



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE INGENIERO INDUSTRIAL

**“MODELO DE GESTIÓN DE INVENTARIOS APLICANDO MÉTODOS
HEURÍSTICOS EN UNA EMPRESA COMERCIALIZADORA DE
COMPONENTES ELÉCTRICOS PARA VEHÍCULOS”**



AUTOR: Hugo Daniel Ramírez Chunes
DIRECTOR: MSc. Karen Alejandra Benavides Flores

Ibarra-Ecuador

2025

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1004632947		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Ramírez Chunes Hugo Daniel		
DIRECCIÓN:	Calle antigua Otavalo. Barrio San Vicente		
EMAIL:	hdramirezcc@utn.edu.ec / daniram2911@gmail.com		
TELÉFONO FIJO:	N/A	TELF. MOVIL	0986055090

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	“MODELO DE GESTIÓN DE INVENTARIOS APLICANDO MÉTODOS HEURÍSTICOS EN UNA EMPRESA COMERCIALIZADORA DE COMPONENTES ELÉCTRICOS PARA VEHÍCULOS”
AUTOR (ES):	Hugo Daniel Ramírez Chunes
FECHA: AAAAMMDD	07/2/2025
SOLO PARA TRABAJOS DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	
CARRERA/PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> GRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero Industrial
DIRECTOR:	MSc. Karen Alejandra Benavides Flores.

AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, **Hugo Daniel Ramírez Chunes** , con cédula de identidad Nro. **1004632947**, en calidad de autor (es) y titular (es) de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de integración curricular descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

Ibarra, a los 07 días del mes de Febrero de 2025

EL AUTOR:



Firma.....

Hugo Daniel Ramírez Chunes

CONSTANCIAS

El autor (es) manifiesta (n) que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de esta y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 07 días, del mes de Febrero de 2025

EL AUTOR:

Firma.....

Hugo Daniel Ramírez Chunes

CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Ibarra, 07 de Febrero de 2025

MSc. Karen Alejandra Benavides Flores.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

CERTIFICA:

Haber revisado el presente informe final del trabajo de Integración Curricular, el mismo que se ajusta a las normas vigentes de la Universidad Técnica del Norte; en consecuencia, autorizo su presentación para los fines legales pertinentes.

(f) 
MSc. Karen Alejandra Benavides Flores
C.C.: 1003597513

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación se lo dedico a mis padres, por confiar en mí y no dejar que dé un paso atrás, aun cuando todo se ponía difícil siempre estuvo para mí, ellos son mi motor para que cada día de lo mejor de mí, gracias a que me inculcaron buenos valores y me enseñaron que con un poco de sacrificio y dedicación puedo cumplir todo lo que me proponga.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco Dios, por darme la vida y la fuerza para poder culminar mi carrera, ya que sin la voluntad de él nada es posible. A mis padres y a toda mi familia por apoyarme día a día a lo largo de mi carrera universitaria y de mi vida.

Agradezco también a mi tutora la Ingeniera Karen Benavides, así como también a mi asesor el Ingeniero Robert Valencia, que gracias a la guía y los conocimientos que me aportaron ayudo de gran manera para que yo pudiera desarrollar este trabajo y poder culminarlo.

A mí pareja por estar para mí en momentos difíciles por brindarme su ayuda a lo largo de este tiempo y ser un apoyo, que a pesar de todo siempre busca la manera de animarme para seguir adelante y ser cada día mejor.

De igual manera a las personas que estuvieron en todo momento animándome con cada palabra de aliento, fue de gran ayuda para que yo pudiera seguir adelante hasta este punto.

RESUMEN EJECUTIVO

La investigación se enfoca en mejorar la gestión de inventarios utilizando modelos heurísticos para incrementar la eficiencia y reducir costos. Se inicia analizando los datos históricos de ventas y demanda para después evaluar los productos más vendidos mediante una clasificación ABC, considerando que la clasificación A representa el 80% de ganancias de la empresa, seguido de esto utilizamos modelos heurísticos como: Suavización Exponencial Simple , Doble y Winters a través de ellos evaluamos su desempeño con métricas como MSE, MAPE y MAD, implementando y eligiendo los modelos para la mejor toma de decisiones en cuanto a los pronósticos, como resultado se obtuvo que el modelo de Winters es el que mejor se ajusta a los datos reales y presenta pronóstico con menor error. Para el modelo de inventario se utilizó el modelo de Silver Meal y Wagner Whitin de los cuales, se puede visualizar la variabilidad de los costos que ejecuta cada uno, para este caso el método de Wagner Whitin es óptimo para la empresa ya que permite reducir los costos totales en un 42,74% con disminuciones notables en cada categoría. También se propone una redistribución de las áreas de trabajo para mejorar la calidad de servicio, organización y ventas de la empresa. En conclusión, se resalta la eficacia de los modelos heurísticos para mejorar la gestión de inventarios. Este planteamiento aumenta la competitividad en el mercado y sienta una base para futuras investigaciones en logística y cadena de suministro.

Palabras clave: Inventario, Pronostico, MSE, MAD, MAPE.

ABSTRACT

The research focuses on improving inventory management using heuristic models to increase efficiency and reduce costs. It starts by analyzing the historical data of sales and demand and then evaluating the best-selling products through an ABC classification, considering that the A classification represents 80% of the company's profits, followed by this we use heuristic models such as: Simple, Double and Winters Exponential Softening through them we evaluate their performance with metrics such as MSE, MAPE and MAD, implementing and choosing the models for the best decision-making in terms of forecasts, as a result it was obtained that the Winters model is the one that best fits the real data and presents forecast With less error. For the inventory model, the Silver Meal and Wagner Whitin model was used, of which you can visualize the variability of the costs that each one executes, for this case the Wagner Whitin method is optimal for the company since it allows to reduce the total costs by 42.74% with notable decreases in each category. A redistribution of work areas is also proposed to improve the quality of service, organization and sales of the company. In conclusion, the effectiveness of heuristic models to improve inventory management is highlighted. This approach increases market competitiveness and lays the foundation for future research in logistics and supply chain.

Keywords: Inventory, Forecasting, MSE, MAD, MAPE, MAPE, EOQ

LISTA DE SIGLAS

MAD: Desviación Absoluta Media

MAPE: Error Porcentual Absoluto Medio

MSE: Error Cuadrático Medio

ACF: Autocorrelación, también conocida como correlación serial, analiza datos de series temporales para buscar correlaciones entre valores en diferentes puntos de la serie.

LBQ: Estadístico Q de Ljung-Box, es una prueba que determina si todas las autocorrelaciones hasta e incluyendo un desfase específico son iguales a cero.

PRONÓSTICO: Los pronósticos son estimaciones o predicciones futuras basadas en datos históricos y tendencias identificada.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Contenido

IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA.....	ii
AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD	iii
CONSTANCIAS.....	iv
CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	v
APROBACIÓN DEL COMITÉ CALIFICADOR.....	vi
DEDICATORIA	vii
AGRADECIMIENTO	viii
RESUMEN EJECUTIVO.....	ix
ABSTRACT.....	x
LISTA DE SIGLAS	xi
ÍNDICE DE CONTENIDOS	xii
ÍNDICE DE TABLAS	xvi
ÍNDICE DE FIGURAS	xvii
CAPÍTULO I.....	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1. Problema de investigación	1
1.2. Justificación	2
1.3. Objetivos	3
1.3.1 Objetivo General.....	3
1.3.2 Objetivos Específicos	3
1.4. Alcance y Delimitaciones	3
CAPÍTULO II	4
MARCO TEÓRICO.....	4
2.1. Antecedentes	4

2.2.	Marco Teórico.....	7
2.1.1	Gestión de inventarios.....	7
2.1.2	Definición de inventarios	7
2.1.3	Administración de inventarios	12
2.1.4	Rotación de inventario	12
2.1.5	Stock de seguridad	13
2.1.6	Clasificación ABC	13
2.1.7	Modelos de inventario	15
2.1.8	Pronósticos de la demanda.....	18
2.3.	Normativa legal.....	20
CAPÍTULO III.....		22
METODOLOGIA		22
3.1.	Enfoques y Tipo de investigación.....	22
3.1.1.	Tipo de investigación.....	22
3.1.2.	Método de Investigación	23
3.1.3.	Técnica de Investigación.....	24
3.1.4.	Instrumentos	25
3.2.	DIAGNÓSTICO SITUACIONAL	28
3.2.1.	Descripción de la empresa.....	28
3.2.2.	Funciones de la empresa.....	29
3.2.3.	Mapa de Procesos de la empresa	30
CAPÍTULO IV.....		40
RESULTADOS Y ANÁLISIS DE INVENTARIO		40
4.1.	Análisis de inventario	40
4.1.1	Costos mensuales asociados al inventario	40
4.1.2	Clasificación ABC	41
4.1.3	Pronóstico de la Demanda	45

4.1.4	Tabla resumen de pronósticos – Producto “HALOGENOS”	49
4.1.5	Pronostico aplicado al estudio en el producto de Halógenos	50
4.1.6	Resumen MAPE de los productos de categoría A.....	51
4.1.7	Coefficiente de Variación	52
4.2.	Diseño de un modelo de Inventario	53
4.2.1.	Valoración de los datos del inventario	54
4.2.2.	Elaboración del modelo de inventario	56
4.2.3.	Redistribución de la planta comercial	59
4.3.	Propuesta 5 ‘S’	62
4.3.1	La primera S, Seiri (Seleccionar):	62
4.3.2	La segunda S, Seiton (Organizar):.....	63
4.3.3	La tercera S, Seiso (Limpiar):.....	64
4.3.4	La cuarta S, Seiketsu (Estandarizar):.....	65
4.3.5	La quinta S, Shitsuke (Autodisciplina):.....	65
4.4	Costo de implementar la propuesta.....	66
4.5	Conclusiones y recomendaciones	67
4.5.1	Conclusiones.....	67
4.5.2	Recomendaciones	68
ANEXOS	.....	76
Anexo 1 informe	Informe de Winters-Halógenos	76
Anexo 2 Informe de Winters-Flasher	.....	77
Anexo 3 Informe de Winters-Terminales	.....	78
Anexo 4 Informe de Winters-Fusibles	.....	79
Anexo 5 Informe de Winters-Foco Redondo	.....	80
Anexo 6 Informe de Winters-Plumas	.....	81
Anexo 7 Informe de Winters-Refrigerantes	.....	82
Anexo 8 Informe de Winters-Sockers	.....	83

Anexo 9: Tarjeta roja.	84
Anexo 10: Tarjeta de Oportunidad	86
Anexo 11: Informe notificación de desecho.....	86
Anexo 12: Objetos transportados en Bodega Seiri.	87
Anexo 13: Definir plan de acción para cada situación.....	87
Anexo 14: Día de limpieza	88

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Resumen de la normativa legal aplicada.....	21
Tabla 2: Proveedores principales de Comercial Autoelectric	35
Tabla 3: Valoración del problema.....	36
Tabla 4: Valoración de las causas o problemas.....	36
Tabla 5: Porcentajes de calificación.....	37
Tabla 6: Inventario Inicial de Comercial Autoelectric	38
Tabla 7: Costos Asociados al Inventario.....	40
Tabla 8: Clasificación ABC de la empresa.....	42
Tabla 9: Productos de la categoría A:	44
Tabla 10: Productos de clasificación categoría A	45
Tabla 11: Medidas de exactitud.....	47
Tabla 12: Medidas de exactitud.....	48
Tabla 13: Medidas de exactitud para el método de Winters.....	49
Tabla 14: Resumen de las medidas de desempeño para el pronóstico de la demanda de los halógenos.....	50
Tabla 15: Pronostico de la demanda - Halógenos	50
Tabla 16: Resumen de Error absoluto medio porcentual (MAPE) productos Categoría A.....	51
Tabla 17: CV y Modelo de Inventario.....	52
Tabla 18: Datos de Valoración de los costos asociados a los productos de la empresa.....	55
Tabla 19: Datos para inventario SM.....	56
Tabla 20: Método Silver Meal.....	57
Tabla 21: Costos totales del método Silver Meal.....	57
Tabla 22: Método de inventario Wagner Winting para los halógenos	58
Tabla 23: Costos totales del método WW	58
Tabla 24: Costos mediante modelos de inventario de los productos A.....	58
Tabla 25: Costos de la implementación	66

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1: Modelo de clasificación de Análisis ABC	14
Fig. 2: Marco legal	20
Fig. 3: Comercial Autoelectric	28
Fig. 4: Ubicación de la empresa	29
Fig. 5: Diagrama de la estructura empresarial	30
Fig. 6: Mapa de procesos de la empresa.....	31
Fig. 7: Flujograma de la empresa Comercial Autoelectric	32
Fig. 8: Diseño Layout de la planta	33
Fig. 9: Modelo de Pareto de los factores que influyen en el inventario	37
Fig. 10: Clasificación ABC del modelo de inventarios	44
Fig. 11: Pronostico de la demanda Suavización Exponencial Simple.....	47
Fig. 12: Pronostico de la demanda Suavización Exponencial doble	48
Fig. 13: Grafico de pronósticos del Método de Winters	49
Fig. 14: Redistribución de la planta.....	60
Fig. 15: Comparación de los modelos	60

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. Problema de investigación

En todo el mundo, es crucial que las empresas gestionen bien su cadena de suministro para controlar costes, mejorar la rentabilidad y equilibrar el inventario [1]. En ese sentido optimizar la cadena de suministros mejora los procesos desde la adquisición hasta la entrega, el control de almacenamiento e inventario es esencial para evitar daños y pérdidas.

Una empresa que vende repuestos electrónicos para automóviles se enfrenta a múltiples desafíos en el control de inventario que impactan negativamente en su eficiencia y rentabilidad debido a que venden gran cantidad de piezas que pueden ser extraviadas o confundidas fácilmente por el tamaño de estas.[2]

Esto puede resultar en la falta de productos esenciales en momentos críticos, el control de inventarios es a menudo el mayor activo del balance general y los gastos de inventario pueden generar la pérdida de ventas y clientes insatisfechos. Además, genera costos adicionales de almacenamiento y capital inmovilizado, lo que afecta la rentabilidad de la empresa. [3]

También sobrelleva inconvenientes financieros, ya que puede dar lugar a la obsolescencia de productos. Con la expedita evolución de la tecnología y las tendencias del mercado, los productos desactualizados pueden acumularse en el almacén, lo que resulta en pérdidas económicas significativas. Además, la empresa puede enfrentar dificultades para dar salida a estos productos obsoletos, lo que afecta aún más sus resultados financieros.

De esta manera el riesgo de pérdida de inventario debido a robo o daño también se incrementa sin un control adecuado. Los repuestos electrónicos para automóviles, a menudo valiosos, son objetivos atractivos para el robo, y la falta de seguimiento adecuado aumenta este riesgo, afectando negativamente la rentabilidad.[4]

Esta empresa dedicada a la comercialización de auto repuestos eléctricos, se ubica en Ecuador, provincia de Imbabura en la ciudad de Otavalo. Mediante una visita a la misma se pudo observar que no cuenta con una gestión de inventarios lo que da lugar a una serie

de problemas significativos en una empresa. Uno de los principales desafíos radica en la ineficiencia operativa, ya que la empresa no tiene una visión clara de qué productos están disponibles, en qué cantidades y cuándo es necesario reponerlos incluyen el exceso de stock debido a compras inadecuadas, la obsolescencia de productos, la falta de repuestos críticos en momentos clave, etc.

1.2. Justificación

La Empresa especializada en la comercialización de repuesto para automóviles. Como algunas otras por causa de la pandemia, tuvieron algunas pérdidas económicas o inconvenientes con los pedidos, debido a esta razón su organización se vio afectada como la distribución de sus productos.

La eficaz “gestión de inventarios” se fundamenta en la eficiencia al documentar, renovar y valorar los productos almacenados. Este proceso es crucial para determinar de manera lógica los resultados financieros, ya sea en términos de ganancias o pérdidas. Así, se logra establecer la salud financiera de la empresa y tomar las medidas adecuadas para mejorar o preservar dicha situación.[5]

La finalidad de esta tesis es que la empresa de estudio pueda tener mejor organizada su información y la distribución de sus productos de esta manera puede evitar tener u ordenar pedidos excesivos o la falta de estos.

Por otra parte, gracias a la gestión inventarios los clientes como los dueños de la empresa se verán beneficiados al obtener todas sus necesidades sin ningún contratiempo. De esta manera se logra contribuir al conocimiento, resolver problemas empresariales, mejorar la eficiencia operativa, tomar decisiones informadas y brindar ventajas competitivas en el mercado, obteniendo las ganancias para todos.

El modelo de gestión de inventarios bajo métodos heurísticos puede tener un impacto significativo en la eficacia y rentabilidad de la empresa.

1.3. Objetivos

1.3.1 Objetivo General

- Diseñar un modelo de gestión de inventarios aplicado a una empresa de ventas de repuestos eléctricos para automóviles a través de métodos heurísticos a fin de mejorar la organización y planificación de pedidos de la empresa.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Fundamentar la base teórica y legal del proyecto, mediante el uso de fuentes bibliográficas que permita y sustenten la investigación.
- Examinar la situación actual de la empresa a través de una investigación que involucre tanto la revisión de documentos como la recopilación de datos con el propósito de identificar oportunidades de mejora en la gestión de inventario.
- Proponer el diseño de gestión de inventarios realizado mediante métodos heurísticos para esta empresa los mismos que ayudaran a la organización de los productos que se ofrecen en la misma.

1.4. Alcance y Delimitaciones

Esta investigación se ajusta a un análisis de la situación presente de una empresa de repuestos para vehículos, con especial atención a la continuidad del negocio. Este proceso envuelve a una recopilación de datos detallados mediante el uso de diversas herramientas y estrategias destinadas a identificar posibles eventos desfavorables que puedan afectar la operación normal de la empresa.

Una vez recopilada esta información, se procederá a formular una propuesta de un modelo de gestión de inventario a través de métodos heurísticos. Esta propuesta estará orientada a lograr una planificación efectiva que garantice la disponibilidad de productos esenciales, optimice los niveles de inventario y minimice posibles riesgos asociados con la gestión de stock.

El diseño de la gestión de inventario se basará en las mejores prácticas en sector empresarial y se adaptará específicamente a las necesidades y características de la empresa para lograr la satisfacción de las partes interesadas, recalando que es una propuesta de diseño de una gestión de inventarios de una empresa de repuestos para vehículos.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

Se tomó la decisión de crear un modelo de inventario que ayudaría a determinar los niveles de servicio e inventario en función del crecimiento del mercado de la empresa. Lograr el correcto desarrollo a través de investigaciones teóricas en temas relacionados con patrones de inventario y niveles de servicio. El capítulo 3 analiza el método ABC para determinar qué productos generan más ingresos para una empresa. Al utilizar el algoritmo Wagner Within se puede maximizar el ahorro total de costes anuales, lo que permitirá a la empresa evitar pérdidas de capital innecesarias ya que contará con stock de seguridad para cubrir la demanda requerida. [1] [6]

Las modelos heurísticas incluyen submodelos para un solo envío al comienzo de la temporada de ventas y submodelos para múltiples envíos a lo largo de la temporada de ventas. Ambos modelos operan en un entorno de inventario administrado por el proveedor (VMI) en una cadena de suministro con almacenes y N minoristas con el objetivo de reducir el costo total del sistema respectivo, incluidos los costos de devolución, los costos de escasez y los costos fijos de transporte. Estos últimos costos han recibido poca atención en la literatura sobre productos de vida corta. [2] [/]

Según Espinoza, “La gestión y el control de inventarios es una herramienta importante en los esfuerzos de modernización de muchas empresas, ya que permite a las empresas y organizaciones comprender cuánto producto está disponible para la venta en un lugar y momento específicos, y bajo qué condiciones de almacenamiento”. [8]

El Control de Inventarios ABC para Autorepuestos en VFK, en la Ciudad de Ambato, Provincia de Tungurahua, tiene como objetivo optimizar la gestión del inventario de los productos que se venden en la empresa. Se identificó que la gestión y el control del inventario eran inadecuados, lo que generaba un exceso de inventario y un aumento de los costos de mantenimiento. Además, en algunos casos, la falta de disponibilidad de determinados productos también puede provocar el abandono del cliente por falta de artículos disponibles. [9]

Los inventarios pueden ser definidos como el almacenamiento o conservación de los

artículos que serán adquiridos o utilizados por un cliente. Los problemas de inventario se refieren a la determinación de cuántos artículos deben mantenerse en stock y cuándo es el momento ideal para realizar un pedido, de manera que el costo total sea el más bajo posible. Esto implica considerar la suma de los gastos por realizar un pedido o fabricar una cantidad específica de artículos, los costos fijos de producción o pedidos que no dependen de la cantidad, y los costos de almacenar una determinada cantidad de artículos por un período de tiempo.[9]

Asumiendo que los inventarios de productos componen el 60% de los activos totales de la compañía, y cuentan con un valor de \$280.000,24, y habiendo elaborado la propuesta, se aconseja a Auto Repuestos VFK, efectuar una implementación del modelo de clasificación de inventarios ABC, con el objetivo de administrar y controlar de manera efectiva los inventarios para reducir costos y mejorar el desempeño económico para la empresa. [10]

La investigación cuantitativa tiene como propósito fundamental aumentar la productividad en el sector de almacenamiento de la empresa Autoelectric; para eso, se pone en práctica la metodología de inventarios ABC, con el objetivo de conseguir una correcta clasificación de los productos. Para ello, analizamos la situación utilizando las herramientas de Pareto e Ishikawa (causa y efecto) para identificar los problemas que llevaron a la baja productividad en 2016 y 2017. [11]

La implementación de la metodología se realizó capacitando a las personas fundamentales en el manejo y beneficios de esta herramienta, para que luego puedan compartir sus conocimientos con las diferentes áreas o consolidar lo que ya han aprendido. Gracias a la aplicación de esta metodología, se logró un aumento en el índice de Rotación de inventario anual; Asimismo, se observó un crecimiento en la Eficiencia y la Eficacia, de 20% y 10% respectivamente, lo que generó un aumento en los índices de productividad en el sector de almacenamiento. [12]

El propósito de esta investigación es presentar un modelo de gestión de inventario para el almacenamiento de piezas de repuesto en la empresa “Almacén y Taller Serví-AKT”. De igual manera, se busca examinar el sistema de inventarios vigente, definir los modelos de control pertinentes para este campo que sean adecuados para una empresa de su clase y procurar la optimización de los procesos. [13]

En consecuencia, se determina que la estrategia más aconsejable para esta compañía es el modelo ABC, pues a través de este método se pueden distinguir los productos que aportan un mayor margen de beneficio y detectar los productos pasivos que generan un inventario superfluo, poco productivo o de bajo movimiento; se puede evidenciar, como resultado, la relevancia fundamental de la gestión de inventarios para lograr la eficacia en los procedimientos y el aumento de los resultados en la empresa.[14]

El objetivo de este análisis es investigar los modelos determinísticos de inventario para demanda independiente: lote único, lote a lote, cantidad óptima de pedido (EOQ), algoritmo Silver–Meal (SM), costo unitario mínimo (CUM), balance de periodo fraccionado (BPF) y el algoritmo de Wagner-Whitin (WW). Estos modelos se sustentan en la idea básica de que la demanda conocida con un nivel determinado de certeza de un producto en stock es independiente de la demanda de otro producto que igualmente se encuentre en ese stock. Con el fin de lograr el objetivo fijado, los modelos mencionados se emplean para determinar los tamaños óptimos de lotes de resmas de papel carta y oficio, fundamentados en la información de demanda auténtica e independiente.[15]

Este trabajo describe los resultados de la investigación acerca de técnicas de optimización en inventarios, tales como la clasificación ABC, con la intención de realizar un análisis teórico que permita identificar los componentes metodológicos aplicables en almacenes de repuestos de vehículos. Se estableció un periodo de publicación que comprende del 2010 al 2019 en español. El resultado refleja el porcentaje de utilización de cada método presentado en el estudio, seleccionado de acuerdo a los criterios de tiempo, temas relacionados, problemas y metas. Se infiere que el análisis EOQ puede ser pertinente en diferentes sectores económicos, empleando solo los métodos ABC. [16]

2.2. Marco Teórico

2.1.1 Gestión de inventarios

Según Flores y Chacón (2007), la gestión de inventarios son las acciones que ejecutan las empresas en base a sus recursos para alcanzar sus metas. Sin embargo, las connotaciones varían dependiendo del tipo de organización; por ejemplo, en una empresa comercial, el inventario consiste en la variedad de productos finales; en una empresa industrial, el inventario se vincula con las materias primas, productos en proceso y productos finales; en una empresa de servicios, el inventario abarca todos los bienes requeridos para ofrecer los servicios. Las empresas priorizarán o relegarán cada uno de estos inventarios de acuerdo con su sector económico. Además, el manejo de la gestión de inventarios representa una inversión de dinero y conllevan costos, por lo que se espera que generen la mayor ganancia posible [2].

Por otra parte, López (2014), menciona que “La gestión de inventarios consiste en administrar los inventarios que se requiere mantener dentro de una organización para que tales elementos funcionen con mayor efectividad y el menor costo posible” [3].

En este sentido, la función de la administración de inventarios es crucial para asegurar el correcto movimiento de productos entre la producción, los proveedores y los consumidores. Asimismo, necesita un modelo de gestión apropiado que asegure una eficiencia máxima en la distribución y comercialización de los productos que maneja la empresa.

2.1.2 Definición de inventarios

El inventario se basa en dos funciones comerciales y de gestión logística principales: suministro y distribución. Es muy importante que las empresas controlen estrictamente el inventario para garantizar un suministro oportuno y adecuado, asegurando así la capacidad de satisfacer la demanda del producto. [17].

Para Meana, “El inventario es la verificación y control de los materiales o bienes patrimoniales de la empresa, que realizamos para garantizar la cuenta de existencias contables con la que se cuenta en los registros empresariales así se puede calcular si hay pérdidas o beneficios en la empresa”. [4]

Es decir, los inventarios son activos tangibles que una empresa utiliza para vender,

fabricar o entregar a los clientes, en la trayectoria normal de sus negocios. Esto puede incluir al proceso de producción desde materias primas, trabajos en curso y productos terminados. Para garantizar la eficiencia operativa y reducir los costos son cuestiones clave en el control y la gestión del inventario.

2.1.2.1 Tipos de inventario

Dentro del manejo de inventario existen muchas clasificaciones y tipos de inventarios entre los cuales tenemos inventarios de procesos y los inventarios de comercialización o necesidad logística.

- **Inventarios de procesos**

- “Materias primas y componentes: comprende todas las materias primas y componentes que se utilizan para la fabricación y producción de productos terminados, pero que todavía no han sido procesados.” [3][4]
- “Repuestos para equipos y materias primas industriales: Este tipo de inventario incluye materias primas secundarias (materias primas utilizadas en la elaboración de productos) y consumibles (productos utilizados en los equipos, como combustible para máquinas, agentes de limpieza, etc.).” [3][4]
- “Productos terminados: Son todos los productos terminados enviados por el departamento de producción al almacén y que componen todos los productos para la venta. Este tipo de inventario depende de la demanda del mercado del producto.” [3][4]

- **Inventarios de comercialización o necesidad logística**

- Inventario de productos en proceso implica la gestión de los productos que se encuentran en medio del proceso de producción, que son elementos que se ensamblan durante el ciclo y se someten al proceso. [4]
- El inventario de oferta consiste en el inventario de productos que intervienen para satisfacer una demanda futura bien definida. [4]
- Stock de seguridad: Se realiza un stock de seguridad para proteger ante cualquier

tipo de demanda que pueda surgir sobre el stock de materia prima. [4]

2.1.2.2 Costos de inventario

Los costos de inventario son los gastos asociados con la compra, almacenamiento y mantenimiento de los bienes en inventario. Avalos, sostiene que para gestionar el inventario es necesario considerar costos relacionados, como costos de pedido o adquisición (CA), costos de preparación de entrega (CP), costos de inventario (CM). El costo de escasez (SF) cuando se reabastece se explica más adelante. [5]

- **Costos de Pedir o de Adquisición (CA):** La empresa tiene que pagar por ordenar o adquirir productos (CA) debido a las políticas de inventario y la cantidad de inventario que quiera tener en la planta. Es fundamental especificar la cantidad requerida y los pasos a seguir para presentar la solicitud. Estos costos se basan principalmente en la inversión que necesita la empresa para transportar o procesar productos hasta sus instalaciones. Esto incluye solicitar materiales, crear órdenes de compra, entregar materiales, realizar un seguimiento de los pedidos, realizar existencias y pagar a los proveedores. [5]

Ecuación 1: Fórmula para el cálculo de los Costos de Pedir o de Adquisición

$$CA = D \times P$$

Donde:

D: demanda

P: precio

- **Costo de pedido:** Son gastos relacionados con las acciones requeridas para reponer los inventarios, desde que se solicita la compra hasta que se completa la entrega del pedido. Incluyen los gastos fijos de la oficina necesarios para gestionar pedidos, como la preparación, el procesamiento y la verificación de una orden de compra. Esto se describe en relación con los gastos o costos asociados a cada pedido [5].

Ecuación 2: Costos de pedido

$$CP = Cg \times \frac{D}{Q}$$

Donde:

Cg: Costos de gastos

D: demanda

Q: Cantidad

- **Costo de Mantenimiento:** Son gastos generados al mantener cierto grado de inventario mediante un período de tiempo determinado. Los gastos relacionados con la gestión y posesión de los inventarios incluyen el costo de tener dinero invertido en ellos, el costo de almacenamiento (alquiler, electricidad, seguridad, etc.), la depreciación, impuestos, seguros y el deterioro de los productos. [5].

Para su cálculo debemos tomar en cuenta lo siguiente:

Ecuación 3: Inventario Promedio

$$\text{Inventario Promedio (IP)} = \frac{\text{Unidades por Ordenar}}{2} \times \frac{S}{N}$$

Donde:

S: Unidades que se van a comprar todo el año

N: El número de compras que se hacen

P: Precio de compra

C: Costo porcentual por año por el mantenimiento del inventario

Para calcular C se deben tener en cuenta todos los costes anteriores. Súmelos y divídalos por la inversión promedio en acciones (IP*P).

Ecuación 4: Costo total de mantenimiento

$$\text{Costo Total de Mantenimiento (CTM)} = C * P * IP$$

- **Costos de Escasez:** Surgen cuando la compañía se queda sin existencias, lo que puede provocar la imposibilidad de atender temporalmente las solicitudes de los clientes, repercutiendo en la reputación y las ventas. Incluyen pérdidas de contribución marginal por ventas no realizadas y tiempo ocioso de la administración, trabajadores y maquinaria.[19]

Los costos totales de inventario combinan los costos de mantener y los costos de realizar pedidos. Su cálculo tiene en cuenta variables como los costos de mantenimiento como porcentaje del precio de compra, el precio de compra por unidad, el número de unidades compradas por pedido, la demanda total y los costos fijos por pedido. Este enfoque integral proporciona una comprensión más completa de los costos asociados con la gestión del inventario de una empresa.

Ecuación 5: Costo total de Inventarios

$$C.T.I. = (C \times PC) \times (Q/2) + (O) \times (T/Q)$$

Donde:

- C= Costos de Mantenimiento como porcentaje del precio de compra
- PC= Precio de compra o costo por unidad
- Q= No de unidades compradas en cada pedido
- T= Demanda total por el # de unidades vendidas por el precio
- O= Costos fijos por orden

2.1.2.3Objetivos de los inventarios

En la gestión de inventarios, cuando la demanda y el tiempo de entrega del proveedor son desconocidos, las empresas establecen un nivel de inventario de seguridad para cubrir la demanda durante el tiempo de entrega. Esto evita posibles faltantes que podrían resultar en pérdida de ventas y dañar la reputación de la empresa ante los clientes, algo crucial debido a la competencia en todos los sectores comerciales actualmente [6].

- Reducir los riesgos manteniendo los stocks de seguridad en la empresa. [4]
- Reducir los costes, ya que permite programar las adquisiciones y la producción de la empresa de forma más eficiente. [4]
- Reducir las variaciones entre la oferta de la empresa y la demanda de los clientes. [4]

- Reducir los costes de la distribución del producto, ya que permite programar el transporte. [4]

En otras palabras, los objetivos de los inventarios son asegurar que haya una cantidad adecuada de productos para satisfacer la demanda, minimizar los costos de almacenamiento y logística, y facilitar la planificación y control de la producción y las ventas.

2.1.2.4 Inconvenientes del inventario

Actualmente existen varios problemas que pueden influir en la gestión de los inventarios que a su vez puede ocasionar problemas dentro de la empresa y la relación con sus clientes. En ese sentido genera pérdidas importantes en el control de inventario qué hace que la empresa disminuya su rentabilidad [7]. (pág. 9)

Para Dekker (2044) y Silver (1998), los inconvenientes de los inventarios incluyen obsolescencia de productos, errores en la predicción de la demanda, exceso de inventario, altos costos de almacenamiento y deterioro de productos perecederos. [8] [9]

2.1.3 Administración de inventarios

La gestión de inventarios, es fundamental en los negocios porque involucra la organización, seguimiento y supervisión de los recursos de una empresa. Se refiere a la gestión eficaz de la cantidad de adquisiciones, la ubicación, el tiempo y los costos de materiales necesarios para que las operaciones comerciales mejoren la disponibilidad del producto y reduzcan los costos asociados. [10]

Es crucial mantener un nivel adecuado de inventarios para evitar problemas financieros debido al costo de mantenimiento. Además, niveles muy bajos pueden resultar en la pérdida de clientes, por lo que es crucial emplear diferentes métodos para identificar el nivel ideal y disminuir gastos, optimizando las ganancias.

2.1.4 Rotación de inventario

La rotación de inventarios se refiere a cuántas veces un negocio vende y repone su stock en un periodo específico, generalmente un año. Esta métrica refleja la eficiencia operativa de la empresa al evaluar la fluidez de su cadena de suministro y su capacidad para satisfacer la demanda del mercado. [5]

2.1.5 Stock de seguridad

El stock de seguridad, también conocido como inventario de seguridad, es un inventario extra almacenado en las estanterías del almacén para hacer frente a eventos inesperados o emergencias.

2.1.5.1 Funciones del stock de seguridad

El stock de seguridad es la cantidad adicional de un inventario que la empresa conserva para dominar el riesgo de escasez de productos debido a variaciones en la demanda o retrasos en la cadena de suministro, garantizando de esta forma la continuidad en las operaciones y la satisfacción del cliente. En este contexto, las funciones del stock de seguridad consisten en cumplir con:

- **Prevención de la escasez:** Actúa como un colchón de reserva frente a aumentos inesperados de la demanda o retrasos en el suministro.
- **Mayor satisfacción del cliente:** Ayuda a mantener la continuidad del servicio y la disponibilidad de productos.
- **Proceso de producción ininterrumpido:** Mitiga la variabilidad de la cadena de suministro y permite que la producción continúe sin interrupciones.
- **Apoya los esfuerzos de ventas y marketing:** Asegura que los productos estén disponibles para promociones y eventos de ventas.

2.1.6 Clasificación ABC

De acuerdo con Escudero, la sistematización de los artículos es fundamental no solo en el inventario de una empresa, sino también en otros sitios como el hogar o la oficina, para lograr un control más eficiente de los productos y determinar cuándo reabastecerlos. La mayoría de los autores explican la categorización ABC como una herramienta para clasificar mercancías en el inventario. [11].

El método ABC categoriza los productos por el porcentaje de inversión inmovilizada que representan sobre el total de existencias, dividiéndolos en grupos A, B y C. Esta categorización, llamada Análisis de Pareto, se fundamenta en la Ley 80/20, que indica que

el 80% del volumen de ventas surge del 20% de los productos, lo que implica que el 80% de la inversión en existencias está concentrada en el 20% de los artículos almacenados. [5]

La categoría "A" abarca el 80% del valor total del inventario, mientras que el 20% restante se reparte entre las categorías "B" y "C", asignando cerca del 15% y 5% del valor del stock a cada una respectivamente.

El análisis ABC, de acuerdo a Krajewski, es un enfoque de gestión de inventarios que utiliza el principio de Pareto para dividir el inventario físico en tres categorías distintas: Categoría A, Categoría B y Categoría C. [12]

- **Zona A:** Los productos más relevantes por su alto costo, grado de uso o significativo aporte a las ganancias. Normalmente constituyen el 15% de todas las unidades, aunque su valor suele variar entre el 70 y el 80% del valor total del inventario. [12]
- **Zona B:** Artículos de importancia media. Representan alrededor del 30% de los artículos y alrededor del 15% del valor del inventario [12].
- **Zona C:** Artículos de menor importancia. Aunque representan la mayoría de los artículos (aproximadamente el 55%), su valor es relativamente pequeño (alrededor del 5% del valor total del inventario) [12].



Fig. 1: Modelo de clasificación de Análisis ABC

Nota: fuente: Clasificación de inventarios.[20]

El análisis ABC, se efectúa considerando el valor de cada producto, que se establece con base en criterios definidos previamente como el costo por unidad o el volumen monetario anual. Este enfoque resalta una pequeña cantidad de artículos significativos frente a la mayoría de los irrelevantes.

Es crucial señalar que esta es una visión global y puede cambiar según las particularidades de la compañía o el entorno. Te sugerimos que colabore con un especialista en logística para elaborar un análisis ABC más preciso y adaptado a las necesidades de tu empresa.

2.1.7 Modelos de inventario

Los modelos de inventario, según Krajewski, “se refieren a técnicas matemáticas y estadísticas que ayudan a las empresas a tomar decisiones sobre la cantidad óptima de productos que deben mantener en stock. Estos modelos consideran factores como la demanda, el costo de almacenamiento y los tiempos de reabastecimiento para optimizar la gestión de inventarios” [13].

Los modelos de inventario recursos matemáticos empleados para manejar y mejorar los niveles de inventario en una empresa. En general, estos modelos ayudan a determinar cuánto y cuándo ordenar productos para proteger el equilibrio entre la demanda del cliente, los costos de almacenamiento y pedido.

Los tipos de modelos de inventario se dividen en dos categorías principales: modelos determinísticos y modelos heurísticos.

2.1.7.1 Modelos determinísticos

Los modelos determinísticos, son aquellos en los que todos los parámetros y variables del sistema están completamente definidos y no cambian con el tiempo. Hay varios tipos de modelos determinísticos, como:

- **Modelo de cantidad económica de pedido (EOQ):**

Este modelo calcula “el tamaño ideal de los pedidos que reduce los costos totales de inventario, considerando los costos de pedido y de almacenamiento.” [14]

El equilibrio entre los costos de preparación de la orden de compra y los costos de almacenamiento se logra mediante el modelo de cantidad de pedido óptima (EOQ).

El EOQ ofrece la posición de costo más reducida bajo las condiciones de costos constantes, así como una demanda y entrega estables y conocidas. La fórmula general para el modelo EOQ es la siguiente:

Ecuación 6: Formula del Modelo de cantidad económica de pedido

$$\sqrt{2AD/HQ} =$$

Fuente: Modelo de cantidad económica de pedido [15]

Q: Cantidad que se debe pedir

A: Costo de la orden de compra o preparación para la producción

D: Demanda Anual

H: Costo Anual de mantenimiento de Inventario

El EOQ básico es el modelo más sencillo de los tres. Se emplea para determinar un tamaño de pedido constante que reducirá al mínimo la suma de los costos anuales de almacenamiento y de pedido de inventario. El costo total no suele incluir el precio unitario de compra de los artículos en inventario, ya que el tamaño del pedido no afecta el costo unitario, a menos que existan descuentos por cantidad. Si los costos de mantenimiento se especifican como un porcentaje del costo unitario, entonces el costo unitario se incluye indirectamente en el costo total como parte de los costos de mantenimiento [10].

- **Modelo de lote económico variable (VQ):**

Según Silver y otros autores, este modelo es una extensión del EOQ y se utiliza cuando el costo de hacer un pedido no es constante y varía con la cantidad ordenada [14].

2.1.7.2 Modelos heurísticos

Los modelos heurísticos son métodos que utilizan la organización del problema a través de un conjunto de normas y procesos lógicos. Se fundamentan en la idea de reducir el costo medio mientras se mantiene un inventario adecuado para cubrir la demanda, proporcionando de esta manera una respuesta al problema existente, que puede en ciertas ocasiones verse como la mejor solución. [21]

- **Algoritmo de Silver Meal**

Silver Meal (SM) es un enfoque heurístico que tiene como objetivo reducir los costos de adquisición y gestión de inventario a lo largo de varios períodos. considera el costo total del inventario como la combinación del costo de realizar pedidos y el costo de mantener el inventario. La proyección de la demanda para n períodos se determina a través de una fórmula particular.[22]

El método heurístico Silver-Meal (SM), en reconocimiento a “Halan Meal y Edward Silver”, busca alcanzar el costo medio mínimo total de la adquisición y el costo de mantenimiento del inventario por cada período, teniendo en cuenta los períodos futuros derivados del pedido real. La operación concluirá cuando esta función se eleve. Este algoritmo se fundamenta en la ecuación siguiente:

Ecuación 7: Algoritmo de Silver Meal

$$K(m) = \frac{1}{m} (A + HD_2 + 2HD_3 + \dots + (m - 1)HD_m)$$

Fuente: Modelo de cantidad económica de pedido [15]

m: 1, 2, ..., n Se detiene el procedimiento cuando $K(m+1) > K(m)$

K(m): Costo variable promedio por periodo

A: Costo de la orden de compra o de preparación para la producción

H: Costo de mantenimiento del Inventario por periodo

Dm: Demanda por periodo

- **Algoritmo de Wagner Whitin**

El algoritmo de Wagner-Whitin (WW), se utiliza para encontrar soluciones óptimas en la gestión de inventarios mediante programación dinámica. Su meta es reducir los gastos vinculados a la solicitud y al manejo de inventario, ofreciendo de esta manera un costo bajo al solicitar una cantidad ideal. Este algoritmo se representa matemáticamente mediante una ecuación que toma en cuenta los costos variables para todas las opciones de periodos a lo largo de un horizonte temporal.

El perfeccionamiento del algoritmo de Wagner-Whitin conlleva establecer el criterio de la función objetivo para reducir el costo de pedido y almacenamiento. Se reconocen y establecen variables, junto con restricciones particulares. Las variables de decisión

comprenden la cantidad a solicitar en cada período y el stock al final de cada período. La expresión de la función objetivo se muestra como la suma ponderada de los costos de pedido y de mantenimiento del inventario.[23]

2.1.8 Pronósticos de la demanda

De acuerdo con Krajewski, las previsiones de la demanda son proyecciones futuras sobre la cantidad de un producto o servicio que los consumidores desearán adquirir en un periodo determinado. Estas proyecciones son fundamentales para la organización y la resolución de problemas en áreas como la manufactura, el stock y la logística [12].

2.1.8.1 Tipos de pronóstico

Los tipos de pronósticos para el control de inventario son:

- **Cuantitativos:** Se basan en datos numéricos históricos y modelos estadísticos.
- **Cualitativos:** Se basan en juicios expertos y opiniones.

En ese sentido, se puede establecer que los tipos de pronósticos para el control de inventario son:

- a. Pronóstico de demanda: Calcula la cantidad de artículos que los consumidores adquirirán en un plazo futuro.
- b. Pronóstico de disponibilidad: Calcula la cantidad de productos que se ofrecerán para la venta en un período futuro.

Estos dos tipos de pronósticos son fundamentales para determinar los niveles ideales de inventario y prevenir tanto la falta como el sobrante de mercancías.

2.1.8.2 Modelo Holt Winters (HW)

“Holt-Winters es un método de pronóstico de triple exponente suavizante, que tiene como ventaja que puede adaptarse a medida que nueva información real está disponible. el método Holt-Winters considera el nivel, tendencia y estacionalidad” [16].

Por otro lado, “El método de atenuación exponencial de Winters, que incluye tres parámetros y es lineal y estacional, es una ampliación del modelo de Holt que puede disminuir el error de pronóstico” [17].

2.1.8.3 Suavización exponencial

La suavización exponencial es una técnica utilizada en modelos de inventarios para pronosticar la demanda futura basándose en datos históricos. Este método asigna un peso decreciente a los datos más antiguos, dando mayor importancia a los datos recientes.

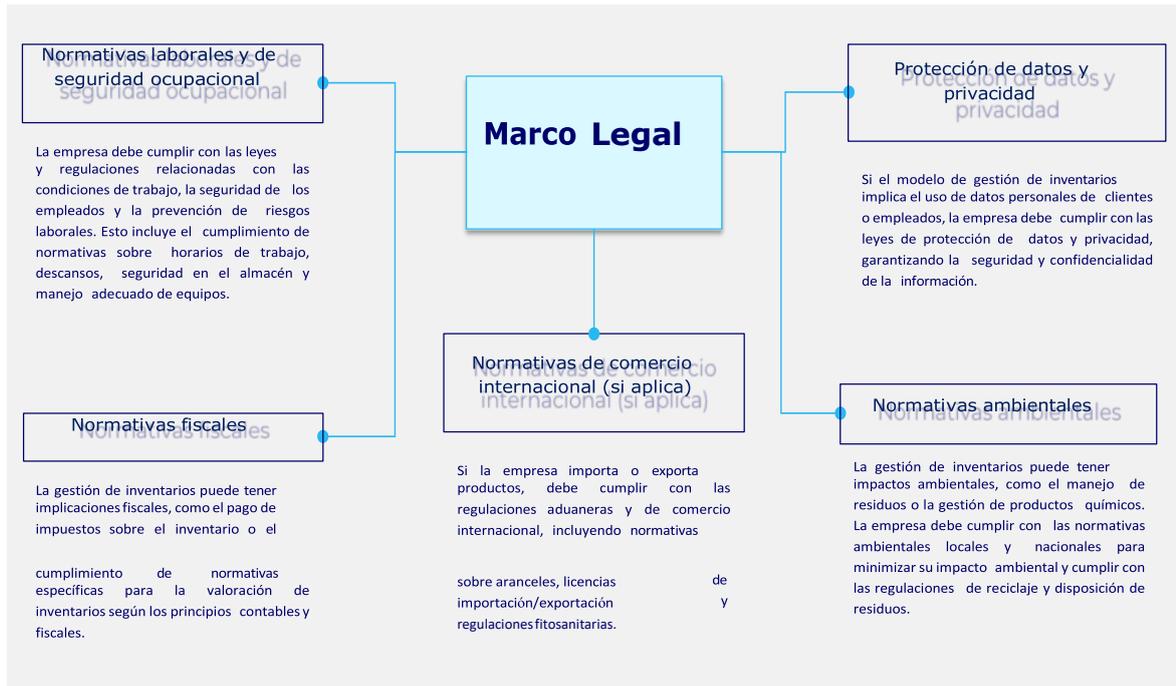
La suavización exponencial es una herramienta valiosa para los analistas, ya que les permite tomar decisiones precisas basadas en tendencias históricas. Es especialmente útil para datos que fluctúan con el tiempo y son difíciles de predecir con exactitud.

Una de las principales ventajas de esta técnica es su capacidad para adaptarse a los cambios en los datos. Es particularmente eficaz cuando se trabaja con información que muestra variaciones temporales. En lugar de solo proyectar la tendencia actual, la suavización exponencial utiliza los datos más recientes para generar predicciones más precisas.

Otra ventaja importante de la suavización exponencial es su facilidad de uso. No requiere conocimientos avanzados de matemáticas o estadísticas, y hay muchas herramientas y programas disponibles que facilitan su aplicación en el análisis de datos.

2.3. Normativa legal

El marco legal para la implementación de un modelo de gestión de inventarios utilizando métodos heurísticos en una empresa implica considerar diversas regulaciones y normativas relacionadas con la gestión de inventarios y la operación de la empresa en general. A continuación, se establecen algunos aspectos clave del marco legal para este modelo:



Nota: La figura representa el marco legal aplicable a la gestión y control de inventarios. Elaboración propia.

Asimismo, es vital considerar si el modelo de gestión de inventarios abarca avances tecnológicos o innovaciones; la empresa debe resguardar su propiedad intelectual a través de patentes, marcas registradas o derechos de autor, según sea pertinente. Es fundamental que la empresa consulte a expertos legales para asegurarse de cumplir con todas las regulaciones y normativas pertinentes al implementar un modelo de gestión de inventarios utilizando métodos heurísticos. Además, debe mantenerse actualizada sobre los cambios en la legislación que puedan afectar su operación y modelo de negocio.

En ese sentido se establece normas y artículos definidos que pueden ayudar en la investigación de este proyecto, los cuales se detallan a continuación:

Tabla 1: Resumen de la normativa legal aplicada

Normativa legal	
Código tributario	- El Código Tributario exige a los contribuyentes entregar inventarios físicos valorados y ajustados a la administración fiscal (Art. 126).
	- Se requiere mantener registros claros y veraces de inventario, incluyendo movimientos y valoración (Art. 142).
	- Establece condiciones mínimas para el registro de inventarios (Art. 142-A).
	- Permite seleccionar entre diversos métodos de valoración del inventario (Art. 143).
	- Obliga a conservar la información por diez años, incluyendo registros de inventario (Art. 147).
	- Define faltas relacionadas con el control de inventarios y técnicas de valoración (Art. 243).
	- Establece un plazo para que los contribuyentes ajusten sus sistemas de control a la normativa vigente (Art. 90).
	- Los contribuyentes deben registrar todos los productos, ya sea para venta o uso, según estándares mínimos (Art. 81). [23]
Normativa legal ley de impuestos y sobre la renta	- La Ley del Impuesto sobre la Renta establece cómo calcular el costo de las mercancías vendidas.
	- Se suman existencias iniciales, costos de producción, y bienes adquiridos.
	- Se resta el valor de las existencias finales del período correspondiente. [24]
Reglamento de seguridad y salud ocupacional	- Deberes de servidores y empleados de la SDH, conforme al Código de Trabajo y LOSEP:
	- Respetar normas y directrices de salud y seguridad laboral, siguiendo las indicaciones de supervisores.
	- Utilizar adecuadamente herramientas, materiales y equipos de protección, asegurando su uso y mantenimiento.
	- No manejar dispositivos o herramientas sin autorización o formación.
	- Comunicar a superiores sobre riesgos laborales que amenacen su salud o la de otros.
	- Participar en investigaciones de accidentes y enfermedades laborales cuando se solicite.
	- Cuidar su salud física y mental y la de sus compañeros. [25]
Código del trabajo	- Art. 37: Los contratos laborales se rigen por este Código, aplicándose incluso sin mención explícita, independientemente de acuerdos en contrario.
	- Art. 38: Los empleadores asumen la responsabilidad por los riesgos laborales; si un trabajador sufre daño personal, el empleador deberá indemnizarlo según el Código, salvo que el Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social proporcione el beneficio.
	- Art. 39: En desacuerdos sobre remuneración o tipo de trabajo, se definirá conforme al pago y obra del mes anterior. Si no se aclara, se recurrirá a la costumbre local para esa labor.
	- Art. 40: El empleador no puede exigir cumplimiento de obligaciones no formalizadas; sin embargo, el trabajador puede reivindicar derechos derivados de esos contratos. La nulidad de un contrato laboral solo puede ser alegada por el trabajador.
	- Art. 41: Empleadores interesados en la misma empresa son responsables conjuntamente por sus obligaciones hacia los trabajadores. [26]

Nota: La tabla 1 muestra la representación del marco legal aplicable a la gestión y control de inventarios. Elaboración propia.

CAPÍTULO III

METODOLOGIA

3.1. Enfoques y Tipo de investigación

El presente trabajo de titulación de la carrera de Ingeniería Industrial se desarrollará con base un enfoque cualitativo y cuantitativo.

- Aplicar un enfoque cualitativo en la investigación de la aplicación de un modelo de gestión de inventarios permite capturar perspectivas subjetivas y experiencias de los empleados y gestores involucrados. Entrevistas y estudios de caso proporcionan insights sobre la percepción de la efectividad del modelo, los desafíos enfrentados en su implementación y las mejoras sugeridas desde una óptica cualitativa. Esta aproximación cualitativa complementa los datos cuantitativos al ofrecer un entendimiento profundo del impacto del modelo en el día a día operativo y estratégico de la empresa, facilitando así una evaluación integral de su viabilidad y adecuación.

- Por otro lado, el enfoque cuantitativo en la investigación se justifica al emplear métodos estadísticos y métricas numéricas para medir el rendimiento del modelo de gestión de inventarios. Mediante el uso de datos históricos y simulaciones, se pueden calcular indicadores clave como el error absoluto medio (MAE), el error porcentual absoluto medio (MAPE) y la cobertura de inventario. Esto proporciona una evaluación objetiva y precisa del desempeño del modelo en términos de eficiencia operativa, costos de inventario y nivel de servicio al cliente. El enfoque cuantitativo permite además realizar comparaciones cuantificables con otros métodos de gestión de inventarios y establecer bases sólidas para la toma de decisiones estratégicas basadas en datos

Además, tendrá los siguientes métodos de investigación:

3.1.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación aplicado al estudio se centrará en:

Investigación de campo: Partirá desde la recopilación de información y datos de la

empresa de repuestos para vehículos, de esta manera obtendremos datos precisos y características para realizar la investigación correspondiente.

El estudio de campo en Autoelectric para la aplicación de métodos heurísticos en el control de inventarios se realizará mediante un enfoque sistemático. Primero, se identificarán los desafíos actuales en la gestión de inventarios y se establecerán objetivos claros. Luego, se seleccionará el método heurístico más adecuado a través de una revisión exhaustiva de la literatura y casos de estudio similares. Se diseñarán instrumentos de recolección de datos, como cuestionarios y formularios de registro, y se definirá un plan de muestreo. Tras una prueba piloto para ajustar el modelo, se implementará completamente, recolectando datos antes y después para evaluar su impacto. Finalmente, se analizarán los datos obtenidos para generar conclusiones y recomendaciones prácticas que mejoren la eficiencia del inventario.

Investigación Bibliográfica: Es importante ya que se usa para la obtención de información sobre los conceptos referentes al tema de investigación, esto será mediante documentos físicos o digitales proporcionados.

La investigación bibliográfica en el estudio de métodos heurísticos para el mejoramiento y control de inventarios en Autoelectric se desarrollará mediante la revisión y análisis de literatura existente sobre técnicas heurísticas y su aplicación en gestión de inventarios. Esto incluirá la recopilación de artículos académicos, libros, y estudios de caso relevantes. La revisión ayudará a identificar enfoques probados, ventajas y limitaciones, y mejores prácticas, proporcionando una base teórica sólida para seleccionar el método heurístico más adecuado y diseñar su implementación en la empresa.

3.1.2. Método de Investigación

Método Analítico: Este método ayudará a la aplicación de un análisis detallado y exhaustivos para evaluar los datos que tienen la empresa de repuestos eléctricos para vehículos.

El método analítico se aplicará descomponiendo el problema de control de inventarios en AutoElectric en sus componentes fundamentales. Se examinarán las causas específicas de los desafíos en la gestión de inventarios, como la demanda fluctuante y la rotación de productos. Se analizarán datos históricos y patrones de inventario para identificar

ineficiencias y puntos críticos. Este enfoque permitirá un entendimiento profundo de cada factor que influye en el control de inventarios. Los hallazgos obtenidos a partir del análisis detallado servirán de base para el diseño de estrategias de mejora mediante métodos heurísticos, asegurando que las soluciones propuestas sean precisas y efectivas en abordar los problemas identificados.

Método Inductivo: Este método destaca por su capacidad para aprender de datos específicos y experiencias pasadas, proporcionando información valiosa que pueden influir en la toma de decisiones estratégicas.

El método inductivo se utilizará para generar conclusiones generales sobre el control de inventarios en Autoelectric a partir de observaciones y datos específicos recolectados durante el estudio de campo. Se comenzará recopilando datos empíricos sobre el desempeño actual del inventario, identificando patrones y tendencias emergentes. A través del análisis de estos datos, se formularán hipótesis sobre las causas de las ineficiencias y los posibles beneficios de los métodos heurísticos. Las conclusiones derivadas de estas observaciones específicas ayudarán a desarrollar un modelo generalizado de gestión de inventarios que pueda ser implementado en la empresa, basándose en la evidencia empírica obtenida.

Método Deductivo: Aporta claridad, coherencia y estructura al proceso de control de inventarios de esta manera facilita la toma de decisiones fundamentadas.

El método deductivo se aplicará partiendo de teorías y principios generales sobre métodos heurísticos y gestión de inventarios, para luego probar estas teorías en el contexto específico de Autoelectric. Se comenzará revisando la literatura para identificar principios y modelos heurísticos reconocidos. A partir de estas teorías generales, se formularán hipótesis aplicables al entorno de Autoelectric. Estas hipótesis se probarán mediante la recolección y análisis de datos empíricos de la empresa, evaluando si los resultados observados coinciden con las expectativas teóricas. Este proceso permitirá validar o refinar los principios heurísticos aplicados, asegurando su efectividad en el control de inventarios en Autoelectric.

3.1.3. Técnica de Investigación.

Entrevista: Esta servirá como un primer recurso para adquirir información fundamental

sobre la empresa y sus procesos cotidianos, así como para evaluar los posibles factores de riesgo

3.1.4. Instrumentos

Un modelo de gestión de inventario es un marco matemático que permite a una empresa optimizar la cantidad de inventario que necesita para satisfacer la demanda de los clientes. Los modelos de gestión de inventario pueden ser deterministas o probabilísticos, y se pueden utilizar varias heurísticas para mejorar la eficiencia y eficacia de la gestión de inventario [16].

Para la aplicación de un modelo de gestión de inventarios utilizando métodos heurísticos en la empresa, se puede utilizar un modelo de Planificación de los inventarios mediante Excel y Minitab, ya que este tipo de software es un sistema básico y lógico respectivamente, que además son manejables en varias empresas que se encuentran en procesos de desarrollo ya que integra todas las funciones del inventario.

3.1.4.1 Definición de Excel en función del manejo de inventarios, importancia y beneficios

Microsoft Excel es una herramienta de hoja de cálculo versátil que ofrece una solución integral y accesible para la gestión de inventarios. “Con Excel, se puede realizar un seguimiento efectivo del inventario, tomar decisiones comerciales informadas y optimizar los procesos de inventario” [17]. Un modelo de gestión de inventarios en Excel es una plantilla predefinida que ayuda a los usuarios a ingresar, administrar y organizar sus datos de inventario. Algunas de las ventajas de usar Excel para la gestión de inventarios incluyen la facilidad de uso, la consistencia, el ahorro de tiempo, la entrada de datos sencilla, la seguridad, la personalización, el seguimiento, el ahorro de dinero, la accesibilidad y la colaboración [18].

La importancia de Excel en el manejo de inventarios radica en que permite a los usuarios controlar y monitorear el flujo de inventario, lo que a su vez ayuda a prevenir problemas de desabastecimiento (unos inventarios bajos) o stock ambiente (unos inventarios altos). Según Hillas, Excel es esencial en el manejo de inventarios porque permite a los usuarios mantener un balance de inventario actualizado, así como generar informes y gráficos que les permiten identificar tendencias y problemas en el flujo de

inventario [19].

Por último, Excel ofrece numerosos beneficios en el manejo de inventarios, algunos de los cuales incluyen la capacidad de realizar análisis de ventas y compras, controlar el costo y el tiempo de entrega, y generar informes detallados y visuales. Según Brown [20], Excel es una herramienta esencial en el manejo de inventarios, ya que permite a los usuarios tomar decisiones informadas y mejorar la eficiencia del flujo de inventario.

En ese sentido, la gestión de inventarios en un negocio de repuestos automotrices es esencial para asegurar la disponibilidad de productos y reducir los gastos. Emplear Excel en este estudio de investigación posibilita un manejo preciso y eficaz del inventario. Excel facilitara la exploración de ingresos y salidas, el cálculo automático de cantidades y valores, y la generación de informes precisos. Por lo tanto, la importancia de este manejo radica en evitar la falta de productos, reducir costos de almacenamiento y mejorar la toma de decisiones, dentro de los beneficios se incluye una mayor visibilidad del inventario, reducción de errores, y la capacidad de anticipar la demanda, lo que se traduce en una operación más eficiente y rentable

3.1.4.2 Definición de Minitab aplicado al estudio

Minitab es un programa de análisis estadístico muy empleado en el ámbito industrial y en la investigación académica para la administración y evaluación de datos. En el marco del análisis de la implementación de métodos heurísticos para el control y gestión de inventarios en Autoelectric, Minitab se establece como una herramienta fundamental para el tratamiento y estudio de los datos recolectados en la investigación de campo.

Además, Minitab es un software estadístico clave para la gestión y análisis de datos en el estudio de métodos heurísticos para el control de inventarios en Autoelectric. Facilita el análisis descriptivo y exploratorio, permitiendo visualizar y entender la variabilidad de los datos de inventario mediante estadísticas resumidas y gráficos.

Por lo tanto, el manejo adecuado de inventarios mediante la herramienta tecnológica Minitab es esencial para optimizar la gestión de stock en una empresa. Minitab permite analizar datos de inventario con precisión, identificar tendencias y prever la demanda futura.

La relevancia de esta herramienta se encuentra en su habilidad para optimizar la eficiencia operativa, disminuir gastos y reducir el riesgo de falta de productos o exceso de

inventario. Las ventajas abarcan una decisión más fundamentada, una planificación de adquisiciones más eficiente y un aumento en la satisfacción del cliente al garantizar la disponibilidad de los productos. Además, Minitab facilita la identificación de problemas y oportunidades de mejora continua en la gestión de inventarios permitiendo comunicar los hallazgos de manera efectiva a los directivos de Autoelectric.

3.2. DIAGNÓSTICO SITUACIONAL

3.2.1. Descripción de la empresa

La Empresa Comercial Autoelectric, situada en Otavalo, es una entidad dedicada a la venta, distribución y mantenimiento de vehículos automotores. Fundada en 1995, se ha consolidado como un referente en la región por su compromiso con la calidad y la satisfacción del cliente. Su amplio portafolio de productos incluye automóviles nuevos y usados, repuestos originales y accesorios para diversas marcas y modelos.

La empresa se distingue por su atención personalizada y su equipo de técnicos altamente capacitados, que aseguran un servicio posventa de primera clase. Su taller de mecánica integral cuenta con tecnología de punta para diagnósticos precisos y reparaciones eficientes, abarcando desde el mantenimiento preventivo hasta la solución de fallas complejas.

Actualmente la empresa tiene como objetivo a largo plazo seguir creciendo y adaptándose a las necesidades del mercado, manteniendo su reputación de confianza y excelencia en el sector automotriz. Con su enfoque en la innovación y el servicio al cliente, Comercial Autoelectric se posiciona como un pilar fundamental en la industria automotriz de Otavalo y sus alrededores.



Fig. 3: Comercial Autoelectric

Nota, la imagen representa la ubicación de la empresa, fuente: Google Maps [21]

3.2.2. Funciones de la empresa

3.3.2.1 Visión

Ser líderes en la distribución de repuestos auto eléctricos y referencia en servicio técnico para vehículos, ofreciendo soluciones innovadoras y de calidad que superen las expectativas de nuestros clientes.

3.3.2.2 Misión

Proveer repuestos autoeléctricos confiables y servicios técnicos integrales para vehículos, garantizando la seguridad y el rendimiento óptimo de cada automóvil, respaldados por un equipo capacitado y comprometido con la excelencia y la satisfacción del cliente.

3.3.2.3 Ubicación

Comercial Autoelectric se encuentra ubicada en la ciudad de Otavalo, provincia de Imbabura en las calles: Los Pendoneros y la Vía Otavalo-Selva Alegre (100203, Otavalo 100450)

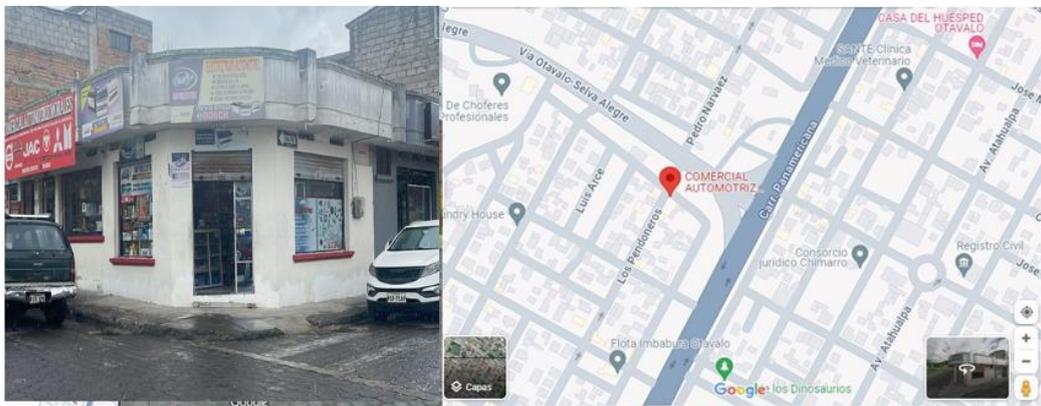


Fig. 4: Ubicación de la empresa

Nota: La figura representa la ubicación y lugar de la empresa Comercial Autoelectric, Fuente: Google Maps [21]

3.3.2.4 Estructura Organizacional de Comercial Autoelectric

La empresa comercial cuenta con 7 empleados que se dedican a la comercialización y venta de repuestos para automóviles, por lo que su estructura comercial se encuentra determinada de la siguiente:

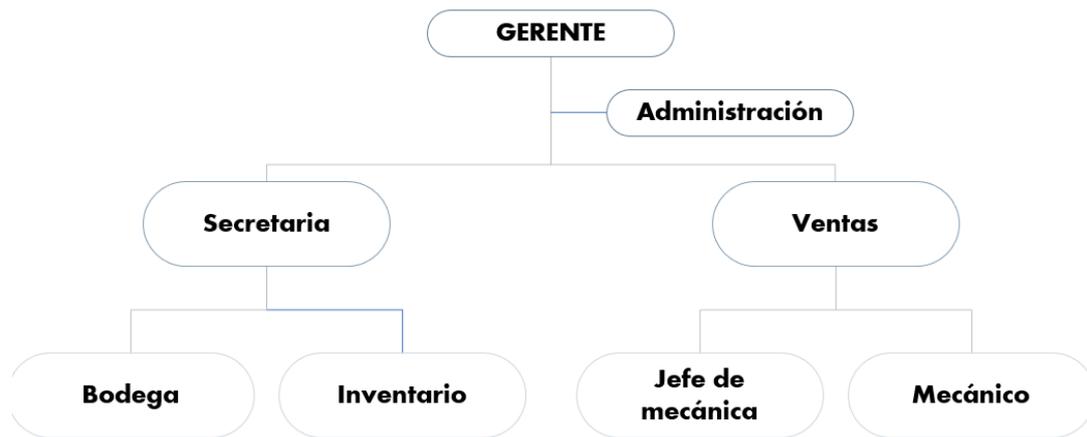


Fig. 5: Diagrama de la estructura empresarial

Nota: La figura representa el diseño y diagrama estructural de la empresa comercial, Fuente: Elaborado por el autor.

La estructura empresarial de Comercial Autoelectric puede describirse como una "estructura funcional básica". Esta estructura es típica en empresas pequeñas y en proceso de crecimiento. En una estructura funcional básica, las actividades empresariales se dividen en funciones esenciales como ventas, finanzas, compras, y mantenimiento, entre otras. Cada función está dirigida por un jefe de departamento que reporta directamente al dueño o gerente general de la empresa.

En el caso de Comercial Autoelectric, la estructura básica refleja la necesidad de flexibilidad y rapidez en la toma de decisiones, características esenciales para adaptarse al dinamismo del mercado automotriz. A medida que la empresa crece, esta estructura le permitirá incorporar nuevos departamentos y funciones, mejorando la eficiencia operativa y facilitando la expansión.

3.2.3. Mapa de Procesos de la empresa

Comercial Autoelectric está en proceso de diseñar su mapa de procesos. Aunque actualmente no cuenta con un mapa formal, la empresa ha identificado las áreas clave que formarán parte del diseño del mismo. A continuación, se describen las categorías principales de procesos que serán incorporadas:

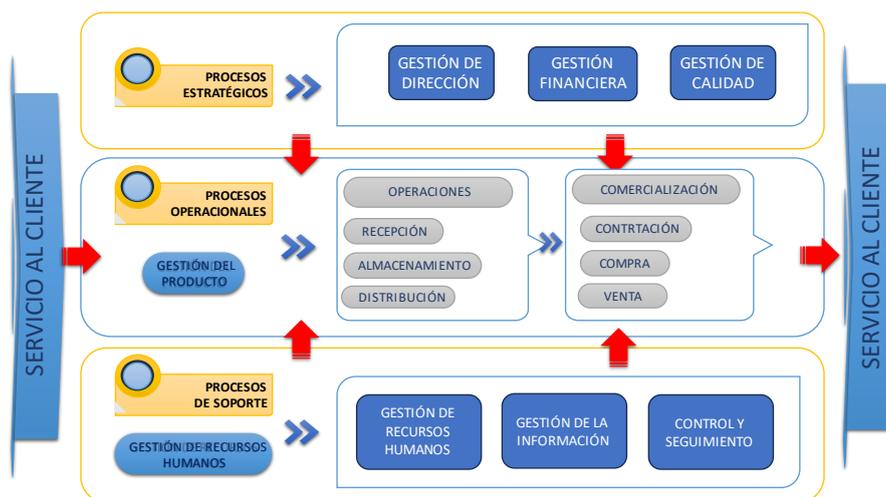


Fig. 6: Mapa de procesos de la empresa

Nota: La figura representa el modelo del mapa proceso de la empresa, (Un diseño de prueba con propuestas de mejora). Fuente: Elaborado por el autor.

Los procesos estratégicos incluyen la planificación estratégica, donde se establecen metas a largo plazo y se formulan estrategias empresariales, y la gestión de relaciones con clientes, enfocada en atraer y retener clientes.

Los procesos operativos abarcan ventas y comercialización, que incluyen la prospección de clientes, gestión de ofertas y cierre de ventas; adquisición y gestión de inventario, encargados de la selección, compra de vehículos y control de calidad; y servicios postventa, que cubren el mantenimiento, reparación de vehículos y atención al cliente.

En los procesos de asistencia, la administración de recursos humanos se ocupa del reclutamiento, selección y capacitación de personal. La gestión financiera abarca la contabilidad, control de costos, tesorería y planificación financiera. La tecnología de la información abarca el soporte y la conservación de sistemas de computación, así como la administración de bases de datos y la protección informática.

Finalmente, los procesos de mejora continua incluyen la gestión de calidad, que se centra en el monitoreo de procesos, auditorías internas y la implementación de mejoras. Actualmente, aunque la empresa no tiene un mapa de procesos formal, está trabajando en su diseño para estructurar y optimizar sus operaciones, promoviendo eficiencia y crecimiento sostenido.

Comercial Autoelectric aún no cuenta con un mapa de procesos formalmente implementado, pero se encuentra en la fase de diseño de este. El objetivo es establecer un marco claro que facilite la gestión y optimización de todas las actividades empresariales, promoviendo la eficiencia y el crecimiento sostenido.

Este enfoque permitirá a la empresa estructurar sus operaciones de manera más efectiva, identificar oportunidades de mejora y asegurar una mejor coordinación entre las diferentes áreas funcionales. La implementación de este mapa de procesos es un paso crucial para profesionalizar la gestión y apoyar el crecimiento de Comercial Autoelectric.

3.3.3.1 Diagrama Sipoc

A continuación, se representa el flujograma de la empresa que se dedica a la comercialización y mantenimiento de vehículos, en el que se describe el ciclo completo desde la percepción del cliente hasta el servicio de posventa, asegurando de esta manera una operación eficiente y coordinada de Comercial Autoelectric.

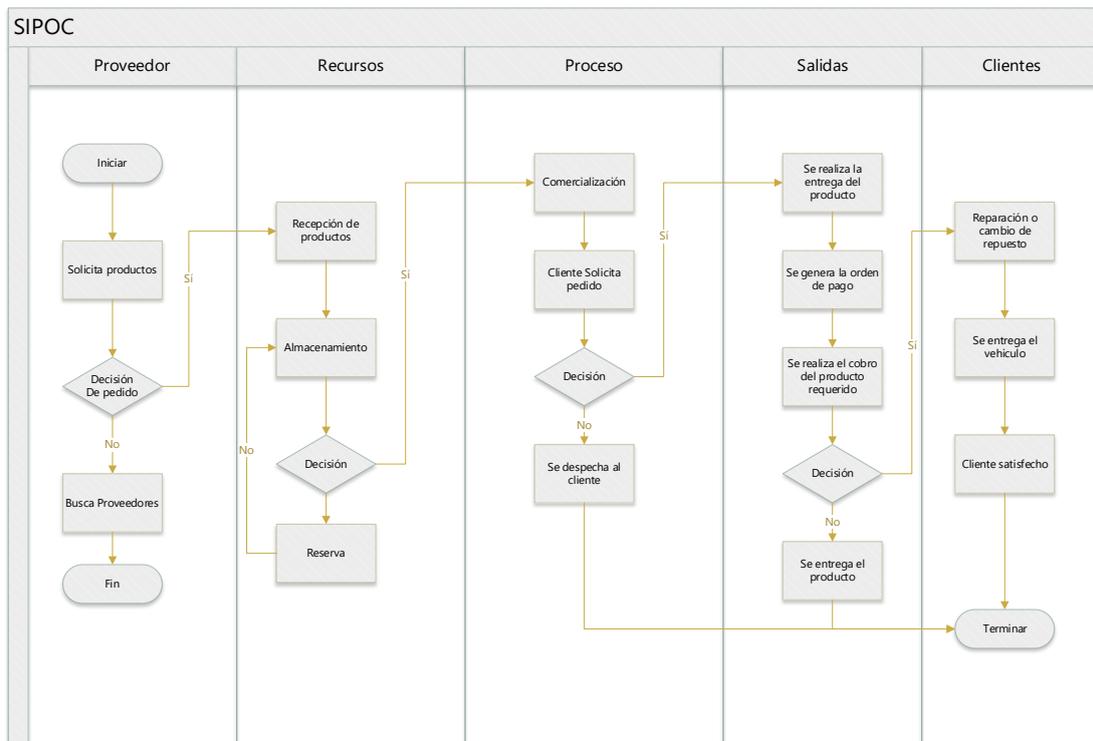


Fig. 7: Flujograma de la empresa Comercial Autoelectric

Nota, la figura muestra el diseño del flujo SIPOC del proceso comercial de la empresa, Fuente: Elaborado por el autor.

3.3.3.2 Distribución en planta

El diseño de planta y la distribución son aspectos cruciales para la empresa que comercializa repuestos para vehículos.

- LAYOUT



Fig. 8: Diseño Layout de la planta

Nota: la figura representa el diseño y distribución de la planta comercial, donde se detalla lo procesos productivos y operativos de estos. Fuente: Elaborado por el autor.

- **Descripción de las áreas operativas**

Área 1 (Recepción/Oficina): Esta área se dedica a la administración y gestión de negocios de la empresa. Aquí se encuentran los escritorios y asientos para la atención al cliente y la realización de tareas administrativas. Es el primer punto de contacto para los clientes que ingresan a la empresa.

Área 2 (Venta de Productos): En esta área se exhiben algunos de los productos para la venta, organizados en estanterías. También se encuentra la caja, donde los clientes pueden realizar sus pagos. Esta zona está diseñada para facilitar la visualización y acceso a los productos.

Área 3 (Bodega): Este espacio se utiliza para el almacenamiento de todos los productos de comercialización. Aquí se organizan y guardan los repuestos automotrices, manteniéndolos listos para su distribución y venta. La bodega garantiza la disponibilidad de inventario para satisfacer las demandas de los clientes.

Área 4 (Área Mecánica): Esta sección está destinada a la reparación y mantenimiento de automotores. Equipado con herramientas y equipos especializados, el área mecánica permite a los técnicos trabajar en los vehículos de los clientes, proporcionando servicios de calidad y garantizando el correcto funcionamiento de los automóviles.

3.3.3.3 Proveedores Principales

Comercial Autoelectric, líder en la distribución de vehículos y repuestos automotrices, se enorgullece de colaborar con una red selecta de proveedores principales que comparten nuestro compromiso con la calidad, la innovación y la satisfacción del cliente. Nuestros proveedores principales son socios estratégicos clave que nos ayudan a mantener y mejorar nuestra oferta de productos y servicios.

Comercial Autoelectric valora profundamente las relaciones con:

Tabla 2: Proveedores principales de Comercial Autoelectric

PROVEEDORES	PRODUCTOS
Provelectric	Halógenos , socker, terminales, focos redondos, neblineros , alarmas , sirenas , refrigerantes.
Cialbra	Socket, terminales, focos redondos, neblineros , alarmas , sirenas , refrigerantes.baterias.
Romero Solis	Focos redondos, neblineros , alarmas , sirenas , refrigerantes.baterias, socker, terminales

Nota: La tabla 2, explica dos de los principales proveedores de la empresa. Fuente: Comercial Autoelectric, Elaborado por el autor.

3.3.3.4 Identificación de los problemas

El manejo de inventario en una empresa de venta de repuestos automotrices es crucial para su funcionamiento eficiente de la empresa, por lo que mediante el análisis y la observación se determinó que existen problemas como:

- Falta de Control de Stock
- Dificultades en la Clasificación de Productos
- Problemas de Almacenamiento y Espacio
- Evaluación e Inspecciones de Almacenamiento e inventario
- Ineficiencia en la Gestión de Pedidos
- Falta de Planificación y Pronóstico de la Demanda
- Problemas en la Gestión de Proveedores y Cadena de Suministro
- Errores en el Registro y Seguimiento de Inventario
- Falta de Control y Supervisión
- Gestión Inadecuada de Devoluciones y Productos Obsoletos

Tabla 3: Valoración del problema

Valoración del factor	
Problema	Valor
Menor	1
Medio Bajo	2
Medio	3
Medio Alto	4
Mayor	5

Nota: la tabla 3 estima los valores de ponderación para la evaluación de los factores que influyen en la mala gestión del inventario. Fuente: Elaborado por el autor.

Mediante esta evaluación se aplica los porcentajes acumulativos que servirán para ponderar mediante el diagrama de Pareto que problemas afectan más a la empresa.

Tabla 4: Valoración de las causas o problemas

Causas	Evaluador			
	E1	E2	E3	Total
Falta de Control de Stock	1	2	1	4
Dificultades en la Clasificación de Productos	4	3	3	10
Problemas de Almacenamiento y Espacio	5	4	2	11
Evaluación e Inspecciones de Almacenamiento e inventario	4	2	4	10
Ineficiencia en la Gestión de Pedidos	5	5	4	14
Falta de Planificación y Pronóstico de la Demanda	5	3	2	10
Problemas en la Gestión de Proveedores y Cadena de Suministro	3	2	3	8
Errores en el Registro y Seguimiento de Inventario	5	4	2	11
Falta de Control y Supervisión	3	4	2	9
Gestión Inadecuada de Devoluciones y Productos Obsoletos	4	5	4	13
Total	39	34	27	100

Nota: la Tabla 4 muestra los factores que influyen en la mala gestión de inventarios existentes en la empresa. Fuente: Elaborado por el autor.

Tabla 5: Porcentajes de calificación

Causas	Total	% frecuencia	fr Acumulada
Ineficiencia en la Gestión de Pedidos	14	0,14	14%
Gestión Inadecuada de Devoluciones y Productos Obsoletos	13	0,13	27%
Problemas de Almacenamiento y Espacio	11	0,11	38%
Errores en el Registro y Seguimiento de Inventario	11	0,11	49%
Falta de Planificación y Pronóstico de la Demanda	10	0,1	59%
Evaluación e Inspecciones de Almacenamiento e inventario	10	0,1	69%
Dificultades en la Clasificación de Productos	10	0,1	79%
Falta de Control y Supervisión	9	0,09	88%
Problemas en la Gestión de Proveedores y Cadena de Suministro	8	0,08	96%
Falta de Control de Stock	4	0,04	100%
Total	100		

Nota: La tabla 5 representa los valores de la frecuencia y la frecuencia acumulada, para la estimación del 20-80. Fuente: Elaborado por el autor.

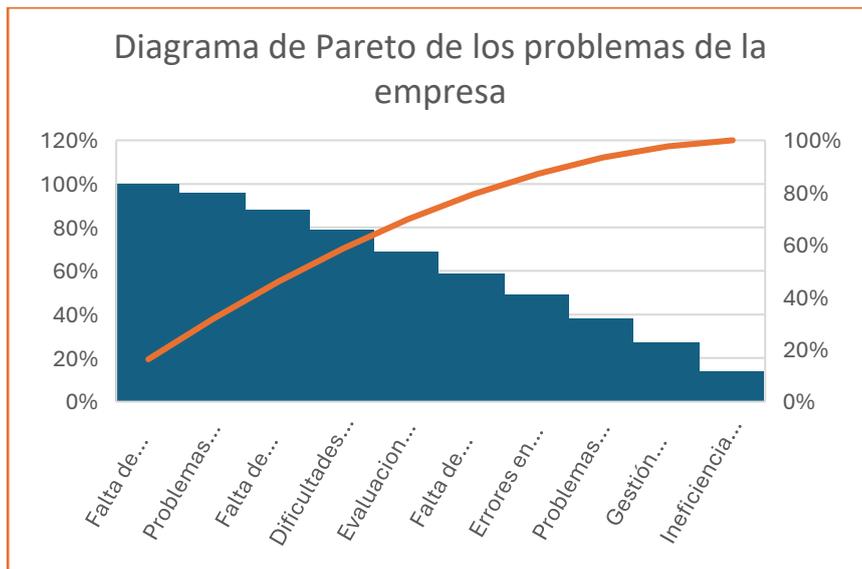


Fig. 9: Modelo de Pareto de los factores que influyen en el inventario

Nota: La figura representa el diseño 20-80 de las causas y factores que accionan la mala gestión de los inventarios, Fuente: Elaborado por el autor.

El diagrama de Pareto revela la funcionalidad inadecuada de la gestión de inventario que la empresa sostiene actualmente. Según el análisis, el 20% de los problemas de inventario afecta el 80% de la funcionalidad y el manejo de los mismos. Por lo tanto, se

propone enfocarse en tomar acciones correctivas y preventivas para mejorar el modelo de inventario actual de la empresa y establecer mejoras mediante nuevos métodos de control.

3.3.3.5 Observación del Inventario Inicial

Para Comercial Autoelectric, el análisis de inventario inicial es un proceso crítico que permitirá evaluar la eficiencia operativa, la gestión de recursos y la capacidad de satisfacer la demanda del mercado. De acuerdo con la tabla se procede a entender el estado actual del inventario, identificar áreas de mejora y optimizar las operaciones para maximizar la rentabilidad y la satisfacción del cliente.

Tabla 6: Inventario Inicial de Comercial Autoelectric

Artículo	Costo unitario	Costo de ventas	EXISTENCIALES
Halógenos	\$ 4,30	\$ 8,00	100
Foco redondo	\$ 0,55	\$ 1,00	200
Halógenos led	\$ 25,00	\$ 35,00	7
Silvines	\$ 8,00	\$ 8,00	10
Baterías	\$ 90,00	\$ 130,00	16
Bornes de baterías	\$ 1,80	\$ 2,50	60
Alarmas	\$ 35,00	\$ 50,00	8
Control de alarmas	\$ 7,00	\$ 9,00	20
Pitos	\$ 12,00	\$ 20,00	50
Sirenas de alarmas	\$ 8,00	\$ 12,00	10
Sirenas de retro	\$ 7,00	\$ 10,00	40
Cámara de retro	\$ 8,00	\$ 12,00	8
Radios	\$ 16,00	\$ 25,00	60
Eleva vidrios	\$ 3,50	\$ 5,50	50
Motor de agua	\$ 9,00	\$ 12,00	16
Regulador de alternadores	\$ 9,80	\$ 12,00	70
Switches universales	\$ 11,00	\$ 15,00	60
Flasher	\$ 3,80	\$ 6,00	70
Relai	\$ 3,90	\$ 6,00	60
Terminales	\$ 0,80	\$ 0,20	500
Encendedor cigarrillos	\$ 3,80	\$ 5,00	18
Manómetros de temperatura	\$ 16,00	\$ 28,00	17
Cambios de luces (palancas)	\$ 22,00	\$ 30,00	7
Fusibles	\$ 0,18	\$ 0,25	700
Bloqueos de corrientes	\$ 12,00	\$ 18,00	10
Plumas	\$ 5,70	\$ 12,00	150
Refrigerantes	\$ 3,90	\$ 5,00	90
Socketers	\$ 1,60	\$ 2,25	150
Ambientales	\$ 0,80	\$ 5,00	200

Nota: La tabla 6 representa los 28 productos del inventario a estudiar, en el que se evidencia costos unitarios, costos de ventas y productos existenciales en la empresa. Fuente: Elaborado por el autor.

El análisis de inventario inicial proporciona una base sólida para la toma de decisiones estratégicas en Comercial Autoelectric. Al entender y optimizar el inventario, la empresa puede mejorar su eficiencia operativa, reducir costos y aumentar la satisfacción del cliente, lo cual es crucial para mantener su posición como líder en la distribución de repuestos para vehículos repuestos automotrices de carga pesada.

3.3.3.6 Gestión de inventarios actual

La gestión de inventarios en Autoelectric actualmente presenta múltiples ineficiencias. La empresa enfrenta problemas con la gestión de pedidos, que son inconsistentes y a menudo resultan en devoluciones inadecuadas y la acumulación de productos obsoletos. Asimismo, la ausencia de planificación y previsiones de demanda exactas provoca errores en el registro y control de inventarios. Esto resulta en faltantes y sobrantes, impactando la habilidad de la empresa para cumplir con las demandas del mercado de forma eficaz.

Asimismo, Autoelectric sufre de problemas relacionados con el almacenamiento y el espacio disponible. El almacén no está optimizado, lo que dificulta la organización y accesibilidad de los productos. No hay una evaluación e inspección adecuada del inventario, lo que complica la clasificación y gestión de los productos almacenados. La falta de una estrategia clara para el control de inventarios impide una supervisión efectiva, exacerbando los problemas de espacio y aumentando los costos operativos.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y ANÁLISIS DE INVENTARIO

4.1. Análisis de inventario

En este capítulo, se presenta el análisis de los resultados obtenidos tras la aplicación de métodos heurísticos para el control de inventarios en la empresa Autoelectric. El análisis se centrará en evaluar los costos asociados al inventario, utilizando la clasificación ABC para identificar los productos más críticos. Para ello se utilizarán tres métodos de pronósticos los cuales son: Método de Suavización Exponencial Simple; Método de Suavización Exponencial Doble y Método de Winter. Se elaborará un pronóstico de la demanda para estos productos, proporcionando un resumen de los pronósticos y evaluando su precisión mediante el coeficiente de variación. Un enfoque especial se dará a un producto seleccionado de la categoría A, analizando detalladamente cómo las técnicas heurísticas de Silver Meal y Wagner Whitin han influido en su gestión de inventarios y los costos relacionados. Este análisis permitirá identificar mejoras en la eficiencia operativa y optimización de recursos en Autoelectric.

4.1.1 Costos mensuales asociados al inventario

Los costos en los que incurre en el inventario de producto terminado de la Comercializadora de componentes eléctricos para vehículos son: costos de compra, costos de pedido y costos de almacenamiento. La siguiente tabla muestra los precios de cada artículo.

Tabla 7: Costos Asociados al Inventario

Artículo	Costo unitario	Costo por mantener	Costo por ordenar	Costo de Adquisición
Halógenos	4,3	0,774	3,95	1698,5
Foco redondo	0,55	0,099	2,4	264,0
Halógenos led	25	4,5	4,9	850,0
Silvines	8	1,44	1,0	80,0
Baterías	90	16,2	1,0	1440,0
Bornes de baterías	1,8	0,324	0,9	97,2
Alarmas	35	6,3	0,9	245,0
Control de alarmas	7	1,26	0,9	119,0
Pitos	12	2,16	1,0	576,0
Sirenas de alarmas	8	1,44	1,0	80,0
Sirenas de retro	7	1,26	0,9	252,0
Cámara de retro	8	1,44	0,8	48,0
Radios	16	2,88	0,9	848,0
Eleva vidrios	3,5	0,63	0,9	154,0
Motor de agua	9	1,62	0,9	126,0

Regulador de alternadores	9,8	1,764	0,8	519,4
Switches universales	11	1,98	0,8	539,0
Flasher	3,8	0,684	1,0	258,4
Relai	3,9	0,702	0,9	206,7
Terminales	0,8	0,144	1,0	399,2
Encendedor cigarrillos	3,8	0,684	0,9	64,6
Manómetros de temperatura	16	2,88	0,7	192,0
Cambios de luces (palancas)	22	3,96	0,6	88,0
Fusibles	0,18	0,0324	0,9	111,4
Bloqueos de corrientes	12	2,16	0,5	60,0
Plumas	5,7	1,026	1,0	815,1
Refrigerantes	3,9	0,702	1,0	339,3
Sockers	1,6	0,288	1,0	248,0
Ambientales	0,8	0,144	0,9	136,8

Nota: La tabla 7 muestra algunos valores asociados a los costos que influyen en el análisis del manejo para los inventarios. Fuente: Elaborado por el autor 2024

Actualmente, la empresa oferta alrededor de 29 productos que incluyen en su inventario, y los datos recabados son parte de la información presentada por el propietario de la empresa, a través de la tabla anterior se puede determinar los costos de mantenimiento, costos de ordenar y los costos de adquisiciones.

Por otro lado, es relevante señalar que las compras pueden variar, dado que dependen de los precios del mercado y se consideran de manera integral en la realización de este trabajo; por ende, servirán como base los datos históricos que abarcan el periodo de enero de 2023 a diciembre de 2023.

4.1.2 Clasificación ABC

En esta sección se presenta un análisis detallado de los resultados obtenidos tras la aplicación de métodos heurísticos para el control de inventarios en la empresa Autoelectric. Se evaluaron un total de 29 productos. Estos productos fueron identificados mediante un análisis de ventas históricas, destacando aquellos con mayores volúmenes de ventas y rotación. Los 29 productos se seleccionaron dentro de la bodega mediante un análisis de frecuencia de ventas y su contribución al ingreso total de la empresa.

La clasificación ABC es un sistema de categorización que se emplea en la administración de inventarios para reconocer y priorizar los artículos según su relevancia relativa para la empresa. En el contexto del modelo de gestión de inventarios aplicando métodos heurísticos en una empresa comercializadora de componentes eléctricos para vehículos, la clasificación ABC se utilizaron de la siguiente manera:

Tabla 8: Clasificación ABC de la empresa

Referencia	Cantidad	Frecuencia relativa	% acumulada	% referencia	% ac	Categorización	
Fusibles	619	0,2072	0,21	3,57	3,57	A	REPRESENTA EL 20%
Terminales	499	0,1670	0,37	3,57	7,14	A	
Foco redondo	480	0,1606	0,53	3,57	10,71	A	
Halógenos	395	0,1322	0,67	3,57	14,29	A	
Sockers	155	0,0519	0,72	3,57	17,86	A	
Plumas	143	0,0479	0,77	3,57	21,43	A	
Refrigerantes	87	0,0291	0,80	3,57	25,00	A	
Flasher	68	0,0228	0,82	3,57	28,57	A	
Bornes de baterías	54	0,0181	0,84	3,57	32,14	B	REPRESENTA EL 80%
Radios	53	0,0177	0,85	3,57	35,71	B	
Regulador de alternadores	53	0,0177	0,87	3,57	39,29	B	
Relai	53	0,0177	0,89	3,57	42,86	B	
Switches universales	49	0,0164	0,91	3,57	46,43	B	
Pitos	48	0,0161	0,92	3,57	50,00	B	
Eleva vidrios	44	0,0147	0,94	3,57	53,57	B	
Sirenas de retro	36	0,0120	0,95	3,57	57,14	B	
Halógenos led	34	0,0114	0,96	3,57	60,71	B	
Control de alarmas	17	0,0057	0,97	3,57	64,29	C	
Encendedor cigarrillos	17	0,0057	0,97	3,57	67,86	C	
Baterías	16	0,0054	0,98	3,57	71,43	C	
Motor de agua	14	0,0047	0,98	3,57	75,00	C	
Manómetros de temperatura	12	0,0040	0,99	3,57	78,57	C	
Silvines	10	0,0033	0,99	3,57	82,14	C	
Sirenas de alarmas	10	0,0033	0,99	3,57	85,71	C	
Alarmas	7	0,0023	0,99	3,57	89,29	C	
Cámara de retro	6	0,0020	1,00	3,57	92,86	C	
Bloqueos de corrientes	5	0,0017	1,00	3,57	96,43	C	
Cambios de luces (palancas)	4	0,0013	1,00	3,57	100,00	C	
	2988				100		

Nota: La Tabla 8, muestra los valores de las calificaciones efectuadas por los evaluadores, además de establecer los porcentajes acumulados que permitirán realizar la clasificación ABC. Fuente: Elaborado por el autor 2024

Se utilizó la clasificación ABC para categorizar estos productos, asignándolos a las categorías A, B y C según su importancia y volumen de ventas. La categoría A incluyó los productos que representan el mayor valor y volumen, mientras que las categorías B y C incluyeron productos de menor valor y volumen relativo. Este proceso aseguró que el enfoque del estudio se centrara en los productos más críticos para la empresa.

- A. Clase A: Incluye el 20% los productos de mayor importancia en términos de valor de inventario y/o volumen de ventas. Estos productos suelen representar una parte significativa del valor total del inventario y pueden tener una demanda alta y constante.
- B. Clase B: Comprende aproximadamente más del 30% de los productos con una importancia intermedia. Aunque no son tan críticos como los de Clase A, estos productos todavía tienen un valor y una demanda significativos. Es decir, son tan esenciales, como necesarios para el funcionamiento de la empresa, debido a que su demanda es mediamente constante, con un valor significativo en las ventas de la empresa.
- C. Clase C: Incluye el 50% de los productos de menor importancia relativa. Que a menudo representan una pequeña parte del valor total del inventario y/o tienen una demanda baja o intermitente. Es decir, la comercialización de estos productos mantiene una demanda estacional.

Utilizar la clasificación ABC en la gestión de inventarios de una empresa comercializadora de componentes eléctricos para vehículos permite optimizar los recursos al enfocarse en los productos más importantes y asignar recursos adecuados de manera eficiente. Los productos de Clase A pueden requerir un mayor nivel de control y seguimiento, mientras que los de Clase C pueden manejarse de manera más flexible.

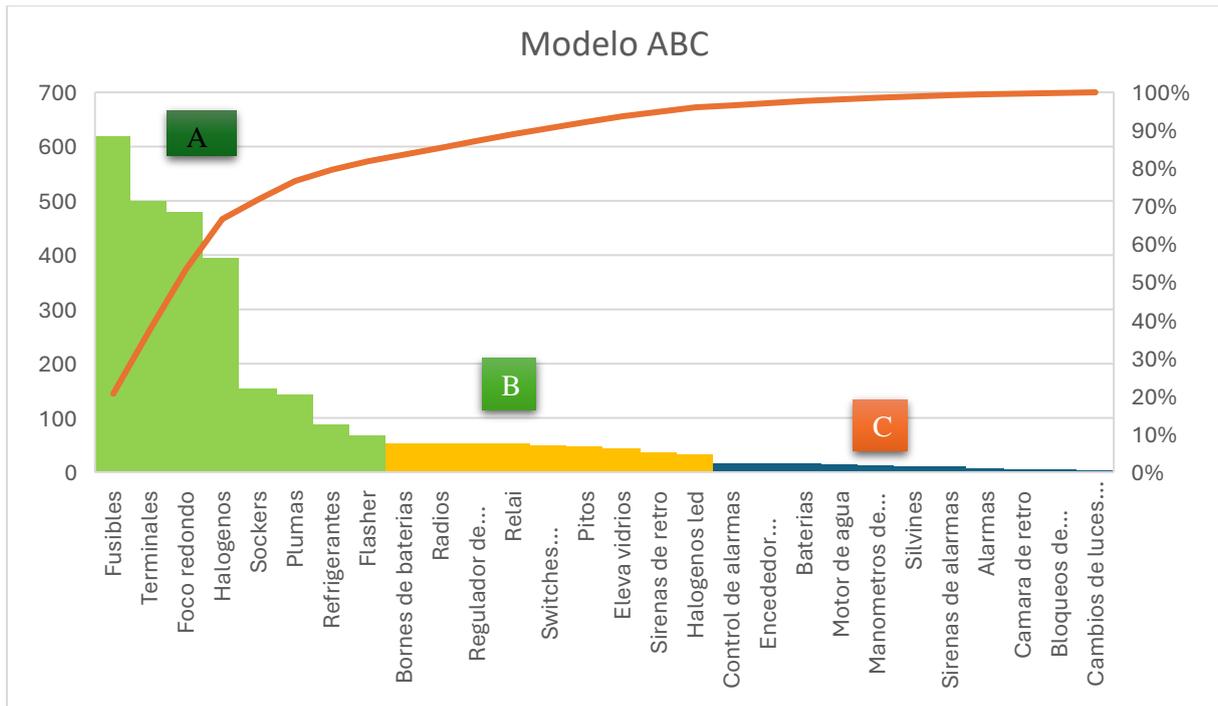


Fig. 10: Clasificación ABC del modelo de inventarios

Nota: La figura 13 representa el diagrama de Pareto donde se figura la clasificación ABC de inventario. Fuente: Elaborado por el autor 2024.

Seguidamente en la Tabla 9 se muestra la distribución de los componentes a ser estudiados en la categoría A, donde los componentes A, son los más importantes en términos de demanda y valor.

Tabla 9: Productos de la categoría A:

CATEGORIA A	
Fusibles	619
Terminales	499
Foco redondo	480
Halógenos	395
Socketers	155
Plumas	143
Refrigerantes	87
Flasher	68

Nota: La Tabla 9 representa los productos de la categoría A, que serán parte del estudio para la evaluación de la tendencia y el control de inventarios de la empresa. Fuente: Elaborado por el autor 2024.

Esta distribución ayuda a visualizar la importancia relativa de cada categoría en el inventario y a tomar decisiones de gestión apropiadas para cada una.

La importancia de esta clasificación radica en la adecuada asignación de recursos y atención. Los componentes A requieren una gestión más estricta para evitar la falta de existencias y mantener la satisfacción del cliente, mientras que los componentes C se pueden gestionar de forma más flexible para optimizar los costos de almacenamiento. Además, esta clasificación ayuda a identificar áreas prioritarias para mejorar la eficiencia operativa y maximizar las ganancias.

4.1.3 Pronóstico de la Demanda

El pronóstico de la demanda para este proyecto es crucial ya que el diseño de inventarios en Comercial Autoelectric tendrá un impacto en la eficiencia operativa y en la satisfacción del cliente. En el contexto de una empresa con una variedad significativa de productos (28 en este caso) y una demanda anual que varía drásticamente para algunos productos, en si el pronóstico de la demanda permite planificar y gestionar el inventario de manera más efectiva. En ese sentido se evaluará el pronóstico de la demanda para los productos de CATEGORIA A.

Tabla 10: Productos de clasificación categoría A

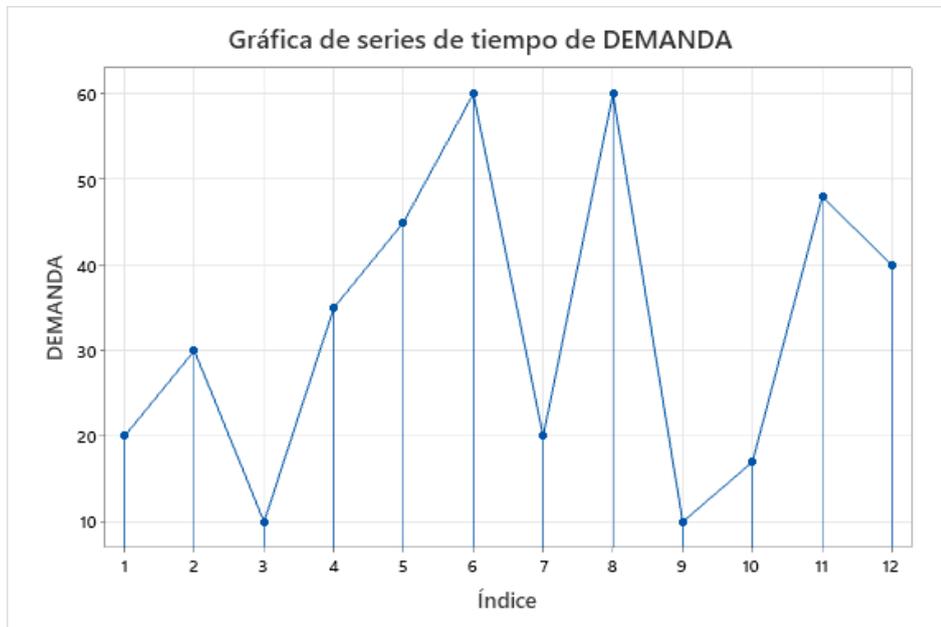
PRODUTOS CATEGORIA A	
Fusibles	619
Terminales	499
Foco redondo	480
Halógenos	395
Sockers	155
Plumas	143
Refrigerantes	87
Flasher	68

Nota: Productos de la categoría A para su estudio. Fuente: Elaborado por el autor 2024.

A continuación, se puede visualizar el pronóstico de la demanda mediante algunos métodos, de los cuales se valorará a los que mejor se ajusten a la demanda. En este caso de estudio la aplicación del pronóstico de la demanda se utilizará a un solo producto (HALOGENOS), el mismo que servirá de base para el estudio de los distintos productos en la empresa, los cuales están detallados en este documento. Anexo 1

4.1.3.1 Gráfica de series de tiempo para el producto de los halógenos

Análisis de la gráfica para las series de tiempo aplicado al producto de los halógenos.



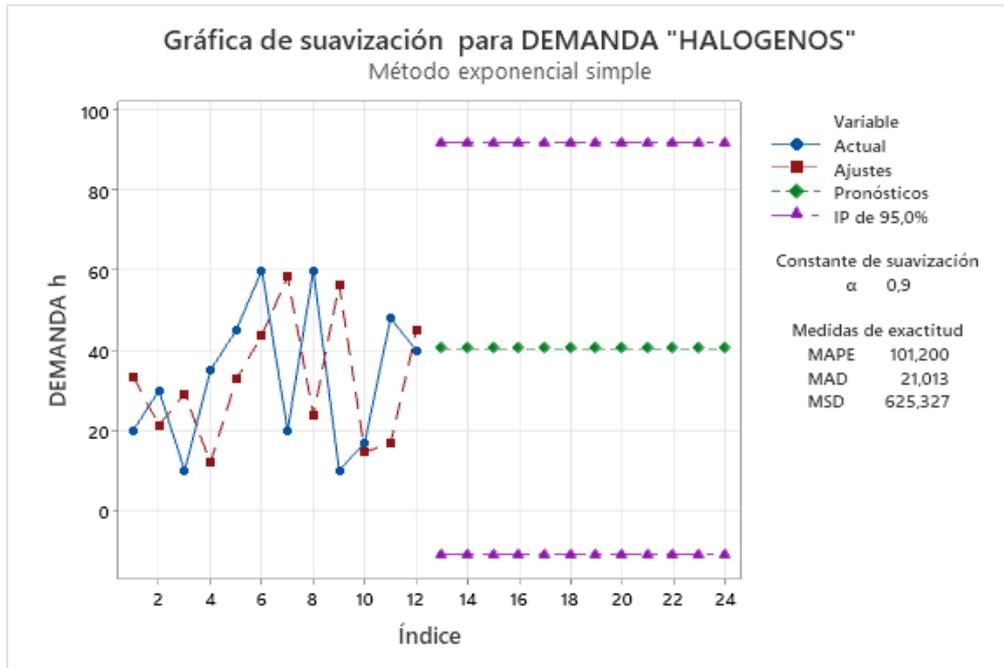
La gráfica de la serie de tiempo de DEMANDA de los halógenos muestra un patrón regular de picos y valles, lo que sugiere estacionalidad. Este patrón repetitivo indica que hay periodos de aumento y disminución de la demanda en intervalos regulares.

No se observa una tendencia clara hacia arriba o hacia abajo a lo largo del tiempo, lo que sugiere que no hay una tendencia a largo plazo. Por lo que podemos observar que la gráfica muestra una serie de tiempos.

4.1.3.2 Aplicación del Método Suavización Exponencial Simple

La suavización exponencial simple permite identificar tendencias y patrones en datos históricos, evaluar la precisión del modelo mediante métricas de error, ajustar el parámetro de suavización para optimizar el modelo, y visualizar datos reales junto con pronósticos. Además, genera pronósticos futuros esenciales para la planificación de producción y gestión de inventarios en una empresa de Autoelectric.

Fig. 11: Pronostico de la demanda Suavización Exponencial Simple



Nota: La figura representa el pronóstico de la demanda de los halógenos mediante método de Suavización Exponencial Simple. Fuente: Elaborado por el autor 2024.

Tabla 11: Medidas de exactitud

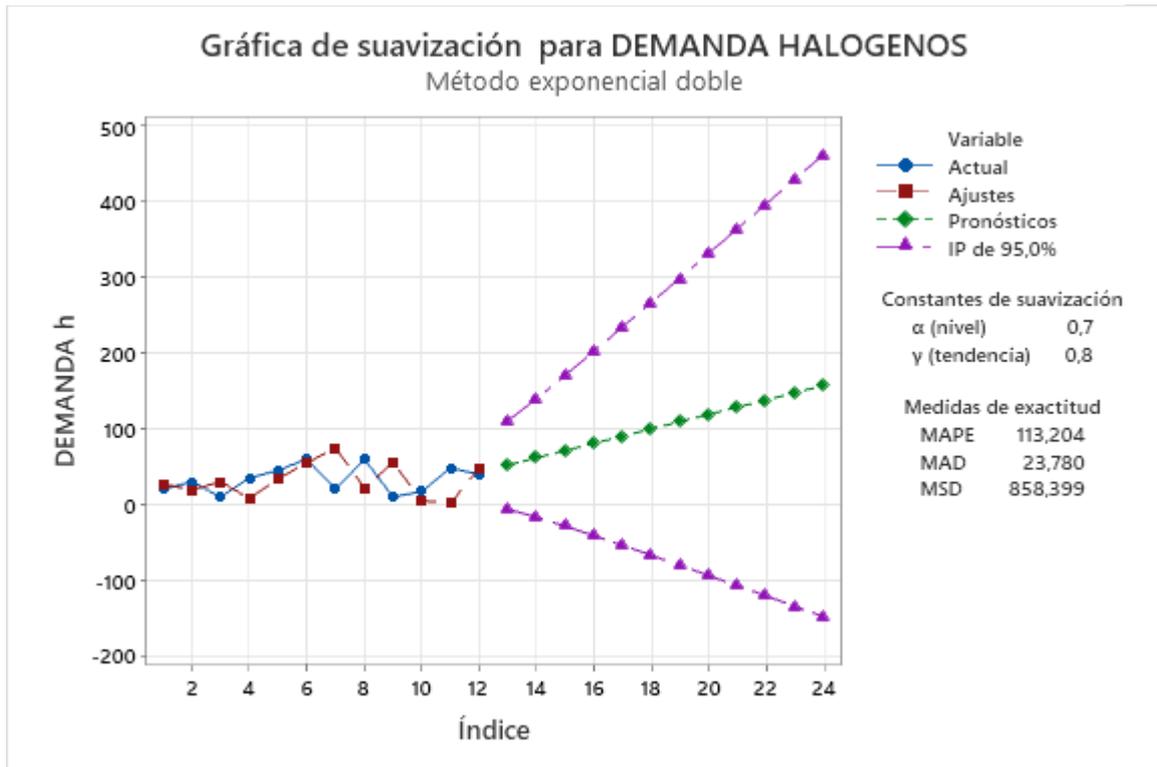
MAPE	101,200
MAD	21,013
MSD	625,327

Nota: Indicadores de medida de Suavización Exponencial Simple. Fuente: Elaborado por el autor 2024

4.1.3.3 Aplicación del Método Suavización Exponencial Doble

El pronóstico de la demanda utilizando el modelo de suavización exponencial doble sugiere un enfoque más refinado para Autoelectric al asignar diferentes pesos a los datos históricos, dando mayor importancia a los datos más recientes. Esto puede mejorar la exactitud del pronóstico en varias maneras.

Fig. 12: Pronostico de la demanda Suavización Exponencial doble



Nota: La figura representa el pronóstico de la demanda de los halógenos mediante método de EXPONENCIAL. Fuente: Elaborado por el autor 2024

Tabla 12: Medidas de exactitud

MAPE	113,204
MAD	23,780
MSD	858,399

Nota: Indicadores de medida de Suavización Exponencial Doble. Fuente: Elaborado por el autor 2024

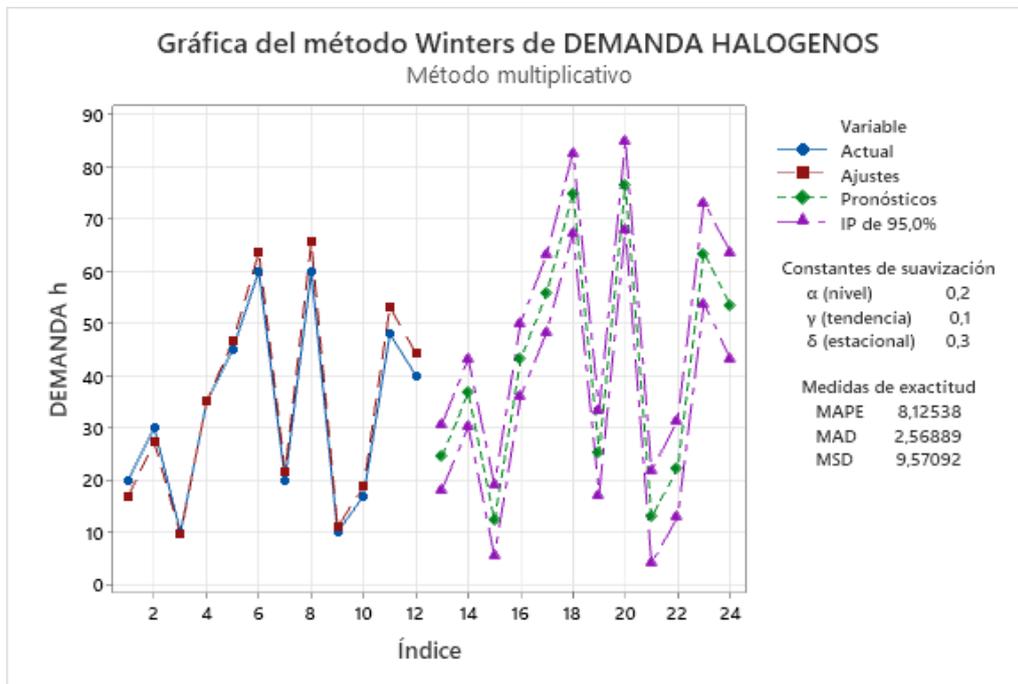
El pronóstico con suavización exponencial simple sugiere que, en sus pronósticos de demanda, lo que se traduce en una mejor planificación de inventarios y toma de decisiones, adaptándose más eficazmente a las condiciones cambiantes del mercado.

4.1.3.4 Aplicación del Pronóstico de la demanda con Método de Winters

El modelo de Winters es una técnica avanzada de programación de producción y gestión de inventarios que se utiliza para determinar la cantidad óptima de producción y el momento oportuno para realizar pedidos. Su aplicación en la empresa Comercial Autoelectric sugiere algunos parámetros en la planificación de la producción para la

empresa. Sin embargo, para determinar qué modelo es óptimo se considera el valor más bajo de los indicadores MAD, MSE, MAPE.

Fig. 13: Grafico de pronósticos del Método de Winters



Nota: La figura 15 representa el modelo de pronósticos para el método de Winters. Elaborado por el autor 2024

Tabla 13: Medidas de exactitud para el método de Winters

MAPE	8,125
MAD	2,568
MSD	9,570

Nota: Indicadores de medida del pronóstico de Winters. Fuente: Elaborado por el autor 2024

La aplicación del modelo de Winters es el mejor, debido a la precisión que indica los indicadores MAPE, MAD Y MSD, lo que significa que la demanda presenta estacionalidad o temporalidad. Este modelo avanzado proporciona una estrategia firme para optimizar los recursos y mantener la competitividad en la empresa.

4.1.4 Tabla resumen de pronósticos – Producto “HALOGENOS”

Las medidas de desempeño del pronóstico de la demanda (MSE, MAD y MAPE) para los métodos aplicados que el modelo de pronósticos por “Winters” tiene los valores más

bajos en cada métrica (MSE: 9.570, MAD: 2,568, MAPE: 8.125), lo que sugiere que este modelo proporciona las predicciones más precisas y confiables. El algoritmo de suavización exponencial simple presenta resultados bajo en el MAPE, pero es superado por el modelo antes expuesto. Ver ANEXO 1

En comparación, con los tres métodos de pronóstico

Tabla 14: Resumen de las medidas de desempeño para el pronóstico de la demanda de los halógenos

	P.S.E. S	P.S.E. D	P.H. W	ARIMA
MAD	21,013	23,280	2,568	-
MSE	625,327	858.399	9,570	-
MAPE	101,200	113,204%	8,125	-
	8,125%			

Nota: La Tabla 14 muestra el resumen de las medidas de desempeño aplicables al pronóstico de la demanda del producto de la categoría A. Fuente: Elaborado por el autor 2024.

4.1.5 Pronostico aplicado al estudio en el producto de Halógenos

Tabla 15: Pronostico de la demanda - Halógenos

Período	Pronóstico P.S.E.S.	Pronóstico P.S.E.D.	Pronóstico P.H.W.
13	40,4876	52,007	24,5503
14	40,4876	61,555	36,7421
15	40,4876	71,102	12,2685
16	40,4876	80,65	43,14
17	40,4876	90,198	55,8463
18	40,4876	99,746	75,0963
19	40,4876	109,294	25,277
20	40,4876	118,842	76,6454
21	40,4876	128,39	12,9206
22	40,4876	137,938	22,2282
23	40,4876	147,485	63,5377
24	40,4876	157,033	53,6155

Nota: La Tabla 15 muestra la estimación del pronóstico aplicable a la demanda del producto de la categoría A. Fuente: Elaborado por el autor 2024.

El método de pronósticos mediante Winters, parece mostrar una estacionalidad temporal, indicada por las fluctuaciones periódicas significativas en los valores de pronósticos y sus intervalos de confianza. Estas fluctuaciones se observan en varios períodos, como los períodos 14, 16, 18 y 20, lo que sugiere un patrón recurrente. La estacionalidad temporal se refiere a patrones cíclicos naturales que ocurren en intervalos regulares debido a factores como meses o estaciones. Para confirmar con certeza la estacionalidad temporal, sería ideal revisar los parámetros del modelo Winters, especialmente los componentes estacionales (P, D, Q, s). Si el modelo incluye estos componentes, podemos afirmar con mayor seguridad la presencia de estacionalidad temporal. Sin embargo, basado en la información actual de los pronósticos, parece que el modelo tiene una estacionalidad temporal.

4.1.6 Resumen MAPE de los productos de categoría A

Tabla 16: Resumen de Error absoluto medio porcentual (MAPE) productos Categoría A

	P.S.E. S	P.S.E. D	P.H. W	ARIMA
MAPE HALOGENOS	101,200%	113,204%	8,125%	-
MAPE FLASHER	89,931%	102,052%	0,743%	-
MAPE FOCO REDONDO	43,036%	49,544%	7,307%	-
MAPE FUSIBLES	24,508%	26,081%	15,970%	-
MAPE PLUMAS	51,892%	58,058%	15,025%	-
MAPE REFRIGERANTES	97,374%	110,511%	2,676%	-
MAPE SOCKER	27,716%	30,079%	12,736%	-
MAPE TERMINALES	118,367%	132,740%	5,119%	-

Nota: la tabla 16 representa el modelo aplicable para el estudio de inventario para cada producto de la categoría A. Fuente: Elaborado por el autor 2024

a) Comparación de los productos:

Para determinar el método óptimo de pronóstico para cada producto de categoría A, se deben comparar los valores del Error Absoluto Medio Porcentual (MAPE) en los tres

métodos: P.S.E.S (Pronostico de Suavización Exponencial Simple), P.S.E.D (Pronostico de Suavización Exponencial Doble), y P.H.W(Pronostico de Holt Winters), El método con el MAPE más bajo será el más preciso y, por tanto, el más adecuado.

Dentro de este estudio se aplicará la comparación de los productos y los valores de MAPE, para determinar que MAPE es el óptimo para los pronósticos de la demanda de la categoría A. Por lo que, El método Winters es el óptimo para pronosticar los productos de categoría A, ya que tiene el MAPE más bajo en todos los productos.

4.1.7 Coeficiente de Variación

Este coeficiente de variación permite determinar el patrón que sigue la demanda histórica de los productos, una vez se calcule el CV para cada producto, se puede determinar que los valores mayores a 0,2 se aplicará métodos heurísticos, sin embargo, si se obtiene un CV menor o igual a 0,19 se aplicará métodos de inventario clásico, los métodos de inventario heurísticos que se aplican son:

- Algoritmo de Silver Meal (SM)
- Algoritmo de Wagner Whitin (WW)

El análisis sugiere una demanda estable, reduciendo costos de pedido y mantenimiento. Este modelo mejora la eficiencia operativa al evitar excesos y desabastecimientos, simplificando la planificación y la toma de decisiones. La precisión de los cálculos garantiza un enfoque robusto y datos confiables para equilibrar costos y mantener niveles óptimos de inventario, cruciales para la competitividad y el buen desempeño de la empresa en la industria automotriz.

Tabla 17: CV y Modelo de Inventario

ARTÍCULO	CV	MODELO
Fusibles	0.2	Modelo Silver Meal/ Wagner Whitin
Terminales	0.2	Modelo Silver Meal/ Wagner Whitin
Foco redondo	0.2	Modelo Silver Meal/ Wagner Whitin
Halógenos	0.2	Modelo Silver Meal/ Wagner Whitin

Sockers	0.2	Modelo Silver Meal/ Wagner Whitin
Plumas	0.2	Modelo Silver Meal/ Wagner Whitin
Refrigerantes	0.2	Modelo Silver Meal/ Wagner Whitin
Flasher	0.2	Modelo Silver Meal/ Wagner Whitin

Nota: la tabla 17 representa el modelo aplicable para el estudio de inventario para cada producto de la categoría A. Fuente: Elaborado por el autor 2024

Sin embargo, de acuerdo con la variación de las aplicaciones estudiadas y aplicadas en la empresa bajo un producto, se tienen una variabilidad de resultados en el MAPE, MAD y en el MSD, que de acuerdo con el análisis de cada uno de los resultados se puede valorar el mejor modelo aplicable para la empresa comercial Autoelectric. Por lo que para determinar por qué modelo debemos seguir se realiza la evaluación del coeficiente de variación para cada producto y con ello se determina el modelo de inventario por métodos heurísticos.

4.2. Diseño de un modelo de Inventario

Analizado el modelo de inventario inicial que tiene la empresa comercial Autoelectric se procede a diseñar un modelo de inventario para la empresa. Por lo tanto, en este capítulo se procede a realizar el modelo de inventario utilizando herramientas básicas de inventario a través de modelos heurísticos, pronóstico de la demanda Y también la clasificación de los productos los cuales deben adaptarse a las necesidades de la empresa.

En base al contexto anterior, el sistema de gestión de inventarios para la Empresa Comercializadora Autoelectric, se encargará de controlar y optimizar el inventario de repuestos automotrices y materiales necesarios para reparaciones. Esto incluye el seguimiento de existencias, la planificación de pedidos, la minimización de costos de almacenamiento, y la aseguración de que los repuestos y materiales estén disponibles cuando se necesiten.

El objetivo principal es asegurar que los repuestos automotrices y materiales para reparaciones estén disponibles en el momento adecuado, minimizando a la vez los costos asociados con el almacenamiento y la gestión de inventarios. Esto permite mejorar el servicio al cliente y optimizar las operaciones de la empresa.

4.2.1. Valoración de los datos del inventario

Con los datos del análisis de inventario dados anteriormente se puede obtener varios datos históricos del proceso de inventario que tiene comercial Autoelectric, con el que se puede identificar su coeficiente de valoración mediante la información de las cantidades de los productos requeridos. Es así como se realiza el coeficiente de valoración correspondiente a los datos históricos de los 12 meses del año 2023 que proceden desde enero hasta diciembre del 2023.

Tabla 18: Datos de Valoración de los costos asociados a los productos de la empresa

Artículo	Costo unitario	Costo de ventas	EXISTENCIAS	UNIDADES VENDIDAS												DM	Prom D M	Costo por mantener	Costo por ordenar	Costo de Adquisición	Ventas anuales		
				Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic								
Flasher	\$3,80	\$6,00	70	8	9	4	0	5	8	3	5	6	8	3	9	68	6	0,684	1,0	258,4	\$ 408,00		
Refrigerantes	\$3,90	\$5,00	90	9	10	12	6	8	0	0	5	9	10	12	6	87	7	0,702	1,0	339,3	\$ 435,00		
Plumas	\$5,70	\$2,00	150	17	9	11	7	22	10	15	9	6	10	12	15	143	12	1,026	1,0	815,1	\$1.716,00		
Sockers	\$1,60	\$2,25	150	8	11	12	15	9	10	11	12	17	19	11	20	155	13	0,288	1,0	248,0	\$ 348,75		
Halógenos	\$4,30	\$8,00	100	20	30	10	35	45	60	20	60	10	17	48	40	395	33	0,774	4,0	1698,5	\$ 160,00		
Foco redondo	\$0,55	\$1,00	200	40	66	32	32	43	20	12	19	40	50	50	76	480	40	0,099	2,4	264,0	\$ 480,00		
Terminales	\$0,80	\$0,20	500	70	12	45	32	6	45	58	70	32	23	46	60	499	42	0,144	1,0	399,2	\$ 99,80		
Fusibles	\$0,18	\$0,25	700	26	30	40	45	33	66	66	70	49	69	70	55	619	52	0,0324	0,9	111,4	\$ 154,75		
																					Ventas totales		\$7.657,30

Nota: La Tabla 18 muestra la demanda, los costos y las existencias de los productos existentes en la empresa. Fuente: Elaborado por el autor 2024

4.2.2. Elaboración del modelo de inventario

2.1.2.1 Método Silver Meal

El método de inventario a través de Silver Meal es una técnica moderna que utiliza plataformas de comunicación por correo electrónico para gestionar y monitorear los niveles de inventario. Este método implica el uso de un sistema automatizado que envía notificaciones y actualizaciones periódicas sobre el estado del inventario a través de correos electrónicos.

La aplicación del método Silver Meal en Autoelectric optimiza la gestión de inventarios, considerando el stock de seguridad, productos disponibles, costos de mantener y ordenar, y lead time. El punto de pedido se calcula sumando la demanda durante el lead time y el stock de seguridad.

Es especialmente útil para empresas que comercializan piezas y repuestos automotrices, ya que permite una comunicación rápida y efectiva entre los proveedores, la empresa y los clientes. Silver Meal facilita la planificación y reposición de stock, asegurando que siempre haya disponibilidad de productos críticos y minimizando el riesgo de roturas de stock.

Tabla 19: Datos para inventario SM

Datos para inventario	
Stock de Seguridad	4
Disponible	100
Costo Mantener	0,774
Costo De Ordenar	4
Lead Time	1 PERD

Nota: La tabla 19 muestra los datos para el manejo de inventarios. Fuente: Elaborado por el autor 2024.

Tabla 20: Método Silver Meal

HALOGENOS

SM	0	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO
		1	2	3	4	5	6	7	8
Requerimiento Bruto	0	25	37	12	43	56	75	25	77
Disponible	25	25	61,8188	49,5503	6,4103	6,4103	33,2364	7,9594	-68,686
Requerimiento neto			15,7421	12,2685	43,14	55,8463	75,0963	25,277	76,6454
Recepción de la Orden			73,5609			55,8463	101,9224		
Colocación de la orden		73,5609			55,8463	101,9224			

Nota: La tabla 20 muestra la aplicación del método de Silver Meal. Donde los datos muestran los requerimientos para el manejo de inventarios. Fuente: Elaborado por el autor 2024.

Tabla 21: Costos totales del método Silver Meal

COSTOS TOTALES	
CM	94,195413
C.OR	4
TOTAL	98,195413

Nota: Costos totales que representaron en la aplicación del modelo Silver Meal. Fuente: Elaborado por el autor 2024

2.1.2.2 Método de Wagner Winting

El método de Wagner Winting es una técnica tradicional de control de inventario que se basa en la rotación cíclica de inventarios. Este método se enfoca en la revisión y actualización continua del inventario mediante ciclos predeterminados, permitiendo a las empresas mantener un control riguroso sobre sus existencias. Para una empresa que comercializa piezas y repuestos automotrices, el método Wagner Winting implica la creación de un calendario de inventarios donde se revisan y ajustan regularmente los niveles de stock. Este enfoque asegura que las piezas de mayor rotación se monitoricen más frecuentemente, lo que ayuda a optimizar el almacenamiento y reducir costos asociados con el exceso o la falta de inventario.

Tabla 22: Método de inventario Wagner Winting para los halógenos

PERIODO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
DEMANDA	25	37	12	43	56	75	25	77	13	22	64	54
1	25	113,045	171,8434	481,9730161	1017,27	1917,04	2280,47	3566,128	3813,8212	4293,211		
2		50	79,39906	286,1521647	687,626	1407,44	1710,3	2812,292	3029,0233	3455,148		
3			54	157,3765546	425,026	964,887	1207,17	2125,501	2311,2707	2684,129		
4				58	191,825	551,732	733,446	1468,109	1622,9171	1942,51		
5					47	227,094	348,236	899,2334	1023,0801	1289,408		
6						51,14	111,711	479,0427	571,92779	784,9899		
7							55,14	238,8057	300,72905	460,5256		
8								59,14	90,101685	196,6327		
9									63,14	116,4055		
10										67,14		
11											71,14	199,619037
12												75,14

Nota: La tabla 22 muestra el modelo de inventario mediante Wagner Winting Fuente: Elaborado por el autor 2024.

Tabla 23: Costos totales del método WW

COSTOS TOTALES	
TOTAL	62,03

Nota: Costos totales que representaron en la aplicación del modelo Silver Meal. Fuente: Elaborado por el autor 2024

- Resumen de costos mediante modelos de inventario vs método actual

Tabla 24: Costos mediante modelos de inventario de los productos A

COSTOS	Inv. SM	%	Inv. WW	%	Actual	%
HALOGENOS	98,19	15%	62,03	22%	77,53	16%
FLASHER	78,01	12%	39	14%	77,44	16%
FOCO REDONDO	57,27	9%	138,71	49%	48,44	10%
FUSIBLES	12,27	2%	0,88	0%	7,8012	2%
PLUMAS	341,94	51%	27,33	10%	185,116	38%
REFRIGERANTES	83,6	12%	13,98	5%	91,75	19%
SOCKER	3,44	1%	0,09	0%	4,5	1%
	674,72		282,02		492,5772	

Nota: la Tabla 24, muestra los costos aplicados a los dos modelos de inventario para los productos de la categoría A. Fuente: Elaborado por el autor 2024.

Al aplicar los métodos de Silver Meal, Wagner Winting, se puede visualizar la variabilidad de los costos que ejecuta cada uno de los modelos, sin embargo, para este caso de estudio se puede estimar el método de Wagner Winting como el modelo más óptimo ya que el costo del inventario por un producto es el más mínimo a comparación de los otros modelos aplicados.

El modelo de Wagner Winting es preferido en este análisis de costos de inventarios debido a su capacidad para minimizar Los costos totales a lo largo de un horizonte de planificación. Por lo cual a diferencia del modelo de Silver Meal que se enfoca en minimizar Los costos a corto plazo el modelo Wagner Winting considera tanto Los costos de ordenar como los costos de mantener el inventario en cada periodo de esta manera optimizando Los costos totales a lo largo del tiempo.

Por otra parte, la tabla proporcionada se observa que el modelo de Wagner Winting logra una reducción significativa en los costos de inventario en comparación del modelo de Silver Meal y en base a lo que actualmente la empresa ha ido manejando. Todo ello se debe a que el modelo de Wagner Winting permite una planificación más precisa y eficiente ajustando todas las cantidades de pedido de manera que se minimicen los costos acumulados en forma de mantener un inventario y realizar los pedidos.

Finalmente se puede deducir que este modelo de Wagner Winting es el más adecuado para situaciones donde se requiere la optimización a largo plazo de Los costos de inventario, proporcionando de esta forma una solución más integral, eficiente y óptima en la gestión de inventarios.

4.2.3. Redistribución de la planta comercial

Se realiza una propuesta de mejora para que los procesos sean más eficientes, se entreguen más rápido los productos y exista un buen flujo de información y materiales.

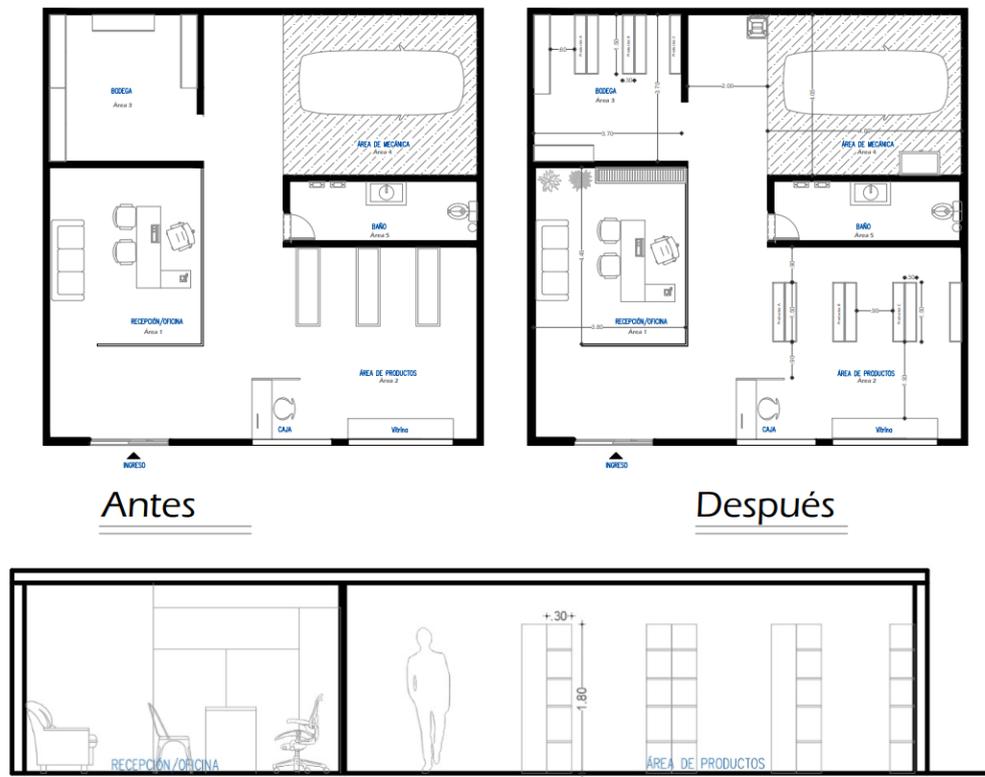
Fig. 14: Redistribución de la planta



Nota: La figura 15 representa el diseño óptimo de la clasificación de los productos. Elaborado por el autor

En comparación de los modelos se tiene el siguiente análisis:

Fig. 15: Comparación de los modelos



Nota: La figura 16 representa el diseño óptimo de la clasificación de los productos. Elaborado por el autor

El diseño inicial de la planta presenta múltiples deficiencias operativas. Principalmente la falta de un control adecuado de inventarios. Los productos se gestionan de manera variable y desorganizada lo que genera inconsistencias tanto en las ventas como en la atención al cliente asimismo en la entrega con retrasos de los productos solicitados. Por otra parte, los trabajadores no tienen un sistema claro para clasificar los productos lo que deriva de un manejo caótico de los mismos. En la empresa esta desorganización afecta directamente a la efectividad a la productividad y eficiencia de su sistema provocando pérdidas económicas retrasos en las entregas y una experiencia insatisfactoria con varios de los clientes.

Como se puede observar el área 3 de bodega se tiene una desorganización de los productos debido a la falta de estanterías. Al realizar la redistribución se puede obtener una mejor organización entre los productos y el almacenamiento con el objetivo de optimizar su área operativa. Esta reorganización ha permitido una clasificación más eficiente de los productos en venta, categorizándolos en A, B y C, tanto en el área de ventas como en la bodega.

Finalmente, con la metodología de clasificación ABC, permitió una organización eficiente de los productos según su rotación y fluidez: de ventas altas medias y bajas, este enfoque no solo optimiza el control de los inventarios, sino que también asegura que los productos de mayor demanda estuvieran más accesibles y cerca al comprador, mientras que los de menor demanda y rotación se ubicaran estratégicamente para ocupar menos espacio crítico. Con este nuevo rediseño y orden se mejoró significativamente la capacidad de atención al cliente reduciendo errores y tiempos de espera. Además, se logró aumentar las ventas al ofrecer un servicio más ágil y eficiente mientras se minimizan pérdidas por desorden o fallos en el inventario.

La planta cuenta con cuatro áreas principales:

- Área 1: Oficina, donde se lleva a cabo la recepción y las funciones administrativas.
- Área 2: Ventas, que incluye una vitrina para la exhibición de productos y estanterías para productos clasificados.
- Área 3: Bodega, donde se almacenan los productos según su categoría.
- Área 4: Taller de servicio destinado a trabajos mecánicos y equipado con un baño para el personal.

Adicionalmente, en el plano inicial, se observa que no existía un orden adecuado para la recepción y entrega de productos, lo que generaba una distribución poco eficiente del espacio y dificultaba la operatividad del área de productos. La falta de espacios designados hacía que

las actividades de almacenamiento, venta y logística se vieran afectadas por la dispersión de los productos, lo que podía ocasionar demoras y desorden en la atención al cliente. Además, la bodega no estaba optimizada para maximizar la capacidad de almacenamiento, limitando la cantidad de inventario que podía manejarse en el área de productos.

En la nueva distribución, se ha implementado una serie de mejoras significativas, incluyendo la instalación de estanterías de 1.80 metros de alto por 0.30 metros de ancho, cada una con cinco secciones, lo que permite una mejor organización del inventario. Estas estanterías han sido dispuestas en una configuración en "U", lo que optimiza el flujo de trabajo y facilita la eficiencia en la entrega de productos. Ahora, el área de productos cuenta con una estructura más ordenada y accesible, lo que permite a los trabajadores localizar y distribuir los artículos con mayor rapidez, mejorando la experiencia del cliente y reduciendo tiempos de espera.

Cómo se observa en la figura 16 en conjunto este cambio generó mayor satisfacción tanto para los clientes como para la empresa, lo que refleja un enfoque estratégico en la gestión de espacio y recursos, permitiendo una mejor gestión de inventarios y un servicio más ágil para los clientes.

4.3. Propuesta 5 ‘S

4.3.1 La primera S, Seiri (Seleccionar):

ANTES	DESPUÉS
	

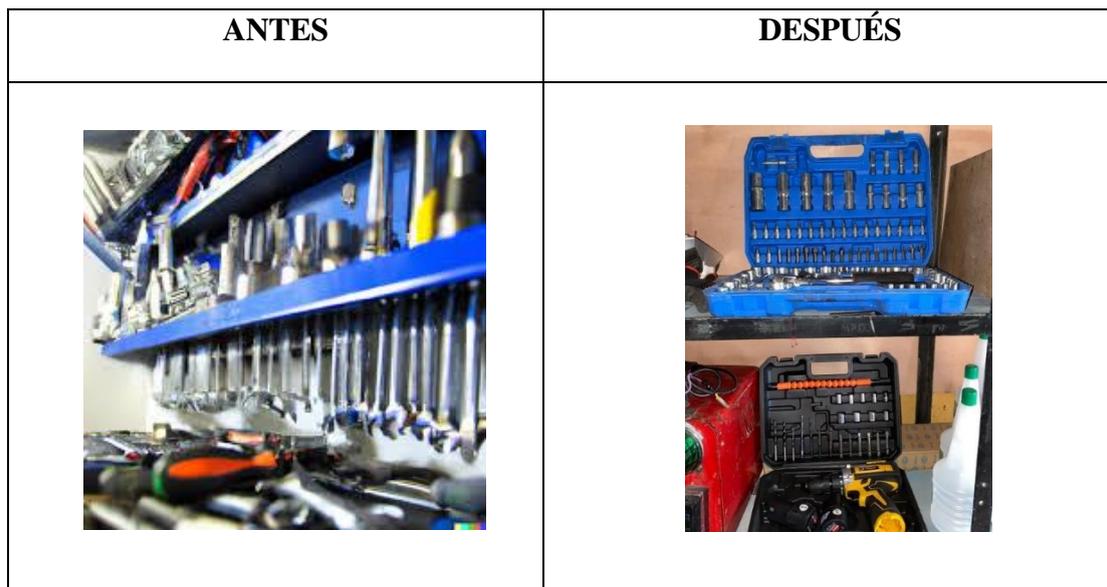
Fuente: Autoelectric 2024

Separamos los productos que sean más necesarios y retiramos todo aquello que sea excesivo y ocupe espacio de trabajo. Luego de realizar la clasificación de los elementos, se procede a ubicarlos según su frecuencia de uso. Esto mejorara el aprovechamiento de espacios útiles en el área de trabajo facilitando el control visual de materias primas.

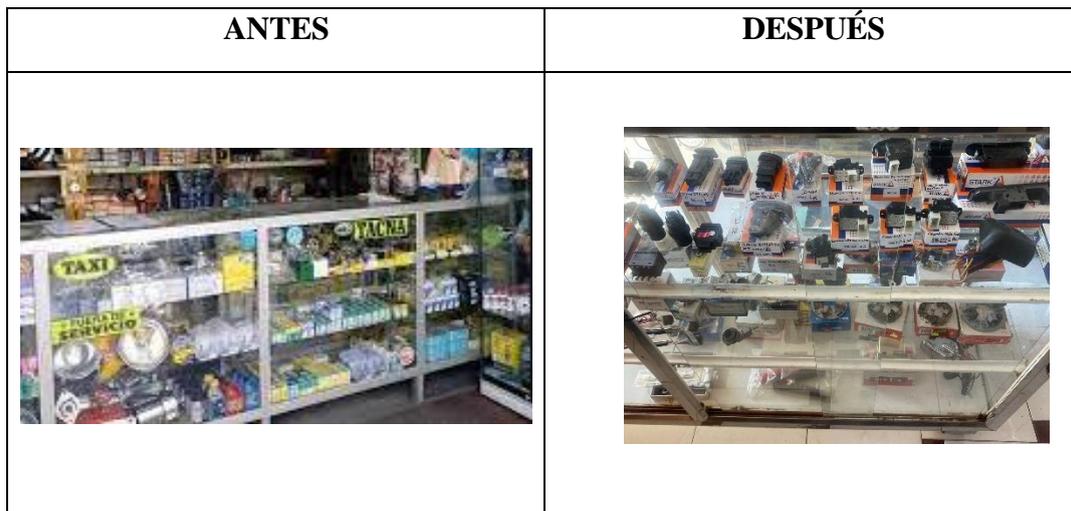
Frecuencia de uso	Lugar por colocar
Cada hora	Junto
Varias veces al día	Cerca
Una vez a la semana	En el área
Una vez al mes	En otra área
Una vez al año	En almacén

4.3.2 La segunda S, Seiton (Organizar):

Consiste en organizar los elementos clasificados previamente, de modo que se puedan localizar fácilmente.



Fuente: Autoelectric 2024



Fuente: Autoelectric 2024

Esta organización facilitara la rápida identificación y ubicación de los elementos requeridos en el área de trabajo. Esto también, mejorar la información disponible evitando posibles errores y riesgos potenciales y a su vez reduciendo los tiempos de búsqueda de herramientas o productos.

4.3.3 La tercera S, Seiso (Limpiar):

Limpiar para eliminar polvo, suciedad y cualquier contaminante de los elementos del área y de la propia área de trabajo.



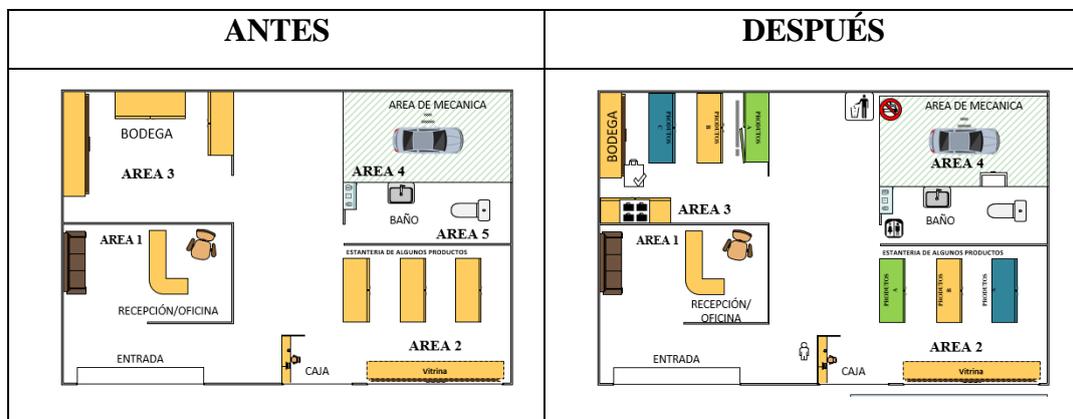
Fuente: Autoelectric 2024

No consiste solo en limpiar, sino también eliminar la causa raíz de cualquier tipo de

fuente de contaminación, integrando la limpieza como parte del trabajo cotidiano. Se puede realizar en tres etapas:

- Limpieza del área individual
- Limpieza de áreas comunes
- Limpieza de áreas difíciles

4.3.4 La cuarta S, Seiketsu (Estandarizar):



Fuente: Autoelectric 2024

Mantener el grado de limpieza y mejorar continuamente los logros alcanzados por las tres primeras “S”. De no conservar los logros adquiridos, las probabilidades que el área de trabajo vuelva a estar desordenada, sucia y sea complicado trabajar ahí, son altas.

4.3.5 La quinta S, Shitsuke (Autodisciplina):

Utilizar los métodos establecidos y estandarizados como cultura y filosofía de trabajo para el trabajador, que se vuelva su hábito de trabajo y adopte el círculo de Deming para mejorar continuamente su trabajo, respetando los estándares y normas establecidas para mantener el área de limpia y organizada.

4.4 Costo de implementar la propuesta

Implementar un sistema de manejo de inventarios con Minitab en la empresa Autoelectric implica varios costos, los cuales tendrán inversión detallada de:

Tabla 25: Costos de la implementación

Concepto	Costo Aproximado
Licencia Minitab	\$1500(anuales)
Capacitación al Personal	\$500(por persona)
Estanterías (8)	\$2160(total de estanterías)
Consultoría Inicial	\$2000(anuales)
Actualización de Software	\$640(anuales)
Mantenimiento y Soporte	\$500(anuales)
Total	\$7.300

Nota: la Tabla 25, muestra los costos aplicados a la implementación de un modelo de inventario Fuente: Elaborado por el autor 2024.

De acuerdo con la tabla de costos de implementación para cambiar el modelo de inventarios que actualmente la empresa conlleva incluyen varios componentes clave. Entre ellos el primero es la consultoría inicial para lo cual tiene una valoración de \$1000 este costo brinda un asesoramiento de un experto durante la transición que conlleve los cambios y el soporte de manejo de inventarios en la empresa.

Por otra parte, la adquisición de la licencia de Minitab 22 que tiene un costo aproximado de \$ 1500 para una actualización que va hasta los 5 años, (los cambios de actualización se requerirán de acuerdo con los requerimientos de la empresa). Como siguiente, la capacitación al personal es esencial para asegurar que todos los empleados comprendan y utilicen el nuevo sistema teniendo un costo de \$500 por la capacitación total.

La actualización del software tendrá un costo de \$640 anuales, por licencias de Minitab22 y Autocad y esto de acuerdo con las variaciones del mercado en base al software que se está utilizando y de la misma forma a la capacitación que requiere las nuevas actualizaciones.

Finalmente, los costos de adquisición por estantería fueron de \$ 2160 y con el mantenimiento, el soporte del sistema tendrá un costo de \$500, ya que el problema técnico será resuelto de manera inmediata por el encargado del sistema y el manejo del software y

del inventario de la empresa. Con ello se tiene un costo total que suma aproximadamente \$ 7.300 anuales en una inversión significativa pero necesaria para mejorar la eficiencia y la precisión del manejo de inventarios.

4.5 Conclusiones y recomendaciones

4.5.1 Conclusiones

- La aplicación del modelo de pronósticos en todos los productos de la empresa es crucial para mejorar la planificación de inventarios y la demanda, lo que incrementa la eficiencia operativa. Es fundamental respaldar el proyecto con fuentes bibliográficas relevantes, como artículos académicos y documentos de investigación en operación y administración. La planificación de inventarios involucra determinar la cantidad de productos necesarios en stock para satisfacer la demanda futura, mientras que la planificación de la demanda consiste en prever las ventas en un período específico. El modelo de pronóstico se convierte en una herramienta útil al utilizar datos históricos de ventas y otros factores para anticipar la demanda futura. Legalmente es importante mencionar que las regulaciones de los inventarios exigen un sistema efectivo de planificación y demanda. Por lo tanto, al implementar modelos de pronósticos como una estrategia eficaz para optimizar ciertas áreas de la empresa logrará la consolidación de la planificación de la gestión empresarial y a su vez cumpliendo los requerimientos legales pertinentes.
- El análisis de la empresa Comercial de Autoelectric demostró que la implementación de los modelos de pronósticos puede optimizar su eficiencia operativa. Al aplicar el uso de métricas como el error absoluto medio (MAE) y el error porcentual absoluto medio (MAPE) proporcionó resultados confiables, fortaleciendo la confianza en la planificación de la demanda y la gestión de inventarios. Sin embargo, se identificaron problemas que afectaron dicha eficiencia, siendo la falta de datos históricos precisos uno de los principales inconvenientes, lo que resultó en modelos de pronósticos poco precisos. Además, la empresa carecía de una estructura de datos coherentes para almacenar y analizar los datos históricos que genera la empresa. El modelo de aplicado como el MAPE destacó mejor entre

los ajustes de las métricas usadas capturando adecuadamente los patrones de la demanda y prediciendo los cambios de mercado con una gran precisión. Finalmente se puede mencionar que el modelo de MAPE fue el más adecuado para comercial auto eléctrico y se recomienda su uso en la planificación de la demanda y la gestión de inventarios, validando por su bajo error porcentual absoluto medio.

- La implementación de un diseño de gestión de inventarios basado en métodos heurísticos representa un avance significativo para la organización y distribución de productos en la empresa. Al combinar estos métodos con modelos de pronósticos, se logra una planificación más precisa y una distribución eficiente, alcanzando un equilibrio entre costos y niveles de servicio. En particular, la aplicación de los modelos Silver Meal y Wagner-Whitin (WW) ha demostrado ser altamente efectiva. El método WW permite reducir los costos totales en un 42.74%, con disminuciones notables en cada categoría, como un 88.72% en fusibles y un 98% en sockets. Este enfoque integral no solo mejora la eficiencia operativa, sino que también fortalece la posición competitiva de la empresa en el mercado, optimizando sus recursos y garantizando un servicio más rentable y sostenible.

4.5.2 Recomendaciones

- Para consolidar los avances observados, se recomienda continuar explorando y adoptando modelos avanzados de pronósticos, como redes neuronales o métodos de series temporales más sofisticados. Estos modelos pueden capturar mejor las complejidades de la demanda y mejorar la precisión de las predicciones, permitiendo una gestión de inventarios aún más optimizada y adaptable a variaciones del mercado.
- Asimismo, considerando la evolución tecnológica, es vital integrar Big Data y técnicas de Machine Learning en la evaluación de modelos de pronósticos. Esto incluye utilizar datos adicionales disponibles, como información del mercado y tendencias macroeconómicas, para enriquecer los modelos predictivos. De este modo la empresa puede beneficiarse enormemente al emplear estas herramientas para proveer cambios en la demanda y ajustar estrategias de inventario de manera

proactiva.

- Finalmente, para mantener la eficacia de los modelos implementados, se recomienda establecer un sistema de automatización para la generación de pronósticos y el monitoreo continuo de su desempeño. Esto implica desarrollar scripts y pipelines que permitan actualizar y ajustar los modelos automáticamente con nuevos datos. Asimismo, establecer métricas de evaluación periódicas para detectar desviaciones y realizar ajustes oportunos en las estrategias de inventario, asegurando así una gestión eficiente y adaptativa.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] «repositorio.upec.edu.ec,» diciembre 2021. [En línea]. Available: <http://repositorio.upec.edu.ec/bitstream/123456789/1522/1/025-%20MINDA%20LEIDY-%20VACA%20ANAH%c3%8d.pdf>. [Último acceso: 29 marzo 2024].
- [2] C. E. Bustos Flores y G. B. Chacón Parra, «El MRP En la gestión de inventarios,» *Visión Gerencia*, n° 1, pp. 5-17, 2007.
- [3] J. López Montes, UF0476 - Gestion de Inventarios, Madrid: Editorial Elearning, S.L, 2014.
- [4] P. P. Meana Coalla, *Gestión de inventarios*, Madrid: Ediciones Paraninfo, S.A, 2017.
- [5] V. Avalos y A. López, «repositorio.upn.edu.pe,» 2018. [En línea]. Available: <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/14774/Avalos%20Alvarado%20Vannessa%20Lisette%20-%20L%20c3%b3pez%20Zavaleta%20Anshela%20Milagros.pdf?sequence=3&isAllowed=y>. [Último acceso: 12 abril 2024].
- [6] J. Izar , A. Castillo , C. Ynzunza y R. Hernández, «Estudio comparativo del impacto de la media y varianza del tiempo de entrega y de la demanda en el costo del inventario,» *Ingeniería Investigación y Tecnología*, vol. XVII, n° 3, pp. 371-381, 2016.
- [7] M. Gómez, «repositorio.utn.edu.ec,» 2022. [En línea]. Available: <https://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/12408/2/04%20IND%20342%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>. [Último acceso: 12 abril 2024].
- [8] R. Dekker, «Inventory management: a survey. In Quantitative approaches to distribution logistics and supply chain management,» Springer., pp. 3-27, 2004.
- [9] E. A. Silver, D. F. Pyke y R. Peterson , *Inventory management and production planning and scheduling*, Reino Unido: Wiley, 1998.
- [10] W. . J. Stevenson, *Operations Management*, New York, NY: McGraw-Hill, 2018.
- [11] M. J. Escudero, *Almacenaje de productos*, España: Ediciones Paraninfo, S.A, 2005.
- [12] L. J. Krajewski, L. P. Ritzman y M. K. Malhotra, *Administración de Operaciones: Octava Edición*, PEARSON EDUCACIÓN, 2008.

- [13] L. Krajewski, L. Ritzman y M. Malhotra, *Operations Management: Processes and Supply Chains*, Pearson., 2018.
- [14] L. D. J. Luzcando, «PREZI,» 14 06 2023. [En línea]. Available: https://prezi.com/p/ku_pidfu2d1w/algoritmo-wagner-whitin/#:~:text=El%20algoritmo%20Wagner%2DWhitin%20consiste,pol%C3%ADtica%20C3%B3ptima%20en%20cada%20intervalo..
- [15] H. C. J. PAMELA, *MODELO DE INVENTARIO PARA LA EMPRESA MAGIC WOMAN*, Ibarra, 2022.
- [16] A. M. P. FREIRE, *MODELO DE CONTROL DE INVENTARIOS ABC*, Riobamba, 2017.
- [17] C. Lishet, *Aplicación de la metodología de inventarios ABC para mejorar la productividad*, Lima, 2017.
- [18] L. F. Navarro Enciso, *Control de inventarios por el método ABC en el almacenamiento de repuestos de la empresa “Almacén y Taller SERVI-AKT, Cundinamarca, 2020.*
- [19] P. J. Araujo Cardoza, *Aplicación de métodos para una óptima gestión de inventarios en un almacén de repuestos*, Lima, 2021.
- [20] D. Laguna Quintana, *Propuesta de un sistema de gestión de inventarios para*, 2023.
- [21] M. Emil Viera Manzo, *Diagnóstico de los modelos de gestión de inventarios*, 2018.
- [22] M. A. G. Segovia, «Control eficiente de inventarios,» pp. 121-130, 15 04 2021.
- [23] J. L. Peñafiel-Rivas, «FIPCAEC,» *El control de los inventarios y su incidencia en las decisiones gerenciales en las microempresas*, vol. 4, n° 1, 11 2019.
- [24] N. S. Semprún, «NIVEL DE IMPORTANCIA DEL CONTROL INTERNO DE LOS INVENTARIOS,» *UNISIMON*, p. 12, 2017.
- [25] C. M. E. Portilla, D. G. R. Quiñonez, L. M. C. Quiñonez y D. L. S. Armijos, «Auditoría integral en inventarios y costos de ventas en negocios,» *Revista de Ciencias Sociales*, vol. 27, n° 3, pp. 391-403, 2021.
- [26] J. A. Rodríguez.
- [27] J. A. Rodríguez y C. J. V. Holguín, «Método heurístico para el control de inventarios de productos,» *Artículos de Investigación*, vol. 11, n° 1, 29 11 2009.

- [28] Á. M. Esteban Ferrer, «POLÍTICAS DE INVENTARIOS. MANTENIMIENTO Y PRONÓSTICOS,» 2002.
- [29] «Modelos determinísticos de inventarios para demanda independiente,» SCIELO, vol. 57, n° 3, 8 2012.
- [30] L. D. J. Luzcando, «PREZI,» 14 06 2023. [En línea].
- [31] M. Gómez, «repositorio.utn.edu.ec,» 2022. [En línea]. Available: <https://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/12408/2/04%20IND%20342%20TRA%20BAJO%20DE%20GRADO.pdf>. [Último acceso: 22 04 2024].
- [32] L. Minda y A. Vaca, «repositorio.upec.edu.ec,» diciembre 2021. [En línea]. Available: <http://repositorio.upec.edu.ec/bitstream/123456789/1522/1/025-%20MINDA%20LEIDY-%20VACA%20ANAH%c3%8d.pdf>. [Último acceso: 22 abril 2024].

- [1] N. MARTINEZ and J. C. OSORIO, “Gestión de inventarios de repuestos considerando el riesgo,” Rev. Espac., vol. 39, no. 44, Oct. 2018.
- [2] “3. ANÁLISIS DE PELIGROS Y PUNTOS CRÍTICOS DE CONTROL (HACCP).”
- [3] “Qué es la obsolescencia empresarial y cómo pueden hacerle frente las pymes | Pyme | Cinco Días.” https://cincodias.elpais.com/cincodias/2022/05/26/pyme/1653585919_709972.html (accessed Jan. 15, 2024).
- [4] “¿Qué es la gestión de inventarios y cómo funciona? | IBM.” <https://www.ibm.com/es-es/topics/inventory-management> (accessed Jan. 15, 2024).
- [5] ““APLICACIÓN DEL MÉTODO ABC PARA LA GESTIÓN DE INVENTARIOS.”
- [6] J. A. Rodríguez and C. J. V. Holguín, “Método heurístico para el control de inventarios de productos de corto ciclo de vida,” Ing. y Compet., vol. 11, no. 1, pp. 37–55, Jun. 2011, doi: 10.25100/iyv.v11i1.2469.

- [7] “Diseño de control de inventarios.”
- [8] “Qué es un inventario: concepto, tipos y ejemplos.” <https://blog.hubspot.es/sales/que-es-inventario> (accessed Jan. 15, 2024).
- [9] “Modelo de control de inventarios ABC para Autorepuestos VFK de la ciudad de Ambato, provincia de Tungurahua.” <https://1library.co/document/zwvrpl7q-modelo-control-inventarios-autorepuestos-ciudad-ambato-provincia-tungurahua.html> (accessed Jan. 15, 2024).
- [10] P. Mejorar, L. A. Productividad, E. N. El, and Á. De, “Aplicación de la metodología de inventarios ABC para mejorar la productividad en el área de almacén de una empresa electromecánica. Lima, 2017.” Univ. César Vallejo, 2017, Accessed: Jan. 15, 2024. [Online]. Available: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/15812>.
- [11] Y. Stable Rodríguez, L. de la C. Núñez García, Y. Stable Rodríguez, and L. de la C. Núñez García, “Metodología para la evaluación del impacto de la capacitación en organizaciones de información científica tecnológica,” *Rev. Cuba. Inf. en Ciencias la Salud*, vol. 32, no. 2, 2021, Accessed: Jan. 15, 2024. [Online]. Available: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2307-21132021000200012&lng=es&nrm=iso&tlng=es.
- [12] P. Del and J. Jurado, “Control de inventarios por el método ABC en el almacenamiento de repuestos de la empresa ‘Almacén y Taller SERVI-AKT’ Girardot, 2019,” Jul. 2020, Accessed: Jan. 15, 2024. [Online]. Available: <http://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/8041>.
- [13] P. Del and J. Jurado, “NOTA DE ACEPTACIÓN Girardot, XX de Junio de 2020.”
- [14] C. Enrique, B. Flores, G. Beatriz, and C. Parra, “Modelos determinísticos de inventarios para demanda independiente Un estudio en Venezuela,” *Contaduría y Adm.*, vol. 57, no. 3, pp. 239–258, Jun. 2012, doi: 10.22201/FCA.24488410E.2012.405.
- [15] C. E. Flores Tapia and K. L. Flores Cevallos, “Optimización de inventarios aplicando Investigación de Operaciones,” *RECAI Rev. Estud. en Contaduría, Adm. e Informática*, vol. 12, no. 34, p. 1, May 2023, doi: 10.36677/RECAI.V12I34.19628.

- [16] “D Funciones del inventario en empresas: todo lo que necesitas saber ✓.”
<https://infoinventario.com/cuales-son-las-funciones-del-inventario-en-una-empresa/>
 (accessed Jan. 15, 2024).
- [17] H. Guerrero Salas, “Inventario y control,” p. 192, 2009.
- [18] D. Alfaro Rodríguez, “La tierra urbanizable: análisis metodológico del mercado y su inventario: el caso de Costa Rica. Revista Geográfica de América Central. Vol. 2 No. 36 (1998).” Red Universidad Nacional de Costa Rica.
- [19] “clasificacion-de-inventarios-abc.jpg (800×800).” <https://atoxgrupo.com/wp-content/uploads/2017/10/clasificacion-de-inventarios-abc.jpg> (accessed Jan. 25, 2024).
- [20] “Los modelos heurísticos para la resolución de problemas.”
<https://1library.co/article/los-modelos-heurísticos-para-la-resolución-de-problemas.zwvw847q> (accessed Jan. 15, 2024).
- [21] “Modelos determinísticos: ¿Cuáles son y cómo se realizan?”
<https://www.ingenioempresa.com/modelos-deterministicos-de-inventario/> (accessed Jan. 15, 2024).
- [22] “ Algoritmo de Wagner y Whitin (Sistemas de Loteo).”
<https://www.gestiondeoperaciones.net/inventarios/algoritmo-de-wagner-y-whitin/>
 (accessed Jan. 15, 2024).
- [23] “Revista ESPACIOS | Vol. 39 (Nº 44) Año 2018.”
<https://www.revistaespacios.com/a18v39n44/18394429.html> (accessed Jan. 15, 2024).
- [24] “Tabla de Impuesto a la Renta 2024 (Actualizada) - SRI Ecuador.”
<https://www.ecuadorlegalonline.com/sri/tabla-de-impuesto-a-la-renta/> (accessed Jan. 17, 2024).
- [25] “REGLAMENTO INTERNO DE SEGURIDAD Y SALUD DE LOS TRABAJADORES Y MEJORAMIENTO DEL MEDIO AMBIENTE DEL TRABAJO DE LA SECRETARÍA DE DERECHOS HUMANOS 2021,”
 Accessed: Jan. 25, 2024. [Online]. Available:
<https://www.derechoshumanos.gob.ec/wp-content/uploads/2021/05/15.->

reglamento_de_seguridad_y_salud_ocupacional_sdh.pdf.

- [26] “Código del trabajo,” Accessed: Jan. 25, 2024. [Online]. Available: https://www.funcionjudicial.gob.ec/www/pdf/normativa/codigo_trabajo.pdf.

ANEXOS

Anexo 1 informe

Informe de Winters-Halógenos

Método

Tipo de modelo	Método multiplicativo
Datos	DEMANDA h
Longitud	12

Constantes de suavización

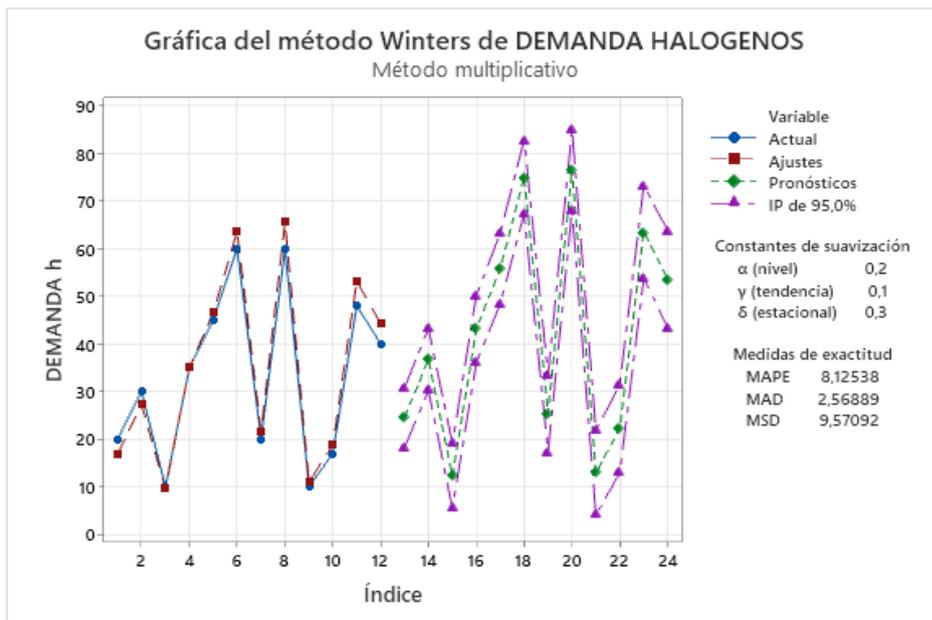
α (nivel)	0,2
γ (tendencia)	0,1
δ (estacional)	0,3

Medidas de exactitud

MAPE	8,12538
MAD	2,56889
MSD	9,57092

Pronósticos

Periodo	Pronóstico	Inferior	Superior
13	24,5503	18,2567	30,8440
14	36,7421	30,2228	43,2613
15	12,2685	5,4884	19,0486
16	43,1400	36,0678	50,2122
17	55,8463	48,4544	63,2383
18	75,0963	67,3604	82,8322
19	25,2770	17,1761	33,3779
20	76,6454	68,1610	85,1297
21	12,9206	4,0368	21,8043
22	22,2282	12,9311	31,5253
23	63,5377	53,8150	73,2603
24	53,6155	43,4567	63,7743



Anexo 2 Informe de Winters-Flasher

Método

Tipo de modelo Método
multiplicativo
Datos DEMANDA fl
Longitud 12

Constantes de suavización

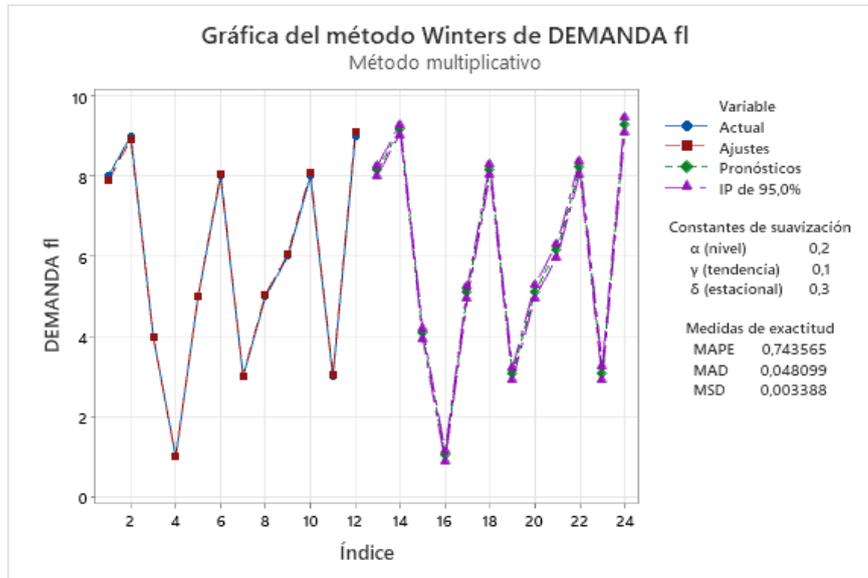
α (nivel) 0,2
 γ (tendencia) 0,1
 δ (estacional) 0,3

Medidas de exactitud

MAPE 0,743565
MAD 0,048099
MSD 0,003388

Pronósticos

Período	Pronóstico	Inferior	Superior
13	8,15606	8,03822	8,27390
14	9,17894	9,05688	9,30100
15	4,08199	3,95504	4,20893
16	1,02132	0,88891	1,15374
17	5,11168	4,97327	5,25008
18	8,18808	8,04323	8,33292
19	3,07447	2,92279	3,22615
20	5,13128	4,97242	5,29014
21	6,16674	6,00040	6,33307
22	8,23526	8,06119	8,40934
23	3,09329	2,91125	3,27533
24	9,29556	9,10535	9,48577



Anexo 3 Informe de Winters-Terminales

Método

Tipo de modelo Método
multiplicativo
 Datos DEMANDA t
 Longitud 12

Constantes de suavización

α (nivel) 0,2
 γ (tendencia) 0,1
 δ (estacional) 0,3

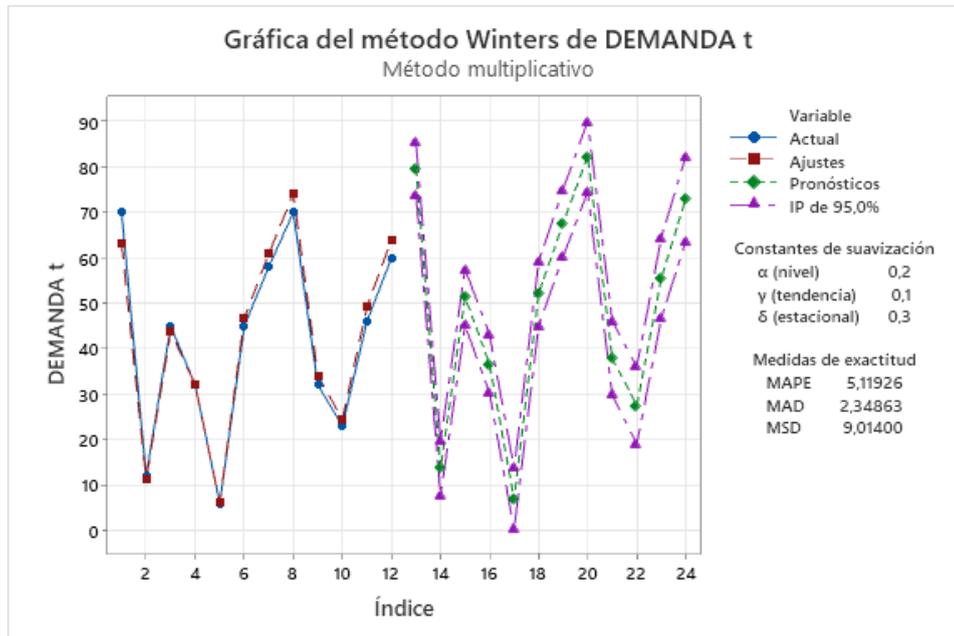
Medidas de exactitud

MAPE 5,11926
 MAD 2,34863
 MSD 9,01400

Pronósticos

Período	Pronóstico	Inferior	Superior
13	79,6662	73,9122	85,4202
14	13,6600	7,6997	19,6202
15	51,3422	45,1435	57,5409
16	36,6537	30,1879	43,1195
17	6,9086	0,1505	13,6667
18	52,1402	45,0676	59,2128
19	67,6813	60,2750	75,0877
20	82,3197	74,5628	90,0765
21	37,9440	29,8219	46,0660
22	27,5093	19,0093	36,0092

23	55,5132	46,6242	64,4022
24	73,0750	63,7873	82,3628



Anexo 4 Informe de Winters-Fusibles

Método

Tipo de modelo	Método multiplicativo
Datos	DEMANDA fu
Longitud	12

Constantes de suavización

α (nivel)	0,2
γ (tendencia)	0,1
δ (estacional)	0,3

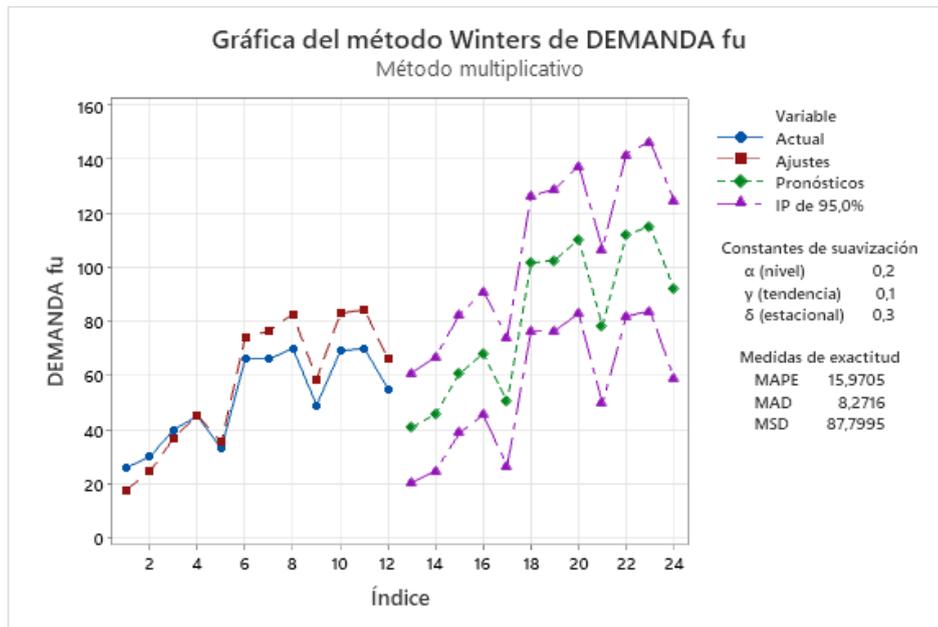
Medidas de exactitud

MAPE	15,9705
MAD	8,2716
MSD	87,7995

Pronósticos

Período	Pronóstico	Inferior	Superior
13	40,641	20,3762	60,907
14	45,842	24,8509	66,834
15	60,602	38,7710	82,434
16	68,170	45,3983	90,942
17	50,255	26,4535	74,056
18	101,397	76,4884	126,306
19	102,537	76,4528	128,621
20	110,153	82,8344	137,472

21	78,188	49,5827	106,793
22	111,726	81,7896	141,662
23	115,070	83,7640	146,376
24	91,811	59,1008	124,522



Anexo 5 Informe de Winters-Foco Redondo

Método

Tipo de modelo	Método multiplicativo
Datos	DEMANDA fr
Longitud	12

Constantes de suavización

α (nivel)	0,2
γ (tendencia)	0,1
δ (estacional)	0,3

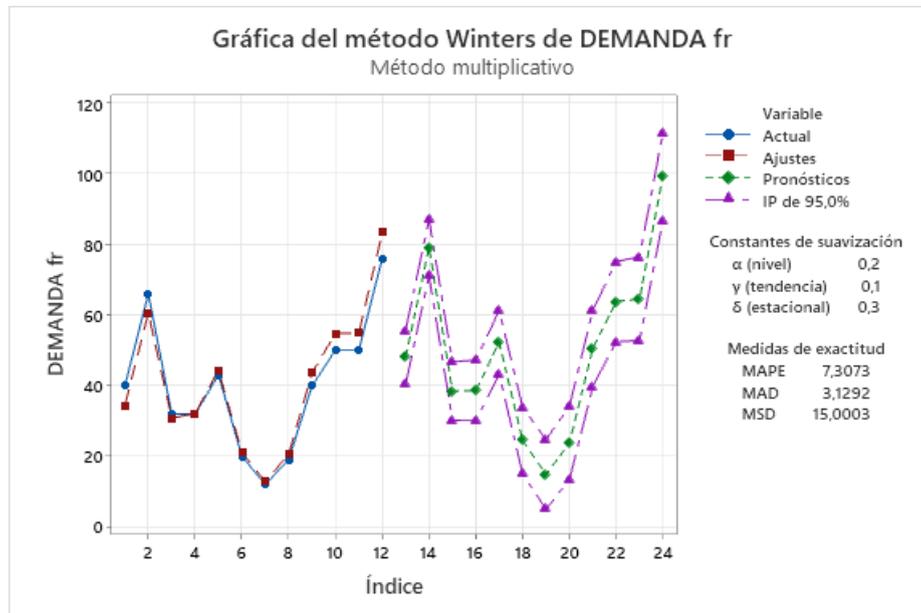
Medidas de exactitud

MAPE	7,3073
MAD	3,1292
MSD	15,0003

Pronósticos

Período	Pronóstico	Inferior	Superior
13	48,0205	40,3541	55,687
14	79,1277	71,1866	87,069
15	38,4442	30,1853	46,703
16	38,6217	30,0070	47,236
17	52,2383	43,2341	61,242

18	24,4925	15,0694	33,916
19	14,8306	4,9629	24,698
20	23,7185	13,3837	34,053
21	50,4703	39,6490	61,292
22	63,7973	52,4725	75,122
23	64,5376	52,6944	76,381
24	99,2593	86,8849	111,634



Anexo 6 Informe de Winters-Plumas

Método

Tipo de modelo	Método multiplicativo
Datos	DEMANDA p
Longitud	12

Constantes de suavización

α (nivel)	0,2
γ (tendencia)	0,1
δ (estacional)	0,3

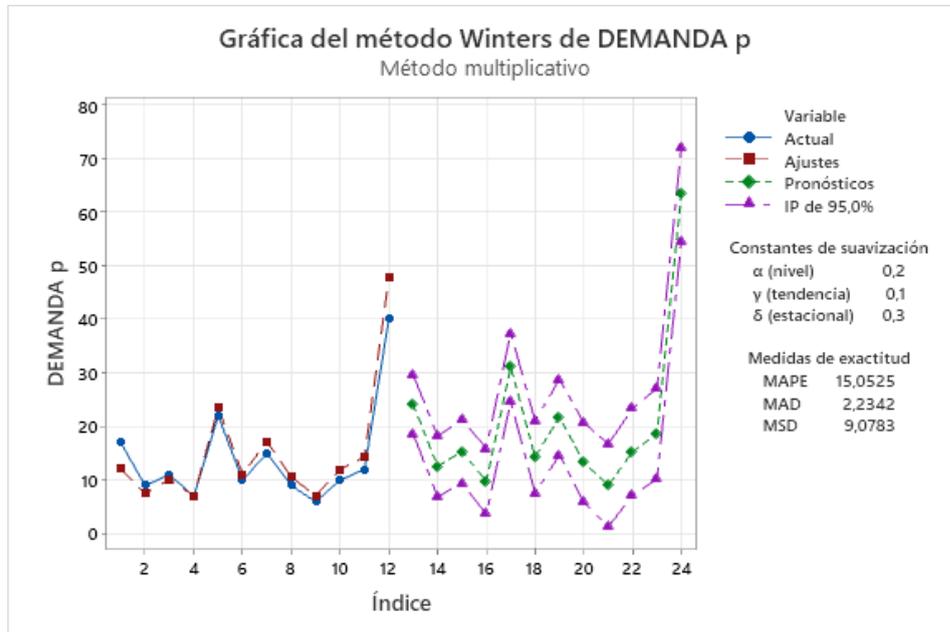
Medidas de exactitud

MAPE	15,0525
MAD	2,2342
MSD	9,0783

Pronósticos

Período	Pronóstico	Inferior	Superior
13	24,0806	18,6069	29,5543
14	12,5734	6,9035	18,2433
15	15,3286	9,4319	21,2254
16	9,7992	3,6484	15,9500

17	31,0829	24,6540	37,5118
18	14,3048	7,5768	21,0328
19	21,7726	14,7271	28,8181
20	13,2759	5,8969	20,6548
21	9,0040	1,2777	16,7303
22	15,2778	7,1920	23,3637
23	18,6733	10,2174	27,1292
24	63,4153	54,5800	72,2505



Anexo 7 Informe de Winters-Refrigerantes

Método

Tipo de modelo Método
multiplicativo
Datos DEMANDA r
Longitud 12

Constantes de suavización

α (nivel) 0,2
 γ (tendencia) 0,1
 δ (estacional) 0,3

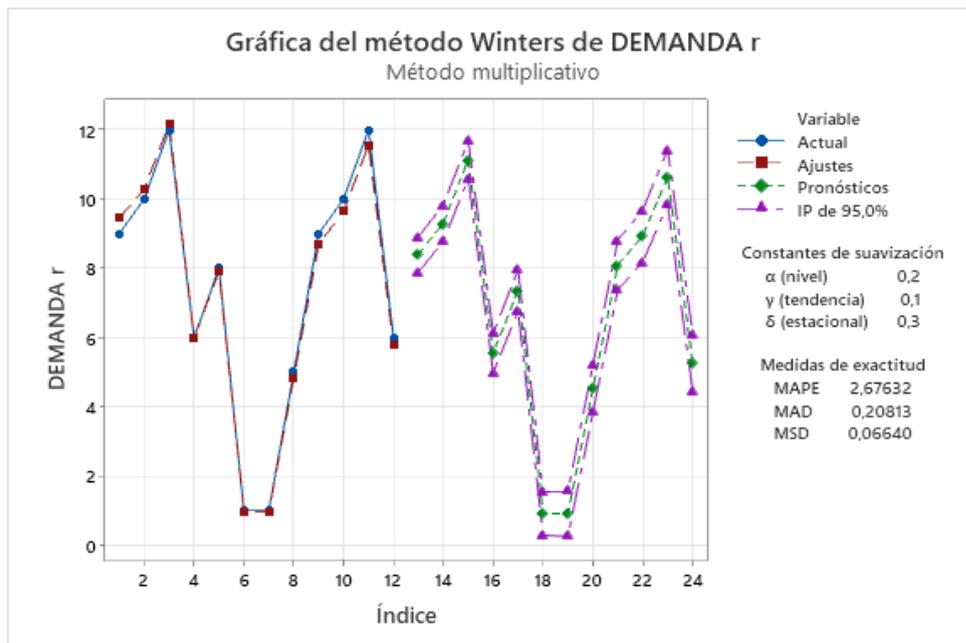
Medidas de exactitud

MAPE 2,67632
MAD 0,20813
MSD 0,06640

Pronósticos

Período	Pronóstico	Inferior	Superior
13	8,3970	7,8871	8,9069
14	9,3087	8,7805	9,8369

15	11,1368	10,5874	11,6861
16	5,5477	4,9747	6,1207
17	7,3645	6,7656	7,9634
18	0,9160	0,2892	1,5427
19	0,9109	0,2546	1,5672
20	4,5269	3,8395	5,2143
21	8,0954	7,3756	8,8152
22	8,9328	8,1796	9,6861
23	10,6417	9,8540	11,4294
24	5,2807	4,4576	6,1038



Anexo 8 Informe de Winters-Sockers

Método

Tipo de modelo Método
multiplicativo
 Datos DEMANDA s
 Longitud 12

Constantes de suavización

α (nivel) 0,2
 γ (tendencia) 0,1
 δ (estacional) 0,3

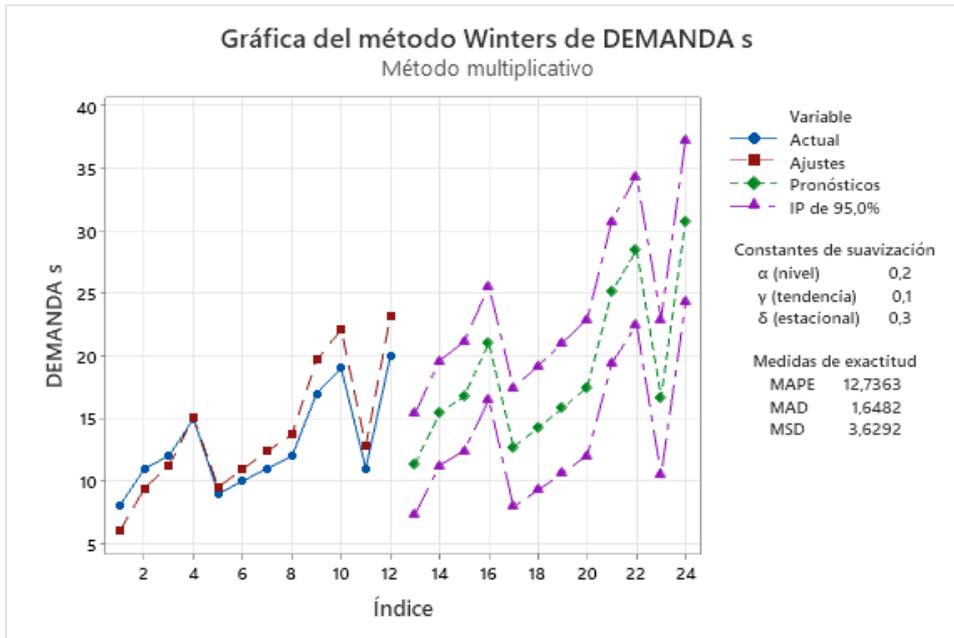
Medidas de exactitud

MAPE 12,7363
 MAD 1,6482
 MSD 3,6292

Pronósticos

Período	Pronóstico	Inferior	Superior
---------	------------	----------	----------

13	11,3614	7,3235	15,3993
14	15,4340	11,2513	19,6166
15	16,7824	12,4324	21,1324
16	21,0306	16,4932	25,5680
17	12,6993	7,9568	17,4419
18	14,2393	9,2761	19,2025
19	15,8364	10,6390	21,0338
20	17,4906	12,0472	22,9340
21	25,1097	19,4100	30,8093
22	28,4575	22,4926	34,4223
23	16,7135	10,4756	22,9514
24	30,8349	24,3172	37,3526



Anexo 9: Tarjeta roja.

TARJETA ROJA		
Nombre del elemento:		Cantidad:
CATEGORÍA	Materia prima	
	Productos en proceso	
	Productos terminados	
	Máquinas y equipos	
	Herramientas y suministros	
	Útiles y plantillas	
	Mobiliaria	
	Productos químicos	
	Equipos de seguridad	
Otro (especifique)		
ESTADO Y/O MOTIVO DE RETIRO	Material sobrantes	
	Defectuoso o deteriorado	
	Contaminante o peligroso	
	Obsoleto o Vencido	
	Reduce espacio	
	Otro (especifique)	
Evaluador:		
Área Identificada:		
Fecha de notificación:		
Propuesta sugerida:		
Supervisor:		
Disposición final:		
Observaciones:		

Anexo 12: Objetos transportados en Bodega Seiri.

Descripción del elemento	Cantidad	Clasificación	Observaciones

Anexo 13: Definir plan de acción para cada situación



Anexo 14: Día de limpieza

ÁREA	ACTIVIDAD	PERSONAL ASIGNADO	LÍDER DE GRUPO
Producción de tachos	Limpiar áreas de almacén de planchas, trazado, doblado, rolado, operaciones tachos, taladrado, lavado y ventas.	Operarios de sector tachos	Supervisor del área de tachos
Producción de mesas	Limpiar áreas de almacén de planchas, trazado, doblado, operaciones mesas, lavado y ventas.	Operarios de sector mesas	Supervisor del área de mesas