y competitividad de la cadena de suministro.

Por su parte, Melo & Alcântara (2016) evaluaron el desempeño del proceso de gestión de la demanda en la cadena de suministro de productos de consumo básico en Brasil, a partir de un estudio de casos múltiples que involucró a fabricantes, mayoristas y minoristas. Mediante entrevistas a ejecutivos y análisis de contenido apoyado en NVivo10, los autores identificaron que la gestión colaborativa, el compromiso de la alta dirección, la segmentación de clientes y proveedores, el uso de tecnologías de la información y la adhesión a prácticas formales de gestión de la demanda son factores críticos para el éxito del proceso. El estudio concluye que la articulación de estos elementos permite a las empresas alcanzar mayores niveles de madurez en la gestión de la demanda, mejorando simultáneamente el nivel de servicio y la rentabilidad.

1.1.3 Antecedentes en el contexto colombiano

En el ámbito colombiano, se han desarrollado diversas investigaciones orientadas a fortalecer la integración de la cadena de suministro, mejorar la colaboración entre los actores logísticos y estructurar procesos de gestión de compras e inventarios más eficientes. Estos estudios evidencian el interés por superar enfoques fragmentados de gestión y avanzar hacia modelos más integrados y coordinados.

En este contexto, Salas-Navarro et al. (2017) propusieron una metodología para evaluar y fortalecer la integración y colaboración entre los actores de la cadena de suministro en empresas del sector de madera y muebles en Barranquilla, Colombia. A partir de un enfoque mixto, los autores identificaron bajos niveles de integración en la gestión de inventarios, reflejados en una planificación inconsistente de los requerimientos, limitada comunicación entre los actores y escasa sincronización de las operaciones logísticas. El estudio concluye que la adopción de estrategias colaborativas e integradas en la gestión de inventarios permite mejorar el desempeño operativo, reducir costos y elevar el nivel de servicio, destacando la importancia de la coordinación y el intercambio de información para una gestión más eficiente de la demanda y el abastecimiento.

De manera complementaria, Porto & Garcés (2019) desarrollaron un modelo de gestión del abastecimiento orientado a optimizar la cadena de suministro de Cotecmar, centrado en el suministro de arena para procesos de *sandblasting*. A partir de un enfoque analítico-descriptivo, los autores identificaron deficiencias asociadas a la falta de coordinación interdepartamental, tiempos de respuesta elevados y dependencia de proveedores únicos. El estudio concluye que la implementación de un modelo de gestión estructurado, basado en principios de planificación estratégica y logística colaborativa, contribuye a mejorar el control de inventarios, reducir costos operativos y fortalecer la capacidad de respuesta organizacional frente a las demandas del entorno.

Los antecedentes revisados en los contextos internacional, brasileño y colombiano coinciden en que la ausencia de planificación estructurada de la demanda y de una gestión integrada de compras e inventarios genera ineficiencias operativas, mayores costos y riesgos de desabastecimiento. La literatura evidencia una evolución desde enfoques reactivos hacia modelos analíticos y sistemas integrados que combinan clasificación de ítems, planificación anticipada, toma de decisiones basada en datos y articulación entre compras e inventarios. La Tabla 2 resume los principales aportes de estos estudios, destacando su contribución al diseño de

sistemas de planificación de la demanda aplicables a contextos organizacionales reales.

Tabla 2 Síntesis de antecedentes

Año	Autor(es)	Aspectos importantes
2018	Atnafu & Balda	Evidencian que mayores niveles de madurez en la gestión de inventarios se asocian directamente con una mejor competitividad y desempeño organizacional. Recomiendan el uso de herramientas analíticas y programas de capacitación para fortalecer estos procesos.
2019	Saputro et al.	Demuestran que la integración entre estrategias de selección de proveedores y gestión de inventarios reduce costos operativos (~10%) y mitiga los efectos de interrupciones en la cadena de suministro, fortaleciendo la resiliencia organizacional.
2019	Porto & Garcés	Proponen un modelo de gestión del abastecimiento que mejora el control de inventarios, reduce costos y fortalece la capacidad de respuesta, al abordar deficiencias de coordinación y dependencia de proveedores únicos.
2021	Shah & Yung	Identifican la ausencia de un enfoque estratégico en las compras del sector marítimo y destacan la utilidad de la matriz de Kraljic para optimizar costos, fortalecer relaciones con proveedores y garantizar sostenibilidad operativa.
2021	Barbosa et al.	Muestran que la estandarización de procesos de compras, la categorización de proveedores, el uso de <i>MRP</i> y <i>KPIs</i> contribuyen a optimizar costos y mejorar la eficiencia de la cadena de suministro.
2016	Melo & Alcántara	Señalan que la gestión colaborativa, el uso de tecnologías de información y la segmentación de clientes y proveedores son factores críticos para alcanzar mayores niveles de madurez en la gestión de la demanda.

2017	Salas-Navarro et al.	Evidencian que bajos niveles de integración y colaboración afectan negativamente la gestión de inventarios. Concluyen que estrategias colaborativas permiten reducir costos y mejorar el nivel de servicio.
2022	Xiong et al.	Desarrollan un modelo de inventarios con doble abastecimiento que reduce costos operativos bajo incertidumbre en precios y demanda, demostrando la efectividad de enfoques robustos basados en datos.
2023	Zamani et al.	Proponen un modelo de optimización robusta para planificación integrada de pedidos, producción e inventarios, que reduce riesgos de desabastecimiento y exceso de <i>stock</i> , aunque con incrementos moderados en costos.
2024	Vera et al.	Evidencian que deficiencias en el control de inventarios generan pérdidas, acumulación de productos defectuosos e ineficiencias en compras, destacando la importancia de procesos estandarizados y capacitación.

Fuente: Adaptado de Vera et al. (2024), Zamani et al. (2023), Xiong et al. (2022), Barbosa et al. (2021), Shah & Yung (2021), Porto & Garces (2019), Saputro et al. (2019), Atnafu & Balda (2018), Salas-Navarro et al. (2017) & Melo & Alcântara (2016).

1.2 MARCO TEÓRICO

El marco teórico presenta los fundamentos conceptuales y metodológicos que sustentan la presente investigación, a partir de teorías, enfoques y modelos relacionados con la planificación de la demanda, la gestión de inventarios y la gestión de compras. Estos aportes permiten contextualizar el problema identificado, respaldar las decisiones metodológicas y servir de base para la formulación del sistema de planificación de la demanda propuesto.

1.2.1 Cadena de suministro y gestión integrada

La cadena de suministro se entiende como el conjunto de procesos interrelacionados que permiten la planificación, adquisición, transformación y distribución de bienes y servicios, desde los proveedores hasta el cliente final, bajo un enfoque de coordinación e integración entre los diferentes actores involucrados (Kersten et al., 2022). Desde esta perspectiva, la gestión de la cadena de suministro

busca optimizar el flujo de información, materiales y recursos, con el fin de mejorar la eficiencia operativa, reducir costos y garantizar niveles adecuados de servicio (Tetik et al., 2022).

En este contexto, la integración de los procesos de compras, inventarios y demanda constituye un elemento central para el desempeño de la cadena de suministro. Una gestión fragmentada de estas funciones suele generar ineficiencias, tales como sobrecostos, desabastecimientos y tiempos de respuesta elevados. Por el contrario, un enfoque integrado permite alinear la planificación de la demanda con las decisiones de abastecimiento y control de inventarios, favoreciendo una gestión más anticipativa y coherente con las necesidades operativas de la empresa (Castillo, 2024).

En el sector marítimo, la gestión integrada de la cadena de suministro adquiere una relevancia particular debido a la complejidad de las operaciones, los tiempos de suministro prolongados y la alta dependencia de proveedores especializados. Ivanov et al. (2018) señalan que la falta de sincronización entre la demanda y los procesos de abastecimiento incrementa la vulnerabilidad de las operaciones ante interrupciones y eventos imprevistos. En este sentido, la planificación adecuada de la demanda se convierte en un mecanismo clave para reducir la incertidumbre, optimizar los niveles de inventario y asegurar la continuidad operativa de los activos marítimos.

Asimismo, la literatura destaca que la colaboración y el intercambio de información entre los actores de la cadena de suministro fortalecen la capacidad de respuesta organizacional frente a entornos volátiles (Helo & Thai, 2024). La integración de herramientas de gestión y sistemas de información facilita la coordinación de decisiones y contribuye a una mayor transparencia en los procesos de compras e inventarios, reforzando la necesidad de enfoques de gestión que prioricen la integración y la anticipación en entornos operativos complejos como el sector marítimo (Queiroz et al., 2020).

1.2.2 Gestión de inventarios en contextos operativos

La gestión de inventarios constituye un componente fundamental de la cadena de suministro, orientado a garantizar la disponibilidad oportuna de bienes y materiales necesarios para la operación, al menor costo posible y sin comprometer la continuidad de los procesos organizacionales (Handfield et al., 2021). Desde una perspectiva teórica, la gestión de inventarios busca equilibrar los costos asociados al mantenimiento de existencias, los costos de reposición y los costos derivados del desabastecimiento, los cuales inciden directamente en el desempeño operativo y financiero de las organizaciones (Syntetos et al., 2021).

En contextos operativos caracterizados por alta variabilidad en el consumo y tiempos de suministro prolongados, la gestión de inventarios adquiere un rol crítico. Wild (2017) señala que una planificación deficiente de los inventarios puede generar sobre costos, obsolescencia de materiales y riesgos de interrupción en la operación. En sectores intensivos en activos, como el marítimo, estas condiciones se ven acentuadas por la criticidad de los equipos, la dependencia de proveedores especializados y la limitada flexibilidad en los tiempos de reposición, lo que exige una gestión más estructurada y sistemática.

La literatura especializada destaca el uso de modelos de gestión de inventarios como herramientas de apoyo a la toma de decisiones, los cuales permiten definir políticas de reposición, niveles adecuados de *stock* y mecanismos de control acordes con los patrones de consumo y los tiempos de suministro. De acuerdo con Slack et al., (2020), estos modelos facilitan una gestión más ordenada y reducen la dependencia de decisiones reactivas basadas exclusivamente en la urgencia operativa.

Asimismo, el uso de información histórica y el análisis de datos han fortalecido la gestión de inventarios, al permitir una mejor comprensión del comportamiento de los materiales y de los factores que influyen en su rotación y criticidad (Ivanov et al., 2018). Ben-Daya et al. (2019) destacan que la incorporación de herramientas

analíticas contribuye a mejorar la eficiencia operativa, disminuyendo la probabilidad de desabastecimientos o acumulaciones innecesarias de inventario, especialmente en entornos operativos complejos.

1.2.3 Planificación de la demanda y pronóstico

La planificación de la demanda y el pronóstico constituyen elementos clave para la gestión eficiente de las operaciones, al permitir a las organizaciones anticipar las necesidades futuras y asignar de manera adecuada sus recursos. Desde un enfoque teórico, el pronóstico de la demanda se basa en el análisis sistemático de información histórica con el objetivo de estimar comportamientos futuros, reduciendo la incertidumbre y respaldando la toma de decisiones en áreas como compras, inventarios y operaciones (Hyndman & Athanasopoulos, 2018).

Una estimación inadecuada de la demanda puede generar impactos negativos en el desempeño organizacional, tales como desabastecimientos, excesos de inventario, incremento de costos operativos y disminución del nivel de servicio. En este sentido, Makridakis et al. (2020) señalan que la precisión del pronóstico es un factor determinante para lograr una planificación más coherente y alineada con las condiciones reales del entorno, especialmente en cadenas de suministro complejas y expuestas a alta variabilidad. De forma complementaria, Ivanov (2018) destaca que una baja calidad en los pronósticos incrementa la vulnerabilidad operativa de las organizaciones frente a eventos disruptivos.

La literatura especializada identifica diversos métodos de pronóstico que pueden ser aplicados en función de las características de la demanda y la disponibilidad de datos. Los métodos estadísticos tradicionales, como el promedio móvil, el suavizamiento exponencial y la regresión lineal, han sido ampliamente utilizados para modelar patrones estables, tendencias y comportamientos históricos de la demanda (Hyndman & Athanasopoulos, 2018). No obstante, en contextos operativos dinámicos, donde la demanda presenta alta variabilidad o patrones no

lineales, estos métodos pueden presentar limitaciones en términos de precisión y adaptabilidad (Syntetos et al., 2021).

Ante este escenario, se ha incrementado el uso de enfoques más avanzados de análisis de datos, los cuales permiten incorporar múltiples variables y capturar comportamientos complejos en la demanda. Makridakis et al. (2020) destacan que el uso de técnicas analíticas más robustas contribuye a mejorar la adaptabilidad y la calidad de los pronósticos, siempre que su aplicación sea coherente con el contexto operativo y los objetivos organizacionales. De igual forma, Fosso et al. (2020) resaltan que el aprovechamiento de grandes volúmenes de datos fortalece los procesos de planificación al proporcionar información más oportuna y detallada para la toma de decisiones.

En sectores con alta dependencia operativa y largos tiempos de respuesta, como el marítimo, la planificación de la demanda adquiere una relevancia particular debido a la incertidumbre asociada a la estacionalidad, la volatilidad del mercado y los factores externos que afectan el consumo y el abastecimiento. Kersten et al. (2022) y Queiroz et al. (2020) señalan que, en este tipo de contextos, la ausencia de sistemas de pronóstico estructurados incrementa la gestión reactiva y limita la capacidad de coordinación entre compras e inventarios. En este sentido, la planificación de la demanda se reconoce como un componente fundamental para articular las decisiones operativas y mejorar la eficiencia global de la cadena de suministro (Ivanov, 2018).

1.2.4 Niveles de decisión en la gestión de compras e inventarios

La gestión de compras e inventarios puede analizarse a partir de distintos niveles de decisión que permiten estructurar y coordinar las acciones necesarias para asegurar el abastecimiento y el uso eficiente de los recursos organizacionales. Desde una perspectiva teórica, esta gestión se articula en niveles estratégicos, tácticos y operativos, los cuales responden a horizontes temporales, objetivos y grados de impacto diferenciados dentro de la organización (Christopher, 2016;

Souza & Carvalho, 2024). Esta diferenciación facilita la alineación entre los objetivos de largo plazo y la ejecución cotidiana de las operaciones, especialmente en contextos organizacionales complejos.

- **Nivel estratégico**

El nivel estratégico de la gestión de compras e inventarios se orienta a la toma de decisiones de largo plazo, vinculadas con la definición de políticas, estructuras y lineamientos generales que apoyan los objetivos globales de la organización. Micheli et al. (2020) señalan que este nivel involucra la evaluación de riesgos, la identificación de oportunidades y el diseño de estrategias que permitan mitigar la incertidumbre y fortalecer la resiliencia de la cadena de suministro. Estas decisiones suelen tener un impacto significativo en el desempeño organizacional y en la sostenibilidad de las operaciones.

En sectores como el marítimo, caracterizados por alta dependencia de proveedores especializados y por largos tiempos de suministro, el nivel estratégico adquiere una relevancia particular. Zhang et al. (2024) destacan que prácticas como la diversificación de proveedores, la formalización de contratos de largo plazo y el análisis estratégico de categorías de compra contribuyen a reducir la exposición a interrupciones y a mejorar la capacidad de respuesta frente a escenarios de volatilidad, sin comprometer la continuidad operativa.

- **Nivel táctico**

El nivel táctico se enfoca en la planificación y coordinación de las actividades necesarias para implementar las directrices definidas en el nivel estratégico. De acuerdo con Monczka et al. (2020), este nivel comprende decisiones relacionadas con la selección y evaluación de proveedores, la programación de pedidos, la definición de políticas de reposición y la negociación de condiciones comerciales. Estas acciones permiten traducir los objetivos estratégicos en planes concretos de mediano plazo.

En el ámbito de la gestión de inventarios, el nivel táctico cumple un rol fundamental en la coordinación entre las necesidades operativas y la disponibilidad de recursos. Slack et al. (2020) señalan que el uso de herramientas de planificación y el seguimiento del desempeño mediante indicadores clave contribuyen a mejorar la eficiencia operativa y a fortalecer las relaciones con los proveedores. En el sector marítimo, este nivel resulta especialmente relevante para gestionar la variabilidad en los consumos y los tiempos de reposición, permitiendo una mejor sincronización de las operaciones.

- **Nivel operativo**

El nivel operativo abarca la ejecución diaria de las actividades relacionadas con las compras y el control de inventarios. Este nivel incluye tareas como la emisión y seguimiento de órdenes de compra, la recepción de materiales, el control de existencias y la atención de requerimientos urgentes. Micheli et al. (2020) indican que la eficiencia en este nivel depende en gran medida de la disponibilidad de información confiable y de la capacidad de respuesta de los sistemas de gestión utilizados.

En contextos operativos complejos, como el sector marítimo, donde las operaciones están expuestas a variaciones en la demanda y a restricciones logísticas, el uso de sistemas de información integrados resulta determinante. Queiroz et al. (2020) destacan que la adopción de sistemas de gestión empresarial permite mejorar la visibilidad de los inventarios y agilizar la toma de decisiones operativas, reduciendo el riesgo de desabastecimientos o acumulaciones innecesarias de *stock*.

1.2.5 Modelos aplicables en la planificación de la demanda y pronóstico, compras e inventarios

La planificación de la demanda y su articulación con compras e inventarios se apoya en modelos cuantitativos que permiten describir patrones de consumo, estimar necesidades futuras y definir políticas de reposición coherentes con la criticidad y rotación de los ítems (Makridakis et al., 2020). La literatura reciente evidencia que

la elección de modelos debe considerar el comportamiento de la serie (tendencia, estacionalidad, intermitencia), la disponibilidad y calidad de los datos, y los costos asociados al error de pronóstico (Bergsma et al., 2025). En este sentido, se presentan modelos de pronóstico (estadísticos y de aprendizaje automático) y modelos de decisión para compras e inventarios (clasificación y reposición), que sirven como base metodológica para seleccionar y estructurar el sistema propuesto.

1.2.5.1 Modelos de planificación de la demanda y pronóstico

Los modelos de planificación de la demanda constituyen herramientas fundamentales para anticipar el comportamiento futuro del consumo a partir del análisis de datos históricos y variables explicativas (Salinas et al., 2020). Su aplicación permite reducir la incertidumbre inherente a la toma de decisiones operativas y mejorar la coherencia entre planificación, compras e inventarios (Ye et al., 2024). En este contexto, a continuación, se presentan los modelos de pronóstico de la demanda más utilizados y documentados en la literatura científica, los cuales sirven como referencia metodológica para la selección del enfoque más adecuado según las características de la demanda y del entorno operativo.

- **Promedio móvil**

El promedio móvil es uno de los métodos más simples y ampliamente utilizados para el pronóstico de la demanda, ya que estima el valor futuro a partir del promedio de un número determinado de observaciones pasadas. Este enfoque permite suavizar fluctuaciones aleatorias y obtener una señal estable para la planificación operativa (Wang et al., 2024). Sin embargo, su principal limitación radica en la incapacidad para capturar cambios estructurales, tendencias o estacionalidades, lo que puede afectar su precisión en entornos dinámicos. A pesar de ello, la literatura reconoce su utilidad como método base o de referencia para comparar el desempeño de técnicas más avanzadas (Girolimetto et al., 2024).

- **Suavizamiento exponencial**

El suavizamiento exponencial se basa en la asignación de mayores pesos a las observaciones más recientes, permitiendo una mayor sensibilidad a los cambios graduales en la demanda. Existen diferentes variantes de este modelo, que permiten incorporar componentes de tendencia y estacionalidad, ampliando su aplicabilidad en contextos operativos diversos (Ye et al., 2024). Wang et al., (2024) señalan que este enfoque ofrece un equilibrio adecuado entre simplicidad, estabilidad y precisión, lo que explica su amplia adopción en entornos empresariales. Estudios recientes destacan su desempeño robusto en series con ruido y variabilidad moderada, así como su bajo costo computacional (Girolimetto et al., 2024).

- **Regresión lineal**

La regresión lineal permite modelar la demanda como función de una o varias variables explicativas, lo que facilita la identificación de factores que influyen en el consumo. Este enfoque resulta particularmente útil cuando la demanda está asociada a variables operativas, económicas o contextuales, más allá de su comportamiento histórico (Contreras et al., 2016). Khedr & Rani (2024) destacan que la incorporación de variables explicativas puede mejorar la capacidad predictiva del modelo y fortalecer la interpretación de los resultados. No obstante, advierten que su desempeño puede verse limitado en presencia de relaciones no lineales o alta volatilidad, lo que requiere un análisis cuidadoso de los supuestos del modelo.

- **Modelo ARIMA**

El modelo ARIMA (*AutoRegressive Integrated Moving Average*) se utiliza para el análisis y pronóstico de series temporales que presentan dependencia temporal y requieren procesos de diferenciación para estabilizar la media. Estos modelos permiten capturar patrones complejos en la estructura temporal de la demanda y cuentan con procedimientos formales para la identificación, estimación y validación del ajuste (Ye et al., 2024). Fattah et al., (2018) señalan que los modelos ARIMA

ofrecen una base estadística sólida para el pronóstico, siendo ampliamente utilizados como referencia en estudios comparativos. Sin embargo, su aplicación requiere experiencia técnica y puede presentar limitaciones cuando la demanda es altamente irregular o intermitente.

- **Modelos basados en inteligencia artificial y aprendizaje automático**

Los modelos basados en inteligencia artificial y aprendizaje automático han ganado relevancia en el pronóstico de la demanda debido a su capacidad para capturar relaciones no lineales, integrar múltiples fuentes de datos y adaptarse a patrones complejos (Wang et al., 2024). Girolimetto et al. (2024) evidencian que estos enfoques resultan especialmente útiles en contextos de demanda irregular o intermitente, donde los métodos tradicionales presentan limitaciones. De forma complementaria, Bergsma et al. (2025) destacan que, si bien estos modelos pueden mejorar la precisión del pronóstico, su implementación exige consideraciones adicionales relacionadas con la calidad de los datos, la interpretabilidad de los resultados y la gobernanza analítica. Por ello, recomiendan evaluar su uso de manera complementaria a métodos tradicionales, considerando el contexto operativo y la madurez analítica de la organización.

1.2.5.2 Modelos de gestión de compras e inventarios

Los modelos de gestión de compras e inventarios constituyen herramientas analíticas orientadas a apoyar la toma de decisiones relacionadas con el control de existencias, la definición de políticas de reposición y la asignación eficiente de recursos (Silver et al., 2017). Su objetivo principal es equilibrar los costos asociados al mantenimiento de inventarios, los costos de reposición y los riesgos de desabastecimiento, considerando las características del consumo y las restricciones operativas del entorno (Slack et al., 2020). En este contexto, a continuación, se presentan los modelos de gestión de inventarios más utilizados y documentados en la literatura científica, los cuales sirven como referencia para la definición de

políticas de abastecimiento y control de existencias acordes con las necesidades operativas de las organizaciones.

- **Cantidad económica de pedido (EOQ)**

El modelo de Cantidad Económica de Pedido (*Economic Order Quantity*) es uno de los enfoques clásicos de la teoría de inventarios y se orienta a determinar el tamaño óptimo de lote que minimiza el costo total asociado a la reposición y al mantenimiento de inventarios (Zapata, 2025). Este modelo parte de supuestos como demanda relativamente estable, costos identificables y tiempos de reposición conocidos, lo que facilita su aplicación como referencia inicial para la definición de políticas de abastecimiento (Ben-Daya et al., 2019). A pesar de su simplicidad, la literatura contemporánea reconoce la vigencia del EOQ como fundamento conceptual, destacando múltiples extensiones que incorporan restricciones financieras, variabilidad en la demanda y condiciones operativas más realistas (Barradas & Rodríguez, 2024).

- **Reabastecimiento continuo**

Los modelos de reabastecimiento continuo se basan en el monitoreo permanente del nivel de inventario y en la emisión de un pedido cuando este alcanza un punto de reorden previamente definido (Ben-Daya et al., 2019). Este enfoque permite responder de manera inmediata a la disminución de existencias y resulta adecuado en contextos donde se requiere alta disponibilidad de materiales y una rápida capacidad de reacción (Slack et al., 2020). Barradas & Rodríguez (2024) señalan que las políticas de revisión continua facilitan el control del riesgo de desabastecimiento, especialmente cuando la demanda y los tiempos de reposición presentan incertidumbre. No obstante, su implementación exige sistemas de información confiables y un seguimiento constante de los niveles de inventario, lo que puede implicar mayores costos administrativos.

- **Reabastecimiento periódico**

El modelo de reabastecimiento periódico se caracteriza por la revisión de los niveles de inventario en intervalos de tiempo previamente establecidos, tras los cuales se determina la cantidad a pedir para alcanzar un nivel objetivo. Este enfoque resulta útil cuando el monitoreo continuo no es viable o cuando la organización busca consolidar pedidos y reducir la frecuencia de revisión (Silver et al., 2017). Por su parte, Sun et al. (2024) indican que el desempeño de las políticas de revisión periódica depende en gran medida de la correcta definición del intervalo de revisión y de la variabilidad de la demanda. En términos operativos, este modelo suele aplicarse a ítems de menor criticidad o a contextos donde existen restricciones administrativas o logísticas que limitan la flexibilidad del reabastecimiento.

1.2.6 Herramientas de apoyo en la gestión de compras e inventarios

Las herramientas de apoyo a la gestión de compras e inventarios permiten complementar los modelos de pronóstico y reposición mediante criterios de priorización, segmentación y toma de decisiones diferenciadas. Estas herramientas no buscan predecir la demanda ni calcular cantidades óptimas de pedido, sino facilitar la asignación eficiente de recursos y esfuerzos de gestión, considerando la criticidad, el impacto económico y el riesgo asociado a los materiales y a los proveedores (Silver et al., 2017; Christopher, 2016). En este contexto, a continuación, se presentan dos de las herramientas más utilizadas y documentadas en la literatura científica para apoyar la gestión de compras e inventarios.

- **Clasificación ABC**

La clasificación ABC es una herramienta ampliamente utilizada para segmentar los ítems de inventario en función de su contribución al valor total o a la criticidad operativa, permitiendo enfocar los esfuerzos de control y gestión en los materiales más relevantes (Slack et al., 2020). Este enfoque se basa en el principio de Pareto, según el cual un reducido número de ítems suele concentrar la mayor proporción del valor del inventario, mientras que un gran número de materiales tiene un impacto

económico menor. La literatura reconoce que la aplicación de la clasificación ABC contribuye a mejorar la eficiencia del control de inventarios y a definir políticas diferenciadas de reposición y seguimiento (Ivanov et al., 2018).

Estudios recientes señalan que, si bien la clasificación ABC tradicional se basa principalmente en criterios económicos, su efectividad puede incrementarse al incorporar variables adicionales como la criticidad operativa, la variabilidad del consumo y los tiempos de reposición (Chopra & Meindl, 2021). Barradas & Rodríguez (2024), por su parte, evidencian que el uso de enfoques multicriterio y técnicas analíticas permite mejorar la segmentación de inventarios en contextos donde la demanda es intermitente o heterogénea, fortaleciendo su utilidad como herramienta de apoyo a la gestión en entornos operativos complejos.

- **Matriz de Kraljic**

La matriz de Kraljic es una herramienta estratégica de gestión de compras que permite clasificar las categorías de suministro en función de dos dimensiones principales: el impacto en el negocio y el riesgo de suministro. A partir de esta clasificación, las organizaciones pueden definir estrategias diferenciadas de abastecimiento, negociación y gestión de proveedores, alineadas con la importancia estratégica de cada categoría (Rezaei & Fallah, 2019). La literatura destaca que este enfoque facilita la transición desde una gestión transaccional hacia una gestión estratégica de compras.

Investigaciones recientes han propuesto metodologías cuantitativas para reducir la subjetividad en la aplicación de la matriz de Kraljic, fortaleciendo su uso como herramienta formal de apoyo a la toma de decisiones. Corsini et al., (2024) señalan que la integración de criterios objetivos y analíticos permite mejorar la consistencia en la clasificación de categorías y su alineación con los objetivos organizacionales. En el contexto de la gestión de inventarios, la matriz de Kraljic contribuye a definir políticas de abastecimiento coherentes con la criticidad y el riesgo,

complementando los modelos de reposición y fortaleciendo la eficiencia operativa (Christopher, 2016).

2. DIAGNÓSTICO DEL PROCESO ACTUAL DE COMPRAS E INVENTARIOS

2.1 GENERALIDADES

El presente capítulo tiene como propósito realizar un diagnóstico del proceso actual de compras e inventarios de la empresa objeto de estudio, con el fin de identificar las principales características operativas, prácticas de gestión y factores que inciden en la planificación de la demanda y en la eficiencia operativa. Para ello, se analizan los procesos vigentes a partir de información histórica extraída del sistema ERP de la empresa correspondiente al período 2025, así como registros internos relacionados con la frecuencia de requerimientos de compra, niveles de urgencia, volumen y valor de órdenes de compra, tiempos de aprobación del proceso de compras, estructura del inventario y antigüedad de los ítems. El diagnóstico se desarrolla mediante técnicas de análisis descriptivo y analítico, orientadas a caracterizar el comportamiento real de los procesos de compras e inventarios y a identificar patrones relevantes en su operación. Los resultados obtenidos constituyen la base objetiva para la evaluación de modelos de planificación de la demanda y para la formulación de la propuesta de un sistema orientado a la definición de inventarios operacionales y a la mejora de la eficiencia del proceso.

2.2 ANÁLISIS DE LA GESTIÓN DEL PROCESO DE COMPRAS

Durante el año 2025 se registraron 4.936 requerimientos en la empresa, lo que equivale a un promedio mensual de 411 requerimientos. Este volumen evidencia una demanda interna elevada y sostenida a lo largo del año, aunque con variaciones relevantes entre los distintos periodos. Tal como se presenta en la Tabla 3, el mes de marzo concentró el mayor número de requerimientos (572), representando aproximadamente el 11,6% del total anual, seguido por mayo con un 9,9%. En contraste, noviembre registró el menor volumen (344 requerimientos),

correspondiente al 7,0% del total. Estas diferencias reflejan una distribución mensual heterogénea de los requerimientos internos y confirman la ausencia de una demanda homogénea.

Tabla 3 Distribución mensual de requerimientos de compra

Mes	Q requerimientos	% sobre total anual
Enero	290	5,9%
Febrero	368	7,5%
Marzo	572	11,6%
Abril	418	8,5%
Mayo	488	9,9%
Junio	434	8,8%
Julio	401	8,1%
Agosto	415	8,4%
Septiembre	422	8,6%
Octubre	392	7,9%
Noviembre	344	7,0%
Diciembre	392	7,9%
Total	4.936	100%

Fuente: Adaptado de la información del ERP de la empresa.

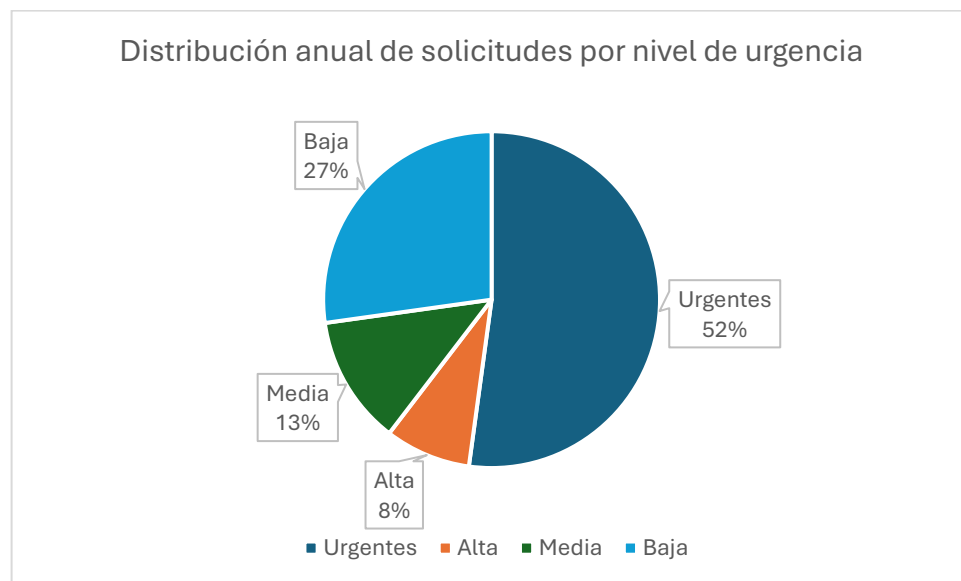
En cuanto al nivel de urgencia, del total de requerimientos registrados, 2.574 fueron clasificados como urgentes, lo que representa el 52,2% del total anual, según se presenta en la Tabla 4. Adicionalmente, los requerimientos de alta prioridad alcanzaron un 8,3%, mientras que las de prioridad media representaron el 12,4% y las de baja urgencia el 27,2%. En conjunto, más de seis de cada diez requerimientos (60,5%) ingresaron al proceso bajo esquemas de atención prioritaria, lo cual evidencia una fuerte dependencia de mecanismos reactivos en la gestión de compras.

Tabla 4 Distribución anual de requerimientos por nivel de urgencia

Nivel de urgencia	Q anual de requerimientos	% sobre total
Urgentes	2.574	52,2%
Alta	407	8,3%
Media	611	12,4%
Baja	1.344	27,2%
Total	4.936	100%

Fuente: Adaptado de la información del ERP de la empresa.

Desde una perspectiva operativa, esta elevada concentración de requerimientos urgentes limita de manera significativa la capacidad del área de compras para anticipar necesidades, consolidar y estructurar procesos de abastecimiento planificado. La alta proporción de requerimientos no programados incrementa la carga administrativa, reduce los márgenes de negociación con los proveedores y condiciona las decisiones de compra a criterios de inmediatez, en detrimento de la eficiencia económica y estratégica del proceso. La representación gráfica de esta distribución, mostrada en el Gráfico 1, permite visualizar con mayor claridad el desequilibrio existente entre los distintos niveles de urgencia y confirma la ausencia de una planificación estructurada de la demanda.

Gráfico 1 Distribución anual de requerimientos por nivel de urgencia

Fuente: Adaptado de la información del ERP de la empresa.

Durante el mismo periodo se emitieron 5.298 órdenes de compra, lo que equivale a un promedio mensual de 442 órdenes. En términos económicos, el valor total de las órdenes ascendió a aproximadamente USD 15,49 millones, con un promedio mensual cercano a USD 1,29 millones, tal como se detalla en la Tabla 5. El análisis comparativo entre el número de órdenes y su valor económico evidencia que los meses con mayor cantidad de órdenes, como octubre y diciembre, no coinciden con los meses de mayor valor monetario, lo que sugiere una fragmentación del gasto. Este comportamiento es consistente con una dinámica de compras urgentes y poco planificadas, en la cual se generan múltiples órdenes de menor valor en lugar de procesos consolidados que permitan economías de escala.

Tabla 5 Órdenes de compra y valor económico mensual

Mes	Q Órdenes	% Órdenes	Valor USD (miles)	% Valor
Enero	353	6,7%	1.237	8,0%
Febrero	413	7,8%	1.471	9,5%
Marzo	412	7,8%	1.403	9,1%
Abril	407	7,7%	941	6,1%
Mayo	380	7,2%	1.779	11,5%
Junio	336	6,3%	810	5,2%
Julio	339	6,4%	1.632	10,5%
Agosto	381	7,2%	1.296	8,4%
Septiembre	537	10,1%	1.169	7,6%
Octubre	608	11,5%	908	5,9%
Noviembre	505	9,5%	934	6,0%
Diciembre	627	11,8%	912	5,9%
Total	5.298	100%	15.492	100%

Fuente: Adaptado de la información del ERP de la empresa.

En relación con los tiempos de aprobación de las órdenes de compra, entendidos como una etapa específica del proceso de compras y no como el ciclo completo de adquisición, el tiempo promedio anual registrado fue de aproximadamente 4,4 días, con variaciones mensuales que oscilaron entre 3,7 y 5,1 días, según se presenta en la Tabla 6 y su correspondiente representación gráfica. Si bien estos tiempos no evidencian incrementos abruptos a lo largo del período analizado, su comportamiento debe evaluarse de manera conjunta con el elevado volumen de

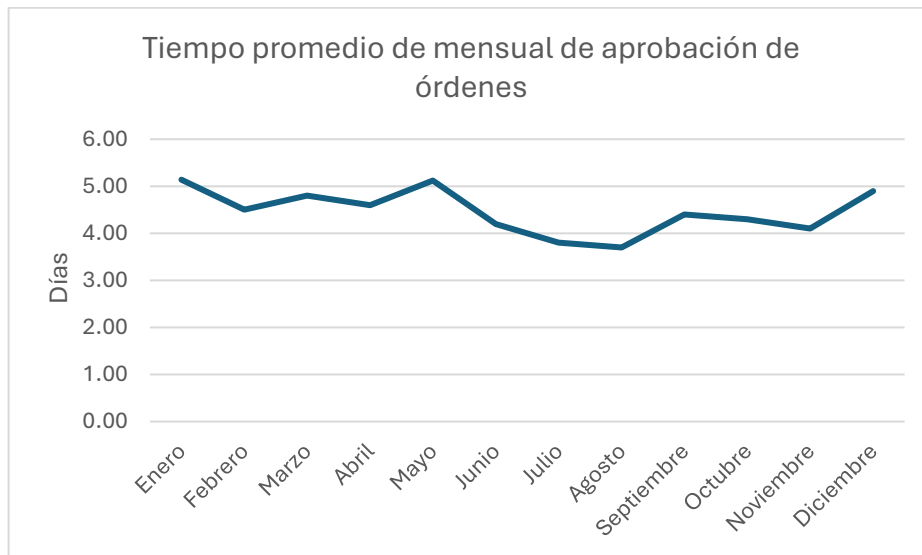
órdenes procesadas y con el alto porcentaje de requerimientos clasificados como urgentes. En este contexto, los tiempos actuales de aprobación constituyen un riesgo potencial de congestión administrativa, particularmente ante escenarios de incremento adicional de la demanda o de restricciones operativas internas.

Tabla 6 Tiempo promedio mensual de aprobación de órdenes

Mes	Días promedio
Enero	5.14
Febrero	4.50
Marzo	4.80
Abril	4.60
Mayo	5.12
Junio	4.20
Julio	3.80
Agosto	3.70
Septiembre	4.40
Octubre	4.30
Noviembre	4.10
Diciembre	4.90

Fuente: Adaptado de la información del ERP de la empresa.

Gráfico 2 Tiempo promedio mensual de aprobación de órdenes



Fuente: Adaptado de la información del ERP de la empresa.

En síntesis, el análisis del proceso actual de compras demuestra que la empresa opera bajo un esquema caracterizado por alta variabilidad de la demanda interna, predominio de requerimientos urgentes y fragmentación del proceso de adquisición. Más del 50% de los requerimientos ingresan como urgentes, lo que limita la planificación, incrementa la presión operativa y reduce la eficiencia económica del proceso. Aunque los tiempos de aprobación se mantienen relativamente estables, estos se sostienen en un entorno de elevada carga administrativa, lo que compromete la sostenibilidad del modelo actual.

2.3 ANÁLISIS DE LA GESTIÓN DEL PROCESO DE INVENTARIOS

La empresa opera predominantemente bajo una política de compras *stock* / no *stock*, en la cual gran parte de los requerimientos se adquieren contra solicitud y se descargan directamente al gasto del centro de costo correspondiente. No obstante, mantiene un inventario activo conformado principalmente por repuestos estratégicos y materiales asociados a mantenimientos mayores, cuya gestión resulta crítica para la continuidad operativa. En este contexto, el análisis se orienta a evaluar la composición del inventario, su concentración económica y su antigüedad.

Al cierre del año 2025, el inventario activo está conformado por 932 ítems, con una cantidad total de 10.569 unidades y un valor económico de USD 1.684.158. Esta magnitud evidencia que, pese a la política *stock* / no *stock* predominante, la empresa mantiene una inversión relevante en inventarios, lo que justifica un análisis detallado de su estructura. La Tabla 7 presenta la distribución del inventario activo por categoría, considerando el número de ítems, la cantidad física y el valor económico asociado.

Tabla 7 Distribución del inventario activo por categoría, cantidad y valor económico

Categoría	Ítems	Cantidad	Valor USD
Mant. mayores	252	6.276	690.302
Espías / cabos	3	8	9.104
Inventario otro	281	1.987	248.283
Materiales y suministros	8	9	2.675
Repuestos	388	2.289	733.794
Total	932	10.569	1.684.158

Fuente: Adaptado de la información del ERP de la empresa.

Los resultados permiten identificar que la categoría de repuestos concentra el mayor número de referencias del inventario activo, con 388 ítems, equivalentes al 41,6% del total, y un valor económico asociado de USD 733.794. De manera similar, los materiales asociados a mantenimientos mayores agrupan 252 ítems (27,0% del total) y representan un valor de USD 690.302. En conjunto, estas dos categorías concentran 640 ítems, es decir, cerca del 69% del inventario activo, y representan más del 84% del valor económico total, lo que evidencia una elevada concentración del valor del inventario en materiales críticos para la operación.

En contraste, la categoría inventario otro agrupa 281 ítems (30,1% del total), pero con un valor económico significativamente menor (USD 248.283, equivalente al 14,7% del valor total), lo que sugiere la presencia de materiales de menor valor unitario. Las categorías espías / cabos y materiales y suministros presentan una participación marginal, tanto en número de ítems como en valor económico, con incidencias inferiores al 1% del total, lo que indica un impacto económico reducido dentro del inventario.

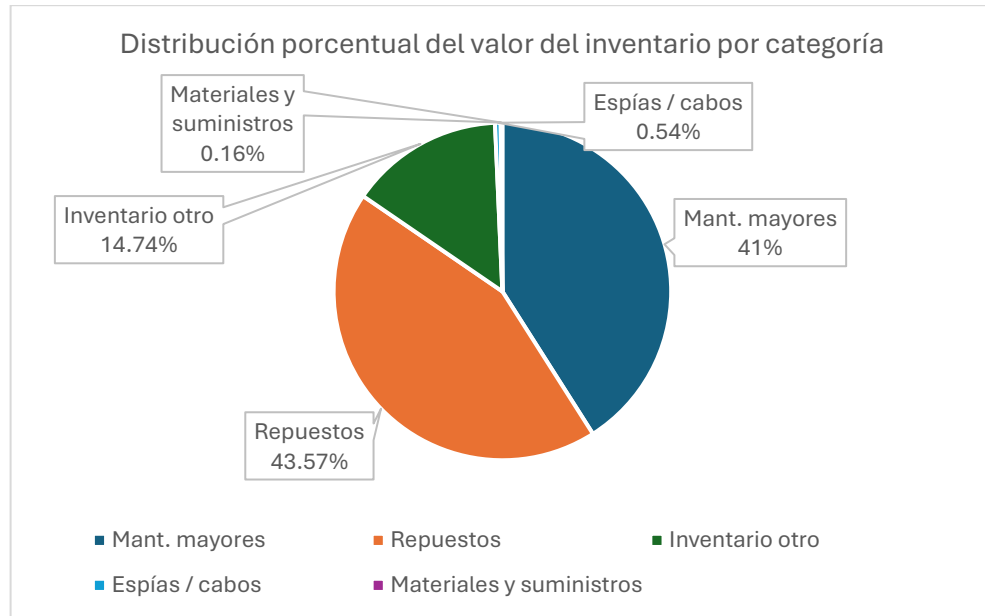
Una vez descrita la estructura general del inventario, resulta pertinente analizar la relación entre el número de ítems y su peso económico, con el fin de evaluar la concentración del valor y su implicación en la gestión del inventario. Esta relación se sintetiza en la Tabla 8, que presenta la participación porcentual de los ítems y del valor económico por categoría.

Tabla 8 Distribución porcentual de ítems y valor del inventario por categoría

Categoría	Ítems	% Ítems	Valor USD	% Valor
Mant. mayores	252	27,0%	690.302	41,0%
Repuestos	388	41,6%	733.794	43,6%
Inventario otro	281	30,1%	248.283	14,7%
Espías / cabos	3	0,3%	9.104	0,5%
Materiales y suministros	8	0,9%	2.675	0,2%
Total	932	100%	1.684.158	100%

Fuente: Adaptado de la información del ERP de la empresa.

Los resultados evidencian una alta concentración del valor económico del inventario en un número reducido de categorías críticas. La categoría de repuestos, con el 41,6% de los ítems, concentra el 43,6% del valor económico, constituyéndose como la categoría de mayor impacto financiero. De forma similar, los materiales para mantenimientos mayores, con el 27,0% de los ítems, concentran el 41,0% del valor, confirmando su elevada relevancia económica dentro del inventario operativo. Por el contrario, el inventario otro, aunque representa el 30,1% de los ítems, concentra únicamente el 14,7% del valor, lo que refuerza la existencia de materiales de menor costo unitario. Las categorías espías / cabos y materiales y suministros presentan una incidencia económica marginal, con participaciones conjuntas inferiores al 1% del valor total. Esta estructura confirma que el valor del inventario se encuentra altamente concentrado en un número reducido de categorías críticas, comportamiento que se visualiza en el Gráfico 3.

Gráfico 3 Distribución porcentual del valor del inventario por categoría

Fuente: Adaptado de la información del ERP de la empresa.

Desde la perspectiva de la rotación, el análisis se complementa con la evaluación de la antigüedad del inventario, presentada en la Tabla 9, que clasifica los ítems según su tiempo de permanencia en almacén. Los resultados muestran que 438 ítems (47,0%) presentan una antigüedad entre 1 y 2 años, mientras que 479 ítems (51,4%) se encuentran en el rango de 3 a 4 años. Adicionalmente, 15 ítems (1,6%) superan los 4 años de permanencia en inventario.

Tabla 9 Distribución del inventario por rangos de antigüedad

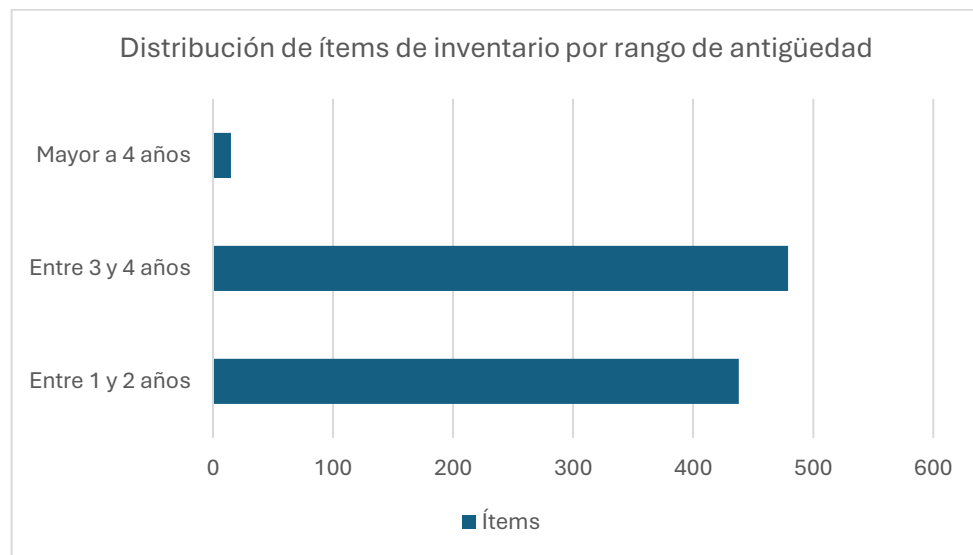
Antigüedad	Ítems	% sobre total
Entre 1 y 2 años	438	47,0%
Entre 3 y 4 años	479	51,4%
Mayor a 4 años	15	1,6%
Total	932	100%

Fuente: Adaptado de la información del ERP de la empresa.

En conjunto, estos resultados indican que más del 52% del inventario activo presenta una antigüedad superior a tres años, lo que evidencia bajos niveles de rotación relativa y ciclos de consumo prolongados para una proporción significativa

de los materiales almacenados. Este comportamiento resulta especialmente relevante en una empresa que opera mayoritariamente bajo esquemas de *stock* / no *stock*, ya que sugiere que el inventario existente responde a necesidades operativas específicas, pero carece de mecanismos formales de planificación que permitan alinear los niveles de inventario con el consumo real. La distribución por rangos de antigüedad se representa en el Gráfico 4.

Gráfico 4 Distribución de ítems de inventario por rango de antigüedad



Fuente: Elaboración propia con base en información del ERP de la empresa.

En síntesis, el análisis conjunto de la estructura del inventario, la concentración económica y la antigüedad permite concluir que la empresa mantiene un inventario caracterizado por alta concentración de valor y baja rotación relativa, particularmente en categorías críticas como repuestos y materiales para mantenimientos mayores. La permanencia prolongada de estos materiales en inventario refleja la ausencia de una planificación sistemática de la demanda que permita definir niveles óptimos de inventario operacional y programar reposiciones de manera anticipada.

En este contexto, la gestión actual del inventario no logra asegurar de manera eficiente la disponibilidad oportuna de materiales críticos, manteniendo niveles

adecuados de rotación y antigüedad. Los resultados obtenidos sustentan la necesidad de implementar un sistema de planificación de la demanda orientado a la definición de inventarios operacionales, que permita mejorar la rotación, reducir la antigüedad del inventario y optimizar la eficiencia del proceso de compras e inventarios.

3. EVALUACIÓN DE MODELOS DE PLANIFICACIÓN DE LA DEMANDA

3.1 GENERALIDADES

La planificación de la demanda constituye un componente central para la toma de decisiones en los procesos de compras e inventarios, especialmente en entornos operativos caracterizados por alta variabilidad, presión operativa y restricciones de tiempo, como es el caso del sector marítimo. En este contexto, la selección adecuada de modelos de planificación de la demanda no depende exclusivamente de su precisión estadística, sino también de su capacidad de adaptación al entorno organizacional, a la disponibilidad de información y a los objetivos operativos de la empresa (Hyndman & Athanasopoulos, 2018).

El presente capítulo tiene como propósito evaluar los principales modelos de planificación de la demanda documentados en la literatura científica, considerando su aplicabilidad al contexto de la empresa objeto de estudio. Para ello, se analizan los modelos desde una perspectiva comparativa, teniendo en cuenta criterios como las técnicas de pronóstico, precisión del modelo, estabilidad del error y adaptabilidad operativa. Esta evaluación permite establecer una base metodológica sólida para la selección de los modelos que conformarán el sistema de planificación de la demanda propuesto.

3.2 TÉCNICAS DE PRONÓSTICO UTILIZADAS EN LA PLANIFICACIÓN DE LA DEMANDA

La planificación de la demanda se apoya en técnicas de pronóstico que permiten estimar el comportamiento futuro del consumo a partir de información histórica. La literatura especializada agrupa estas técnicas en tres grandes categorías: modelos

estadísticos tradicionales, modelos de series de tiempo y modelos avanzados basados en inteligencia artificial y aprendizaje automático. Cada grupo responde a supuestos metodológicos distintos y presenta implicaciones específicas en términos de complejidad, requerimientos de información y aplicabilidad operativa (Hyndman & Athanasopoulos, 2018).

Los modelos estadísticos simples, entre los que se destacan el promedio móvil y el suavizamiento exponencial simple, se caracterizan por su enfoque determinístico y su facilidad de implementación. Estos modelos estiman la demanda futura a partir de promedios ponderados del consumo pasado, asumiendo estabilidad relativa en el comportamiento de la demanda. Su principal fortaleza radica en su bajo requerimiento de datos y en su transparencia operativa, lo que los hace ampliamente utilizados en organizaciones con niveles incipientes de madurez analítica. No obstante, su capacidad para capturar patrones complejos, como cambios estructurales, estacionalidades o demandas intermitentes, resulta limitada (Wang et al., 2024; Girolimetto et al., 2024; Ye et al., 2024).

Por su parte, los modelos de series de tiempo, como ARIMA, incorporan componentes de tendencia, estacionalidad y autocorrelación, permitiendo una representación más robusta del comportamiento histórico de la demanda. Estos modelos han demostrado un mejor desempeño en contextos donde existen patrones de consumo relativamente estables y series históricas suficientemente largas. Sin embargo, su efectividad se ve reducida en escenarios caracterizados por alta variabilidad, demanda esporádica o largos periodos sin consumo, condiciones frecuentes en inventarios de repuestos y materiales críticos (Ye et al., 2024; Fattah et al., 2018).

Finalmente, los modelos avanzados basados en inteligencia artificial y aprendizaje automático, como las redes neuronales artificiales y los algoritmos de *random forest*, ofrecen una elevada capacidad de adaptación a patrones no lineales y comportamientos complejos de la demanda. Estos enfoques han mostrado mejoras significativas en la precisión del pronóstico en contextos de alta complejidad. Sin

embargo, su implementación requiere grandes volúmenes de datos históricos, infraestructura tecnológica adecuada y capacidades analíticas especializadas, lo que limita su aplicabilidad en organizaciones que no cuentan con sistemas consolidados de gestión de la información (Wang et al., 2024; Girolimetto et al., 2024; Bergsma et al., 2025). La Tabla 10 sintetiza comparativamente estas técnicas de pronóstico, destacando sus principales ventajas y limitaciones desde una perspectiva operativa y metodológica.

Tabla 10 Comparación de técnicas de pronóstico utilizadas en la planificación de la demanda

Tipo de modelo	Ejemplos	Ventajas	Limitaciones
Estadísticos simples	Promedio móvil, SES	Fácil implementación y bajo requerimiento de datos	Baja capacidad para capturar patrones complejos
Series de tiempo	ARIMA	Captura tendencias y estacionalidades históricas	Sensibilidad a demanda intermitente y alta variabilidad
IA & Aprendizaje automático	Redes neuronales, Random Forest	Alta flexibilidad y capacidad predictiva	Alta complejidad operativa y requerimientos de datos

Fuente: Adaptado de Bergsma et al. (2025), Wang et al. (2024), Girolimetto et al. (2024), Ye et al. (2024), Fattah et al. (2018) & Hyndman & Athanasopoulos (2018).

Lo anterior permite identificar que existe una relación directa entre la complejidad metodológica del modelo y sus requerimientos operativos. A medida que se avanza desde modelos estadísticos simples hacia enfoques basados en inteligencia artificial y aprendizaje automático, se incrementa la capacidad teórica de predicción, pero también aumentan significativamente las exigencias en términos de calidad de datos, infraestructura tecnológica y capacidades analíticas.

3.3 PRECISIÓN Y ESTABILIDAD TEÓRICA DE LOS MODELOS

La precisión del pronóstico constituye uno de los criterios fundamentales para la evaluación de modelos de planificación de la demanda, en la medida en que los

errores de predicción inciden directamente sobre la definición de niveles de inventario, la programación de compras y la eficiencia global del proceso de abastecimiento. Pronósticos imprecisos tienden a generar, por un lado, sobreinventarios con impacto financiero y, por otro, riesgos de desabastecimiento que afectan la continuidad operativa. Por esta razón, la literatura especializada enfatiza la necesidad de evaluar sistemáticamente el desempeño de los modelos a partir de métricas cuantitativas estandarizadas (Girolimetto et al., 2024).

Entre los indicadores más utilizados se encuentran el MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) y el RMSE (*Root Mean Square Error*). El MAPE permite evaluar el error relativo del pronóstico en términos porcentuales, facilitando la comparación entre productos o categorías con diferentes magnitudes de consumo. El RMSE, por su parte, penaliza con mayor peso los errores de gran magnitud, resultando especialmente útil en contextos donde desviaciones significativas pueden generar impactos operativos relevantes (Hyndman & Athanasopoulos, 2018).

No obstante, la precisión por sí sola resulta insuficiente para evaluar la idoneidad de un modelo en entornos caracterizados por alta variabilidad o demanda irregular. En estos contextos cobra especial relevancia la estabilidad del modelo, entendida como la consistencia del error de pronóstico a lo largo del tiempo. Un modelo puede presentar un nivel aceptable de precisión promedio, pero exhibir fluctuaciones significativas en su error entre periodos, lo que dificulta su utilización como herramienta de apoyo a la toma de decisiones operativas (Syntetos et al., 2021). La Tabla 11 presenta una evaluación teórica comparativa de la precisión esperada y la estabilidad del error asociadas a los principales tipos de modelos de planificación de la demanda, considerando su comportamiento general reportado en la literatura.

Tabla 11 Evaluación teórica de precisión y estabilidad por tipo de modelo

Tipo de modelo	Precisión esperada	Estabilidad del error
Estadísticos simples	Baja–media	Baja
Series de tiempo	Media	Media
IA & Aprendizaje automático	Alta	Media–alta

Fuente: Adaptado de Girolimetto et al. (2024), Syntetos et al. (2021) & Hyndman & Athanasopoulos, (2018).

Lo anterior permite identificar que los modelos estadísticos simples tienden a ofrecer niveles bajos a medios de precisión y una estabilidad limitada, debido a su escasa capacidad de adaptación frente a variaciones abruptas en la demanda. Los modelos de series de tiempo muestran un desempeño intermedio, al capturar tendencias y estacionalidades cuando existen datos históricos estructurados, aunque su efectividad se reduce en contextos de demanda intermitente. Por su parte, los modelos basados en inteligencia artificial y aprendizaje automático presentan una mayor precisión potencial, pero con una estabilidad del error altamente condicionada a la calidad, volumen y continuidad de los datos disponibles.

3.4 ADAPTABILIDAD OPERATIVA Y VIABILIDAD DE IMPLEMENTACIÓN

La adaptabilidad operativa constituye un criterio clave en la evaluación de los modelos de planificación de la demanda, ya que no solo depende de su capacidad predictiva, sino también de su viabilidad real de implementación dentro de los procesos y sistemas existentes de la empresa. De acuerdo con Kersten et al. (2022), modelos con altos niveles de sofisticación técnica pueden resultar ineficaces cuando no se alinean con el grado de madurez organizacional, la disponibilidad de información o las capacidades operativas del área responsable de su ejecución.

En organizaciones caracterizadas por un predominio de compras *stock* / no *stock* y una elevada presión operativa sobre el área de compras —como es el caso analizado—, la planificación de la demanda requiere modelos que sean comprensibles para los usuarios, escalables en su aplicación y compatibles con la infraestructura tecnológica existente, particularmente con el sistema ERP. En este

contexto, la literatura señala que los modelos excesivamente complejos tienden a generar resistencia organizacional y dificultades en su adopción, reduciendo su impacto práctico (Syntetos et al., 2021). La Tabla 12 sintetiza la evaluación comparativa de la adaptabilidad operativa de los principales tipos de modelos de planificación de la demanda, considerando el requerimiento de datos y la facilidad de implementación como criterios determinantes.

Tabla 12 Evaluación de adaptabilidad operativa de los modelos

Tipo de modelo	Requerimiento de datos	Facilidad de implementación
Estadísticos simples	Bajo	Alta
Series de tiempo	Medio	Media
IA & Aprendizaje automático	Alto	Baja

Fuente: Adaptado de Kersten et al. (2022) & Syntetos et al. (2021).

Los resultados evidencian que los modelos estadísticos simples presentan una alta viabilidad de implementación, al requerir bajos volúmenes de datos y un esfuerzo operativo reducido. Los modelos de series de tiempo muestran un nivel intermedio de adaptabilidad, ofreciendo un balance entre capacidad analítica y complejidad operativa. En contraste, los modelos basados en inteligencia artificial y aprendizaje automático demandan elevados volúmenes de información y capacidades técnicas avanzadas, lo que limita su implementación efectiva en organizaciones con un nivel de madurez analítica incipiente.

En síntesis, la evaluación de los modelos de planificación de la demanda permitió identificar que la efectividad del proceso no depende exclusivamente de la precisión matemática del modelo, sino de su alineación con la estructura operativa y la política de compras e inventarios de la empresa. Los resultados sustentan la necesidad de implementar un sistema integrado de planificación de la demanda, orientado a la definición de inventarios operacionales y a la reducción de la gestión reactiva observada en el diagnóstico. Este análisis constituye la base conceptual y técnica

para el desarrollo del sistema de planificación de la demanda propuesto, el cual será presentado en el capítulo siguiente.

4. FORMULACIÓN DEL SISTEMA DE PLANIFICACIÓN DE LA DEMANDA

4.1 GENERALIDADES

El presente capítulo tiene como finalidad formular un sistema de planificación de la demanda orientado a optimizar la gestión de compras e inventarios de la empresa objeto de estudio, a partir de los hallazgos del diagnóstico del proceso actual y de la evaluación comparativa de modelos de planificación desarrollada en los capítulos anteriores. El sistema propuesto se concibe como una estructura integrada de reglas, procedimientos y herramientas cuantitativas, cuyo propósito es transformar la información histórica de consumo y compras en insumos confiables para la toma de decisiones operativas. A diferencia de enfoques tradicionales basados en reacciones ante requerimientos urgentes, el sistema adopta un enfoque segmentado, reconociendo que no todos los ítems presentan el mismo comportamiento de demanda, criticidad operativa ni impacto económico.

En este sentido, el sistema no aplica un único modelo de planificación a todos los productos, sino que establece criterios explícitos de clasificación y selección de modelos, permitiendo adaptar la planificación a las características específicas de cada grupo de ítems. Esta diferenciación constituye un elemento central del diseño y evita generalizaciones metodológicas que podrían comprometer la efectividad del sistema.

La formulación del sistema se estructura en componentes claramente definidos, que abarcan desde la clasificación de los ítems y la selección de enfoques de planificación, hasta la definición de parámetros operativos como *stock* de seguridad, puntos de reposición y horizontes de planificación. De esta forma, el capítulo sienta las bases técnicas y operativas para una gestión de compras e inventarios más anticipativa, coherente y alineada con la realidad operativa de la empresa.

4.2 ENFOQUE Y ARQUITECTURA DEL SISTEMA PROPUESTO

El sistema de planificación de la demanda propuesto se fundamenta en un enfoque híbrido y segmentado, partiendo del reconocimiento de que los ítems gestionados por la empresa presentan comportamientos de consumo diferenciados, niveles variables de criticidad operativa y distintos impactos económicos sobre la operación. En este sentido, la planificación de la demanda no puede abordarse desde una lógica homogénea, sino que requiere un tratamiento diferenciado que permita responder de manera consistente a la diversidad de materiales involucrados en el proceso de compras e inventarios.

Desde esta perspectiva, el sistema no se orienta exclusivamente a maximizar la precisión estadística de un único modelo de pronóstico, sino a optimizar la toma de decisiones a lo largo del proceso de abastecimiento, mediante la asignación del enfoque de planificación más adecuado a cada grupo de ítems. Para ello, el diseño del sistema considera de forma conjunta variables como la variabilidad del consumo, el impacto económico de los materiales, su criticidad para la continuidad operativa, la disponibilidad y calidad de la información histórica y la viabilidad de implementación dentro de los procesos existentes.

Con el fin de estructurar estas decisiones de manera coherente y ordenada, el sistema se concibe a partir de tres niveles de análisis y actuación, los cuales permiten articular los aspectos estratégicos, tácticos y operativos de la planificación de la demanda. Esta estructura jerárquica facilita la alineación entre las políticas generales de la empresa, las decisiones analíticas intermedias y la ejecución operativa diaria.

A nivel estratégico, el sistema establece los lineamientos generales que orientan la planificación de la demanda, incluyendo la definición de políticas de inventario, niveles de servicio objetivo y criterios de segmentación de los ítems. En el nivel táctico, dichas directrices se traducen en decisiones analíticas relacionadas con la definición de parámetros de planificación y la asignación de enfoques diferenciados

según el comportamiento de los materiales. Finalmente, en el nivel operativo, el sistema se materializa en la generación periódica de insumos cuantitativos que apoyan la programación de compras, la reposición de inventarios y el control de los niveles operativos. La Tabla 13 presenta una síntesis de estos niveles, destacando su enfoque y el tipo de decisiones asociadas a cada uno.

Tabla 13 Niveles de decisión del sistema de planificación de la demanda

Nivel	Enfoque	Principales decisiones
Estratégico	Político–directivo	Definición de políticas de planificación, niveles de servicio y criterios de segmentación
Táctico	Analítico	Definición de parámetros de planificación y asignación de enfoques por tipo de ítem
Operativo	Ejecución	Generación de insumos para compras, reposición y control del inventario operacional

Fuente: Adaptado de Souza & Carvalho (2024), Zhang et al. (2024), Micheli et al. (2020), Monczka et al. (2020), Slack et al. (2020), Queiroz et al. (2020) & Christopher (2016).

Este enfoque multinivel contribuye a que la planificación de la demanda se aplique de forma diferenciada, consistente y alineada con la naturaleza de cada tipo de material, evitando generalizaciones metodológicas y reduciendo el riesgo de decisiones reactivas. Asimismo, permite que el sistema propuesto sea flexible y adaptable al contexto operativo de la empresa, integrándose de manera progresiva a los procesos existentes y respondiendo a las particularidades identificadas en el diagnóstico del proceso actual.

Por otra parte, la arquitectura del sistema de planificación de la demanda propuesto se concibe como una estructura modular y secuencial, diseñada para transformar información histórica y operativa en insumos cuantitativos que apoyen la toma de decisiones en compras e inventarios. Esta arquitectura responde directamente al enfoque general del sistema descrito en el apartado anterior, en el cual se estableció la necesidad de articular niveles estratégicos, tácticos y operativos bajo una lógica integrada y progresiva.

Desde el punto de vista funcional, la arquitectura se basa en un flujo continuo de información, donde los datos extraídos del sistema ERP constituyen la base para la clasificación de los ítems, la definición de parámetros de planificación y la generación de salidas operativas orientadas a la programación de compras y al control del inventario operacional. Este enfoque evita la aplicación indiscriminada de modelos únicos y permite que el sistema se adapte a la heterogeneidad de los materiales gestionados por la empresa.

Con el fin de garantizar la trazabilidad del proceso y la coherencia entre entradas, decisiones analíticas y resultados operativos, el sistema se estructura en cinco módulos interrelacionados, cada uno con una función claramente definida. La Tabla 14 sintetiza estos módulos y describe su rol dentro de la arquitectura general del sistema.

Tabla 14 Módulos de la arquitectura del sistema de planificación de la demanda

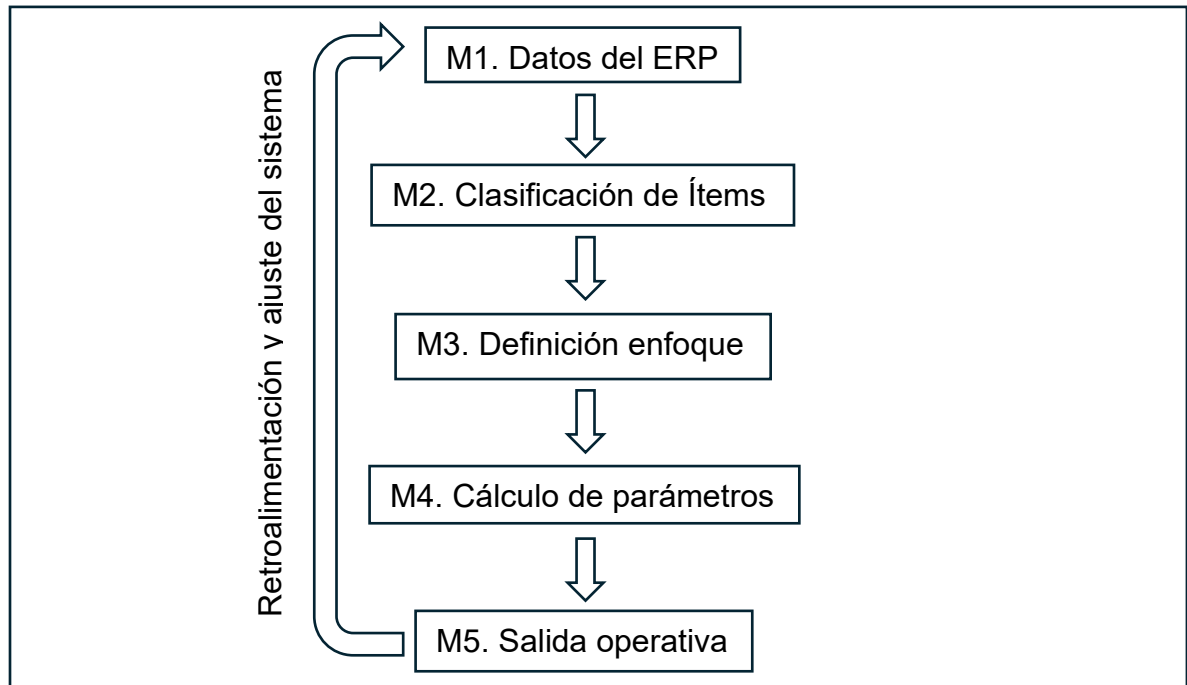
Módulo	Función dentro del sistema
M1. Entrada de datos	Extracción de históricos de consumo, compras e inventarios desde el ERP
M2. Clasificación de ítems	Segmentación de materiales según criticidad, impacto económico y patrón de consumo
M3. Definición del enfoque de planificación	Asignación del enfoque metodológico de planificación acorde al segmento del ítem
M4. Cálculo de parámetros operativos	Determinación de <i>stock</i> de seguridad, punto de reposición y horizonte de planificación
M5. Salida operativa	Generación de insumos para compras, reposición y control del inventario operacional

Fuente: Elaboración propia.

La lógica de funcionamiento del sistema se fundamenta en la secuencialidad de los módulos, donde la salida de cada etapa alimenta la siguiente, asegurando consistencia analítica y coherencia operativa. Esta secuencia permite que la planificación de la demanda deje de ser una actividad aislada y se convierta en un proceso estructurado que conecta datos históricos con decisiones operativas concretas. La Figura 2 representa de manera esquemática el flujo general del

sistema de planificación de la demanda propuesto, evidenciando la secuencia lógica entre los módulos, así como el mecanismo de retroalimentación que permite ajustar periódicamente el sistema a partir de los resultados operativos obtenidos.

Figura 2 Arquitectura general del sistema de planificación de la demanda



Fuente: Elaboración propia.

4.3 DATOS DEL ERP COMO INSUMO DEL SISTEMA

El sistema propuesto se fundamenta en el aprovechamiento estructurado de la información histórica disponible en el sistema ERP de la empresa. En este sentido, los datos del ERP constituyen el insumo primario del sistema, ya que concentran los registros de consumo, compras e inventarios necesarios para transformar la gestión actual —predominantemente reactiva— en un proceso anticipativo y orientado a la toma de decisiones basada en información cuantitativa.

En línea con la arquitectura general del sistema presentada en el apartado anterior, el ERP cumple un rol transversal al integrar la información generada por la ejecución operativa y retroalimentar de manera continua los distintos módulos del sistema de planificación de la demanda. La calidad, consistencia y trazabilidad de estos datos

condicionan directamente la efectividad del sistema, razón por la cual su análisis y estructuración resultan indispensables antes de cualquier etapa de clasificación o definición de enfoques de planificación.

Desde una perspectiva funcional, el sistema propuesto utiliza tres conjuntos principales de datos extraídos del ERP: (i) Históricos de consumo, que reflejan la demanda real de materiales en función de la operación; (ii) Registros de compras, que permiten identificar frecuencias de reposición, volúmenes adquiridos y comportamiento de los proveedores; (iii) Información de inventarios, asociada a niveles de *stock*, movimientos, saldos y antigüedad de los materiales.

Estos datos no se emplean de manera aislada, sino que se integran para construir una visión cuantitativa del comportamiento de los ítems gestionados por la empresa. Esta integración permite identificar patrones de consumo, niveles de exposición al riesgo operativo y oportunidades de mejora en la gestión de inventarios y compras, sin requerir modificaciones estructurales al ERP existente. En este contexto, los datos del ERP actúan como el vínculo entre la ejecución real y la planificación, permitiendo que las decisiones de compras e inventarios se fundamenten en evidencia cuantitativa y no únicamente en criterios subjetivos o urgencias operativas.

4.4 CLASIFICACIÓN DE ÍTEMS COMO BASE DEL SISTEMA

En coherencia con el enfoque general del sistema propuesto, la planificación de la demanda no puede abordarse desde una lógica homogénea aplicable de manera indistinta a todos los materiales, sino que requiere un tratamiento diferenciado que responda a la diversidad de comportamientos, niveles de criticidad e impactos económicos presentes en el inventario de la empresa. En este sentido, la clasificación de ítems se constituye en el pilar central del sistema de planificación de la demanda, ya que define el marco analítico sobre el cual se asignan los enfoques de planificación y se determinan los parámetros operativos de cada grupo de materiales.

La clasificación propuesta se fundamenta en la combinación de criterios económicos y operativos, permitiendo segmentar los ítems en grupos desde el punto de vista de su relevancia para la operación y su comportamiento de consumo. Este enfoque evita la aplicación de reglas únicas a materiales con dinámicas claramente distintas y permite al sistema adaptar su lógica de planificación a las características específicas de cada segmento, fortaleciendo la coherencia entre el diagnóstico realizado y la formulación del sistema. Con base en lo anterior, la Tabla 15 presenta la estructura de clasificación propuesta, la cual integra tres dimensiones complementarias: el impacto económico del ítem, su criticidad operativa y su patrón de consumo.

Tabla 15 Clasificación propuesta de ítems para planificación de la demanda

Criterio	Categorías
Impacto económico	Alto – Medio – Bajo
Criticidad operativa	Crítico – Importante – No crítico
Patrón de consumo	Regular – Variable – Intermitente

Fuente: Elaboración propia.

Lo anterior permite estructurar una clasificación multidimensional de los ítems, en la cual cada material es evaluado de manera simultánea desde una perspectiva económica, operativa y de comportamiento de consumo. El criterio de impacto económico permite identificar aquellos ítems cuya gestión tiene mayor incidencia financiera sobre el inventario, mientras que la criticidad operativa refleja el nivel de riesgo que su indisponibilidad representa para la continuidad del servicio. Por su parte, el patrón de consumo introduce una dimensión temporal que distingue entre materiales de demanda regular, variable o intermitente, aspecto determinante para la definición del enfoque de planificación más adecuado.

4.5 TIPOS DE MODELOS DE PLANIFICACIÓN A UTILIZAR POR SEGMENTO DE ÍTEMS

Una vez establecida la clasificación de los ítems como eje estructurante del sistema, el siguiente paso consiste en definir los tipos de modelos de planificación de la

demanda que serán considerados dentro del sistema propuesto. En coherencia con lo planteado en el Capítulo 3, esta definición no corresponde a la selección definitiva de modelos específicos, sino a la asignación de enfoques metodológicos acordes con las características de cada segmento de ítems.

Tal como se evidenció en la evaluación comparativa de modelos de planificación de la demanda, no existe un enfoque único que resulte óptimo para todos los contextos ni para todos los materiales. La efectividad de un sistema de planificación depende, en gran medida, de su capacidad para alinear el tipo de modelo con el patrón de consumo, la criticidad operativa y la disponibilidad de información de cada grupo de ítems. En este sentido, el sistema propuesto adopta un enfoque segmentado que evita la aplicación homogénea de modelos y permite una planificación diferenciada, consistente con la heterogeneidad del inventario analizado.

Con base en lo anterior, el sistema contempla cuatro grandes enfoques de planificación, los cuales se asignan según el segmento del ítem previamente definido. Esta asignación se presenta de manera sintética en la Tabla 16, la cual constituye un puente metodológico entre la clasificación de ítems y el cálculo de parámetros operativos que será desarrollado en los apartados siguientes.

Tabla 16 Asignación de enfoques de planificación por segmento de ítem

Segmento de ítem	Características principales	Enfoque de planificación
Ítems críticos y de consumo regular	Alta criticidad operativa, consumo estable y recurrente	Modelos estadísticos simples
Ítems de consumo variable	Variabilidad moderada, patrones parcialmente estructurados	Modelos de series de tiempo
Ítems de consumo intermitente	Consumo esporádico, largos periodos sin demanda	Enfoque basado en revisión periódica
Ítems no <i>stock</i>	Compra bajo requerimiento específico	No aplica pronóstico

Fuente: Elaboración propia.

La lógica subyacente a esta asignación se fundamenta en los resultados del diagnóstico y en la evaluación teórica realizada en el Capítulo 3. En el caso de los ítems críticos con consumo regular, la estabilidad relativa del consumo permite la aplicación de modelos estadísticos simples, los cuales ofrecen un equilibrio adecuado entre simplicidad operativa y capacidad predictiva. Estos modelos resultan especialmente pertinentes en contextos donde la prioridad es garantizar disponibilidad sin introducir complejidad innecesaria en la gestión.

Para los ítems con consumo variable, caracterizados por fluctuaciones moderadas y cierta estructura temporal, se consideran enfoques basados en series de tiempo, los cuales permiten incorporar tendencias y variaciones históricas sin requerir niveles excesivos de sofisticación analítica. Este enfoque se alinea con lo observado en el inventario de la empresa, donde una parte significativa de los materiales no presenta una demanda completamente estable, pero tampoco estrictamente intermitente.

En el caso de los ítems de consumo intermitente, la literatura especializada advierte sobre las limitaciones de los modelos de pronóstico tradicionales, dado que los largos periodos sin consumo distorsionan las estimaciones estadísticas. Por esta razón, el sistema propuesto contempla un enfoque basado en revisión periódica, orientado a la gestión por eventos y a la definición de parámetros conservadores que prioricen la disponibilidad operativa sobre la precisión del pronóstico.

Finalmente, los ítems no *stock*, adquiridos exclusivamente bajo requerimiento específico, quedan explícitamente excluidos del proceso de pronóstico. Esta decisión refuerza la coherencia del sistema y evita interpretaciones erróneas respecto a la aplicabilidad universal de la planificación de la demanda, delimitando con claridad el alcance del sistema propuesto. En conjunto, la asignación de enfoques de planificación por segmento permite que el sistema opere bajo una lógica adaptativa, en la cual los modelos constituyen herramientas al servicio de la gestión y no fines en sí mismos.

4.6 DEFINICIÓN DE PARÁMETROS OPERATIVOS DEL SISTEMA

Una vez establecidos los criterios de clasificación de ítems y definido el enfoque general del sistema de planificación de la demanda resulta necesario traducir dicha lógica analítica en parámetros operativos cuantificables que orienten de manera sistemática la toma de decisiones en compras e inventarios. Estos parámetros constituyen el vínculo entre el análisis de la demanda y la ejecución operativa del sistema, permitiendo pasar de un enfoque reactivo a uno anticipativo y controlado.

En coherencia con los resultados del diagnóstico del proceso actual —caracterizado por altos niveles de urgencia, fragmentación de compras y ausencia de criterios formales para la definición de inventarios operacionales—, el sistema propuesto establece un conjunto de parámetros estándar que sirven como referencia para la planificación, sin desconocer la necesidad de ajustes diferenciados según el tipo de ítem y su clasificación. La Tabla 17 presenta los principales parámetros operativos definidos dentro del sistema de planificación de la demanda.

Tabla 17 Parámetros operativos propuestos del sistema de planificación de la demanda

Parámetro	Valor de referencia
Horizonte de planificación	12 meses
Frecuencia de revisión	Mensual
Nivel de servicio objetivo	90% – 95%
Lead time base	Promedio histórico por proveedor
<i>Stock</i> de seguridad	Función de variabilidad y lead time

Fuente: Elaboración propia.

La definición de un horizonte de planificación de 12 meses responde a la necesidad de alinear la planificación de la demanda con los ciclos presupuestales y contractuales de la empresa, así como con la naturaleza de los repuestos y materiales críticos del sector marítimo, cuyo abastecimiento suele involucrar tiempos de reposición prolongados. Este horizonte permite anticipar necesidades futuras sin incurrir en niveles excesivos de incertidumbre propios de proyecciones de largo plazo.

La frecuencia de revisión mensual se establece como un equilibrio entre capacidad analítica y viabilidad operativa. Dado el volumen de requerimientos identificado en el diagnóstico y la presión operativa sobre el área de compras, revisiones más frecuentes resultarían poco sostenibles, mientras que periodos más largos limitarían la capacidad de reacción ante variaciones significativas en la demanda. Esta periodicidad permite ajustar parámetros de manera periódica sin generar sobrecarga administrativa.

El nivel de servicio objetivo, definido en un rango entre 90% y 95%, se ajusta a la criticidad operativa del contexto analizado. Este rango reconoce que no todos los ítems requieren el mismo nivel de cobertura, pero establece un umbral mínimo que busca reducir los riesgos de desabastecimiento que afectan directamente la continuidad del servicio marítimo. La selección del nivel específico dentro de este rango podrá ajustarse posteriormente según la clasificación de los ítems y su criticidad.

El lead time base se determina a partir del promedio histórico por proveedor, utilizando información extraída del sistema ERP. Esta decisión permite incorporar de manera objetiva la realidad logística de la empresa, evitando supuestos teóricos que no reflejan las condiciones reales del abastecimiento, especialmente en el caso de proveedores internacionales o materiales de fabricación especializada.

Finalmente, el *stock* de seguridad se define como un mecanismo de protección frente a la incertidumbre inherente a la variabilidad del consumo y a los tiempos de reposición. Su cálculo se fundamenta en la desviación histórica de la demanda y del lead time, adquiriendo especial relevancia para los ítems clasificados como críticos. De esta manera, el *stock* de seguridad deja de ser una decisión discrecional y se integra como un parámetro técnico dentro del sistema, alineado con los objetivos de nivel de servicio y control de inventarios.

En conjunto, estos parámetros operativos permiten estructurar un sistema de planificación de la demanda coherente con la heterogeneidad del inventario, las

capacidades operativas de la empresa y los resultados del diagnóstico previo. Su definición constituye un paso clave para garantizar que el sistema propuesto no se limite a la generación de pronósticos, sino que se traduzca en decisiones concretas de reposición, programación de compras y control del inventario operacional.

4.7 INTEGRACIÓN DEL SISTEMA CON LOS PROCESOS DE COMPRAS E INVENTARIOS

La integración del sistema de planificación de la demanda con los procesos de compras e inventarios constituye un elemento clave para garantizar su aplicabilidad práctica y su contribución efectiva a la optimización operativa de la empresa. A diferencia de enfoques aislados centrados exclusivamente en el pronóstico, el sistema propuesto se concibe como un mecanismo articulador que conecta la información histórica, la toma de decisiones analíticas y la ejecución operativa, permitiendo transformar datos en acciones concretas dentro del proceso de abastecimiento.

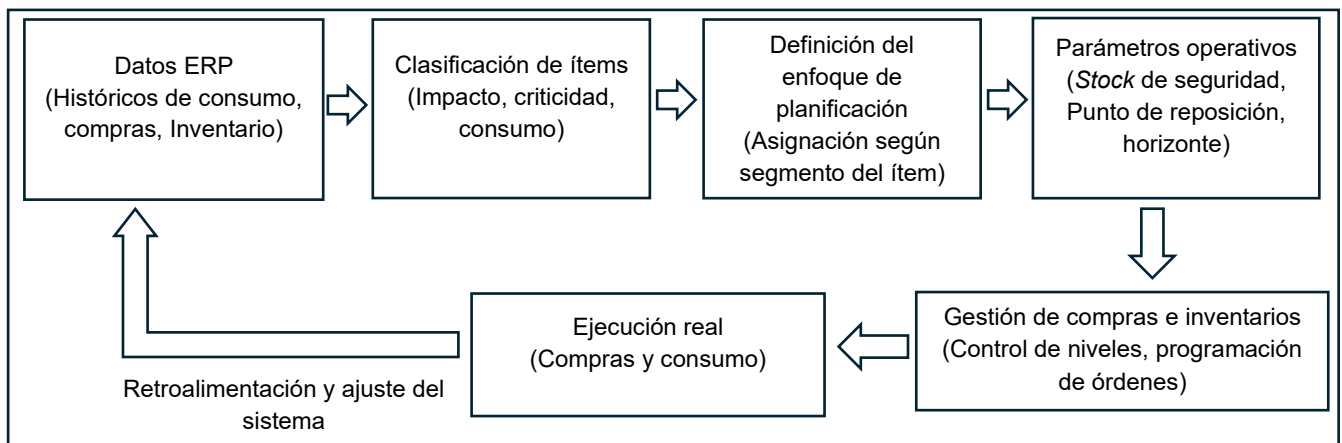
Tal como se ilustra en la Figura 3, el sistema inicia con la captura de información histórica proveniente del ERP, relacionada con consumo, compras e inventarios. Estos datos constituyen la base para la clasificación de ítems, en la cual los materiales son segmentados según criterios de criticidad operativa, impacto económico y patrón de consumo. Esta etapa resulta fundamental, ya que determina el tratamiento diferenciado de los materiales y evita la aplicación homogénea de reglas de planificación a ítems con comportamientos y relevancias distintas.

Con base en dicha clasificación, el sistema incorpora una etapa explícita de definición del enfoque de planificación, en la cual se asignan reglas diferenciadas de planificación según el segmento al que pertenece cada ítem. Esta etapa actúa como un puente analítico entre la caracterización del material y la determinación de los parámetros operativos, asegurando coherencia entre el comportamiento del ítem y las decisiones de planificación que se adoptan posteriormente.

A partir del enfoque definido, el sistema define los parámetros operativos de planificación, tales como el *stock* de seguridad, el punto de reposición y el horizonte de planificación, los cuales se ajustan al perfil de cada segmento de ítems. Estos parámetros alimentan directamente dos procesos centrales: la gestión de inventarios a nivel operacional, orientada al control de niveles y disponibilidad, y el proceso de compras, enfocado en la programación de órdenes de reposición bajo criterios anticipativos y coherentes con la política *stock* / no *stock* de la empresa.

La integración entre inventarios y compras se materializa en la ejecución real, donde las decisiones de reposición y los consumos efectivos se reflejan en las operaciones diarias. Esta ejecución genera nueva información que retorna al sistema a través de un mecanismo de retroalimentación, permitiendo actualizar los datos históricos en el ERP y ajustar progresivamente los parámetros y reglas de decisión. De este modo, el sistema incorpora una lógica de mejora continua, fortaleciendo su capacidad de adaptación frente a cambios en el comportamiento de la demanda y en las condiciones operativas.

Figura 3 Integración del sistema con los procesos de compras e inventarios



Fuente: Elaboración propia.

En este sentido, se evidencia que el sistema de planificación de la demanda no sustituye los procesos de compras e inventarios existentes, sino que los estructura y coordina bajo una lógica integrada, orientada a reducir la gestión reactiva identificada en el diagnóstico. La planificación deja de ser una actividad puntual para

convertirse en un proceso transversal que conecta información, análisis y ejecución, mejorando la coherencia entre la definición de inventarios operacionales, la programación de compras y el control del consumo real.

4.8 INDICADORES DE DESEMPEÑO DEL SISTEMA

La formulación del sistema de planificación de la demanda incorpora un conjunto de indicadores de desempeño orientados a evaluar su efectividad una vez implementado en la gestión de compras e inventarios de la empresa. Estos indicadores no representan resultados del estudio, sino criterios cuantitativos de control y seguimiento, definidos con base en los principales problemas identificados en el diagnóstico del proceso actual. A continuación, la Tabla 18 presenta los indicadores de desempeño definidos para el sistema, junto con el objetivo de mejora asociado a cada uno de ellos.

Tabla 18 Indicadores de desempeño del sistema

Indicador	Objetivo de mejora
Porcentaje de solicitudes urgentes	Reducir \geq 25%
Antigüedad promedio del inventario	Reducir \geq 15%
Rotación de inventarios	Incrementar \geq 20%
Cumplimiento del nivel de servicio	\geq 90%

Fuente: Elaboración propia.

El porcentaje de solicitudes urgentes se plantea como un indicador clave para evaluar la capacidad del sistema de disminuir la gestión reactiva mediante una programación más anticipada de las compras. La antigüedad promedio del inventario y la rotación permiten medir el impacto del sistema sobre la permanencia de los materiales en almacén, evidenciando una mejor correspondencia entre consumo y reposición. Por su parte, el nivel de servicio se incorpora como un indicador de control para asegurar que la reducción de inventarios y la disminución de compras urgentes no comprometan la disponibilidad de materiales críticos para la operación. En conjunto, estos indicadores establecen un marco objetivo para la evaluación futura del sistema de planificación de la demanda, reforzando el carácter

propositivo del estudio y proporcionando criterios claros para el seguimiento de su desempeño una vez implementado.

En síntesis, la formulación del sistema de planificación de la demanda permitió estructurar una propuesta integral orientada a optimizar la gestión de compras e inventarios de la empresa, superando el enfoque reactivo identificado en el diagnóstico. A partir de la información histórica disponible en el ERP, el sistema articula de manera secuencial la clasificación de ítems, la definición de enfoques de planificación diferenciados, el cálculo de parámetros operativos y su integración con los procesos de inventarios y compras. Esta estructura reconoce la heterogeneidad de los materiales gestionados, evita la aplicación de reglas homogéneas y garantiza la coherencia entre análisis cuantitativo y ejecución operativa. En conjunto, el sistema propuesto transforma datos históricos en decisiones operativas concretas, incorporando mecanismos de retroalimentación que fortalecen su capacidad de ajuste y constituyen la base técnica para una gestión anticipativa, consistente y alineada con las condiciones reales de la operación.

5. ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO DEL SISTEMA PROPUESTO

5.1 GENERALIDADES

El análisis costo–beneficio del sistema de planificación de la demanda propuesto tiene como finalidad evaluar, desde una perspectiva económica y operativa, la viabilidad de su implementación en la empresa objeto de estudio. Este análisis se desarrolla de manera ex ante, considerando escenarios comparativos entre la situación actual diagnosticada y un escenario futuro en el cual el sistema formulado se encuentre en operación. A partir de esta comparación, se busca estimar los principales costos asociados a la implementación del sistema y los beneficios esperados en términos de eficiencia operativa, reducción de costos y mejora en la gestión de compras e inventarios.

El análisis se fundamenta en información real obtenida del diagnóstico del proceso actual, complementada con supuestos técnicos coherentes con la literatura

especializada y con la estructura del sistema propuesto. De este modo, el capítulo no pretende cuantificar resultados exactos, sino demostrar la racionalidad económica y la conveniencia estratégica de adoptar un sistema de planificación de la demanda como herramienta de apoyo a la toma de decisiones.

5.2 IDENTIFICACIÓN DE COSTOS ASOCIADOS AL SISTEMA

Los costos asociados a la implementación del sistema de planificación de la demanda se concentran principalmente en recursos internos, dado que el sistema ha sido diseñado para operar sobre la infraestructura tecnológica existente, particularmente el ERP de la empresa. En este sentido, no se contemplan inversiones significativas en software especializado ni en plataformas externas, lo que reduce de manera considerable la barrera de entrada económica.

Los costos identificados se agrupan en cuatro categorías principales: adecuación de información, desarrollo metodológico, capacitación del personal y costos operativos de mantenimiento del sistema. La Tabla 19 presenta una estimación referencial de estos costos, considerando un horizonte anual.

Tabla 19 Estimación de costos asociados a la implementación del sistema

Concepto	Descripción	Costo estimado (USD/año)
Adecuación y depuración de datos	Limpieza de históricos, estructuración de reportes ERP	4.000
Desarrollo metodológico interno	Definición de reglas, parámetros y flujos operativos	3.500
Capacitación del personal	Formación del equipo de compras e inventarios	2.500
Mantenimiento operativo del sistema	Actualización periódica de parámetros y reglas	2.000
Total estimado anual		12.000

Fuente: Elaboración propia.

5.3 IDENTIFICACIÓN DE LOS BENEFICIOS ESPERADOS

Los beneficios del sistema de planificación de la demanda se derivan directamente de la reducción de ineficiencias identificadas en el diagnóstico del proceso actual. En particular, el sistema impacta de manera positiva sobre cuatro dimensiones clave: (i) reducción de compras urgentes; (ii) disminución de sobrecostos de adquisición; (iii) optimización de niveles de inventario, y; (iv) mejora en la eficiencia operativa del área de compras.

A partir de los datos analizados en el Capítulo 2, se evidenció que más del 60% de los requerimientos ingresan bajo esquemas de atención prioritaria, generando fragmentación del gasto y decisiones de compra basadas en la urgencia. En este sentido, la implementación del sistema permitiría desplazar progresivamente una parte significativa de estos requerimientos hacia esquemas planificados. La Tabla 20 presenta una estimación conservadora de los beneficios económicos anuales esperados, considerando escenarios de mejora gradual.

Tabla 20 Estimación de beneficios económicos derivados del sistema

Concepto	Situación actual	Escenario con sistema	Impacto estimado
Compras urgentes	60,5% del total	40,0% del total	Reducción del 20,5%
Sobrecostos por compras urgentes	+20–30%	10%	Ahorro estimado del 15%
Valor anual de compras	USD 15,49 millones	USD 15,49 millones	—
Ahorro anual estimado en compras	—	—	~ USD 230.000
Reducción de inventario obsoleto	—	—	~ USD 40.000
Beneficio económico anual estimado			~ USD 270.000

Fuente: Elaboración propia.

5.4 EVALUACIÓN COMPARATIVA COSTO-BENEFICIO

La comparación entre los costos estimados de implementación y los beneficios económicos esperados permite evaluar la conveniencia del sistema desde una perspectiva financiera básica. Considerando un costo anual aproximado de USD 12.000 y beneficios potenciales cercanos a USD 270.000, se observa una relación costo–beneficio ampliamente favorable. La Tabla 21 resume esta relación de manera sintética.

Tabla 21 Relación costo–beneficio del sistema

Concepto	Valor estimado (USD)
Costo anual del sistema	12.000
Beneficio económico anual estimado	270.000
Relación beneficio/costo	22,5
Periodo estimado de recuperación	< 1 mes

Fuente: Elaboración propia.

En síntesis, el análisis costo–beneficio realizado demuestra que la implementación del sistema de planificación de la demanda propuesto resulta económicamente viable y estratégicamente conveniente para la empresa objeto de estudio. Con una inversión anual moderada y beneficios económicos potenciales significativamente superiores, el sistema se posiciona como una alternativa efectiva para reducir la gestión reactiva, optimizar los costos de compra e inventarios y mejorar la eficiencia operativa. Estos resultados refuerzan la pertinencia de la propuesta formulada y sustentan la viabilidad de su adopción como herramienta de apoyo a la toma de decisiones en la gestión de compras e inventarios, constituyéndose en un insumo clave para las conclusiones generales del trabajo.

6. CONCLUSIONES

La presente investigación tuvo como objetivo proponer un sistema de planificación de la demanda orientado a optimizar la gestión de compras e inventarios en una empresa del sector marítimo ubicada en Cartagena de Indias, en un contexto caracterizado por alta criticidad operativa, variabilidad de la demanda y presión constante sobre los procesos de abastecimiento. Este objetivo se abordó a partir de la necesidad identificada de superar un enfoque predominantemente reactivo en la gestión, evidenciado tanto en la literatura como en el diagnóstico del caso de estudio.

Desde el punto de vista metodológico, el estudio se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, de tipo descriptivo y propositivo, sustentado en el análisis de información histórica correspondiente al año 2025, extraída del sistema ERP de la empresa. La investigación se estructuró en cuatro momentos principales: el diagnóstico del proceso actual de compras e inventarios, la evaluación de modelos de planificación de la demanda reportados en la literatura, la formulación de un sistema integrado adaptado a las particularidades operativas del sector marítimo y el análisis de costo-beneficio del sistema propuesto. Este enfoque permitió describir con precisión la situación actual, evaluar alternativas metodológicas y diseñar una propuesta técnica fundamentada en datos reales.

Los principales hallazgos del diagnóstico evidenciaron que, pese a operar bajo una política predominantemente *stock* / *no stock*, la empresa mantenía un inventario activo de 932 ítems con un valor económico de USD 1.684.158, concentrado en más de un 84% en repuestos y materiales para mantenimientos mayores. Asimismo, se identificó que el 52% de los ítems presentaba una antigüedad superior a tres años, reflejando bajos niveles de rotación relativa. En el proceso de compras, se observó que el 60,5% de los requerimientos se gestionaba bajo esquemas de atención prioritaria, lo que confirmó la existencia de una gestión reactiva de la demanda. Adicionalmente, el tiempo promedio de aprobación de las órdenes de

compra fue de 4,4 días, incrementando la presión operativa y el riesgo de ineficiencias.

A partir de estos resultados, la evaluación de los modelos de planificación de la demanda permitió concluir que la efectividad de la planificación no depende exclusivamente de la precisión matemática de los modelos, sino de su alineación con la estructura operativa, la disponibilidad de información y la política de compras e inventarios de la empresa. En este sentido, la investigación evidenció que la aplicación aislada de modelos resulta insuficiente, siendo necesario integrarlos dentro de un sistema estructurado que contemple la clasificación de ítems, la definición de enfoques diferenciados de planificación y el cálculo de parámetros operativos coherentes con cada segmento de materiales.

Como resultado, se formuló un sistema de planificación de la demanda concebido como un conjunto articulado de módulos, flujos de información y reglas de decisión, integrado con los procesos de compras e inventarios. El análisis costo–beneficio desarrollado evidenció la viabilidad económica del sistema propuesto y su potencial para reducir la gestión reactiva, mejorar la eficiencia operativa y fortalecer la toma de decisiones basada en datos, contribuyendo a una gestión más anticipativa y estructurada del abastecimiento.

Desde una perspectiva teórica y académica, la investigación contribuye a la literatura sobre planificación de la demanda y a la gestión de compras e inventarios al proponer un enfoque sistémico que integra distintos modelos de planificación dentro de una estructura segmentada adaptada a contextos operativos caracterizados por alta criticidad logística. Asimismo, el estudio evidencia la importancia de articular la planificación de la demanda con los procesos de compras e inventarios, superando la aplicación aislada de técnicas de pronóstico y reforzando la necesidad de enfoques integrados para mejorar la toma de decisiones en la gestión del abastecimiento.

No obstante, la investigación presenta algunas limitaciones. En primer lugar, el análisis se basó exclusivamente en información histórica correspondiente al año 2025. En consecuencia, los patrones de consumo, rotación de inventarios y comportamiento de los requerimientos identificados pueden diferir de los observados en otros períodos, lo que podría generar conclusiones distintas en caso de analizar series históricas más extensas. Asimismo, el sistema propuesto fue formulado a nivel metodológico y conceptual, sin contemplar una fase de implementación piloto que permitiera validar empíricamente su desempeño operativo en tiempo real. Adicionalmente, no se realizó un muestreo detallado por producto para la aplicación específica de modelos de pronóstico, dado que el foco del estudio se centró en la formulación de un sistema general adaptable a distintos segmentos de ítems.

A partir de lo anterior, se recomienda que futuras investigaciones profundicen en la implementación práctica del sistema propuesto mediante pruebas piloto en diferentes categorías de materiales, evaluando su impacto en indicadores como la reducción de compras urgentes, la mejora de la rotación de inventarios y la disminución de costos operativos. Asimismo, se sugiere avanzar en el desarrollo de análisis de escenarios que permitan ajustar los parámetros del sistema frente a posibles variaciones en la demanda, cambios en los tiempos de reposición o fluctuaciones en las condiciones logísticas del entorno. Adicionalmente, se recomienda que futuras investigaciones aborden de manera específica la gestión de ítems obsoletos o inservibles dentro del inventario, dado que la presencia de materiales con largos periodos de permanencia en almacén puede generar impactos financieros y operativos relevantes. Finalmente, el enfoque desarrollado puede ser replicado y adaptado a otras empresas del sector marítimo o a sectores con alta criticidad operativa, contribuyendo al fortalecimiento de la planificación de la demanda como eje estratégico de la gestión de compras e inventarios.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Atnafu, D., & Balda, A. (2018). The impact of inventory management practice on firms' competitiveness and organizational performance: Empirical evidence from micro and small enterprises in Ethiopia. *Cogent Business & Management*, 5(1), 1–19. <https://doi.org/10.1080/23311975.2018.1503219>
- Barbosa, M., Mantilla, A., Motta, E., & Roberto, J. (2021). Proposta de melhorias nos processos operacionais na gestão de compras: Estudo de caso na empresa Fênix Import – assistência técnica. *Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento*, 5, 05–27. <https://doi.org/10.32749/nucleodoconhecimento.com.br/administracao/processos-operacionais>
- Barradas, M., & Rodríguez, J. (2024). Importancia de la administración de inventarios en la rentabilidad. *Cuadernos Latinoamericanos de Administración*, 20(39).
- Ben-Daya, M., Hassini, E., & Bahroun, Z. (2019). Internet of things and supply chain management: A literature review. *International Journal of Production Research*, 57(15–16), 4719–4742. <https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1402140>
- Bergsma, R., de Ruijt, C., & Bhulai, S. (2025). A systematic review of machine learning approaches in inventory control. *Operations Research Perspectives*, 15, 100367. <https://doi.org/10.1016/j.orp.2025.100367>
- Burns, N., & Grove, S. K. (2020). *Understanding nursing research: Building an evidence-based practice*. Elsevier.
- Castillo, A. (2024). La cadena de suministro: Una revisión de la literatura 2018–2023. *Revista Científica Disciplinarias*, 3(1). <https://doi.org/10.71727/disciplinarias.v3i1.151>
- Chopra, S., & Meindl, P. (2021). *Supply chain management: Strategy, planning, and operation*. Pearson.
- Christopher, M. (2016). *Logistics and supply chain management* (5th ed.). Pearson.

- Contreras, A., Atziry, C., Martínez, J., & Sánchez, D. (2016). Análisis de series de tiempo en el pronóstico de la demanda de almacenamiento de productos perecederos. *Estudios Gerenciales*, 32, 387–396. <https://doi.org/10.1016/j.estger.2016.11.002>
- Corsini, F., De Bernardi, C., Marzia, N., & Frey, M. (2024). Introducing the circular assessment of suppliers (CAoS) tool: A Kraljic matrix-based tool to facilitate circular procurement in private organizations. *Journal of Cleaner Production*, 421, 142085. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.142085>
- Creswell, J. W. (2014). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. SAGE.
- Díaz, L. (2019). Gestión estratégica de proveedores para fortalecer el proceso de compras en la línea de negocios de reparación y mantenimiento de embarcaciones en COTECMAR. *Revista de Ingeniería Naval y Marítima*, 35(2), 45–59. <https://doi.org/10.1016/j.rinmar.2019.04.002>
- Fattah, J., Ezzine, L., Aman, Z., El Moussami, H., & Lachhab, A. (2018). Forecasting of demand using ARIMA model. *International Journal of Engineering Business Management*, 10, 1–9. <https://doi.org/10.1177/1847979018808673>
- Fosso, S., Akter, S., Edwards, A., Chopin, G., & Gnanzou, D. (2020). How “big data” can make big impact: Findings from a systematic review and a longitudinal case study. *International Journal of Production Economics*, 165, 234–246. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2014.12.031>
- Gavalas, D., Syriopoulos, T., & Roumpis, E. (2022). Digital adoption and efficiency in the maritime industry. *Journal of Shipping and Trade*, 7(1), 1–17. <https://doi.org/10.1186/s41072-022-00111-y>
- Girolimetto, D., Athanasopoulos, G., Di Fonzo, T., & Hyndman, R. (2024). Cross-temporal probabilistic forecast reconciliation: Methodological and practical issues.

International Journal of Forecasting, 40(3), 1134–1151.
<https://doi.org/10.1016/j.ijforecast.2023.10.003>

Handfield, R., Monczka, R., Giunipero, L., & Patterson, J. (2021). *Purchasing and supply chain management* (7th ed.). Cengage Learning.

Helo, P., & Thai, V. (2024). Logistics 4.0 – digital transformation with smart connected tracking and tracing devices. *International Journal of Production Economics*, 275, 109336. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2024.109336>

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2021). *Metodología de la investigación*. McGraw-Hill.

Hyndman, R. J., & Athanasopoulos, G. (2018). *Forecasting: Principles and practice* (2nd ed.). OTexts.

Ivanov, D., Dolgui, A., & Sokolov, B. (2018). The impact of digital technology and Industry 4.0 on the ripple effect and supply chain risk analytics. *International Journal of Production Research*, 57(3), 829–846.
<https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1488086>

Kersten, W., Seiter, M., von See, B., Hackius, N., & Maurer, T. (2022). *Trends and strategies in logistics and supply chain management: Embracing disruption and transformation*. DVV Media Group.

Khedr, A., & Rani, S. (2024). Enhancing supply chain management with deep learning and machine learning techniques: A review. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 10(4), 100379.
<https://doi.org/10.1016/j.joitmc.2024.100379>

Makridakis, S., Wheelwright, S. C., & Hyndman, R. J. (2020). *Forecasting methods and applications* (5th ed.). Wiley.

Melo, D., & Alcântara, R. (2016). O que torna a gestão da demanda na cadeia de suprimentos possível? Um estudo multicaso dos fatores críticos de sucesso. *Gestão & Produção*, 23(3), 583–597. <https://doi.org/10.1590/0104-530X2023-15>

Micheli, G., Cagno, E., Mustillo, G., & Trianni, A. (2020). Green supply chain management drivers, practices and performance: A comprehensive study on the moderators. *Journal of Cleaner Production*, 259, 121024. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121024>

Monczka, R. M., Handfield, R. B., Giunipero, L. C., & Patterson, J. L. (2020). *Purchasing and supply chain management* (7th ed.). Cengage Learning.

Porto, F., & Garcés, H. (2019). Diseño del modelo de gestión de la cadena de suministro en una empresa de industria marítima en Colombia. *Ingeniería y Desarrollo*, 37(2), 123–135. <https://doi.org/10.14483/23448393.12943>

Queiroz, M. M., Telles, R., & Bonilla, S. H. (2020). Blockchain and supply chain management integration: A systematic review of the literature. *Supply Chain Management: An International Journal*, 25(2), 241–254. <https://doi.org/10.1108/SCM-03-2018-0143>

Rezaei, J., & Fallah, H. (2019). Segmenting supplies and suppliers: Bringing together the purchasing portfolio matrix and the supplier potential matrix. *International Journal of Logistics Research and Applications*, 22(4), 419–435. <https://doi.org/10.1080/13675567.2018.1535649>

Salas-Navarro, K., Maiguel-Mejía, H., & Acevedo-Chedid, J. (2017). Metodología de gestión de inventarios para determinar los niveles de integración y colaboración en una cadena de suministro. *Ingeniare. Revista chilena de Ingeniería*, 25(2). <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-33052017000200326>

Salinas, D., Flunkert, V., Gasthaus, J., & Januschowski, T. (2020). DeepAR: Probabilistic forecasting with autoregressive recurrent networks. *International*

Journal of Forecasting, 36(3), 1181–1191.
<https://doi.org/10.1016/j.ijforecast.2019.07.001>

Saputro, T., Figueira, G., & Almada-Lobo, B. (2019). Integration of supplier selection and inventory management under supply disruptions. *IFAC-PapersOnLine*, 52(13), 2827–2832. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2019.11.637>

Shah, S., & Yung, H. (2021). Overview of purchasing and procurement strategies adoption in global shipping and maritime sectors. *International Journal of Transportation Systems*, 6, 5–23.

Silver, E. A., Pyke, D. F., & Thomas, D. J. (2017). *Inventory and production management in supply chains* (4th ed.). CRC Press.

Slack, N., Brandon-Jones, A., & Johnston, R. (2020). *Operations management* (9th ed.). Pearson.

Souza, J., & Carvalho, N. (2024). Gestão da aquisição e do controle de estoque de materiais: O caso da Faculdade de Odontologia de uma Instituição de Ensino Superior. *Gestão Universitária na América Latina – GUAL*, 17(3). <https://doi.org/10.5007/1983-4535.2024.e98269>

SuperTransporte. (2025). *Colombia movilizó más de 85 millones de toneladas de carga portuaria en el primer semestre de 2025*. <https://www.supertransporte.gov.co/index.php/comunicaciones-2025/colombia-movilizo-mas-de-85-millones-de-toneladas-de-carga-portuaria-en-el-primer-semestre-de-2025/>

Sun, Y., Qiu, R., & Sun, M. (2024). A robust optimization approach for inventory management with limited-time discounts and service-level requirement under demand uncertainty. *International Journal of Production Economics*, 267, 109096. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2023.109096>

- Syntetos, A. A., Babai, M. Z., Boylan, J. E., & Wang, X. (2021). Forecasting and inventory management: Synergies and challenges. *International Journal of Forecasting*, 37(3), 1185–1201. <https://doi.org/10.1016/j.ijforecast.2020.11.005>
- Tamayo, M., & Tamayo, J. (2021). *El proceso de investigación científica*. Pearson Educación.
- Tetik, M., Peltokorpi, A., Seppänen, O., & Holmström, J. (2022). Defining the maturity levels for implementing industrial logistics practices in construction. *Frontiers in Built Environment*, 7, 1–15. <https://doi.org/10.3389/fbuil.2021.740086>
- Vera, M., Cabeza, D., & Cevallos, M. (2024). Gestión de inventarios y su incidencia en las compras de la empresa Dinabras, Santo Domingo, 2024. *Revista Social Fronteriza*, 4(4). [https://doi.org/10.59814/resofro.2024.4\(4\)372](https://doi.org/10.59814/resofro.2024.4(4)372)
- Wang, S., Kang, Y., & Petropoulos, F. (2024). Combining probabilistic forecasts of intermittent demand. *European Journal of Operational Research*, 315(3), 1038–1048. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2024.01.032>
- Wild, T. (2017). *Best practice in inventory management* (3rd ed.). Routledge.
- Xiong, Z., Wang, L., & Li, H. (2022). Data-driven robust dual-sourcing inventory management under purchase price and demand uncertainties. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 160, 102671. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2022.102671>
- Ye, L., Xie, N., Boylan, J., & Shang, Z. (2024). Forecasting seasonal demand for retail: A Fourier time-varying grey model. *International Journal of Forecasting*, 40(4), 1467–1485. <https://doi.org/10.1016/j.ijforecast.2023.12.006>
- Zamani, D., Moradi, S., & Alizadeh, B. (2023). Simultaneous planning of purchase orders, production, and inventory management under demand uncertainty. *International Journal of Production Economics*, 265, 109012. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2023.109012>

Zapata, A. (2025). Lineamientos generales para la aplicación de la gestión de inventarios de empresas comerciales. *Entrepreneur & Business*, 4(1). <https://doi.org/10.18050/entrepreneur.v4i1a6>

Zhang, X., Zhang, Y., & Li, G. (2024). Strategic inventory in semi-conductor supply chains under industrial disruption. *International Journal of Production Economics*, 272, 109254. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2024.109254>