



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Química

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PROPUESTA DE UN MODELO DE ESTRATEGIAS PARA
GESTIONAR EL INVENTARIO DE LA BODEGA DE DISTRIBUCIÓN QUE MEJORE LA
DISPONIBILIDAD DE LOS REPUESTOS EN UNA EMPRESA DEDICADA A LA
COMERCIALIZACIÓN DE REPUESTOS DE MOTOCICLETAS**

Elden Steave Thompson Ramírez

Asesorado por MA. Rudy Alberto Franco Cifuentes

Guatemala, febrero de 2024

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PROPUESTA DE UN MODELO DE ESTRATEGIAS PARA
GESTIONAR EL INVENTARIO DE LA BODEGA DE DISTRIBUCIÓN QUE MEJORE LA
DISPONIBILIDAD DE LOS REPUESTOS EN UNA EMPRESA DEDICADA A LA
COMERCIALIZACIÓN DE REPUESTOS DE MOTOCICLETAS**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

ELDEN STEAVE THOMPSON RAMÍREZ

ASESORADO POR MA. RUDY ALBERTO FRANCO CIFUENTES

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO QUÍMICO

GUATEMALA, FEBRERO DE 2024

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. José Francisco Gómez Rivera (a.i.)
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Ing. Kevin Vladimir Armando Cruz Lorente
VOCAL V	Ing. Fernando José Paz Gonzáles
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
EXAMINADOR	Ing. Jorge Rodolfo García Carrera
EXAMINADOR	Ing. Gerardo Ordóñez
EXAMINADOR	Inga. Cinthya Patricia Ortiz Quiroa
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PROPUESTA DE UN MODELO DE ESTRATEGIAS PARA
GESTIONAR EL INVENTARIO DE LA BODEGA DE DISTRIBUCIÓN QUE MEJORE LA
DISPONIBILIDAD DE LOS REPUESTOS EN UNA EMPRESA DEDICADA A LA
COMERCIALIZACIÓN DE REPUESTOS DE MOTOCICLETAS**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Estudios de Posgrado, con fecha 04 de noviembre de 2023.



Elden Steave Thompson Ramírez



EEPFI-PP-1866-2023

Guatemala, 21 de octubre de 2023

Director
Williams Guillermo Álvarez Mejía
Escuela De Ingenieria Quimica
Presente.

Estimado Mtro. Álvarez

Reciba un cordial saludo de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería.

El propósito de la presente es para informarle que se ha revisado y aprobado el Diseño de Investigación titulado: **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PROPUESTA DE UN MODELO DE ESTRATEGIAS PARA GESTIONAR EL INVENTARIO DE LA BODEGA DE DISTRIBUCION QUE MEJORE LA DISPONIBILIDAD DE LOS REPUESTOS EN UNA EMPRESA DEDICADA A LA COMERCIALIZACION DE REPUESTOS DE MOTOCICLETAS.**, el cual se enmarca en la línea de investigación: **Área de Operaciones - Gestión de almacenamiento, inventarios y distribución**, presentado por el estudiante **Elden Steave Thompson Ramí-Rez** carné número **201700970**, quien optó por la modalidad del "PROCESO DE GRADUACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA OPCIÓN ESTUDIOS DE POSTGRADO". Previo a culminar sus estudios en la Maestría en Artes en Gestion Industrial.

Y habiendo cumplido y aprobado con los requisitos establecidos en el normativo de este Proceso de Graduación en el Punto 6.2, aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería en el Punto Décimo, Inciso 10.2 del Acta 28-2011 de fecha 19 de septiembre de 2011, firmo y sello la presente para el trámite correspondiente de graduación de Pregrado.

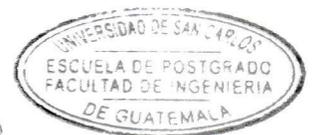
Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

Rudy Alberto Franco Cifuentes
Ingeniero Electricista
Col. 14,872

Mtro. Rudy Alberto Franco Cifuentes
Asesor(a)

Mtro. Hugo Humberto Rivera Perez
Coordinador(a) de Maestría



Mtra. Aurelia Anabela Cordova Estrada
Directora
Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería



Oficina Virtual





EEP-EIQ-1656-2023

El Director de la Escuela De Ingenieria Quimica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el visto bueno del Coordinador y Director de la Escuela de Estudios de Postgrado, del Diseño de Investigación en la modalidad Estudios de Pregrado y Postgrado titulado: **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PROPUESTA DE UN MODELO DE ESTRATEGIAS PARA GESTIONAR EL INVENTARIO DE LA BODEGA DE DISTRIBUCION QUE MEJORE LA DISPONIBILIDAD DE LOS REPUESTOS EN UNA EMPRESA DEDICADA A LA COMERCIALIZACION DE REPUESTOS DE MOTOCICLETAS.**, presentado por el estudiante universitario **Elden Steave Thompson Ramí-Rez**, procedo con el Aval del mismo, ya que cumple con los requisitos normados por la Facultad de Ingeniería en esta modalidad.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Mtro. Williams Guillermo Álvarez Mejía; Mg.I.Q., M.U.I.E.
Director
Escuela De Ingenieria Quimica

Guatemala, octubre de 2023



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

Decanato
Facultad e Ingeniería

24189101- 24189102

LNG.DECANATO.OIE.115.2024

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Química, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PROPUESTA DE UN MODELO DE ESTRATEGIAS PARA GESTIONAR EL INVENTARIO DE LA BODEGA DE DISTRIBUCION QUE MEJORE LA DISPONIBILIDAD DE LOS REPUESTOS EN UNA EMPRESA DEDICADA A LA COMERCIALIZACION DE REPUESTOS DE MOTOCICLETAS.**, presentado por: **Elden Steave Thompson Ramírez** después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Firmado electrónicamente por: José Francisco Gómez Rivera
Motivo: Orden de impresión
Fecha: 16/02/2024 15:34:58
Lugar: Facultad de Ingeniería, USAC.

Ing. José Francisco Gómez Rivera
Decano a.i.



Guatemala, febrero de 2024

Para verificar validez de documento ingrese a <https://www.ingenieria.usac.edu.gt/firma-electronica/consultar-documento>

Tipo de documento: Correlativo para orden de impresión Año: 2024 Correlativo: 115 CUI: 2832378801108

Escuelas: Ingeniería Civil, Ingeniería Mecánica Industrial, Ingeniería Química, Ingeniería Mecánica Eléctrica, - Escuela de Ciencias, Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos (ERIS). Postgrado Maestría en Sistemas Mención Ingeniería Vial. Carreras: Ingeniería Mecánica, Ingeniería Electrónica, Ingeniería en Ciencias y Sistemas. Licenciatura en Matemática. Licenciatura en Física. Centro de Estudios Superiores de Energía y Minas (CESEM). Guatemala, Ciudad

ACTO QUE DEDICO A:

Dios

Por la oportunidad, el tiempo, la salud y las fuerzas que me fueron concedidos para culminar esta etapa.

Mis padres

Eston Thompson y Nancy Ramírez quienes con sus consejos, apoyo incondicional y sabios consejos me han sostenido en cada paso de esta travesía.

Mis Tíos

Esdras Miranda y Carol Thompson quienes no solo me acogieron en su hogar, sino que también me permitieron ser parte de su familia durante este tiempo.

Mis amigos

Ana Villatoro, Diana Lizama, Joselyn Tello, Josué López, María Tórtola, Pamela Gudiel, Pedro Castañeda, Ulda Aguilar y Yasmín Caal; por su valiosa ayuda y amistad, que hicieron que este camino fuera más agradable y sencillo.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por la oportunidad de formarme en esta casa de estudios y ser el medio por el cual adquirí los conocimientos necesarios para cumplir con esta meta.
Facultad de Ingeniería	Por brindarme la oportunidad de crecer académicamente, enriqueciendo mi camino con valiosos conocimientos y desafíos.
Catedráticos	Por su compromiso y orientación, que han sido fundamentales en mi desarrollo académico y profesional, contribuyendo significativamente a mi crecimiento.
Asesor	MA. Rudy Franco por su valiosa ayuda y orientación en el desarrollo del trabajo de graduación, lo cual fue fundamental para alcanzar este logro académico.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
GLOSARIO	VII
1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES	3
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	9
3.1. Contexto general	9
3.2. Descripción del problema	10
3.3. Formulación del problema	10
3.3.1. Pregunta central	11
3.3.2. Preguntas Auxiliares	11
3.4. Delimitación del problema	11
4. JUSTIFICACIÓN	13
5. OBJETIVOS	15
5.1. General	15
5.2. Específicos	15
6. NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN.....	17
7. MARCO TEÓRICO.....	21
7.1. Inventario.....	21

7.2.	Manejo de inventario	22
7.2.1.	Costos de manejo y almacenamiento	22
7.2.2.	Impuestos, seguros y mermas	22
7.3.	Tipos de inventario	23
7.4.	Gestión de inventario	25
7.4.1.	Modelo de cantidad económica a ordenar (EOQ) ...	26
7.4.2.	Modelo de cantidad económica a producir (EPQ) ...	27
7.4.3.	Inventario de seguridad	28
7.4.4.	Segmentación ABC	28
7.5.	Métodos de pronóstico de demanda	31
7.5.1.	Métodos cualitativos de pronóstico	32
7.5.2.	Métodos cuantitativos.....	33
7.5.2.1.	Método de suavización exponencial simple	33
7.5.2.2.	Método de pronóstico ingenuo	34
7.5.2.3.	Método de promedio móvil	34
7.5.2.4.	Método <i>Holt-Winters</i>	34
7.5.2.5.	Método Croston.....	37
7.6.	Técnicas de análisis y recolección de datos	39
7.6.1.	<i>Gemba Walk</i>	40
7.6.2.	Diagrama Ishikawa	40
8.	PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS	43
9.	METODOLOGÍA	47
9.1.	Características del estudio	47
9.2.	Unidades de análisis	47
9.3.	Variables	48

9.4.	Fases de estudio	50
10.	TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	53
10.1.	Técnicas y herramientas para la recolección de datos.....	53
10.2.	Técnicas y herramientas para el análisis de datos.....	54
11.	CRONOGRAMA.....	57
12.	FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO	59
12.1.	Recursos necesarios:.....	59
	REFERENCIAS	61
	APÉNDICES	75

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

Figura 1.	Determinación gráfica del EOQ	26
Figura 2.	Representación gráfica del modelo EPQ	27
Figura 3.	Principio de Pareto en Segmentación ABC	30
Figura 4.	Ejemplo de demanda con estacionalidad y tendencia	35
Figura 5.	Ejemplo de demanda intermitente	38
Figura 6.	Cronograma del proyecto	57

TABLAS

Tabla 1.	Fase 3 recolección de datos	18
Tabla 2.	Fase 4 análisis de información	18
Tabla 3.	Fase 5 Interpretación de información	19
Tabla 4.	Variables en estudio	48
Tabla 5.	Presupuesto.....	60

GLOSARIO

- AHP** Por sus siglas en inglés, *Analytic Hierarchy Process*: es un proceso analítico jerárquico que utiliza para estructurar y resolver problemas complejos al descomponerlos en una jerarquía de criterios y subcriterios, y luego evaluar y comparar su importancia relativa de manera sistemática.
- Bootstrapping*** Es una técnica estadística que implica muestreo con reemplazo para generar múltiples muestras de un conjunto de datos. Este método se utiliza para estimar la distribución de una estadística de interés, como la media o el error estándar, sin hacer suposiciones específicas sobre la forma de la distribución subyacente.
- EOQ** Por sus siglas en inglés, *Economic Order Quantity*: este modelo es una fórmula utilizada en la gestión de inventarios para determinar la cantidad óptima de unidades que una empresa debe ordenar para minimizar los costos totales asociados con la gestión de inventarios.
- EPQ** Por sus siglas en inglés, *Economic Production Quantity*: este modelo ayuda a determinar la cantidad

óptima de producción para minimizar los costos totales de inventario y producción.

LT Por sus siglas en inglés, *Lead Time*: es el tiempo transcurrido desde que se toma la decisión de hacer un pedido hasta que los productos están disponibles para su uso o venta.

MAE Por sus siglas en inglés, *Mean Absolute Error*: es una métrica comúnmente utilizada para evaluar la precisión de un modelo de pronóstico o predicción.

MASE Por sus siglas en inglés, *Mean Absolute Scaled Error*: es una versión escalada del error absoluto medio. Su propósito es normalizar el error obtenido dividiéndolo por el error de un modelo de referencia.

SS Por sus siglas en inglés, *Safe Stock*: es la cantidad de inventario adicional que una empresa mantiene por encima del nivel de inventario esperado o promedio para gestionar las variaciones inesperadas en la demanda o el suministro.

WDN Por sus siglas en inglés, *Warranty Distribution Network*: es un sistema organizado para la distribución y gestión de servicios de garantía de productos. Esta red incluye la logística de transporte de productos defectuosos, la coordinación de centros de servicio, la gestión de repuestos y la comunicación con clientes.

1. INTRODUCCIÓN

La gestión de inventarios en la de venta de productos en las empresas que se dedican a satisfacer esta demanda, es de vital importancia debido a que permite optimizar el flujo, evitando la escasez de stock, facilitando la identificación de productos de alta demanda y el control de costos. La empresa objeto de estudio, ha experimentado un crecimiento notable, por lo que la demanda de sus productos ha aumentado, lo que genera que el stock de la bodega de distribución no pueda abastecer la demanda.

El presente trabajo de investigación se enfoca en proponer estrategias de administración de inventarios en la bodega de distribución de una empresa, dedicada a la venta y distribución de repuestos de motocicletas. El objetivo principal es mejorar la disponibilidad de los repuestos que generan mayor utilidad y son de alta demanda, lo que permitirá mejorar significativamente la capacidad de la empresa para satisfacer la demanda.

Para abordar este problema, se propone realizar una estimación de la demanda de repuestos necesarios en la bodega de distribución, mediante el uso de métodos de pronóstico. Esto permitirá tener una visión clara de las necesidades futuras de los repuestos y facilitará la toma de decisiones, en cuanto a la reposición y mantenimiento de niveles adecuados de stock.

Asimismo, se propondrán estrategias de manejo de inventario como la periodicidad de revisión de los productos, respecto a una segmentación ABC, tomando en cuenta como criterios la utilidad bruta y la demanda de los repuestos.

Además, se busca identificar puntos viables de mejora, para disminuir retrasos en el proceso de reabastecimiento de la bodega de distribución. Esto implica analizar los procedimientos actuales, identificar ineficiencias, cuellos de botella y proponer mejoras que, permitan agilizar el proceso de reposición de stock.

Se realizarán 5 fases; en la fase 1 se hará una recolección de la teoría, en la fase 2 se realizará un diagnóstico de la situación actual de la bodega, en la fase 3 se recopilarán datos históricos de demanda, datos del proceso, precios de compra y venta. Luego, en la fase 4 se realizará el pronóstico de la demanda y la segmentación de los repuestos. En la fase 5, se propondrán las estrategias de manejo del inventario según la segmentación ABC y las propuestas de mejora del proceso de reabastecimiento de la bodega.

2. ANTECEDENTES

La gestión del inventario desempeña un papel fundamental dentro de la cadena de suministro, por lo que es esencial para el buen desempeño de cualquier empresa (Chiang et al., 2023). Por medio de una adecuada gestión de inventarios, se garantiza mantener niveles adecuados de stock para asegurar la disponibilidad de producto y el satisfacer la demanda requerida (Demizu et al., 2023).

Las empresas enfrentan el desafío de gestionar inventarios que abarcan miles de productos distintos, para este fin se emplea la técnica de segmentación ABC, que consiste en clasificar los productos en categorías según su nivel de importancia (Zowid et al., 2019).

Los pronósticos desempeñan un papel vital para alcanzar una comprensión más profunda de las necesidades futuras. La calidad que presentan los registros de la demanda en periodos anteriores, la duración del intervalo de pronóstico y el método utilizado para la estimación de este, influyen en las previsiones obtenidas por los pronósticos (Mohammed et al., 2022). La técnica de pronóstico que se apoya en la información previa de datos históricos se denomina pronóstico de series temporales (Benhamida et al., 2021).

Las investigaciones realizadas sobre gestión de repuestos se enfocan principalmente en tres aspectos: realizar pronósticos de demanda, la segmentación de cada producto según su relevancia y la creación de políticas de manejo de inventario (Rinaldi et al., 2023).

Respecto a la realización de pronósticos de demanda Pinçe et al. (2021), publicó un estudio donde realizó una revisión crítica y análisis cuantitativo de la literatura actual, sobre métodos utilizados en el pronóstico de la demanda para piezas de repuesto. Se encontró que el rendimiento de los métodos varía según los conjuntos de datos industriales, lo que indica la importancia de enfoques contextuales. Se observó un aumento en el uso de métodos intensivos en datos, como redes neuronales y pronóstico fundamentado en la base instalada. También se identificaron áreas de investigación poco exploradas, como los ajustes subjetivos y su relación con lo anterior, así como la colaboración entre socios. Se sugirió utilizar técnicas de aprendizaje no supervisado y examinar la combinación de pronósticos para mejorar la precisión. Por último, se planteó la necesidad de estandarizar la presentación de estudios comparativos, incluyendo medidas de precisión e inventario, información detallada sobre los conjuntos de datos y pruebas de significancia estadística.

Así mismo, Baisariyev et al. (2021), realizó un estudio con el objetivo de predecir con precisión la cantidad necesaria de repuestos que se requieren en operaciones de mantenimiento no planificadas. Se destacó la necesidad de contar con métodos de pronóstico precisos para minimizar las situaciones de *Aircraft-On-Ground*. En el estudio se describió la implementación del método *Bootstrap* en el mundo real y evalúa su rendimiento utilizando datos reales de logística de aviación. Aunque el método *Bootstrap* no es el más preciso en todos los casos, se concluyó que es recomendable sobre otros métodos populares de pronóstico de repuesto, debido a su agilidad y capacidad para abordar adecuadamente todas las categorías de demanda.

Doszyń (2022) por su parte, abordó el tema de la parcialidad de los errores de pronóstico en el contexto de la demanda intermitente. Se propuso discutir la imparcialidad de los errores de pronóstico, ya que no considerar esta propiedad

podía llevar a conclusiones erróneas sobre la precisión de los pronósticos. En particular, se mencionaron errores de pronóstico ex post, como el *MASE* (Error Absoluto Medio Escalado) o el *MAE* (Error Absoluto Medio), que favorecían los pronósticos bajos, incluso pronósticos de cero. Por lo tanto, se sugirió utilizar medidas que también tuvieran en cuenta el nivel de existencias y la calidad de servicio al cliente. Se resaltó lo importante que es utilizar únicamente medidas de error de pronóstico imparciales para obtener conclusiones correctas. Aunque el artículo se enfoca principalmente en la medición de error de las técnicas de pronóstico, menciona métodos de pronóstico populares, como la técnica de Croston y su modificación SBA, que son principalmente útiles al trabajar con una demanda intermitente.

Por último, Hasni et al. (2019), exploró la amplia variedad de métodos que se han desarrollado en las últimas décadas, para pronosticar el inventario de artículos con demanda intermitente. Se observó que la mayoría de los métodos paramétricos son variaciones del método de Croston, y los métodos no paramétricos basados en el *bootstrapping* a menudo resultaban en un rendimiento deficiente del nivel de servicio objetivo. Se propusieron variaciones los métodos de *bootstrapping*, en las que se ajustaba la demanda del tiempo de espera considerando, que ocurría una demanda en el primer período de cada intervalo. Se evaluó el rendimiento de estos métodos ajustados, junto con un método paramétrico ajustado. Al final del estudio se pudo demostrar que los métodos ajustados propuestos resultaron en una mayor eficiencia costo-servicio en comparación con los métodos originales.

En cuanto a la segmentación Ishizaka et. al. (2018), utilizó el análisis de envoltura de datos en combinación con AHP, para clasificar los repuestos en segmentos ABC, lo criterios utilizados fueron el valor de uso anual, la frecuencia con la que se solicita anualmente y la cantidad actual de stock. Incorporó la

experiencia de la toma de decisiones, al proporcionar ejemplos típicos de elementos para cada clase y asignar pesos a los criterios mediante el Proceso Analítico Jerárquico (AHP). Esta modificación mostró una eficacia en la clasificación y proporcionando reducciones de gasto, relacionadas con los costos de mantener inventario en comparación con la clasificación ABC estándar. Este enfoque permitió una mayor eficiencia y precisión en la clasificación de inventario, brindando una mejor comprensión de la criticidad de los elementos y optimizando la gestión de existencias.

Por otro lado, Bhalla et al. (2021), llevo a cabo una investigación con el propósito de examinar la literatura actual sobre gestión de piezas de repuesto, centrándose evaluar en qué medida los avances de investigación abordan las deficiencias identificadas anteriormente. Se pudo observar que una significativa proporción de casos de estudio provienen principalmente de los sectores de la industria de aviación, electrodomésticos y automotriz. Basándose en esta revisión, se identificaron brechas de investigación y áreas de investigación futura, para respaldar el desarrollo de sistemas integrados de gestión de repuestos en la práctica. En el contenido de este estudio fue posible observar el uso de la teoría de conjuntos difusos, para clasificar repuestos en categorías ABC, en este caso los criterios que se tomaron en cuenta fueron, durabilidad, disponibilidad, criticidad, tiempo de reposición y costo.

Sobre las políticas de manejo de inventario para repuestos, Poormoaid y Atan (2020), analizaron el efecto de la demanda interrelacionada entre dos productos complementarios en el rendimiento de una política de revisión continua (Q, r) , con un tiempo de espera constante. Se desarrolló un modelo de optimización basado en simulación para encontrar los parámetros óptimos de la política. Además, se propuso un algoritmo de aproximación eficiente, basado en el análisis de un sistema de inventario de un solo producto. Los resultados

mostraron que, considerar el efecto de interacción entre los productos complementarios, puede ser beneficioso en términos de la tasa de ganancia esperada. También, se descubrió que el nivel de ganancia optimo se alcanza cuando todos los clientes demandan ambos productos. Estos hallazgos proporcionan conocimientos prácticos para gestionar el inventario de productos complementarios.

Así mismo Yazdekhashti et al. (2022), utilizó una política de revisión continua para un modelo de red de distribución de garantías (WDN) personalizado que aborda los desafíos de ubicación y asignación de centros de reparación; así como la elección de la política de inventario de repuestos. Se desarrolló un enfoque de optimización basado en simulación y búsqueda de vecindario variable, para determinar los parámetros óptimos de la política para cada centro de reparación. Los resultados mostraron que el máximo índice de ganancias se alcanza cuando los clientes demandan ambos productos complementarios. Por último, se evidenció que el efecto de la interacción entre las demandas, de los diferentes artículos tiene un impacto significativo en el índice de ganancias esperado, especialmente en situaciones de baja demanda, donde los costos unitarios por pérdida de venta son reducidos mientras que se tienen altos costos de almacenamiento unitario.

En conclusión, a través de la adecuada gestión de inventarios, se garantiza la disponibilidad de productos, se optimiza el nivel de stock y se satisface la demanda de manera oportuna. En el objetivo de esta investigación se estableció, mejorar la disponibilidad de los repuestos en la bodega de distribución, por medio de la aplicación de pronósticos, estrategias de manejo de inventario sujetas a una segmentación ABC y la identificación de puntos de mejora, para la disminución de retrasos en el proceso de abastecimiento de esta bodega y con ello cumplir con la demanda requerida en el mercado.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

3.1. Contexto general

La empresa objeto de estudio se ha dedicado por más de 18 años a la importación, distribución y venta de repuestos para motocicletas, brindando soluciones integrales a las necesidades de sus clientes, a través de servicios de asesoría técnica y atención personalizada. Actualmente la empresa está ubicada en Calzada Las Palmas, Retalhuleu, y tiene cobertura para distribución en Guatemala, México y países de Centroamérica.

La gestión de inventario desempeña un papel fundamental en el éxito del negocio. La empresa cuenta con dos tipos de bodegas: la bodega de almacenamiento, donde se guarda el producto tal y como lo envía el proveedor; y la bodega de distribución, que es donde se guarda el producto después de pasar por un proceso de revisión, por ende, el producto ya se encuentra listo para ser vendido al consumidor final.

En la bodega de distribución, los repuestos están cuidadosamente almacenados en estanterías o *racks*. Esto facilita la ubicación y recuperación rápida de los productos durante el proceso de preparación de pedidos. Por lo tanto, esta bodega se convierte en un paso crucial antes del envío de los repuestos a los clientes, garantizando así que los productos estén disponibles en el momento adecuado.

3.2. Descripción del problema

La empresa ha experimentado un crecimiento notable, lo que ha llevado a un aumento significativo en la demanda de sus productos. Esta situación plantea un desafío considerable en términos de gestión del inventario, ya que el stock de la bodega de distribución se ve superado por la demanda de ciertos productos.

La falta de stock no solo afecta la capacidad de respuesta de la empresa, sino que también impide el cumplimiento de los objetivos de venta. Actualmente, no se cuenta con una estimación precisa de la demanda futura, lo que dificulta la planificación y el mantenimiento de niveles adecuados de stock.

Tampoco existe una segmentación adecuada para la priorización de los productos. Sin una clasificación clara de los repuestos según su importancia en términos de ventas o demanda, no se pueden asignar los esfuerzos de manera eficiente. Esto lleva a situaciones en las que productos con alta demanda, no están disponibles, mientras que aquellos de baja prioridad ocupan un espacio valioso en la bodega.

Por otro lado, el proceso actual de abastecimiento de la bodega de distribución no es del todo eficiente; las demoras en este proceso afectan la disponibilidad de los repuestos en la bodega.

3.3. Formulación del problema

En esta sección, se presenta la pregunta central del problema y las preguntas auxiliares con el objetivo de proporcionar una estructura clara para la formulación de los objetivos del trabajo, facilitando así la orientación y enfoque de la investigación.

3.3.1. Pregunta central

¿Qué modelo de estrategias para gestionar el inventario de la bodega de distribución puede proponerse para mejorar la disponibilidad de los repuestos que generan mayor utilidad y son de alta demanda?

3.3.2. Preguntas Auxiliares

Redactar preguntas derivadas de la pregunta central, de tal manera que cuando todas se respondan, de forma automática se responda la pregunta principal. No hay un número perfecto de preguntas auxiliares, sin embargo, se considera adecuado de tres a cinco preguntas.

- ¿Cuál es el estado actual de la bodega de distribución respecto a la disponibilidad de repuestos?
- ¿Cuál es el comportamiento de la demanda de los repuestos con mayor rotación dentro de la bodega de distribución?
- ¿Qué estrategias pueden utilizarse para manejar los repuestos según su utilidad y demanda?
- ¿Cómo se puede disminuir los retrasos en el proceso de reabastecimiento de la bodega de distribución?

3.4. Delimitación del problema

El estudio de investigación se enfocará en la propuesta de estrategias en administración de inventarios, en la bodega de distribución de una empresa dedicada a la comercialización de repuestos para motocicletas, ubicada en Calzada Las Palmas, 5a. Avenida A 11-94, Retalhuleu, Guatemala.

Se analizarán los datos históricos de los períodos 2021-2022, para determinar los productos con más alta rotación en el almacén, así como los costos de compra de los repuestos y los precios de venta para determinar la utilidad bruta.

4. JUSTIFICACIÓN

La investigación propuesta se enmarca en la línea de estrategias en administración de inventarios. Surge ante la necesidad de abordar la problemática de la falta de stock en la bodega de distribución, para satisfacer la demanda en una empresa, que se dedica a la venta y distribución de repuestos de motocicletas.

La importancia de la investigación radica en que un modelo adecuado de estrategias de inventario permite mantener niveles óptimos de inventario para satisfacer la demanda de manera oportuna, evitar pérdidas por falta de stock y minimizar los costos de almacenamiento. El escaso stock de la bodega de distribución afecta la capacidad de la empresa, para cumplir con la demanda requerida por parte del Departamento de Ventas, el incumplir con los pedidos de los clientes, puede resultar en pérdidas en ventas, generando pérdidas económicas.

El propósito de la investigación es mejorar la disponibilidad de los repuestos que generan mayor utilidad y son de alta demanda. Al finalizar la investigación se espera tener pronósticos de demanda para los repuestos de mayor rotación, contar con estrategias para el manejo de productos según una segmentación ABC, en la que se tomarán como criterios la demanda y utilidad bruta; por último, se espera identificar puntos de mejora en el proceso de reabastecimiento de la bodega de distribución. Los beneficios esperados al mejorar la disponibilidad de stock de los repuestos, son la reducción de las pérdidas de ventas y la mejora de la satisfacción del cliente, debido a que el servicio será más confiable.

5. OBJETIVOS

5.1. General

Proponer un modelo de estrategias para gestionar el inventario de la bodega de distribución, que mejore la disponibilidad de los repuestos que generan mayor utilidad y son de alta demanda.

5.2. Específicos

1. Diagnosticar el estado actual de la disponibilidad de repuestos en la Bodega de distribución.
2. Estimar la demanda de repuestos requerida en la bodega de distribución mediante el uso de métodos de pronóstico.
3. Indicar estrategias de manejo de inventario sujetos a una segmentación ABC.
4. Identificar puntos de mejora viables para disminuir retrasos en el proceso de reabastecimiento de la bodega.

6. NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN

Al finalizar el estudio la empresa contará con pronósticos de demanda para los repuestos de mayor rotación, estrategias para el manejo de productos en base a una segmentación y propuestas de mejora para el proceso de reabastecimiento de la bodega de distribución.

Para llevar a cabo la estimación de los pronósticos se utilizarán los datos históricos de la demanda de los últimos 2 años, por otro lado, para realizar la segmentación se utilizarán también los datos históricos de la demanda, pero a esto se sumarán los datos de los costos de compra de los repuestos y los datos de precios de venta con los que será posible calcular la utilidad bruta, el criterio de la segmentación ABC, se basará en la utilidad bruta y demanda para los repuestos. Por último, para la identificar los puntos de mejora para el proceso de reabastecimiento primero se analizará el proceso, por medio de este análisis se determinarán los cuellos de botella y la causa de raíz de estos, se propondrán soluciones para mejorar el proceso.

A continuación, se presenta el desglose de las fases incluyendo las actividades, la metodología, los recursos y el tiempo:

En la fase 1, se realizará la recolección de la teoría que se utilizará para fundamentar y soportar cada uno de los planteamientos de la investigación. En la fase 2, se busca realizar un diagnóstico de la situación actual del área de bodega, por medio de un análisis del ambiente físico, reportes de auditoría y manuales de procedimientos.

Tabla 1.*Fase 3 recolección de datos*

Actividad	Metodología	Recurso	Tiempo
Recopilación de datos históricos de demanda	Solicitud de información al área de logística y ventas.	Humano, equipo de cómputo, base de datos	1 Semana
Recopilación de datos de precios de compra de repuestos	Solicitud de información al área de compras.	Humano, equipo de cómputo, base de datos	1 Semana
Recopilación de datos de precios de venta de repuestos	Solicitud de información al área de logística y ventas.	Humano, equipo de cómputo, base de datos	1 Semana
Recopilación de datos de proceso.	Observación del proceso, entrevistas con personal involucrado.	Humano, equipo de cómputo, base de datos	2 Semanas

Nota: descripción de las actividades a realizar en la fase 3. Elaboración propia.

Tabla 2.*Fase 4 análisis de información*

Actividad	Metodología	Recurso	Tiempo
Análisis de datos históricos de demanda	Aplicación de métodos estadísticos para identificar tendencias y patrones de demanda	Humano, equipo de cómputo, hojas de cálculo	2 Semanas
Análisis de datos de precios de compra y venta de repuestos	Estimar la utilidad bruta de los repuestos por medio de los datos recopilados	Humano, equipo de cómputo, hojas de cálculo	2 Semanas

Continuación tabla 2.

Análisis de proceso de reabastecimiento	Identificación de cuellos de botella, tiempos de espera y actividades redundantes en el proceso	Humano, hojas para entrevistas con el personal	2 Semanas
Análisis de causas raíz de problemas en el proceso de reabastecimiento	Utilización de herramientas como el diagrama de Ishikawa (causa y efecto) para identificar las causas subyacentes de los problemas	Humano, equipo de cómputo	2 Semanas

Nota: descripción de las actividades a realizar en la fase 4. Elaboración propia.

Tabla 3.

Fase 5 Interpretación de información

Actividad	Metodología	Recurso	Tiempo
Estimación de pronósticos de demanda	Utilización de métodos como el Croston o el método SBA	Humano, equipo de cómputo	3 Semanas
Segmentación de productos según utilidad bruta y demanda	Aplicación del criterio de segmentación ABC basado en la utilidad bruta y demanda para clasificar los productos en categorías A, B y C	Humano, equipo de cómputo	3 Semanas
Propuestas de mejora	Generación de ideas y evaluación de factibilidad	Humano, equipo de cómputo	2 Semanas

Nota: descripción de las actividades a realizar en la fase 5. Elaboración propia.

7. MARCO TEÓRICO

7.1. Inventario

La palabra inventario tiene su origen en el latín y significa lista o registro. Es el conjunto de productos o materiales que una empresa almacena con fines de venta, producción o distribución a futuro (Hoswari et al., 2020).

La gestión de inventario es importante, ya que, un nivel adecuado de inventario permite satisfacer de manera eficiente la demanda de los clientes, sin procesos para monitorear el inventario, se puede permitir que este baje a niveles en los que no es posible satisfacer al cliente o que suba a niveles muy costosos (Djohan y Stefvy, 2023). La importancia de la correcta gestión de inventarios radica en que el inventario, puede representar un costo significativo para la empresa tanto en términos de almacenamiento y manejo, como en costos por falta de stock (Aljaaidi y Bagais, 2020).

Un nivel alto de inventario genera exceso de existencias que son costosas de mantener, sin embargo, un nivel bajo de inventario provoca problemas en las operaciones, debido a falta de existencias, por lo que el desafío radica en mantener un nivel de inventario adecuado (Islam y Arakawa, 2020). La función de quien gestiona el inventario es encontrar balance entre la inversión y el servicio al cliente, generalmente el inventario representa un 50 % de la inversión total, por lo que encontrar este equilibrio es de suma importancia (Ivanov et al., 2021).

7.2. Manejo de inventario

El encargado de manejar el inventario tiene que establecer un equilibrio en los niveles de inventario, niveles altos implican mayor costo, y aunque mantener niveles bajos de inventario es ideal para tener una cadena de suministros eficiente, esto implica riesgo de caer en falta de stock (Latte y Javalagi, 2021).

En términos ideales, lo más conveniente sería eliminar la necesidad de mantener el inventario y con esto los costos que conlleva su manejo; así como, lo propone la situación de entrega justo a tiempo, pero esto no es práctico para todas las industrias, por lo que mantener un inventario óptimo es una necesidad (Gurtu, 2021).

7.2.1. Costos de manejo y almacenamiento

Los productos en inventario requieren de un espacio de almacenamiento y necesitan ser transportados al lugar de despacho. El costo principal reside en alquilar un espacio para almacenar (Karim et al., 2018).

7.2.2. Impuestos, seguros y mermas

Un inventario elevado al final del periodo fiscal podría conducir a un incremento en la carga fiscal, lo que podría resultar en un aumento de los impuestos que la organización debe pagar, a su vez, los seguros resultan más costosos, debido a que el número de elementos a asegurar es mayor (Manurung, 2019). En cuanto a las mermas que pueden ocurrir en el inventario, se tienen diferentes tipos: el robo que puede ser por cuenta de los clientes o empleados, que en algunas empresas representa una parte sustancial de las ventas (Su et

al., 2023); por otro lado, la obsolescencia que se da cuando el inventario no puede venderse debido a stock excesivo, cambio de modelos, descensos inesperados en la demanda del mercado y deterioro por daño físico, que conlleva una pérdida de valor (Trajanova y Dimitrova, 2023).

7.3. Tipos de inventario

La clasificación del inventario facilita su incorporación a los procesos organizacionales. En la siguiente sección, se presentan los tipos de inventario más relevantes:

- **Inventario inicial:** se refiere al nivel de inventario con el que se inicia operaciones, se comienza una temporada o período determinado (Akan et al., 2021).
- **Inventario final:** se lleva a cabo al término del período financiero, típicamente al finalizar el ejercicio; con el propósito de establecer una nueva posición financiera, es igual al inventario inicial del periodo siguiente (Turgut et al., 2018).
- **Inventario perpetuo:** es el que se lleva en continuo acuerdo con las existencias en el almacén, registra la venta o compra de inventario de manera inmediata (Ganji y Zamani, 2019).
- **Inventario intermitente:** este se puede efectuar varias veces al año y es implementado principalmente en empresas pequeñas. Este inventario no muestra los niveles de existencia actuales y estos solo se pueden conocer después de realizar recuentos físicos (Moisescu y Drăgănică, 2021).

- Inventario físico: es el número real de ítems en stock. Esto requiere llevar a cabo un proceso de conteo, pesaje o medición, y documentar minuciosamente todos los tipos de artículos presentes en la fecha del inventario (Ishfaq y Raja, 2020).
- Inventario de productos terminados: son los productos finales que se mantienen en existencia hasta el momento de su venta a los clientes, por lo que se puede decir que son productos listos para la venta (Agrawal y Narain, 2018).
- Inventario en tránsito: se refiere a productos o materiales que están en proceso de transporte, por lo que no están disponibles en ese momento para su uso inmediato. Este tipo de inventario se utiliza para mantener una cadena de suministro fluida (Xu et al., 2021).
- Inventario en proceso: son productos que ya han pasado por procesos de transformación, pero aún no se pueden considerar como productos finales, debido a que aún deben someterse a etapas adicionales de fabricación para estar listos para su comercialización (Karim et al., 2018).
- Inventario máximo: se emplea para evitar el riesgo de caer en excedentes de inventario, debido a que estos excedentes resultan en costos innecesarios de producción y almacenamiento (Satwika y Tsuroya, 2022).
- Inventario mínimo: es el límite más bajo de existencias que se puede tener en stock, este se utiliza para evitar agotamientos (stock out) y así garantizar la continuidad de las operaciones (Verawati et al., 2023).

- Inventario disponible: corresponde a el número de unidades con los que una empresa dispone para poder atender a la demanda de los clientes, este se obtiene sumando el inventario físico actual con las recepciones pendientes, y luego restando las demandas planificadas (Schönsleben, 2023).
- Inventario en línea: es la cantidad de stock disponible en una base de datos de productos que, se encuentra accesible al público en general y posibilita que los consumidores accedan a la información en tiempo real a través de internet (Paulis et al., 2021).
- Inventario de mercadería: está compuesto por productos adquiridos con el propósito de ser revendidos tal y como fueron adquiridos, sin realizar modificaciones ni pasar por procesos adicionales (Rahayu et al., 2023).
- Inventario de seguridad: este se utiliza debido a que no todo es seguro, por lo que, en caso de alguna contingencia, no se cae en falta de stock durante el periodo de reposición y se puede continuar con las operaciones (Ye et al., 2022).

7.4. Gestión de inventario

Es el continuo manejo y planificación de los recursos almacenados en inventario, cuyo propósito es asegurar que la empresa tenga disponible la cantidad apropiada de unidades en stock, para poder atender la demanda de los consumidores en todo momento, y minimizar los gastos asociados con almacenamiento (Singh y Verma, 2018).

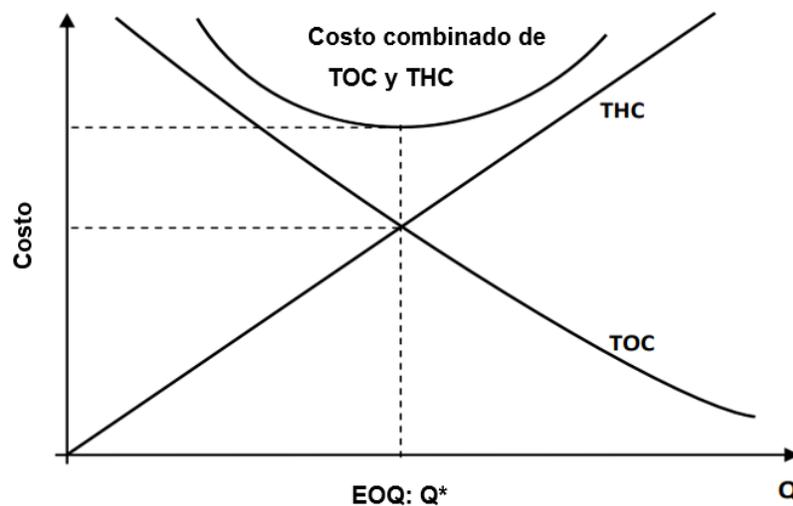
7.4.1. Modelo de cantidad económica a ordenar (EOQ)

Se emplea para calcular el tamaño económico de lote y constituye una de las técnicas más antiguas utilizadas para gestión de inventarios. Este método aún es ampliamente utilizado debido a que es muy efectivo y relativamente simple (Rabta, 2020), el modelo se centra en identificar los gastos asociados a la retención y solicitud de inventario, con el fin de encontrar el volumen de pedido que reduzca en mayor medida dichos costos (Öztürk y Şenel, 2019).

El modelo EOQ trabaja bajo la suposición de que la tasa de demanda y costos de almacenamiento compra y pedido son constantes, por lo que se adecua más a artículos cuyas características y condiciones operativas se mantengan relativamente estables (Alfares y Ghaitan, 2019).

Figura 1.

Determinación gráfica del EOQ



Nota. Imagen de determinación gráfica de EOQ, donde TOC es el costo total por ordenar y THC el costo de mantener. Adaptado de S. Senthilnathan. Modelo de cantidad económica de producción (EOQ). *Social Science Research Network*. p. 5. (<http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3475239>).

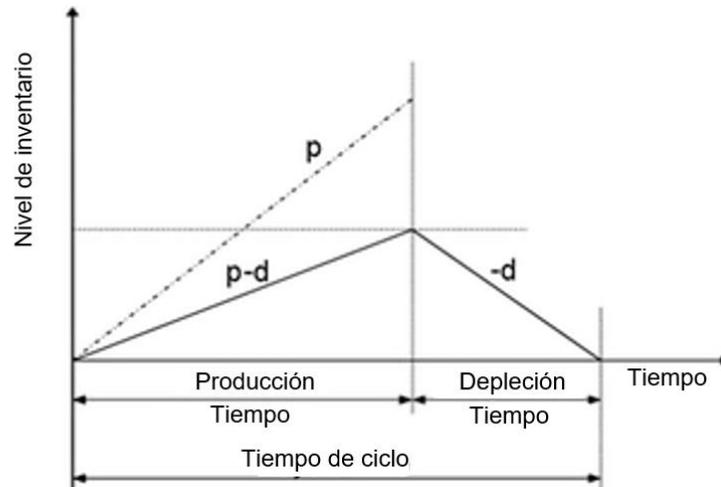
7.4.2. Modelo de cantidad económica a producir (EPQ)

El modelo EPQ es similar al EOQ con la diferencia que este se aplica a para productos fabricados de manera interna, mientras que el modelo EOQ se utiliza para productos comprados externamente, en el caso del EPQ los lotes se generan de forma gradual (Alfares y Ghaithan, 2019).

Este modelo fue diseñado con el propósito de minimizar los costos operativos considerando como supuestos la producción de un solo artículo, asumiendo espacio de almacenamiento infinito y que la recepción de cada pedido se hace en una única entrega (Öztürk y Şenel, 2019).

Figura 2.

Representación gráfica del modelo EPQ



Nota. Representación gráfica del modelo de cantidad económica de producción (EPQ). Adaptado de F. Nezami y M. Heydar. Modelo de cantidad económica de producción consciente de la energía con precios de energía variables. *Operational Research*. 19(1). p. 2. (<https://doi.org/10.1007/s12351-016-0284-3>).

7.4.3. Inventario de seguridad

El inventario de seguridad es un stock adicional, que se almacena como precaución contra posibles imprevistos, con el propósito de satisfacer la demanda de manera oportuna. Este actúa como amortiguador en caso de existir demoras en el reabastecimiento, lo que permite evitar interrupciones en la continuidad de las operaciones (Ikasari et al., 2018).

El entorno empresarial es muy dinámico, por lo que la demanda, tiempos de entrega y procesos son cambiantes también; la importancia del stock de seguridad radica en poder adaptarse a estas fluctuaciones en caso de demoras en el reabastecimiento, daños al producto en tránsito o problemas de producción (Kang et al., 2018).

El cálculo del inventario de seguridad se realiza mediante la ecuación a continuación:

$$SS = k \sqrt{LT (\sigma d^2)} \quad (ecu. 1)$$

Donde:

SS = inventario de seguridad

k = factor de seguridad

LT = lead time

σd = desviación estándar (Ikasari et al., 2018).

7.4.4. Segmentación ABC

Esta es una técnica que se utiliza ampliamente en el entorno empresarial para el manejo de inventarios con una gran cantidad de diferentes productos, lo

que permite a las empresas priorizar la gestión de sus productos de acuerdo con la relevancia de estos, lo cual facilita la toma de decisiones (Zowid et al., 2019).

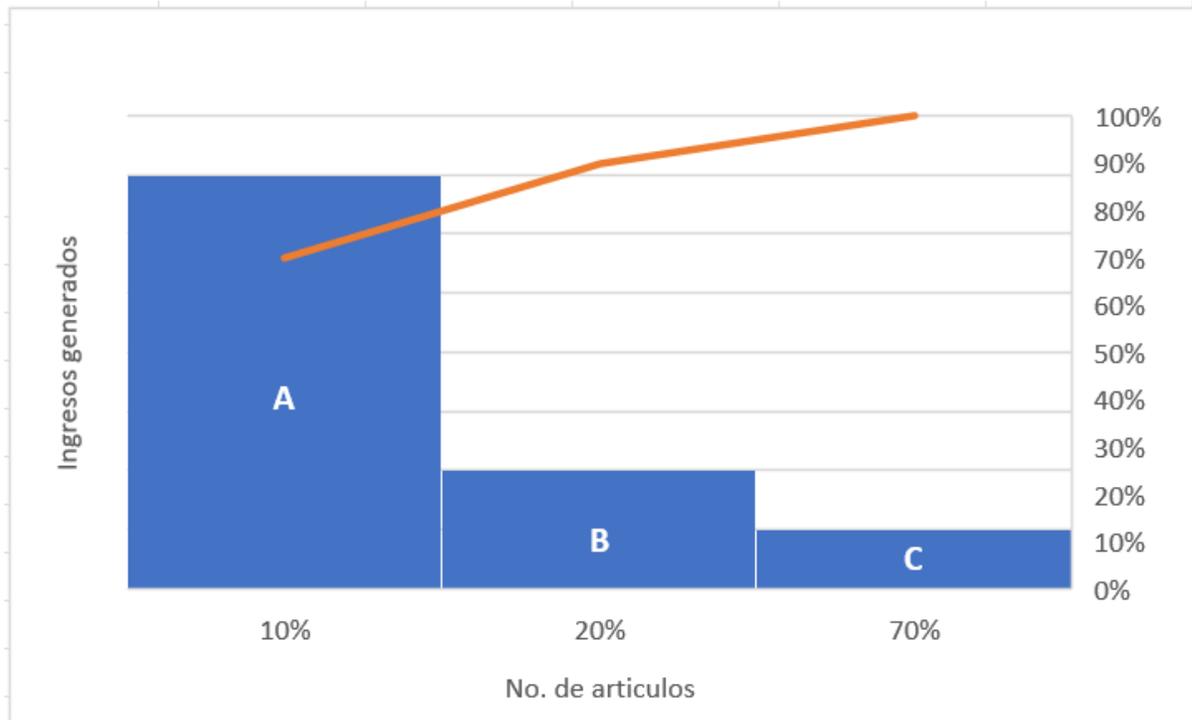
En la metodología tradicional los productos son clasificados en tres categorías siguiendo el principio de Pareto:

- Categoría A: constituye el 10 % del inventario total y genera el 70 % de los ingresos.
- Categoría B: representa el 20 % de los artículos y genera el 20 % de los ingresos.
- Categoría C: equivale al 70 % de las mercancías, pero solamente genera un 10 % de los ingresos (Ishizaka et al., 2018).

Por lo tanto, los grupos quedan clasificados en función de su relevancia, acorde a la clasificación anterior: la categoría A sería de alta prioridad, la categoría B de prioridad moderada y la categoría C sería la de menor prioridad. Esta segmentación permite asignar recursos y tomar decisiones de manera estratégica (Zowid et al., 2019).

Figura 3.

Principio de Pareto en Segmentación ABC



Nota. Principio de Pareto en segmentación ABC. Elaboración propia, realizado en Microsoft Excel.

Los criterios utilizados para la segmentación ABC pueden ser variados, generalmente se utilizan: valor anual de consumo, tiempo de entrega de productos, obsolescencia de los productos, disponibilidad, entre otros. A partir de estos criterios se clasifican los productos y se asigna un valor a cada clase (Kheybari et al., 2019).

Pasos para la implementación de la segmentación ABC:

- Identificación de periodo estadístico: se selecciona el periodo estadístico tomando la demanda como criterio, es recomendable

utilizar periodos largos para demandas estables y periodos cortos para demandas fluctuantes.

- Recopilación de datos: se obtiene la información de inventario pertinente, como cantidad de stock, inventario mensual, precio unitario y consumo, según los criterios ABC establecidos.
- Procesamiento de datos: se realizan los cálculos y análisis necesarios para determinar la relevancia de cada producto en el inventario.
- Crear tabla ABC: se genera una tabla con los datos procesados y ordenados.
- Identificar niveles ABC: se clasifican los materiales en función de los porcentajes obtenidos en cada criterio, dividiéndolos por categorías (Zhong, 2022, p. 116).

7.5. Métodos de pronóstico de demanda

Los métodos de pronóstico de demanda son de gran importancia en la gestión del inventario, la eficiencia de la misma se encuentra estrechamente vinculada a la precisión de los métodos que se utilizan, para las estimaciones de

la demanda (Benhamida et al., 2021). La previsión de la demanda resulta esencial en la gestión empresarial, debido a que permite planificar de manera estratégica, controlar costos y satisfacer las necesidades del cliente (Merkuryeva et al., 2019).

7.5.1. Métodos cualitativos de pronóstico

Los métodos de pronóstico cualitativos se caracterizan por depender del juicio y la experiencia de expertos en campos específicos, para crear las estimaciones; toman en cuenta la evaluación subjetiva de factores como tendencias del mercado, cambios en la industria y factores sociales (Majid y Mir, 2018).

Estas técnicas de pronóstico son muy útiles cuando no existen datos históricos para respaldar métodos cuantitativos, también se puede utilizar cuando se espera que los datos históricos no tengan un impacto significativo en la demanda futura, sin embargo, el pronóstico cualitativo tiene la desventaja de estar sujeto a la opinión humana lo que puede introducir sesgos (Benhamida et al., 2021).

Los tipos principales de pronóstico cualitativo incluyen los siguientes métodos:

- **Método Delphi:** es una técnica de pronóstico cualitativo que se apoya en la opinión de un panel de expertos, se utilizan cuestionarios anónimos y un proceso de retroalimentación entre los expertos para construir el pronóstico final basado en el consenso de los participantes (Barrios et al., 2021).

- Pronóstico por analogía: es un método particular de pronóstico en la que se busca entender la demanda futura de un producto nuevo, a través de comparaciones históricas con otros productos similares, partiendo de la premisa de que ambos productos presentarán un desarrollo similar (Kreutzer, 2019).
- Análisis de escenarios: esta técnica consiste en desarrollar escenarios que presenten futuros relevantes que se basan en distintos factores y suposiciones, no muestra una figura precisa del futuro, pero permite visualizar distintos resultados posibles (Benhamida et al., 2021).

7.5.2. Métodos cuantitativos

Este tipo de métodos utilizan datos históricos para proyectar el comportamiento presente y pasado para poder prever el comportamiento futuro, son recomendables cuando existe suficiente cantidad de datos históricos y hay una correlación razonable entre los datos pasados y el futuro (Majid y Mir, 2018).

7.5.2.1. Método de suavización exponencial simple

Este método inicio a desarrollarse en las décadas de 1950, ha tenido una gran variedad de aplicaciones desde pronósticos económicos hasta gestión de inventarios. Para aplicar este método, se emplea la suavización de datos históricos, para prever patrones futuros (Majid y Mir, 2018).

Aunque es una técnica relativamente simple, sigue siendo efectiva y relevante en pronósticos, esta técnica es adecuada en pronósticos a corto plazo, cuando se espera que la demanda futura siga patrones similares a los datos históricos y no existan variaciones estacionales (Chaudhuri et al., 2019).

7.5.2.2. Método de pronóstico ingenuo

Este método de pronóstico es apreciado por su simplicidad y precisión, puede ser particularmente sensible a los cambios, por lo que se aconseja su uso en situaciones en las que el comportamiento de la demanda sea constante y no presente fluctuaciones o patrones de comportamiento complicados. Por lo general se utiliza como punto de referencia para otros métodos, debido a que ofrece una base simple para comparar y evaluar modelos más complejos (Bucio et al., 2021).

7.5.2.3. Método de promedio móvil

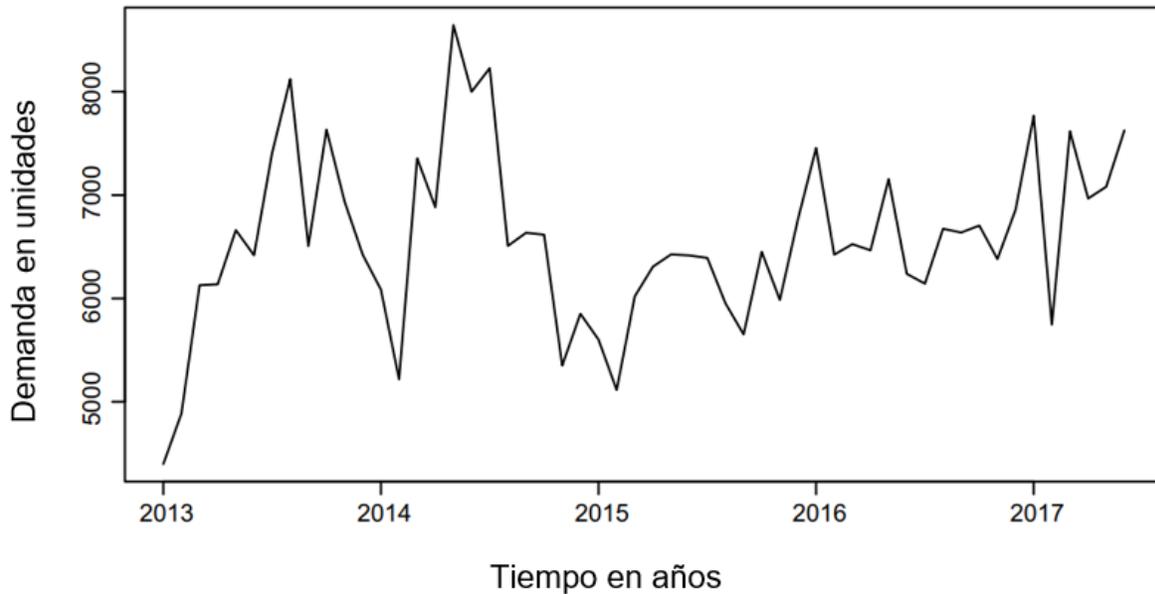
Este método utiliza los valores más próximos dentro de un período de tiempo específico, calculando un promedio con los mismos. Se recomienda su aplicación cuando los patrones de demanda presentan variaciones y no exhiben una tendencia o estacionalidad clara. Esto se debe a que este método puede ayudar a atenuar las irregularidades y suavizar los datos al proporcionar un valor promedio más representativo (Woon e Ismail, 2018).

7.5.2.4. Método *Holt-Winters*

Este método tiene un enfoque que utiliza la suavización exponencial, tomando en cuenta tanto la tendencia como la estacionalidad en la demanda. Es un método efectivo cuando los datos exhiben tendencias a largo plazo y patrones estacionales, ya que, tiene la capacidad de capturar y modelar ambas características (Ascensão et al., 2021).

Figura 4.

Ejemplo de demanda con estacionalidad y tendencia



Nota. Ejemplo de demanda con estacionalidad y tendencia, el método *Holt-Winters* es ideal para abordar esta clase de patrones en la demanda. Adaptado de M. Canela, I. Alegre y A. Ibarra. Pronóstico *Holt-Winters*. *Quantitative Methods for Management: A Practical Approach*. p. 125. (https://doi.org/10.1007/978-3-030-17554-2_13).

El modelo *Holt-Winters* se compone de tres elementos: la tendencia, la pendiente y las componentes estacionales. La tendencia y las componentes estacionales se utilizan para calcular valores pronosticados, mientras que la pendiente actualiza la tendencia. Cada componente se actualiza con parámetros de suavización típicamente $\alpha = \beta = \gamma = 0.2$, aunque en ocasiones se prueba $\alpha = 0.5$. La pendiente puede variar, por lo que puede ser tanto positiva como negativa a lo largo de la serie de tiempo. Al llegar al final de los datos actuales, la pendiente deja de actualizarse, y las estacionales se continúan actualizando, utilizando los últimos valores disponibles para predecir el futuro (Canela et al., 2019).

El cálculo del pronóstico se basa en las siguientes ecuaciones:

$$f_t = a(t-1) + b(t-1) + s(t-p) \quad (\text{ecu. 2})$$

Donde:

f_t = pronóstico para el próximo período (t)

$a(t-1)$ = componente de tendencia en el período anterior

$b(t-1)$ = componente de pendiente en el período anterior

$s(t-p)$ = componente estacional en el mismo período en la estación anterior

p = periodo estacional

$$a(t) = \alpha[x(t) - s(1-p)] + (1-\alpha) * [a(t-1) + b(t-1)] \quad (\text{ecu. 3})$$

Donde:

$a(t)$ = componente de la tendencia en el período t

α = parámetro de suavización para la tendencia

$x(t)$ = valor real de la serie de tiempo en el período t

$s(1-p)$ = componente estacional en el mismo período en la estación anterior

$a(t-1)$ = componente de tendencia en el período anterior

$b(t-1)$ = componente de pendiente en el período anterior

$$b(t) = \beta[a(t) - a(t-1)] + (1-\beta) * b(t-1) \quad (\text{ecu. 4})$$

Donde:

$b(t)$ = componente de pendiente en el período t

β = parámetro de suavización para la pendiente

$a(t)$ = componente de tendencia actual

$a(t - 1)$ = componente de tendencia en el período anterior

$b(t - 1)$ = componente de pendiente en el período anterior

$$s(t) = \gamma[x(t) - a(t)] + (1 - \gamma) * s(t - p) \quad (\text{ecu. 5})$$

$s(t)$ = componente estacional en el período t

γ = parámetro de suavización para la estacionalidad

$x(t)$ = valor real de la serie de tiempo en el período t

$a(t)$ = componente de la tendencia actual

$s(1 - p)$ = componente estacional en el mismo período en la estación anterior (Canela et al., 2019).

7.5.2.5. Método Croston

Los métodos tradicionales de pronóstico no suelen ser los más apropiados para tratar con una demanda intermitente, que se caracteriza por periodos de mucha demanda, intercalados con periodos poca o ninguna demanda, por lo que las series temporales pueden tener datos con muchos ceros o valores muy bajos, dificultando la estimación precisa de la demanda futura (Prestwich et al., 2021).

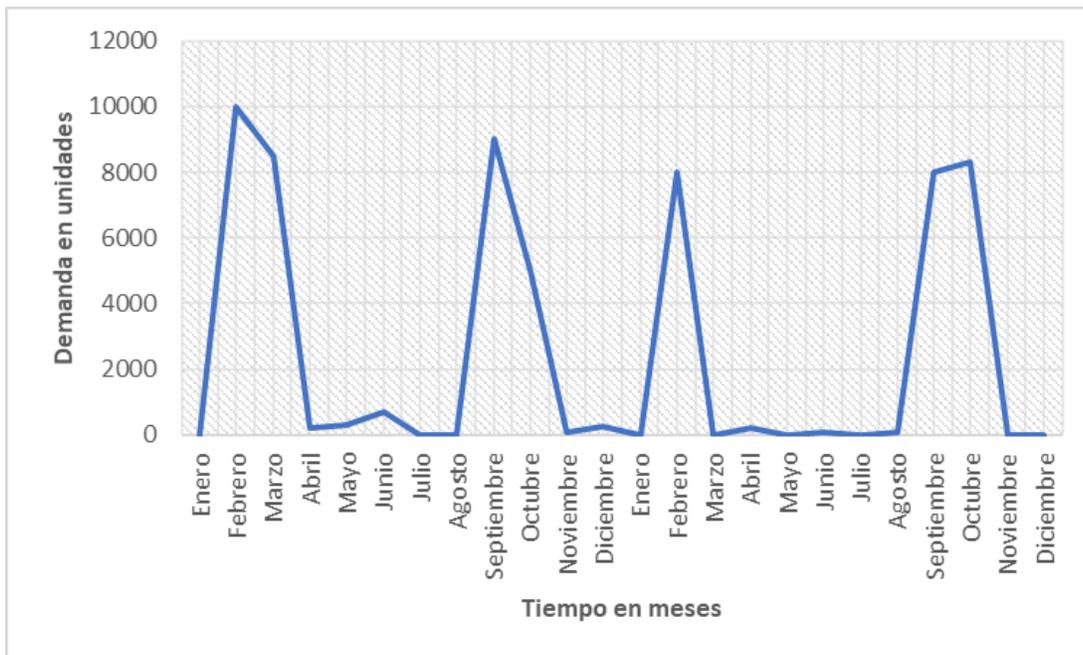
El método Croston, es ampliamente reconocido por su utilidad en el manejo de la demanda intermitente. Este método tiene la capacidad para abordar de manera explícita dos componentes cruciales de la demanda: el volumen de la demanda y el lapso de tiempo entre periodos de demanda significativa, que indica el tiempo entre eventos de demanda (Prestwich et al., 2021).

Al aplicar la suavización exponencial de forma independiente a estos dos aspectos, este método genera estimaciones suavizadas, permitiendo así obtener

un pronóstico más preciso que refleja tanto el tamaño como el intervalo de la demanda intermitente (Prestwich et al., 2021).

Figura 5.

Ejemplo de demanda intermitente



Nota. Ejemplo de demanda con estacionalidad y tendencia, el método Croston es ideal para abordar esta clase de patrones en la demanda. Elaboración propia, realizado en Microsoft Excel.

El cálculo del pronóstico se basa en las siguientes ecuaciones:

$$f_t = \frac{\hat{y}_t}{\hat{t}_t} \quad (\text{ecu. 6})$$

Donde:

f_t = pronóstico para el próximo periodo

\hat{y}_t = estimación suavizada del tamaño de la demanda en el tiempo t

\hat{t}_t = es una estimación suavizada del intervalo entre demandas no nulas en el tiempo t

Nota: \hat{y}_t y \hat{t}_t se actualizan solo en el tiempo t, cuando $\hat{y}_t \neq 0$.

$$\hat{y}_t = \alpha y_{t-1} + (1 - \alpha)\hat{y}_{t-1} \quad (\text{ecu. 7})$$

Donde:

\hat{y}_t = estimación suavizada del tamaño de la demanda en el tiempo t

α = es una estimación suavizada del intervalo entre demandas no nulas en el tiempo t

y_{t-1} = es el tamaño de la demanda en el período anterior

\hat{y}_{t-1} = es la estimación suavizada del tamaño de la demanda del periodo anterior

$$\hat{\tau}_t = \beta \tau_{t-1} + (1 - \beta)\hat{\tau}_{t-1} \quad (\text{ecu. 8})$$

Donde:

$\hat{\tau}_t$ = es la estimación suavizada del intervalo entre demandas no nulas en el tiempo t.

β = es el factor de suavización aplicado al intervalo entre demandas.

τ_{t-1} = es el intervalo entre demandas no nulas en el período anterior.

$\hat{\tau}_{t-1}$ = es la estimación suavizada del intervalo entre demandas no nulas en el período anterior (Prestwich et al., 2021).

7.6. Técnicas de análisis y recolección de datos

Para el análisis y la recolección de datos, es esencial emplear técnicas que faciliten la obtención e interpretación de información, entre los métodos y herramientas que se utilizaran en este estudio se encuentran el *Gemba Walk* cuyo propósito es el de observar los procesos en su entorno y el diagrama Ishikawa cuya principal función es identificar las posibles causas a los problemas.

7.6.1. Gemba Walk

Es un método que se utiliza para poder presenciar y comprender la ejecución de un proceso. La palabra *Gemba* procede de la palabra japonesa *gembatsu* que significa cosa real o sitio real. En el *Gemba walk* se lleva a cabo la observación directa de un proceso en el sitio donde se desarrolla, y se establece contacto con las personas encargadas de dicho proceso, por lo que proporciona una visión cercana de la ejecución del proceso y es una herramienta muy útil, para identificar oportunidades para optimizar el mismo (Dalton, 2019).

La importancia del *Gemba walk* radica en que, además de permitir observar los procedimientos, también permite interactuar con las personas que llevan a cabo el trabajo, permitiendo comprender sus necesidades lo que hace que se sientan escuchado y valorados, esto permite también realizar una toma de decisiones informada, por lo que ayuda a mejorar la calidad del proceso y aprovechar plenamente el talento del equipo (Ishola, 2019).

7.6.2. Diagrama Ishikawa

Esta herramienta fue inventada por un profesor japonés llamado Kaoru Ishikawa, coloquialmente se le conoce como diagrama espina de pescado, ya que se asemeja al esqueleto de un pez. Su principal función es ofrecer apoyo visual, para estimular la creatividad de los participantes en una lluvia de ideas (Luca y Luca, 2019).

Para construir un diagrama Ishikawa se deben seguir los siguientes pasos generales:

1. Determinar la característica de calidad que se pretende mejorar y controlar, registrándola en un bloque y estableciendo una flecha que apunte hacia dicho bloque.
2. Listar los factores principales que podrían estar influyendo en la característica de calidad al final de una rama que se conecta con la flecha principal.
3. Junto a cada una de las ramas secundarias, es necesario anotar los factores que contribuyen al factor principal (Suárez y Rodríguez, 2019, p. 6).

Después de crear el diagrama y haber identificado las causas, se procede a realizar un análisis con el objetivo de determinar cuáles de estas causas ejercen el mayor impacto o influencia en el problema seleccionado. Este análisis es fundamental para asignar un peso o importancia relativa a las causas relacionadas con el problema, simplificando la elección de estrategias para enfrentar y solucionar eficazmente el dilema (Suárez y Rodríguez, 2019).

8. PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

ÍNDICE DE TABLAS

LISTA DE SÍMBOLOS

GLOSARIO

RESUMEN

PLANTEAMIENTO DEL ÍNDICE DEL PROBLEMA

OBJETIVOS

RESUMEN DE MARCO METODOLÓGICO

INTRODUCCIÓN

1. MARCO REFERENCIAL

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Inventario

2.2. Manejo de inventario

2.2.1. Costos de manejo y almacenamiento

2.2.2. Impuestos, seguros y mermas

2.3. Tipos de inventario

2.4. Gestión de inventario

2.4.1. Modelo de cantidad económica a ordenar (EOQ)

2.4.2. Modelo de cantidad económica a producir (EPQ)

2.4.3. Inventario de seguridad

2.4.4. Segmentación ABC

2.5. Métodos de pronóstico de demanda

2.5.1. Métodos cualitativos de pronóstico

2.5.2. Métodos cuantitativos

2.5.2.1. Método de suavización exponencial simple

2.5.2.2. Método de pronóstico ingenuo

2.5.2.3. Método de promedio móvil

2.5.2.4. Método *Holt-Winters*

2.5.2.5. Método Croston

2.6. Técnicas de análisis y recolección de datos

2.6.1. *Gemba Walk*

2.6.2. Diagrama Ishikawa

3. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

3.1 Diagnosticar el estado actual de la disponibilidad de repuestos en la Bodega de distribución

3.2 Estimar la demanda de repuestos requerida en la bodega de distribución mediante el uso de métodos de pronóstico

3.3 Indicar estrategias de manejo de inventario sujetos a una segmentación ABC.

3.4 Identificar puntos de mejora viables para disminuir retrasos en el proceso de reabastecimiento de la bodega

3.5 Proponer un modelo de estrategias para gestionar el inventario de la bodega de distribución, que mejore la disponibilidad de los repuestos que generan mayor utilidad y son de alta demanda

4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1 Diagnosticar el estado actual de la disponibilidad de repuestos en la Bodega de distribución

4.2 Estimar la demanda de repuestos requerida en la bodega de distribución mediante el uso de métodos de pronóstico

- 4.3 Indicar estrategias de manejo de inventario sujetos a una segmentación ABC.
- 4.4 Identificar puntos de mejora viables para disminuir retrasos en el proceso de reabastecimiento de la bodega.
- 4.5 Proponer un modelo de estrategias para gestionar el inventario de la bodega de distribución, que mejore la disponibilidad de los repuestos que generan mayor utilidad y son de alta demanda

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS

ANEXOS

9. METODOLOGÍA

9.1. Características del estudio

El enfoque del estudio propuesto es mixto, ya que combina elementos cuantitativos y cualitativos en su metodología. El estudio emplea métodos cuantitativos para la recopilación y análisis de datos históricos de demanda, así como para la estimación de pronósticos de demanda y la segmentación de productos según utilidad bruta y demanda. Además, el enfoque cualitativo abarca observaciones directas del proceso de reabastecimiento y entrevistas semiestructuradas con el personal involucrado, permitiendo captar tanto la dinámica operativa como las percepciones y experiencias individuales.

El alcance del estudio es descriptivo, debido a que se examinarán datos históricos de demanda, precios de compra y venta, así como el proceso de reabastecimiento, para determinar las mejoras necesarias en el proceso de reabastecimiento y gestión de inventarios de la bodega de distribución.

El diseño adoptado será no experimental, pues se analizará la información del fenómeno de gestión de inventarios en su estado original sin ninguna manipulación.

9.2. Unidades de análisis

La población en estudio será la gama de repuestos disponibles en la bodega de distribución.

La fórmula a utilizar para determinar el tamaño de la muestra se utilizará la siguiente ecuación:

$$n = \frac{N * Z^2 * p * (1 - P)}{(N - 1) * e^2 + Z^2 * p * (1 - P)}$$

Donde se tiene que:

n = Tamaño de la muestra

N = Tamaño de la población

Nivel de confianza = 95 % = 1.96

e = Margen de error máximo = 0.05

p = Probabilidad de éxito (Sampieri, 1994).

9.3. Variables

Las variables en estudio se describen a continuación.

Tabla 4.

Variables en estudio

Objetivo	Variable	Definición Teórica	Definición Operativa
Estimar la demanda de repuestos requerida en la bodega de distribución mediante el uso de métodos de pronóstico.	Demanda	Se refiere a la cantidad que los consumidores están dispuestos a comprar en un momento particular de un bien o servicio (Singha y Panse, 2022).	Este dato se le solicitará al área de logística y ventas.
	Rotación de inventario	Mide la frecuencia con la que una empresa agota y repone su inventario durante un período determinado (Liu, 2022).	La rotación de inventario se calcula mediante la siguiente fórmula: $RI = \frac{\text{Salidas de materiales promedio}}{\text{Promedio de inventario}}$

Continuación de tabla 4.

Estimar la demanda de repuestos requerida en la bodega de distribución mediante el uso de métodos de pronóstico.	Rotura de stock	Representa la falta de disponibilidad de producto en el inventario cuando es requerido para su venta (Chen, 2021).	La rotura de stock se calcula mediante la siguiente fórmula: $OCC = \frac{\text{Pedidos no satisfechos}}{\text{Pedidos totales}} * 100$
Indicar estrategias de manejo de inventario sujetos a una segmentación ABC.	Utilidad bruta	Es el beneficio o ganancia que una empresa obtiene después de deducir los costos directos asociados a la producción o adquisición de los bienes y servicios que vende (Kianfar, 2019).	Este dato se le solicitara a las áreas de compras y venta.
	Segmentación ABC	Es una técnica de gestión de inventario que divide los productos en grupos según su importancia y valor, priorizando la atención en los elementos de alto valor y reduciendo el enfoque en los de baja importancia (Yung et al., 2021).	Clasificación: A=80 % B=15 % C=5 % Del total del valor del inventario
	Disponibilidad de stock	Proporciona el porcentaje de mercancía en stock cuando el cliente realiza una orden (Berg y Choroszynski, 2008).	La disponibilidad de stock se calcula de la siguiente manera: $SA = \frac{\text{Numero de pedidos entregados completos}}{\text{Pedidos totales entregados}} * 100$
	Pedidos entregados a tiempo	Mide el porcentaje de pedidos que son entregados dentro del plazo acordado con los clientes (Rehman et al., 2018).	Los pedidos entregados a tiempo se calculan mediante la siguiente fórmula: $PET = \frac{\text{Numero de pedidos entregados a tiempo}}{\text{Pedidos totales entregados}} * 100$
	Lead time	Se refiere al intervalo de tiempo que transcurre entre la fecha que se realiza el pedido y que se completa la entrega (Singh y Soni, 2019).	Se calcula de la siguiente manera: $Lead\ time = fecha\ de\ entrega - fecha\ de\ pedido$

Nota: Definición teórica y operativa de las variables en el estudio. Elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

9.4. Fases de estudio

Describir el proceso por medio del cual se realizará el estudio, indicando las técnicas que aplicarán y las actividades que se realizarán, por ejemplo: encuestas, grupos focales, trabajo de campo, mediciones, ensayos de laboratorio, entre otros.

Fase 1: Revisión bibliográfica

Se realizará una recopilación de la teoría como base de la investigación que soporte y fundamente cada uno de los planteamientos.

Esta revisión bibliográfica involucra la búsqueda y selección de documentos relevantes, como artículos científicos, libros, informes técnicos, tesis previas y otros recursos académicos pertinentes. A través de este proceso, se pretende identificar y comprender las teorías, conceptos, enfoques y metodologías previamente establecidos en el campo de estudio.

Fase 2: Diagnóstico de situación actual

En la segunda fase, se realizará un análisis de la situación actual del área de bodega, para obtener los distintos escenarios posibles por medio de un análisis del ambiente físico, reportes de auditoría, manuales de procedimientos y un *Gemba Walk*.

Fase 3: Recolección de datos

En la primera fase del estudio, se pretende llevar a cabo un proceso la recolección de datos cualitativos y cuantitativos.

Se realizará la recopilación de datos históricos de demanda de los últimos 2 años, esta información se solicitará información al área de logística y ventas. También se realizará la recopilación de datos de precios de compra y de venta de repuestos. Esta información, obtenida a través del área de compras y ventas respectivamente, permitirá tener una idea precisa de los costos y los márgenes de ganancia bruta asociados a los repuestos.

En paralelo, se realizará la recopilación de datos de proceso, que implica observar el proceso de reabastecimiento directamente, entrevistar al personal involucrado en el mismo y realizar un *Gemba walk*. Estas técnicas permiten capturar información cualitativa y valiosa sobre el proceso en sí, identificando posibles áreas de mejora, cuellos de botella o actividades redundantes.

Fase 4: Análisis de información

Durante esta fase, se llevará a cabo el análisis de los datos históricos de demanda, para la estimación de pronósticos por medio del método de Croston, debido a su eficacia en la predicción de demanda para productos con patrones intermitentes. También se procederá a segmentar los productos según su utilidad bruta y demanda utilizando el criterio de segmentación ABC. Este enfoque permitirá clasificar los repuestos en categorías A, B y C en función de su utilidad bruta y la demanda. Esta segmentación proporcionará una visión más clara de la prioridad que cada producto debe tener en el proceso de reabastecimiento y la planificación de inventarios. Por último, se identificarán las causas raíz de los retrasos en el proceso de reabastecimiento, por medio de la herramienta de análisis causa raíz y un diagrama Ishikawa.

Fase 5: Medición de variables e interpretación de información

En esta fase, se llevará a cabo la formulación de estrategias de manejo de inventario basadas en la segmentación ABC. Estas estrategias se adaptarán de manera acorde a la clasificación de productos en categorías A, B y C, garantizando un enfoque diferenciado para cada grupo en función de su importancia y demanda. Se llevará a cabo la formulación de propuestas de mejora con respecto al proceso de reabastecimiento, estas propuestas se basarán en las causas raíz identificadas en la fase anterior.

10. TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Para la recolección de datos, es necesario poder contar con diferentes fuentes de información, lo cual ayudará al flujo de la investigación, las mismas se pueden detallar a continuación:

10.1. Técnicas y herramientas para la recolección de datos

- Registros: se solicitarán área de compras y ventas los datos de demanda, precios de compra y venta de repuestos, de los últimos 2 años, estos serán registrados en una base de datos en formato Excel, permitiendo su posterior análisis.
- Observación: en lo que respecta a recopilación de datos del proceso de reabastecimiento se llevará a cabo mediante observación directa del proceso. A través de la observación, se registrará el flujo de actividades, los tiempos involucrados y cualquier detalle relevante del proceso.
- Entrevistas: para las entrevistas se plantearán una serie de preguntas al personal encargado de realizar el proceso de reabastecimiento, se realizarán preguntas abiertas y cerradas con el propósito de obtener información cualitativa sobre los desafíos y áreas de mejora desde la perspectiva de quienes realizan las tareas diariamente.
- *Gemba walk*: se llevará a cabo un *Gemba walk*, que consiste en visitar el lugar de trabajo para observar directamente las actividades y procesos.

Esto ayudará a obtener una comprensión profunda de las operaciones y a identificar posibles áreas de mejora en el proceso de reabastecimiento.

10.2. Técnicas y herramientas para el análisis de datos

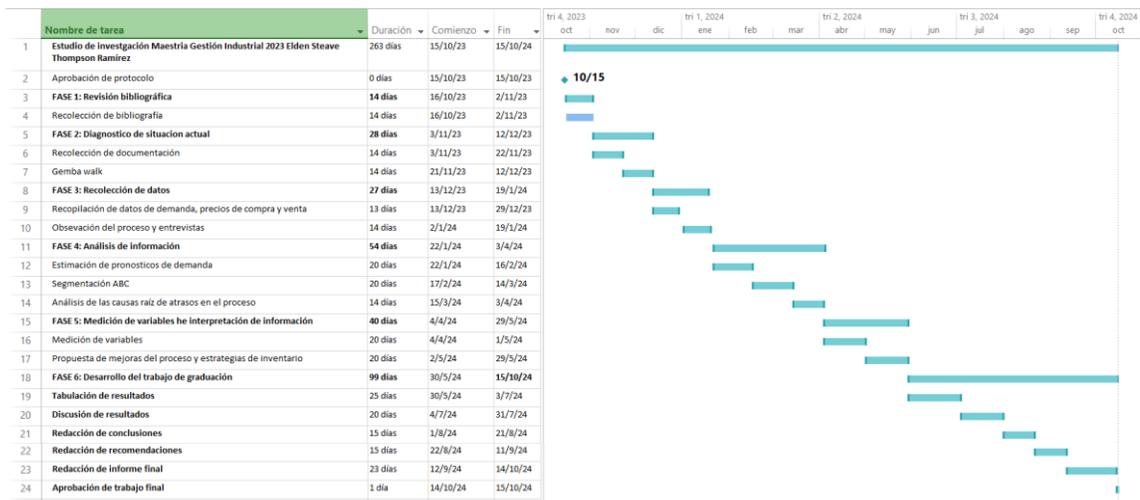
- Gráficos de la demanda: se emplearán gráficos de demanda para visualizar el comportamiento de la demanda histórica de repuestos. Esto permitirá determinar el patrón de comportamiento de la demanda en los últimos dos años.
- Método de Croston: para el pronóstico de demanda en casos de comportamiento intermitente, se empleará el método de Croston. este método es eficaz en la predicción de la demanda de productos con patrones de ocurrencia irregulares.
- Métodos de pronóstico: también se evaluará la teorización de otros métodos de pronósticos, dependiendo del comportamiento de la demanda, pueden considerarse métodos como el método de suavización exponencial, método de promedio móvil y *Holt-Winters*.
- Método de segmentación ABC: la segmentación ABC surge a través del principio de Pareto, de los productos se realizará utilizando el método ABC basado en la utilidad bruta y la demanda. Esto permitirá clasificar los repuestos en categorías A, B y C, proporcionando una visión clara de la prioridad de reabastecimiento y planificación de inventarios.
- Diagrama Ishikawa: se aplicará el análisis de Ishikawa, también conocido como diagrama de espina de pescado o diagrama de causa y efecto. Esta

herramienta permitirá identificar las causas raíz de los retrasos en el proceso de reabastecimiento.

- Medición de variables: los cálculos pertinentes a la medición de variables se llevarán a cabo en Microsoft Excel, utilizando fórmulas específicas para cada indicador.

11. CRONOGRAMA

Figura 6.
Cronograma del proyecto



Nota: Cronograma de actividades, elaboración propia, realizado en Microsoft Project.

12. FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO

La Investigación es factible debida a que la empresa ha autorizado la realización de esta y ha brindado apoyo con los recursos:

12.1. Recursos necesarios:

Para que esta investigación sea realizada, en primer lugar, se gestiona la autorización de la Gerencia, la cual proporciona los siguientes recursos:

- Humanos: disposición del personal técnico y administrativo asociado a la operación de la bodega de distribución, para compartir la información necesaria para la realización del trabajo de investigación.
- Tecnológico: acceso a internet.
- Informativos: acceso a la información que maneja la empresa teniendo en cuenta la confidencialidad de esta.
- Infraestructura y equipo: acceso a las áreas relacionadas a la investigación.

El recurso financiero es aportado directamente por el investigador, a continuación, se detalla una tabla con el desglose de los gastos que se tendrán para el desarrollo de la presente investigación:

Tabla 5.*Presupuesto*

No.	Tipo de recurso	Descripción	Costo	%
1	Humano	Tiempo del investigador	Q.5,000.00	32
2	Humano	Asesor de trabajo de investigación	Q.3,800.00	24
3	Alimentos	Alimentación	Q.1,000.00	6
4	Transporte	Pasaje de Bus	Q.2,500.00	16
5	Materiales	Papelería y útiles	Q.2,000.00	13
6	Tecnológico	Internet	Q.600.00	4
7	Margen de holgura	Emergencias (5%)	Q.745.00	5
Total			Q.15645.00	100

Nota: descripción del presupuesto, elaboración propia, realizado en Microsoft Excel.

Tomando en cuenta que los recursos aportados son suficientes para la investigación, se considera factible la realización del estudio.

REFERENCIAS

- Agrawal, P., y Narain, R. (2018). *Digital supply chain management: An Overview*. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 455(1), 012074. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/455/1/012074>
- Akan, M., Albey, E., y Güler, M. (2021). *Optimal pricing and inventory strategies for fashion products under time-dependent interest rate and demand*. Computers y Industrial Engineering, 154, 107149. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cie.2021.107149>
- Alfares, H., y Ghaitan, A. (2019). *EOQ and EPQ Production-Inventory Models with Variable Holding Cost: State-of-the-Art Review*. Arabian Journal for Science and Engineering, 44(3), 1737–1755. <https://doi.org/10.1007/s13369-018-3593-4>
- Aljaaidi, K., y Bagais, O. (2020). *Debt Finance, Inventory Management and Economic Value of Energy Industry in Saudi Arabia: Empirical Investigation*. International Journal of Energy Economics and Policy, 10(6), 347–353. <https://econjournals.com/index.php/ijeep/article/view/10085>
- Ascensão, C., Ferreira, B., Barreira, R., y Carriço, N. (2021). *Comparison of Reconstruction Methods for Water Supply Systems Flow Rate Time Series*. In J. R. da Costa Sanches Galvão, P. S. Duque de Brito, F. dos Santos Neves, F. G. da Silva Craveiro, H. de Amorim Almeida, J. O. Correia Vasco, L. M. Pires Neves, R. de Jesus Gomes, S. de Jesus Martins Mourato, y V. S. Santos Ribeiro (Eds.), *Proceedings of the 1st International Conference on*

Water Energy Food and Sustainability (ICoWEFS 2021) (pp. 851–858). Springer International Publishing. https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-3-030-75315-3_90

Baisariyev, M., Bakytzhanuly, A., Serik, Y., Mukhanova, B., Babai, M., Tsakalerou, M., y Papadopoulos, C. (2021). *Demand forecasting methods for spare parts logistics for aviation: a real-world implementation of the Bootstrap method*. *Procedia Manufacturing*, 55, 500–506. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.promfg.2021.10.068>

Barrios, M., Guilera, G., Nuño, L., y Gómez, J. (2021). *Consensus in the delphi method: What makes a decision change? Technological Forecasting and Social Change*, 163, 120484. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120484>

Benhamida, F., Kaddouri, O., Ouhrouche, T., Benaichouche, M., Casado Mansilla, D., y López, D. (2021). *Demand Forecasting Tool For Inventory Control Smart Systems*. *Journal of Communications Software and Systems*, 17, 185–196. <https://doi.org/10.24138/jcomss-2021-0068>

Berg, A., y Choroszynski, K. (2008). *Evaluating logistics: The development of a method for examining a logistics system and evaluating its performance* (p. 213). Institutionen för ekonomisk och industriell utveckling. <http://liu.diva-portal.org/smash/get/diva2:22083/FULLTEXT01.pdf>

Bhalla, S., Alfnes, E., Hvolby, H., y Sgarbossa, F. (2021). *Advances in Spare Parts Classification and Forecasting for Inventory Control: A Literature Review*. *IFAC-PapersOnLine*, 54(1), 982–987. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2021.08.118>

- Bucio, J., Paz, A., y Ríos, J. (2021). *Analysis of Forecasting Methods of Time-Series with Increasing Trends*. 2021 IEEE International Autumn Meeting on Power, Electronics and Computing (ROPEC), 5, 1–6. <https://doi.org/10.1109/ROPEC53248.2021.9668024>
- Canela, M., Alegre, I., y Ibarra, A. (2019). *Holt-Winters Forecasting*. In M. Á. Canela, I. Alegre, y A. Ibarra (Eds.), *Quantitative Methods for Management: A Practical Approach* (pp. 121–128). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-17554-2_13
- Chaudhuri, D., Mukherjee, M., Khondekar, M., y Ghosh, K. (2019). *Simple Exponential Smoothing and Its Control Parameter: A Reassessment*. In S. Bhattacharyya, S. K. Pal, I. Pan, y A. Das (Eds.), *Recent Trends in Signal and Image Processing* (pp. 63–77). Springer Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-13-6783-0_7
- Chen, L. (2021). *Fixing Phantom Stockouts: Optimal Data-Driven Shelf Inspection Policies*. *Production and Operations Management*, 30(3), 689–702. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/poms.13310>
- Chiang, C., Qian, Z., Chuang, C., Tang, X., y Chou, C. (2023). *Examining demand and supply-chain antecedents of inventory dynamics: Evidence from automotive industry*. *International Journal of Production Economics*, 259, 108838. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2023.108838>
- Dalton, J. (2019). *Gemba Walks*. In J. Dalton (Ed.), *Great Big Agile: An OS for Agile Leaders* (pp. 173–174). Apress. https://doi.org/10.1007/978-1-4842-4206-3_31

- Demizu, T., Fukazawa, Y., y Morita, H. (2023). *Inventory management of new products in retailers using model-based deep reinforcement learning*. *Expert Systems with Applications*, 229, 120256. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.eswa.2023.120256>
- Djohan, D. y Stefy. (2023). *The Impact of Inventory Management on Customer Satisfaction at Apotik Global Medan*. *International Journal of Health, Economics, and Social Sciences (IJHESS)*, 5(2), 151–156. <https://doi.org/10.56338/ijhess.v5i2.3610>
- Doszyń, M. (2022). *Biasedness of forecast errors: an intermittent demand perspective*. *Procedia Computer Science*, 207, 644–653. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.09.119>
- Ganji, M. (2022). *Biasedness of forecast errors: an intermittent demand perspective*. *Procedia Computer Science*, 207, 644–653. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.09.119>
- Ganji, F., y Zamani, Z. (2019). *Optimization of profit and customer satisfaction in combinatorial production and purchase model by genetic algorithm*. *Journal of Algorithms and Computation*, 51(1), 43–54. <https://doi.org/10.22059/jac.2019.71290>
- Gurtu, A. (2021). *Optimization of Inventory Holding Cost Due to Price, Weight, and Volume of Items*. *Journal of Risk and Financial Management*, 14(2), 65. <https://doi.org/10.3390/jrfm14020065>
- Hasni, M., Aguir, M., Babai, M., y Jemai, Z. (2019). *On the performance of adjusted bootstrapping methods for intermittent demand forecasting*.

International Journal of Production Economics, 216, 145–153.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2019.04.005>

Hoswari, S., Gozali, L., Anne, I., y Wayan, I. (2020). *Comparison Study about Inventory Control System from Some Papers in Indonesian Case Study*. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 852(1), 012110.
<https://doi.org/10.1088/1757-899X/852/1/012110>

Ikasari, D., Lestari, E., y Prastya, E. (2018). *Inventory control of raw material using silver meal heuristic method in PR*. Trubus Alami Malang. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 131(1), 012024.
<https://doi.org/10.1088/1755-1315/131/1/012024>

Ishfaq, R., y Raja, U. (2020). *Effectiveness of frequent inventory audits in retail stores: an empirical evaluation*. The International Journal of Logistics Management, 31(1), 21–41. <https://doi.org/10.1108/IJLM-07-2018-0184>

Ishizaka, A., Lolli, F., Balugani, E., Cavallieri, R., y Gamberini, R. (2018). *DEASort: Assigning items with data envelopment analysis in ABC classes*. International Journal of Production Economics, 199, 7–15.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2018.02.007>

Ishola, B. (2019). *Handling Waste in Manufacturing: Encouraging Re-Manufacturing, Recycling and Re-Using in United States of America*. Procedia Manufacturing, 39, 721–726.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.444>

Islam, M., y Arakawa, M. (2020). *Rolling Planning Method for Logistic System for Controlling Inventory and Stock-out Under Unsteady Demand*. IOP

Conference Series: Materials Science and Engineering, 947(1), 012001.
<https://doi.org/10.1088/1757-899X/947/1/012001>

Ivanov, D., Tsipoulanidis, A., y Schönberger, J. (2021). *Inventory Management*. In D. Ivanov, A. Tsipoulanidis, y J. Schönberger (Eds.), *Global Supply Chain and Operations Management: A Decision-Oriented Introduction to the Creation of Value* (pp. 385–433). Springer International Publishing.
https://doi.org/10.1007/978-3-030-72331-6_13

Kang, C., Ullah, M., y Sarkar, B. (2018). *Optimum ordering policy for an imperfect single-stage manufacturing system with safety stock and planned backorder*. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 95(1), 109–120. <https://doi.org/10.1007/s00170-017-1065-8>

Karim, N., Nawawi, A., y Salin, A. (2018). *Inventory management effectiveness of a manufacturing company – Malaysian evidence*. *International Journal of Law and Management*, 60(5), 1163–1178. <https://doi.org/10.1108/IJLMA-04-2017-0094>

Kheybari, S., Naji, S., Rezaie, F., y Salehpour, R. (2019). *ABC classification according to Pareto's principle: a hybrid methodology*. *OPSEARCH*, 56(2), 539–562. <https://doi.org/10.1007/s12597-019-00365-4>

Kianfar, K. (2019). *Maximizing profit in a supply chain by considering advertising and price elasticity of demand*. *Computers y Industrial Engineering*, 135, 265–274. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cie.2019.06.007>

Kreutzer, R. (2019). *Forecasting Methods*. In R. T. Kreutzer (Ed.), *Toolbox for Marketing and Management: Creative Concepts, Forecasting Methods, and*

Analytical Instruments (pp. 143–156). Springer International Publishing.
https://doi.org/10.1007/978-3-030-13823-3_5

Latte, M., y Javalagi, C. (2021). *Theoretical and Statistical Analysis of Inventory and Warehouse Management in Supply Chain Management—A Case Study on Small-Scale Industries*. In R. M. Singari, K. Mathiyazhagan, y H. Kumar (Eds.), *Advances in Manufacturing and Industrial Engineering* (pp. 597–608). Springer Nature Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-15-8542-5_52

Liu, K. (2022). *Warehouse and Inventory Management*. In K. Y. Liu (Ed.), *Supply Chain Analytics: Concepts, Techniques and Applications* (pp. 219–269). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-92224-5_7

Luca, L., y Luca, T. (2019). *Ishikawa diagram applied to identify causes which determines bearings defects from car wheels*. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 564(1), 012093.
<https://doi.org/10.1088/1757-899X/564/1/012093>

Majid, R., y Mir, S. (2018). *Advances in Statistical Forecasting Methods: An Overview*. *Economic Affairs*, 63, 815–831. <https://doi.org/10.30954/0424-2513.4.2018.5>

Manurung, A. (2019). *The influence of liquidity, profitability, intensity inventory, related party debt, and company size to aggressive tax rate*. *Archives of Business Research*, 7(3), 105–115. <https://doi.org/10.14738/abr.73.6319>

- Merkuryeva, G., Valberga, A., y Smirnov, A. (2019). *Demand forecasting in pharmaceutical supply chains: A case study*. *Procedia Computer Science*, 149, 3–10. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.01.100>
- Mohammed, A., Hassan, K., y Abdel-Aal, M. (2022). *Moving Average Smoothing for Gregory-Newton Interpolation: A Novel Approach for Short-Term Demand Forecasting*. *IFAC-PapersOnLine*, 55(10), 749–754. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2022.09.499>
- Moiescu, F., y Drăgănică, G. (2021). *Inventoriaus svarba priimant komandos valdymo sprendimus*. *Studijos – Verslas – Visuomenė: Dabartis ir ateities įžvalgos*, VI, 117–124. <https://doi.org/10.52320/svv.v0ivi.199>
- Nezami, F., y Heydar, M. (2019). *Energy-aware Economic Production Quantity model with variable energy pricing*. *Operational Research*, 19. <https://doi.org/10.1007/s12351-016-0284-3>
- Öztürk, H., y Şenel, F. (2019). *An analysis of multi-item inventory model using particle swarm optimization under discrete delivery orders and limited storage space*. *International Journal of Intelligent Systems and Applications in Engineering*, 7(3), 124–132. <https://doi.org/10.18201/ijisae.2019355374>
- Paulis, E., Pilet, J., Panel, S., Vittori, D., y Close, C. (2021). *The POLITICIZE dataset: an inventory of deliberative mini-publics (DMPs) in Europe*. *European Political Science*, 20(3), 521–542. <https://doi.org/10.1057/s41304-020-00284-9>

- Pinçe, Ç., Turrini, L., y Meissner, J. (2021). *Intermittent demand forecasting for spare parts: A Critical review*. *Omega*, 105, 102513. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.omega.2021.102513>
- Poormoaid, S., y Atan, Z. (2020). *A continuous review policy for two complementary products with interrelated demand*. *Computers y Industrial Engineering*, 150, 106980. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cie.2020.106980>
- Prestwich, S., Tarim, S., y Rossi, R. (2021). *Intermittency and obsolescence: A Croston method with linear decay*. *International Journal of Forecasting*, 37(2), 708–715. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijforecast.2020.08.010>
- Rabta, B. (2020). *An Economic Order Quantity inventory model for a product with a circular economy indicator*. *Computers y Industrial Engineering*, 140, 106215. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cie.2019.106215>
- Rahayu, M., Ilham, R., Marzuki, y Nurainun. (2023). *The influence of cash turnover, receivables turnover and inventory turnover on the economic profitability of registered pharmaceutical companies on the indonesian stock exchange period 2017-2021*. *Journal of Accounting Research, Utility Finance and Digital Assets*, 1(4), 336–341. <https://doi.org/10.54443/jaruda.v1i4.53>
- Rehman, S., Khan, S., Kusi-Sarpong, S., y Hassan, S. (2018). *Supply chain performance measurement and improvement system*. *Journal of Modelling in Management*, 13(3), 522–549. <https://doi.org/10.1108/JM2-02-2018-0012>
- Rinaldi, M., Fera, M., Macchiaroli, R., y Bottani, E. (2023). *A new procedure for spare parts inventory management in ETO production: a case study*.

Procedia Computer Science, 217, 376–385.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.12.233>

Sampieri, R. (1994). *Metodología de la Investigación (1a ed.)*. México: McGraw-Hill Interamericana.

Satwika, S., y Tsuroya, N. (2022). *Improvement of the Coal Inventory Management System Using the Economic Order Quantity Method*. Proceedings of the 19th International Symposium on Management (INSYMA 2022), 1046–1055. https://doi.org/10.2991/978-94-6463-008-4_130

Schönsleben, P. (2023). *Deterministic Materials Management*. In P. Schönsleben (Ed.), *Handbook Integral Logistics Management: Operations and Supply Chain Management Within and Across Companies* (pp. 513–548). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-662-65625-9_12

Senthilnathan, S. (2019). *Economic Order Quantity (EOQ)*. Social Science Research Network (pp. 5). <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3475239>

Singh, D., y Verma, A. (2018). *Inventory Management in Supply Chain*. Materials Today: Proceedings, 5(2, Part 1), 3867–3872.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.matpr.2017.11.641>

Singh, S., y Soni, U. (2019). *Predicting Order Lead Time for Just in Time production system using various Machine Learning Algorithms: A Case Study*. 2019 9th International Conference on Cloud Computing, Data Science y Engineering (Confluence), 422–425.
<https://doi.org/10.1109/CONFLUENCE.2019.8776892>

- Singha, D., y Panse, C. (2022). *Application of different Machine Learning models for Supply Chain Demand Forecasting: Comparative Analysis*. 2022 2nd International Conference on Innovative Practices in Technology and Management (ICIPTM), 2, 312–318. <https://doi.org/10.1109/ICIPTM54933.2022.9753864>
- Su, H., Rungtusanatham, M., y Linderman, K. (2023). *Retail inventory shrinkage, sensing weak security breach signals, and organizational structure*. Decision Sciences, 54(1), 8–28. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/dec.12524>
- Suárez, M., y Rodríguez, F. (2019). *Cornerstone root causes through the analysis of the Ishikawa diagram, is it possible to find them?* International Journal of Quality and Service Sciences, 11(2), 302–316. <https://doi.org/10.1108/IJQSS-12-2017-0113>
- Trajanova, K., y Dimitrova, J. (2023). *Methods and policies for inventory management*. Journal of Economics, 8. <https://doi.org/https://www.doi.org/10.46763/JOE2381>
- Turgut, Ö., Taube, F., y Minner, S. (2018). *Data-driven retail inventory management with backroom effect*. OR Spectrum, 40(4), 945–968. <https://doi.org/10.1007/s00291-018-0511-9>
- Verawati, K., Hadi, W., Ladesi, V., Sahara, S., Putra, Y., y Andarwati, E. (2023). *Efficiency of material inventory using economic order quantity (EOQ) calculation techniques*. AIP Conference Proceedings, 2646(1), 040027. <https://doi.org/10.1063/5.0112838>

- Woon, W., y Ismail, S. (2018). *Development of Product Resource Inventory Control Using Forecasting In 'SMED'*. Journal of Modern Manufacturing Systems and Technology, 1(0), 82–93. <https://doi.org/10.15282/jmmst.v1i1.202>
- Xu, W., Bo, H., y Chen, Y. (2021). *System dynamics-based model for supply chain organizational collaboration*. Journal of Intelligent y Fuzzy Systems, 40, 3085–3095. <https://doi.org/10.3233/JIFS-189347>
- Yazdekhasti, A., sharifzadeh, S., y Ma, J. (2022). *A two-echelon two-indenture warranty distribution network development and optimization under batch-ordering inventory policy*. International Journal of Production Economics, 249, 108508. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2022.108508>
- Ye, Y., Lu, Y., Robinson, P., y Narayanan, A. (2022). *An empirical Bayes approach to incorporating demand intermittency and irregularity into inventory control*. European Journal of Operational Research, 303(1), 255–272. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ejor.2022.02.033>
- Yung, K., Ho, G., Tang, Y. M., y Ip, W. (2021). *Inventory classification system in space mission component replenishment using multi-attribute fuzzy ABC classification*. Industrial Management y Data Systems, 121(3), 637–656. <https://doi.org/10.1108/IMDS-09-2020-0518>
- Zhong, F. (2022). *Application of ABC-Kraljic Classification in Inventory Management Within Traditional Small Foreign-Related Manufacturing Enterprises*. Proceedings of the 2022 3rd International Conference on Management Science and Engineering Management (ICMSEM 2022), 111–123. https://doi.org/10.2991/978-94-6463-038-1_12

Zowid, F., Babai, M., Douissa, M., y Ducq, Y. (2019b). *Multi-criteria inventory ABC classification using Gaussian Mixture Model*. IFAC-PapersOnLine, 52(13), 1925–1930. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2019.11.484>

APÉNDICE

Apéndice 1. Matriz de coherencia

ELEMENTOS DEL PROBLEMA	PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	OBJETIVOS	
GENERAL	Escases en la disponibilidad de los repuestos al momento de ingresar un requerimiento del departamento de ventas.	¿Qué modelo de estrategias para gestionar el inventario de la bodega de distribución puede proponerse para mejorar la disponibilidad de los repuestos que generan mayor utilidad y son de alta demanda?	Proponer un modelo de estrategias para gestionar el inventario de la bodega de distribución, que mejore la disponibilidad de los repuestos que generan mayor utilidad y son de alta demanda.
ESPECÍFICOS	Insuficiente información sobre el estado actual de la disponibilidad de repuesto en la bodega.	¿Cuál es el estado actual de la bodega de distribución respecto a la disponibilidad de repuestos?	Diagnosticar el estado actual de la disponibilidad de repuestos en la Bodega de distribución.
	Inadecuada estimación de demanda futura.	¿Cuál es el comportamiento de la demanda de los repuestos con mayor rotación dentro de la bodega de distribución?	Estimar la demanda de repuestos requerida en la bodega de distribución mediante el uso de métodos de pronóstico.

Continuación apéndice 1.

Retrasos en el proceso de reabastecimiento de la bodega de distribución.	¿Cómo se puede disminuir los retrasos en el proceso de reabastecimiento de la bodega de distribución?	Identificar puntos de mejora viables para disminuir retrasos en el proceso de reabastecimiento de la bodega.
---	--	---

Nota: Matriz de coherencia del anteproyecto, elaboración propia, realizada en Microsoft Word.