



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL

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

**“PROPUESTA DE UN SISTEMA DE CONTROL DE
INVENTARIOS EN UNA PYME COMERCIALIZADORA DE
PRODUCTOS TECNOLÓGICOS”**



AUTOR: Anderson Steve Guachamin Cepeda

DIRECTOR: Msc. Karen Alejandra Benavides Flores

Ibarra-Ecuador

2026

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: | 100494047-2 | | |
| APELLIDOS Y NOMBRES: | Guachamin Cepeda Anderson Steve | | |
| DIRECCIÓN: | Barrio Yacucalle, Antonio Cordero 7-94 y Carlos Emilio Grijalva | | |
| EMAIL: | asguachaminc@utn.edu.ec | | |
| TELÉFONO FIJO: | SN | TELF. MÓVIL | 0967193071 |

| DATOS DE LA OBRA | |
|--|---|
| TÍTULO: | Propuesta de un Sistema de Control de Inventarios en una Pyme Comercializadora de Productos Tecnológicos. |
| AUTOR (ES): | Guachamin Cepeda Anderson Steve |
| FECHA: AAAAMMDD | 2026/01/29 |
| SOLO PARA TRABAJOS DE INTEGRACIÓN CURRICULAR | |
| CARRERA/PROGRAMA: | <input checked="" type="checkbox"/> GRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO |
| TÍTULO POR EL QUE OPTA: | Ingeniera Industrial |
| DIRECTOR: | Ing. Karen Benavides, MSc. |

AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, Anderson Steve Guachamin Cepeda, con cédula de identidad Nro. 1004940472, en calidad de autor y titular 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 29 días del mes de enero de 2026

EL AUTOR:

Firma:

Nombre: Anderson Steve Guachamin Cepeda

CONSTANCIAS

El autor manifiesta 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 el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 29 días, del mes de enero de 2026

EL AUTOR:

Firma:

Nombre: Guachamin Cepeda Anderson Steve

CERTIFICACIÓN DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Ibarra, 29 de enero de 2026

MSc. Karen Benavides, Ing.

DIRECTORA 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.

Ing. Karen Alejandra Benavides Flores, MSc.
C.C.: 1003597513

APROBACIÓN DEL COMITÉ CALIFICADOR

El Comité Calificado del trabajo de Integración Curricular “Propuesta de un Sistema de Control de Inventarios en una Pyme Comercializadora de Productos Tecnológicos” elaborado por Anderson Steve Guachamin Cepeda, previo a la obtención del título de Ingeniera Industrial, aprueba el presente informe de investigación en nombre de la Universidad Técnica del Norte:

Ing. Karen Alejandra Benavides Flores, MSc.
C.C.: 1003597513

Ing. Marcelo Bayardo Cisneros Ruales, MSc.
C.C.: 1001401866

DEDICATORIA

“Los crayones rotos todavía colorean”

La presente investigación es dedicada a toda mi familia, quienes han estado para apoyarme en los días grises, para celebrar mis logros y sobre todo brindarme su apoyo incondicional guiándome hacia un mejor futuro.

A Isaías quién además de ser un padre ha sido un amigo, que me supo dar lo que nunca tuvo, me supo guiar y aconsejar, en cada decisión que tomé, él estuvo apoyándome, forjándome a ser un mejor hombre de lo que él es.

A la mujer que me dio la vida, mi madre Lidia, quién pese a que yo tuviera un mal día sabía cómo hacerme sonreír, por haberme escuchado, por estar pendiente de mi salud, le agradezco por haberme tenido paciencia y sobre todo por amarme.

A mi hermana Selena por haber compartido momentos inigualables en la carrera y por haber demostrado que lo que uno se propone lo logra, estoy seguro de que nunca perderás la confianza en mí, sabes que siempre voy a estar contigo a mi manera, nunca te dejarte sola porque te amo.

A mi novia Grace por su confianza y apoyo incondicional en los días que no quería seguir, por haber estado animándome a cumplir mi meta, por haber estado a mi lado y motivarme a ser mejor cada día y siempre dar lo mejor de mí.

A mis amigos quienes compartieron este camino de aprendizaje y risas, estoy seguro de que la amistad que se tiene nos seguirá uniendo por un largo tiempo.

AGADECIMIENTO

Agradezco a la Universidad Técnica del Norte por brindarme las herramientas necesarias para mi formación profesional, inculcando valores éticos y morales y a la carrera de Ingeniería Industrial por todos los maestros que fueron parte del proceso de formación académica.

A mi tutora Msc. Karen Benavides quién además de ser mi maestra, es una gran amiga que admiro demasiado por la calidad de persona que es, estuvo ahí para guiarme en cada paso del desarrollo de esta investigación y supo brindarme el tiempo necesario para culminar este trabajo.

RESUMEN EJECUTIVO

El siguiente trabajo de Integración Curricular busca proponer un sistema de control de inventarios utilizando la metodología ABC para una PYME comercializadora de productos tecnológicos. El principal problema identificado fue la falta de un sistema estructurado de control de inventarios, lo que ocasionaba sobreinventario, faltantes y mala trazabilidad. Su principal objetivo es reducir costos de inventarios utilizando el método ABC y asegurar la disponibilidad de productos en el momento necesario y evitar excesos o faltantes en la organización. La investigación empleó un enfoque mixto, con instrumentos como entrevistas, encuestas tipo ciclo PHVA y observación directa. Además, se aplicaron los modelos heurísticos Silver-Meal y Wagner-Whitin para costos de pedido y posesión, y los métodos de pronóstico Holt-Winters y Análisis de Tendencia para la demanda del producto A, evidenciando que 28 productos representaban el 79,9 % de las ventas totales y eran prioritarios en su gestión. Con el modelo Wagner-Whitin se logró disminuir en 36% los costos de importación, en 41% los costos totales de inventario y en 45% el riesgo de ruptura de stock. Además, la reestructuración física del almacén y la digitalización de los registros mejoraron la eficiencia en un 35 %. Se determinó que la aplicación del sistema propuesto generó ahorros anuales cercanos al 28 % del presupuesto de inventario y mejoró los tiempos de respuesta al cliente. El modelo resultó ser factible, sostenible y replicable en otras pymes del sector tecnológico, para hacerlas más competitivas y rentables.

Palabras clave: Inventario, Metodología ABC, Métodos heurísticos, Tarjetas Kanban, Pronósticos.

ABSTRACT

The following Curriculum Integration project aims to propose an inventory control system using the ABC methodology for an SME that markets technological products. The main problem identified was the lack of a structured inventory control system, which caused overstocking, shortages, and poor traceability. Its main objective is to reduce inventory costs using the ABC method and ensure the availability of products at the necessary time, avoiding excesses or shortages in the organization. The research employed a mixed approach, with instruments such as interviews, PHVA cycle surveys, and direct observation. Additionally, the Silver-Meal and Wagner-Whitin heuristic models were applied for ordering and holding costs, and the Holt-Winters and Trend Analysis forecasting methods for the demand of product A, revealing that 28 products accounted for 79.9% of total sales and were priorities in their management. With the Wagner-Whitin model, import costs were reduced by 36%, total inventory costs by 41%, and the risk of stockouts by 45%. Additionally, the physical restructuring of the warehouse and the digitization of records improved efficiency by 35%. It was determined that the implementation of the proposed system generated annual savings of approximately 28% of the inventory budget and improved customer response times. The model turned out to be feasible, sustainable, and replicable in other SMEs in the technology sector, making them more competitive and profitable.

Keywords: Inventory, ABC Methodology, Heuristic Methods, Kanban Cards, Forecasts.

LISTA DE SIGLAS

ABC: Análisis Beneficio Costo

SIPOC: Proveedores, Entradas, Procesos, Salidas, Clientes

PYME: Pequeñas y Medianas Empresas

RTE: Reglamento Técnico Ecuatoriano

NTE: Norma Técnica Ecuatoriana

SKU: Stock Keeping Unit

PMP: Plan de Mejora Continua

EOQ: Economic Order Quantity

ÍNDICE DE CONTENIDOS

| | |
|--|----|
| IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA..... | 2 |
| AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD..... | 3 |
| CONSTANCIAS..... | 4 |
| CERTIFICACIÓN DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR..... | 5 |
| APROBACIÓN DEL COMITÉ CALIFICADOR..... | 6 |
| DEDICATORIA | 7 |
| AGADECIMIENTO | 8 |
| RESUMEN EJECUTIVO..... | 9 |
| ABSTRACT..... | 10 |
| LISTA DE SIGLAS | 11 |
| ÍNDICE DE CONTENIDOS | 12 |
| ÍNDICE DE TABLAS | 18 |
| ÍNDICE DE FIGURAS..... | 20 |
| CAPITULO I | 22 |
| I. INTRODUCCIÓN..... | 22 |
| A. Problema de investigación..... | 22 |
| B. Justificación | 23 |
| C. Objetivos..... | 25 |
| 1) Objetivo General..... | 25 |

| | |
|--|----|
| 2) Objetivos Específicos | 25 |
| D. Alcance | 25 |
| CAPITULO II | 26 |
| II. MARCO TEÓRICO | 26 |
| A. Antecedentes | 26 |
| B. Bases teóricas | 28 |
| 1) Teoría de inventario | 28 |
| 2) Costos asociados al inventario | 30 |
| 3) Tipos de demanda | 31 |
| 4) Tipos de stock | 32 |
| 5) Modelos de gestión de inventarios | 33 |
| 6) Métodos heurísticos | 39 |
| 7) Clases de pronósticos | 40 |
| C. Normativa Legal | 42 |
| CAPITULO III | 44 |
| III. METODOLOGÍA | 44 |
| A. Tipo de investigación | 44 |
| 1) Investigación Descriptiva | 44 |
| 2) Investigación Documental | 44 |
| 3) Investigación de Campo | 44 |
| B. Método de Investigación | 44 |
| 1) Método cuantitativo | 44 |

| | |
|--|----|
| 2) Método cualitativo..... | 45 |
| C. Técnica de Investigación..... | 45 |
| 1) Observación..... | 45 |
| 2) Entrevista..... | 45 |
| 3) Encuesta..... | 45 |
| 4) Reunión..... | 45 |
| D. Instrumentos..... | 45 |
| 1) Base de datos..... | 45 |
| 2) Microsoft Office..... | 45 |
| 3) Metodología ABC..... | 46 |
| 4) Smartphone..... | 46 |
| 5) Programa Minitab..... | 46 |
| E. Resumen del marco metodológico..... | 46 |
| F. Situación actual de la empresa..... | 47 |
| 1) Descripción de la empresa..... | 47 |
| 2) Logotipo..... | 48 |
| 3) Ubicación..... | 48 |
| 4) Misión..... | 49 |
| 5) Visión..... | 49 |
| 6) Datos generales..... | 49 |
| 7) Organigrama..... | 50 |
| 8) Diagrama SIPOC..... | 52 |

| | |
|---|----|
| 9) Mapa de procesos | 53 |
| 10) Procesos de Importación..... | 54 |
| 11) Procesos de ventas | 54 |
| G. Análisis del problema | 55 |
| 1) Entrevista | 55 |
| 2) Encuesta..... | 56 |
| 3) Brainstorming con enfoque al control de inventario | 57 |
| 4) Ishikawa con enfoque al control de inventario..... | 58 |
| 5) Observaciones..... | 60 |
| H. Repartimiento | 61 |
| 1) Layout en planta de las sucursales..... | 61 |
| 2) Almacenamiento..... | 63 |
| 3) Clasificación por medio de metodología ABC..... | 63 |
| 4) Resultados obtenidos | 68 |
| CAPITULO IV..... | 69 |
| IV. Propuesta y Análisis de Resultado..... | 69 |
| A. Propuesta | 69 |
| B. Repertorio | 69 |
| 1) Pronóstico de ventas | 69 |
| 2) Gestión de inventarios | 81 |
| CONCLUSIONES | 97 |
| RECOMENDACIONES..... | 98 |

V. Bibliografía 100

VI. ANEXO 108

ANEXOS

| | |
|---|-----|
| Anexo 1. ENCUESTA (PHVA) | 108 |
| Anexo 2. SKU2 BATERIA 12V 4.5 A..... | 109 |
| Anexo 3. SKU3 FUENTE 12V 1.25 A..... | 110 |
| Anexo 4. SKU4 MICRO SD 32GB HIKVISION CLASE 10..... | 112 |
| Anexo 5. SKU5 METRO CABLE UTP ADLINK CAT 5E CCA EXTERIOR NEGRO | 114 |
| Anexo 6. SKU6 FUENTE TECLAM 12V 2A | 115 |
| Anexo 7. SKU7 BATERIA 12V 7A..... | 117 |
| Anexo 8. SKU8 PAR DE VIDEO BALUM HD 720P Y 1080P PRESION | 119 |
| Anexo 9. SKU9 BORNERA JACK DE 3.5 MM HEMBRA | 120 |
| Anexo 10. SKU12 SIRENA TECLAM 20W 2 TONOS..... | 125 |
| Anexo 11. SKU13 DVR HIKVISION ACUSENSE 8 CANALES GRABACION: 1080P / 720P | 126 |
| Anexo 12. SKU14 TEMPLADOR REDONDO CERCO | 128 |
| Anexo 13. SKU15 CAMARA EZVIZ H8C PTZ EXTERIOR 1080P COLORVU..... | 129 |
| Anexo 14. SKU16 BOBINA CABLE UTP CAT5E EXTERIOR 70 30 TECLAM | 131 |
| Anexo 15. SKU17 DVR HIKVISION ACUSENSE 4 CANALES ANALOGO GRABACION: 1080P / 720P | 132 |
| Anexo 16. SKU18 SENSOR MAGNETICO INALAMBRICO | 134 |
| Anexo 17. SKU19 SENSOR DE MOVIMIENTO INALAMBRICO..... | 135 |
| Anexo 18. SKU20 INTERMEDIO AISLADOR CERCO | 137 |
| Anexo 19. SKU21 SIRENA 30W 2 TONOS | 138 |
| Anexo 20. SKU22 CAMARA TUBO 1080P HIKVISION POLICARBONATO..... | 140 |

| | |
|--|-----|
| Anexo 21. SKU23 CAMARA TUBO COLORVU CON AUDIO 40M HILOOK | 142 |
| Anexo 22. SKU24 CAJA PARA SIRENA 30W | 143 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla I TIPOS DE COSTOS ASOCIADOS AL INVENTARIO | 30 |
| Tabla II FASES DE LA HERRAMIENTA 5S..... | 35 |
| Tabla III DESCRIPCIÓN DE PARÁMETROS ABC..... | 37 |
| Tabla IV RESUMEN DEL MARCO METODOLÓGICO | 46 |
| Tabla V DATOS GENERALES DE LA EMPRESA..... | 49 |
| Tabla VI DISTRIBUCIÓN DEL PERSONAL..... | 50 |
| Tabla VII OBSERVACIONES Y PERDIDAS ECONOMICAS..... | 60 |
| Tabla VIII CLASIFICACIÓN ABC-PARETO | 64 |
| Tabla IX CLACIFICACIÓN ABC | 66 |
| Tabla X ANÁLISIS DE TENDENCIA | 72 |
| Tabla XI MÉTODO DE HOLT-WINTER | 73 |
| Tabla XII MÉTODO ARIMA | 75 |
| Tabla XIII RESUMEN DE PRONÓSTICOS..... | 77 |
| Tabla XIV COMPARACIÓN DE MAPE | 78 |
| Tabla XV CÁLCULO DE COEFICIENTE DE VARIACIÓN DE LOS PRODUCTOS | 80 |
| Tabla XVI COSTO TOTAL SIN MODELO DE GESTIÓN..... | 81 |
| Tabla XVII DATOS PARA ALGORITMO SM | 82 |
| Tabla XVIII COSTOS TOTALES SILVER-MEAL..... | 83 |
| Tabla XIX ALGORITMO WAGNER WHITIN | 84 |
| Tabla XX COMPARACIÓN DE GESTIÓN PARA SKU1 | 85 |

| | |
|--|----|
| Tabla XXI GESTIÓN GENERAL DE INVENTARIOS | 85 |
| Tabla XXII STOCK DE SEGURIDAD | 86 |
| Tabla XXIII INDICADORES DE GESTIÓN | 92 |
| Tabla XXIV PORCENTAJE DE MEJORA - PROPUESTA..... | 97 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Fig. 1 Modelos de gestión de existencias..... | 34 |
| Fig. 2 Clasificación del análisis ABC..... | 36 |
| Fig. 3 Diagrama de Pareto-Análisis ABC..... | 38 |
| Fig. 4 Logo de empresa..... | 48 |
| Fig. 5 Ubicación Geográfica..... | 48 |
| Fig. 6 Estructura organizacional..... | 50 |
| Fig. 7 Diagrama SPOC..... | 52 |
| Fig. 8 Mapa de Procesos..... | 53 |
| Fig. 9 Diagrama de flujo de Proceso de Importación..... | 54 |
| Fig. 10 Diagrama de Flujo de Proceso de Ventas..... | 54 |
| Fig. 11 Gráfica de resultados de encuesta..... | 56 |
| Fig. 12 Brainstorming..... | 58 |
| Fig. 13 Diagrama Ishikawa..... | 59 |
| Fig. 14 Distribución en planta de las sucursales..... | 61 |
| Fig. 15 Modelado 3D de la matriz de la empresa..... | 62 |
| Fig. 16 Modelado 3D de la sucursal de la empresa..... | 62 |
| Fig. 17 Diagrama Pareto..... | 65 |
| Fig. 18 Gráfica de serie de tiempos..... | 70 |
| Fig. 19 Autocorrelación de ventas..... | 70 |
| Fig. 20 Gráfica de ventas después de la diferenciación..... | 71 |
| Fig. 21 Gráfica de pronósticos de tendencia..... | 72 |
| Fig. 22 Autocorrelación de pronósticos de tendencia..... | 73 |
| Fig. 23 Gráfica del pronóstico del método Holt-Winter..... | 74 |

| | |
|--|----|
| Fig. 24 Autocorrelación del pronóstico generado..... | 75 |
| Fig. 25 Gráfica del pronóstico ARIMA | 76 |
| Fig. 26 Gráfica de autocorrelación de residuos del pronóstico..... | 77 |
| Fig. 27 Aplicación del modelo heurístico SILVER – MEAL..... | 82 |
| Fig. 28 Algoritmo SILVER – MEAL | 83 |
| Fig. 29 Aplicación del modelo heurístico Wagner Whitin | 84 |
| Fig. 30 Rack de almacenamiento | 88 |
| Fig. 31 Modelado 3D propuesto de Sucursal 1..... | 90 |
| Fig. 32 Modelado 3D de Sucursal 2..... | 90 |
| Fig. 33 Distribución ABC en área de ventas..... | 91 |
| Fig. 34 Sistema de tarjetas Kanban..... | 92 |

CAPITULO I

I. INTRODUCCIÓN

A. Problema de investigación

Actualmente a nivel internacional existen diferentes tipos de PYMES dedicadas a diferentes ámbitos de manufactura, el 80% de este tipo de empresas fracasa antes de los cinco años y el 90% de ellas no llega a los 10 años[1], por ende, al tener un mal control en su cadena logística presentan falencias en el control de inventarios ocasionando que las empresas tengan un declive económico, productos caducados, mucho tiempo en almacenamiento, por estas razones las empresas no pueden sumarse a un campo competitivo.

De acuerdo con [2]. En Latinoamérica las MIPYMES sobresalen en especial por su gran importancia en el sector económico y generación de empleo, aunque generalmente manejan un sistema informal buscan nuevas oportunidades en el mercado. Ecuador cuenta con el 75% de PYMES Y MIPYMES que generan plazas de trabajo y un mal manejo de inventarios y administrativo genera pérdidas para las empresas lo que desencadena un sin número de problemas porque al cerrar la empresa muchas plazas de trabajo desaparecen.

En Ecuador, los emprendimientos han sido un fuerte sustento para las familias y es uno de los países de América Latina con la tasa de emprendimiento más alta, el 25% de los empleos son generados por microempresas, mientras que el 19% a pequeñas y 17% a medianas empresas [1]. Estos porcentajes demuestran que la mayor apertura de trabajo se genera en estas empresas ya sean pequeñas, medianas o grandes.

Por lo tanto, un buen manejo de inventarios permitirá mayor apertura a plazas de trabajo, a ubicarse en un mercado más competitivo y que así mediante la producción, demanda y compra de productos se genere mayor tasa de economía y empleo para un manejo sostenible de la economía.

Una investigación realizada en la ciudad de Ibarra demuestra que “el 68,2% de ellos no realizó un plan de negocio previo al desarrollo de su emprendimiento, el 31,8% manifestó que, se realizó el plan de negocio, lo que permite inferir que esto no garantiza que un negocio vaya a ser éxitos” [3]. Uno de los problemas inmerso en esta recopilación de datos estadísticos, es el hecho de falta de conocimiento o gestión de los productos dentro de las empresas, Dicho esto, se da apertura a la problemática que tiene esta investigación en la PYME Comercializadora de Productos Tecnológicos.

Por todo lo anteriormente mencionado la problemática que tiene esta PYME radica en que los productos en ocasiones se encuentran en la sucursal donde el cliente no realiza el pedido, por lo tanto, se debe solicitar el producto entre sucursales para cumplir con la demanda del cliente, es así como se evidencia un problema sobre el bajo control de inventario que se tiene debido a que no se ha pronosticado una demanda de cierto producto, ocasionando así la insatisfacción del cliente. Este problema es importante corregirlo para motivar a la mejora continua y competitividad de la empresa en el mercado. Un sistema de control de inventario es fundamental para obtener un óptimo sistema logístico para generar mayor eficiencia en la comercialización de los productos y satisfacción de los clientes. Además, el pronóstico brindara un mejor enfoque para la posible solución del problema que se tiene en la PYME.

B. Justificación

Con el transcurso del tiempo las empresas han ido mejorando el control de inventarios, experimentado una evolución significativa, impulsada por avances tecnológicos, cambios en la demanda del mercado y la necesidad constante de mejorar la eficiencia operativa. El manejo contable de las empresas les permite tener el control de las entradas y salidas de productos dentro de sí misma, otorgando oportunamente de forma ordenada una visualización del estado económico que tiene la empresa en el año o en meses de acuerdo a como se realice este manejo contable, además, permite identificar qué tipo de demanda se genera para que de esta forma se logre hacer un cronograma productivo que permita satisfacer esta necesidad o de igual manera identificar qué tipo de producto se debe tener en stock en caso de ser necesarios. Por lo tanto, el mal manejo de los inventarios produce pérdidas a la empresa o no le genera el mismo nivel de oportunidades que otras empresas grandes lo tienen al saber manejar este tipo de fundamentos.

Como se menciona en la agenda 2030 hacia la sostenibilidad social, ambiental y económica de los países dentro de los objetivos de desarrollo sostenible en el número ocho se promueve el trabajo decente y crecimiento económico donde se destaca una de sus metas que es “Alcanzar cotas superiores de desempeño económico a través de la diversificación productiva, la actualización de los recursos tecnológicos y la incorporación de innovaciones, orientando los esfuerzos hacia ámbitos con alto aporte de valor y elevada exigencia de fuerza laboral” [4]. Lo que nos da la iniciativa para empezar a modernizar las empresas utilizando modelos de gestión de inventarios adecuados a sus necesidades con el fin de conseguir una ganancia económica fuerte y estable.

“La implementación de inventarios y/o registros para el buen control de insumos, o salida de mercadería de los almacenes, permite saber la información no se sabría de ante mano, como el hecho de saber cuánto se cuenta en dichos almacenes para una respectiva producción” [5] dicho esto se puede acotar que el manejo adecuado de inventarios permite posicionarse en mercados competitivos con mayor facilidad, gracias a los pronósticos de demanda que se pueden establecer mediante el estudio a realizar por lo que estas están siguiendo prácticas de gestión de inventario como una estrategia para la mejora en la eficiencia y lograr una mejor competitividad.

Por otra parte, A. Camacho y J. Ríos menciona que “La gestión de inventario es muy importante para mejorar la eficacia y competitividad de las empresas manufactureras” [6] puesto a que genera una rentabilidad para la empresa ya que al manejar óptimamente los inventarios puede reducir los costos logísticos en las operaciones, generar satisfacción en el cliente y eliminar desperdicios. El control de inventarios es esencial para garantizar la eficiencia operativa, optimizar costos, satisfacer las demandas del cliente y mantener la salud financiera de la empresa. Un manejo efectivo de los inventarios contribuye significativamente al éxito a largo plazo de una organización.

Con lo anterior mencionado un inventario debe tener orden y control promoviendo el beneficio económico de la empresa. Por lo tanto, en la PYME Comercializadora de Productos Tecnológicos es importante mejorar la gestión de procesos que se lleva a cabo desde el momento en que se almacena y sale el producto hacia el cliente, haciendo uso de las herramientas mencionadas anteriormente, se permitirá que la empresa logre una mejor distribución de los productos en el área de bodega para así poder entregar los productos al cliente de forma más eficiente y eficaz, además, eliminar gastos de inventarios.

C. Objetivos

1) Objetivo General

Proponer un sistema del control de inventarios en una PYME Comercializadora de Productos Tecnológicos por medio de técnicas de manejo de control de inventarios con la finalidad de disminuir gastos de inventarios y despachar óptimamente los productos.

2) Objetivos Específicos

- Determinar los fundamentos teóricos y trabajos similares mediante la revisión de fuentes bibliográficas para sustentar el desarrollo de la investigación.
- Realizar un diagnóstico empresarial con la finalidad de conocer la situación actual interna y externa de la PYME Comercializadora.
- Proponer un sistema de control de inventarios en base a la metodología ABC en la PYME Comercializadora de Productos Tecnológicos con el propósito de reducir costo de inventarios.

D. Alcance

Las actividades que se realizan en la PYME Comercializadora se destacan en ofrecer productos y servicios tecnológicos como: Cámaras de seguridad, Alarmas electrónicas de seguridad, cercos eléctricos, casas inteligentes, entre otros.

La presente investigación está centrada en el control de inventario en área de almacenamiento de los productos tecnológicos para lo cual se hará uso de la metodología ABC para una mejor distribución de los productos en el área de bodega, con la finalidad de que los productos más requeridos se encuentren en un lugar más accesible para que así sean entregados al cliente de forma más eficiente y de igual manera eliminar gastos de inventarios.

CAPITULO II

II. MARCO TEÓRICO

A. Antecedentes

Como una base para realizar la investigación dentro de la empresa es necesario el conocimiento teórico de las diferentes fuentes bibliográficas donde se hace mención la importancia del tema de la investigación, en este sentido:

Un primer trabajo que aborda el tema de diseño de un sistema de inventarios a través de modelos heurísticos... [7] donde se evidencia el uso de la metodología ABC para poder clasificar por categorías a los productos, esta recopilación tiene como objetivo el diseño de un sistema de inventario para la empresa MATBENDIS SAS, proponiendo que la aplicación de modelos de inventario permite tener un control de productos almacenados promoviendo así que el hecho de realizar un buen inventario permite que la empresa aumente su competitividad en el mercado. Por lo tanto, se concluyó que un “80% (39 SKU) corresponden a la categoría A, 15% (46 SKU) corresponden a la categoría B y un 5% (61 SKU) pertenecen a la categoría C respectivamente” [7] cumpliendo así uno de sus objetivos específicos como lo es la optimización de la gestión de abastecimiento de los productos del almacén mediante modelos heurísticos de inventario haciendo que disminuya los costos totales de los artículos.

Este estudio está relacionado con esta investigación en el ámbito de la metodología utilizada puesto que es la misma a implementar para el desarrollo de esta investigación de tal forma que permita determinar el producto que tiene mayor demanda en la empresa, permitiendo así ubicarlo en zonas de mayor accesibilidad para generar mayor fluidez dentro de la bodega y que dichos productos tengan un tiempo de espera reducido hacia los usuarios.

Un segundo trabajo titulado “Modelo para el pronóstico de la demanda de agua potable aplicando modelos de inteligencia artificial en la portada del cantón Mira” donde su objetivo es de mejorar la planificación y la optimización en el uso de los recursos [8]. En esta investigación se evidencia el uso de cuatro inteligencias artificiales y el uso del programa Rstudio para codificar los modelos obteniendo así la mejor solución en cada caso y los errores de pronóstico en cada modelo. En conclusión “teniendo en cuenta los resultados obtenidos se determina que la demanda se va incrementando con el pasar del tiempo” [8] por lo tanto, la tendencia de consumo seguirá aumentando paulatinamente por lo que la organización debe considerar otras alternativas para poder satisfacer la demanda.

La indagación previamente aludida guarda correspondencia con la presente investigación, dado que se busca proyectar la demanda en una de las filiales de la importadora, con el propósito de reconocer los artículos que resulta imprescindible mantener disponibles para brindar el servicio o producto con mayor eficacia.

Una investigación que tiene como tema el Diseño de un sistema de gestión de inventarios presenta como objetivo un modelo de gestión de inventarios para un adecuado control del abastecimiento en el almacén por medio de metodologías y herramientas...[9] la metodología aplicada presenta una contextualización de la empresa, como por ejemplo el análisis FODA el cual se llevó a cabo mediante entrevistas a diferentes funcionarios dentro de la institución. Mediante la clasificación ABC se pudo determinar que “el 22.16 % de los artículos representan el 79,75 % del total de las ventas en (\$) y el resto de los artículos que es el 77.81 % representa el 20,25 % del total de ventas” [9].

La investigación mencionada anteriormente tiene gran similitud con el caso de estudio propuesto, en la investigación de diseño de un sistema de gestión de inventarios, utiliza metodologías y herramientas que sirven como partida para el desarrollo de este caso de estudio. Cabe mencionar que en la investigación los resultados obtenidos determinaron cuales son los productos que genera mayor ganancia y esto brindará un mayor enfoque en la resolución de nuestra problemática.

La investigación de Luis Valencia quién realizo una investigación sobre la “Implementación de un sistema de control de inventario en la empresa Ferretería Benjumea & Benjumea ubicada en el municipio de Cerete Córdoba” [10], donde se evidencia que el problema es la mala administración de los inventarios, dando lugar a una mala atención al cliente, pérdida de rentabilidad y por ende una planificación deficiente.

La metodología aplicada en este trabajo demuestra que ya no existe pérdidas de tiempo al momento de sacar el producto o cuando ingresa el producto a la empresa, además, se ha respetado tiempos de clientes incrementando así el ámbito económico, por otra parte, concluye que un buen manejo de control de inventarios puede deslindar de muchas pérdidas económicas a la empresa. Es decir que la factibilidad del estudio de control de inventarios proporciona a la empresa un porcentaje de fiabilidad para tener una mejora continua, puesto que reduciría costos, reduciría tiempos de despacho y sobre todo ofrecería un buen servicio.

En el trabajo de [11] con el tema de “Mejora de la gestión de inventarios mediante el sistema de costeo ABC para la empresa Génesis” muestra que al hacer uso de la metodología ABC se logra obtener los siguientes resultados “103 productos son categoría A que representan el 80 % de las ventas y requieren un balance del inventario constante para la toma de decisiones y gestión de su inventario y 1878 productos de la categoría C (productos de baja importancia) que representan un adicional al costo de almacenamiento”

Por lo tanto, la aplicación de la metodología ABC permite optimizar procesos y maximizar ganancias como por ejemplo en esta investigación se logra minimizar el costo de los inventarios en \$1137 anuales en costos logísticos. De esta forma se puede inferir que al hacer uso de esta metodología ABC se puede solventar la problemática del caso de estudio.

B. Bases teóricas

1) Teoría de inventario

Inventario: Consiste en constatar y administrar los insumos al interior de la organización, con el fin de cotejar las existencias registradas de los productos, posibilitando de este modo determinar si se han producido mermas o réditos [12].

El inventario permite tener un eficiente manejo de las operaciones, una producción adecuada para satisfacer la demanda y estandarizar los tipos de productos que tiene la empresa[13].

Stock: Hace referencia a almacenar el producto para posteriormente salir a la venta. El aprovisionamiento debe ser efectivo para satisfacer la demanda requerida [12].

Rotación de inventario: Hace referencia al crecimiento económico, al optimizar el tiempo de recuperación de inversión dentro del inventario [14].

Existen diferentes aspectos que promueven a la rotación de inventario dentro de la empresa, cabe mencionar que esto permite mantener el control de inventario y beneficiar a la entidad que lo realice, entre estos se tiene como ejemplo[15]:

- Disminución de tiempo en abastecimiento
- Elogio de proveedores que cumplan con los tiempos estipulados para mantener un mejor flujo dentro de la cadena de suministro.
- Adaptar el precio de venta para generar mayor ingreso a la empresa.
- Precisar el stock para satisfacer la demanda.
- Ajustar los precios competitivos.

- Abastecimiento continuo de productos o materias primas con diferentes proveedores.
- Consumir más productos.

Ventajas del inventario: El impacto de mantener inventarios en una empresa radica en que las operaciones adquieren un mayor grado de flexibilidad. Entre las principales ventajas asociadas a la gestión de inventarios, se destacan cuatro aspectos fundamentales: [16]

- El inventario permite caracterizar los elementos del proceso productivo, como ejemplo, si dentro de la empresa se contempla la llegada de artículos o productos que vienen de proveedores, al aplicar el inventario nos permitirá identificar que productos deberán salir primero o qué tipo de artículos servirán para la creación de elementos.
- Mediante el uso del inventario también se puede identificar el lapso con el que la empresa deberá abastecerse para cumplir con las oscilaciones que presente la demanda y así poder satisfacer las necesidades del cliente y no perder calidad en el servicio.
- El buen uso del inventario ayuda a generar pedidos de productos o materia prima en grandes cantidades de acuerdo al estudio que se realiza para cantidad de abastecimiento, procurando disminuir los costos por pedidos y aumentar el aprovisionamiento para satisfacer la demanda.
- Al mantener un buen inventario se evitará un desbalance económico, porque se podrá estandarizar los costos de los artículos o productos procurando que este valor no sea cambiante permitiendo un buen flujo de salida del producto y no perjudique a los ingresos económicos para la empresa.

Gestión de inventario: Es un proceso en el cual se debe determinar la cantidad y tipo de materia prima requerida para la elaboración de un producto final, además se atribuye a la disminución de costos por facilitar la venta de dicho producto [17].

Por lo tanto, hace referencia a la administración de inventarios con respecto a sus salidas y entradas de insumos, productos finales, o servicios.

Control de inventario: Hace referencia a las revisiones que se deben aplicar a los inventarios para tratar de evitar que sufran algún problema, deterioro o que por el paso de tiempo llegue a ser obsoleto generando así pérdidas para la empresa [18].

En efecto, el control de inventario es un proceso que permite dar seguimiento de los productos que están en Stock o almacenados en bodega, con el propósito de tener información sobre las entradas o salidas de productos de la empresa, procurando rotar el producto antiguo [19].

2) Costos asociados al inventario

Tabla I

TIPOS DE COSTOS ASOCIADOS AL INVENTARIO

| Tipo de costo | Concepto |
|----------------------------------|--|
| Costo por ordenar | Este costo hace referencia a la cantidad económica fija que se genera desde el momento en que se realiza el pedido, en el cual esta incorporado los costes de transporte, papeleo y en general todos los costos que se generan al hacer el pedido u orden [19]. |
| Costos de mantener el inventario | Hace referencia a los costos que se generan al mantener un inventario almacenado, el abastecimiento de inventarios, seguro contra hurtos, costo de obsolescencia y deterioro [20]. |
| Costo de quiebre de stock | Este costo se genera a partir del incumplimiento con la demanda o pedidos anticipados, por lo tanto, generan perdidas para la empresa debido a la insatisfacción de clientes por ende disminución de ventas y el costo por pedidos anticipados [21]. |
| Costo de capital | La atribución de activos implica su utilización para fines distintos, tales como inversiones orientadas al desarrollo competitivo en la industria o en el mercado [22]. |
| Costo de bienes obsoletos | Se hace referencia a aquellos productos que, debido al transcurso del tiempo y a las innovaciones en el mercado, quedan obsoletos en su temporada, lo que conlleva a la generación de pérdidas comerciales. Esto se debe a que el producto no logra alcanzar los niveles de venta esperados, o se ve en la necesidad de ofrecer descuentos para recuperar parcialmente los costos, lo que conlleva a la ausencia de utilidades. Además, se debe considerar el costo de almacenamiento, puesto que estos productos ocupan espacio en el almacén [23]. |

Coste de almacenamiento

Son los gastos que se generan por el mantenimiento de inventario dentro del almacén, debido a que ocupan el espacio de nueva mercancía o de mercancía rotativa que, si generan utilidades para la empresa, algunos de los factores que se incluyen en este coste son los de mantenimiento por mano de obra, servicios básicos o objetos de las instalaciones [24].

Costos del artículo

Es el valor económico que se genera al momento de producir el producto, hace referencia al costo de unidad por el tamaño de lote producido [15].

Costo por pérdidas en ventas

Se refiere a una baja económica que se produce cuando un cliente realiza un pedido y por falta de cumplimiento no se logra cumplir con esa demanda, ocasionando que el cliente cancele el pedido y por ende no se genere la venta y además que la empresa baja su estándar de calidad [25].

Costo por pedido pendiente:

Este fenómeno ocurre cuando un cliente realiza un pedido que incluye cantidades variadas de distintos productos. Como consecuencia, se generan costos asociados al transporte y al personal encargado de la recepción y entrega del pedido [25].

Nivel de servicio:

El nivel de servicio se define como la medida en que una organización planea atender las solicitudes de los clientes, es decir, satisfacer la demanda [26]. Este concepto se evalúa mediante la siguiente ecuación:

$$NS = \frac{\text{Unidades despachadas}}{\text{Unidades solicitadas}} \times 100$$

Nota: Conceptos de cada costo asociado al inventario, Adaptada de [27].

3) Tipos de demanda

Demanda: Es la cantidad de un bien o servicio por el cual un individuo está interesado en adquirir, ya sea en diferentes formas o precios [28].

Demanda dependiente: Este tipo de demanda hace referencia a que la demanda de un producto solo se genera cuando ya existe una demanda de otro producto, por lo tanto, solo existe esta demanda en base a otra [13].

Demanda independiente: A diferencia de la demanda derivada, no requiere la existencia o el consumo de otro producto. En esta clase de demanda se exigen los productos separadamente, por lo tanto, se pueden analizar y proyectar individualmente. Este es un punto de referencia en los ejercicios de pronóstico, ya que, su oscilación depende de factores externos como: mercado, tendencias de consumo o estrategias de la empresa[13].

Demanda regular: Hace referencia a un tiempo constante donde no existirá paros en la demanda

Demanda irregular: Es cuando la acumulación de datos no representa ningún tipo de predicción, por lo tanto, no se puede analizar el comportamiento de esta demanda.

Demanda estacional: hace referencia a variaciones en la demanda de un producto o servicio que ocurren en períodos específicos del año, influenciadas por factores como el clima, festividades o ciclos económicos [29].

Demanda creciente o decreciente: Hace referencia a que existen eslabones o picos altos y bajos en una trayectoria de tiempo.

4) Tipos de stock

Stock óptimo: Es el nivel adecuado de existencias para satisfacer la demanda y generar mayor utilidad a la empresa, es decir, es el equilibrio entre satisfacer la demanda y reducir los costos de almacenamiento [30].

Stock cero: Hace referencia a producto bajo pedido, que quiere decir que no existe ningún producto en stock y solo se elabora bajo pedido, esto hace que no se generen gastos en almacenamiento y que se emplee el Just inTime dentro de la empresa [31].

Stock Neto: Hace referencia a la diferencia entre la cantidad existente y la cantidad de pedido, es decir, el stock neto es el resultado de satisfacer una demanda y aun así, mantener un stock para otro pedido [32].

Stock Disponible: Hace referencia a la cantidad de producto existente y a la que se debe pedir para satisfacer la demanda, es decir, no satisface la demanda inmediatamente, pero otorga cierta cantidad para poder generar la salida de producto y así generar utilidades [33].

Stock de seguridad: Este tipo de stock siempre se encuentra almacenado y solo se utiliza en caso de emergencia para satisfacer una demanda, de igual manera luego de haber generado el pedido se regresa la cantidad ocupada para seguir manteniendo el mismo nivel de stock de seguridad [12].

5) Modelos de gestión de inventarios

Existencias: Hace referencia a los productos que se encuentran en el almacén o productos que están predestinados para los clientes que solicitan al momento cierta cantidad de producto [34].

La gestión de stock: se define como el conjunto de procesos y estrategias dirigidos a la planificación, control y optimización de los niveles de inventario en una organización. Su objetivo principal es asegurar la disponibilidad de los productos requeridos, reducir los costos asociados y preservar la eficiencia operativa [35].

El EOQ (Economic Order Quantity) es un modelo matemático empleado en la gestión de inventarios, cuyo propósito es establecer la cantidad óptima de pedido que minimiza los costos totales relacionados con el inventario. Los costos mencionados abarcan tanto los costos asociados al mantenimiento del inventario como los costos relacionados con la realización de pedidos [34].

El modelo EOQ, establece un equilibrio óptimo entre el tamaño de los pedidos y la frecuencia de las órdenes. Este enfoque permite una gestión eficiente de los recursos, minimizando tanto el riesgo de exceso de inventario como el de escasez. Este modelo se aplica de manera extensiva en organizaciones con el propósito de optimizar los procesos logísticos, reducir costos y mejorar la planificación operante.

LI-FO (Last in- first out): es una técnica de gestión de inventarios en la que los últimos artículos en ser incorporados al inventario son los primeros en ser retirados o utilizados. Este enfoque se aplica principalmente en la valoración de inventarios y el cálculo del costo de los bienes vendidos, reflejando los costos más recientes en los registros contables[36].

Este método se utiliza frecuentemente en contextos donde los precios de adquisición o producción fluctúan, y su objetivo es reflejar costos actuales en el cálculo de las utilidades, aunque puede generar un valor de inventario más bajo en comparación con otros métodos, como FIFO.

FI-FO (First in-First Out): Es un método de control de inventario y flujo de mercancías, donde lo primero que entra es lo primero que sale. Este método se utiliza para garantizar que los

productos se consuman o se vendan en el orden en que fueron comprados; es esencial en industrias donde los bienes tienen fecha de caducidad, como alimentos, medicamentos o perecederos.

El método FIFO aumenta la rotación de inventarios, reduce el riesgo de obsolescencia y garantiza la actualidad o frescura de los productos, en línea con las mejores prácticas de control logístico y operativo [36].

El método FE-FO (First Expired, First Out) se refiere a una estrategia de gestión de inventarios que establece que los productos con fechas de caducidad más próximas deben ser los primeros en ser retirados del almacén para su consumo o venta. Este enfoque busca optimizar la rotación de productos y minimizar el riesgo de pérdidas asociadas a la expiración de los mismos. Este enfoque prioriza la rotación de los artículos en función de su vida útil, lo que permite minimizar el riesgo de desperdicio asociado a la caducidad. De este modo, se asegura que los productos entregados o utilizados se encuentren en condiciones óptimas.

El método FEFO se emplea de manera significativa en sectores como el alimentario, farmacéutico y en la gestión de productos perecederos, donde la calidad y la seguridad de los bienes son aspectos fundamentales [36].

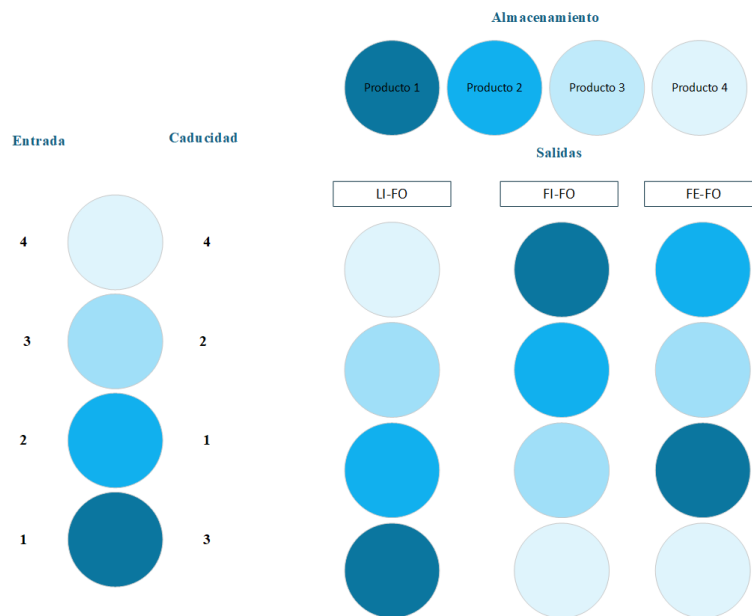


Fig. 1 Modelos de gestión de existencias

Nota: Descripción gráfica de procesos de gestión de existencias. Adaptada de [36]

Método de las 5s: El concepto de las 5S tiene su origen en Japón durante la década de 1950, como parte del esfuerzo por reconstruir y mejorar la industria manufacturera después de la

Segunda Guerra Mundial. Este enfoque fue desarrollado en el marco del sistema de producción de Toyota, bajo la filosofía de "mejora continua" (Kaizen) [37]. Las 5S se codificaron como una forma de mejorar el ambiente de trabajo y, por lo tanto, ser más productivo, con más calidad y más seguro, mediante la organización y estandarización de los procesos.

El nombre "5S" proviene de las iniciales de cinco palabras japonesas que resumen los pasos de su implementación. Cada una de estas palabras es un valor que busca establecer la disciplina en los lugares de trabajo [37].

Tabla II
FASES DE LA HERRAMIENTA 5S

| Seiri | Seiton | Seiso | Seiketsu | Shitsuke |
|---|---|--|---|--|
| <u>Clasificación:</u> Este principio consiste en distinguir entre los elementos necesarios e innecesarios en el entorno de trabajo, eliminando aquellos que no aportan valor al proceso. El objetivo principal es reducir el desorden, mejorar la eficiencia y evitar desperdicios. | <u>Orden:</u> Se enfoca en organizar de manera eficiente los elementos necesarios, asignándoles un lugar específico y accesible para facilitar su localización y uso. Este enfoque facilita la optimización del tiempo y la disminución del estrés vinculado a la búsqueda de materiales. | <u>Limpieza:</u> se debe mantener el área de trabajo higienizada y en buenas condiciones, para mejorar la presentación del local y mejorar la logística. Esto circunscribe el orden y la limpieza frecuente de materiales, equipos y áreas de trabajo. | <u>Estandarización:</u> Se refiere a fijar procedimientos y estándares precisos que favorezcan la continuidad de las prácticas de limpieza, orden y clasificación. Este paso asegura que las primeras tres "S" sean sostenibles en el tiempo. | <u>Disciplina:</u> Consiste en fomentar la autodisciplina y el compromiso de todos los integrantes de la organización para seguir las normas y estándares establecidos. Este principio busca consolidar un cambio cultural que garantice la mejora continua. |

Nota: Conceptos de cada fase de la herramienta, Adaptada de[37].

Análisis de clasificación ABC

El sistema ABC es una técnica de gestión de inventarios que se utiliza para clasificar y priorizar los productos o artículos en función de su importancia relativa en términos de valor, demanda o cualquier otro criterio significativo [38].

En el pasado, las empresas operaban bajo un modelo centrado en el almacenamiento masivo de miles de artículos, particularmente en el ámbito de la producción y la manufactura. En este contexto, solo un porcentaje mínimo de dichos artículos representaba un valor contable, debido a la falta de estudios adecuados que permitieran implementar un control eficiente de los inventarios [39].

Con el transcurso del tiempo, se desarrollaron técnicas que facilitaron un control más eficiente de los inventarios en las empresas manufactureras. En consecuencia, este tipo de análisis se emplea en la gestión de inventarios y el abastecimiento con el propósito de optimizar la asignación de recursos y mejorar de manera efectiva las operaciones relacionadas con los productos involucrados [23].

El análisis ABC se basa en el principio de Pareto, también conocido como la regla 80/20, que sugiere que un pequeño porcentaje de elementos contribuye a la mayoría de los resultados.

El análisis ABC se clasifica de la siguiente forma según[23]:

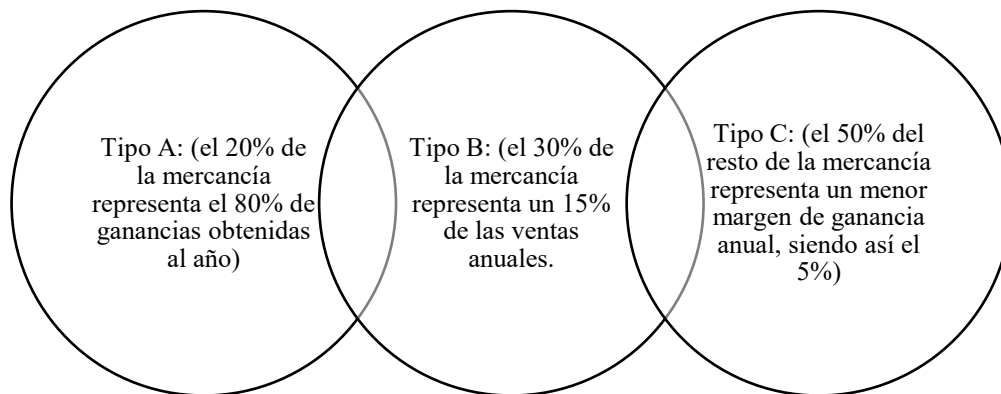


Fig. 2 Clasificación del análisis ABC

Nota: Composición de Análisis ABC. Adaptado de[23]

Tabla III
DESCRIPCIÓN DE PARÁMETROS ABC

| Tipo | Descripción |
|--------------------------------|--|
| Tipo A (alta prioridad): | Representa un pequeño porcentaje de los elementos, pero contribuye significativamente al valor total o a la demanda. Estos elementos son críticos para el éxito del negocio. |
| Tipo B (prioridad intermedia): | Constituye una proporción moderada de los elementos y contribuye de manera moderada al valor total o a la demanda. |
| Tipo C (baja prioridad) | Incluye la mayoría de los elementos, pero contribuye con una pequeña parte al valor total o a la demanda. Estos elementos son generalmente de menor importancia estratégica. |

Nota: Descripción de parámetros ABC [23]

El primer paso para aplicar el análisis ABC consiste en clasificar los artículos según criterios específicos, como mayor volumen de ventas, mayor valor económico o mayor demanda. Cada artículo cuenta con un valor contable, el cual se calcula multiplicando el costo unitario por la demanda anual de dicho artículo. Y de ahí se ordenan los artículos por precio.

Luego se hace una clasificación por orden de importancia a los productos en A, B o C, siendo los de tipo A a los que se les debe poner mayor atención, pues es necesario anticipar su demanda para satisfacer al cliente y maximizar las ganancias. En cambio, los productos tipo B y C requieren menos control[25].

De este modo, es posible mantener niveles de stock de seguridad más altos en este tipo de artículos sin incurrir en costos excesivamente elevados. En esos casos, no es ineludible poner en práctica sistemas sofisticados de control de inventarios, basta con una revisión observacional [39].

La clasificación de los elementos representa una herramienta fundamental para la toma de decisiones en la gestión de inventarios, así como en la planificación de la producción y en las actividades de compras y otras funciones relacionadas. Los elementos clasificados como Clase A

generalmente demandan un nivel superior de control y supervisión, en contraste con los elementos de Clase C, que pueden ser gestionados con una prioridad inferior [23].

Asimismo, es fundamental revisar y actualizar periódicamente la clasificación de los elementos, ya que las condiciones pueden variar con el tiempo. Factores como cambios en la demanda, los costos o las estrategias empresariales pueden alterar la importancia relativa de los diferentes elementos [38].

Diagrama de Pareto – Análisis ABC

El diagrama de Pareto es una herramienta gráfica utilizada para analizar y visualizar la importancia relativa de distintos factores dentro de un conjunto de datos. Se basa en el principio de Pareto o regla del 80/20, que establece que, en muchos casos, el 80 % de los efectos proviene del 20 % de las causas. Este diagrama combina un gráfico de barras y una línea que representa el porcentaje acumulado [26].

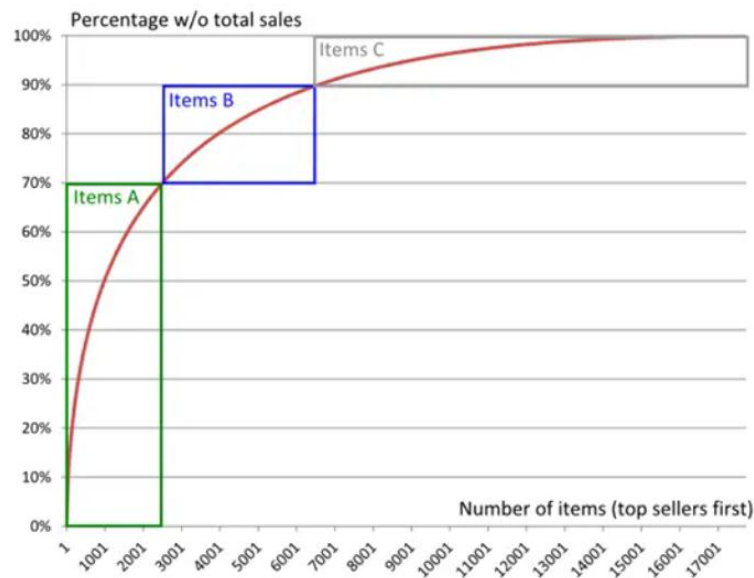


Fig. 3 Diagrama de Pareto-Análisis ABC

Nota: Extraída de [26]

Artículos Clase A: Corresponden al grupo principal que representa aproximadamente el 20 % de los productos, clasificados como "Pocos críticos". Estos requieren un alto nivel de servicio, generalmente entre el 96 % y el 98 %[26].

Artículos Clase B: Incluyen los productos siguientes, que abarcan entre el 20 % y el 30 % del total, clasificados como "Intercalase". Estos mantienen un nivel de servicio medio, típicamente en el rango del 91 % al 95 %[26].

Artículos Clase C: Comprenden los productos restantes, que constituyen entre el 50 % y el 60 % del total, clasificados como "Muchos triviales". Este grupo opera con un nivel de servicio más bajo, usualmente entre el 85 % y el 90 %[26].

6) Métodos heurísticos

El algoritmo Wagner-Whitin

Es un método matemático utilizado en la planificación y gestión de inventarios para resolver problemas de loteo dinámico. Fue desarrollado por Harvey M. Wagner y Thomson M. Whitin en 1958 como una herramienta para determinar el tamaño óptimo de los pedidos o lotes en un horizonte de planificación con demandas variables. Este algoritmo minimiza los costos totales asociados al inventario, incluyendo costos de pedido y costos de mantenimiento[40].

El objetivo principal del algoritmo es minimizar el costo total de operación en el horizonte de planificación, considerando los siguientes componentes[40]:

1. **Costos de pedido (C_o):** Costos fijos asociados a la emisión de cada orden.
2. **Costos de mantenimiento (C_h):** Costos variables relacionados con mantener unidades en inventario durante un período.
3. **Demanda por período (D_t):** Cantidad de unidades requeridas en cada período.

Formula:

El algoritmo utiliza una función de recurrencia para calcular el costo total óptimo $C(t)$ desde el período 1 hasta el período t , con la siguiente relación:

$$C(t) = \min \left[C(j-1) + C_o + \sum_{k=j}^t Ch \times \left(\sum_{m=j}^k D_m \right) \right]$$

Donde:

- $C(t)$: Costo total óptimo acumulado hasta el periodo t .
- $C(j-1)$: Costo acumulado hasta el periodo $j-1$.
- C_o : Costo de pedido al realizar una orden en el periodo j .
- C_h : Costo de mantener una unidad en inventario durante un periodo.
- D_m : Demanda en el periodo m .

Esta ecuación evalúa todas las combinaciones posibles de pedidos en los períodos j a t y selecciona aquella que minimiza el costo total.

Algoritmo de Silver–Meal

Es un método heurístico utilizado en la gestión de inventarios para determinar el tamaño óptimo de los lotes de producción o pedidos en un horizonte de planificación finito con demandas variables. Fue inventado por Edward A. Silver y Harlan C. Meal en 1973 como una forma heurística para minimizar el costo promedio por período en el tiempo en que se decide cuánto producir u ordenar [40]. Este algoritmo busca reducir la frecuencia de los pedidos manteniendo un equilibrio entre los costos de pedido y los costos de mantenimiento de inventarios.

El objetivo principal del algoritmo de Silver-Meal es minimizar el costo promedio por período, considerando[40]:

1. **Costo de pedido** El costo fijo asociado a realizar una orden.
2. **Costo de mantenimiento** El costo por mantener inventario durante un período.
3. **Demanda por período** La cantidad requerida en cada período.

Formula:

El algoritmo calcula el **costo promedio acumulado** ($P(k)$) de mantener un lote que cubra la demanda desde el período actual (t) hasta un período futuro ($t + k$):

$$P(k) = \frac{C_o + \sum_{j=1}^k (C_h * I_j)}{k}$$

Donde:

- $P(k)$: Costo promedio por período para cubrir la demanda de k períodos.
- C_o : Costo fijo de realizar un pedido.
- C_h : Costo de mantener una unidad en inventario durante un período.
- I_j : Inventario mantenido al final del período j .
- k : Número de períodos cubiertos con el lote actual.

El cálculo se detiene cuando $P(k+1) > P(k)$, es decir, cuando añadir un período más al lote incrementa el costo promedio por período.

7) Clases de pronósticos

Análisis de series de tiempo: Una serie tiempo es una secuencia de observaciones, medidos en determinados periodos del tiempo, ordenados cronológicamente y, espaciados entre sí

de manera uniforme, así los datos usualmente son dependientes entre sí. [41]. Estas series de tiempo están consolidadas por los siguientes componentes:

- **Tendencia:** Se puede definir como la dirección que toma la gráfica con respecto al paso de tiempo, en esta instancia puede ser tendencia ascendente, descendente o constante y todo depende a la relación que tiene con los periodos de tiempo que pueden ser a largo plazo, medio plazo o corto plazo [42].
- **Estacionalidad:** Hace referencia a que estos datos presentan una repetición de forma temporal ya sea semestral, mensual, etc. Por ejemplo, se presenta estacionalidad en las épocas de mayor demanda que usualmente son en fechas festivas a nivel mundial o del país como en el mes de diciembre o en época de ingreso a clases. Estos efectos son fáciles de entender y ser medidos [29].
- **Aleatoriedad:** Esta componente no se ajusta a ningún patrón de comportamiento predefinido, sino que representa el resultado de factores fortuitos o aleatorios que influyen de manera aislada en una serie temporal [43]
- **Estacionaria:** Una serie es estacionaria cuando es estable a lo largo del tiempo, es decir, cuando la media y varianza son constantes en el tiempo. Esto se refleja gráficamente en que los valores de la serie tienden a oscilar alrededor de una media constante y la variabilidad con respecto a esa media también permanece constante en el tiempo [41].
- **No estacionaria:** Son series en las cuales la tendencia y/o variabilidad cambian en el tiempo. Los cambios en la media determinan una tendencia a crecer o decrecer a largo plazo, por lo que la serie no oscila alrededor de un valor constante [41].

Promedio móvil simple: es una técnica estadística utilizada para suavizar las fluctuaciones a corto plazo y resaltar las tendencias a largo plazo o patrones en una serie temporal de datos. Este método calcula un valor promedio para un conjunto de datos en un período específico, y luego se desplaza a lo largo de la serie temporal para calcular nuevos promedios [44].

Usado en diversos campos, con la intención de suavizar las variaciones aleatorias para identificar mejor patrones o tendencias y así poder generar un análisis de datos para pronosticar.

Promedio móvil ponderado: La idea del promedio consiste en tomar N muestras, sumarlas y dividir las por N. El promedio es "móvil" cuando se recalcula cada vez que se obtiene una nueva muestra tomando las N muestras anteriores [45].

A diferencia del promedio móvil simple en lugar de dar igual importancia a todos los valores, en este se asigna un peso específico a cada valor, y el promedio se calcula multiplicando cada valor por su respectivo peso. Por lo tanto, Este método permite adaptar el promedio a situaciones en las que algunos datos pueden ser más significativos que otros en términos de la tendencia o el patrón que se está buscando analizar [45].

Suavización exponencial: Es una técnica utilizada para suavizar los valores y esa suavización se hace expresando el pronóstico de cada año como una combinación ponderada de dos cantidades: el valor de la variable real en el período anterior y el pronóstico hecho para ese año de la variable [46].

La suavización exponencial se puede ampliar para casos más complejos como la suavización exponencial doble y la suavización exponencial triple, para manejar series temporales con tendencias y patrones estacionales.

Análisis de regresión: Es un estudio estadístico que permite relacionar dos o más variables para de esta forma determinar la relación que se genera entre las variables para así poder encontrar la mejor línea recta que describe la relación entre las variables, de manera que se minimice la diferencia entre los valores observados y los valores predichos por el modelo [47].

C. Normativa Legal

Según Constitución de la República del Ecuador (2008) en el capítulo sexto designado Trabajo y producción, sección primera, menciona que las formas de organización de la producción y su gestión se consideran los siguientes artículos.

- **Art. 319.-** En el ámbito económico, se identifican diversas modalidades de organización de la producción, tales como las comunitarias, cooperativas, empresariales, ya sean públicas o privadas, asociativas, familiares, domésticas, autónomas y mixtas. El Estado fomentará modalidades de producción que aseguren el bienestar de la población, al tiempo que desincentivará aquellas prácticas que vulneren los derechos de los individuos o de la naturaleza. Asimismo, se promoverá la producción orientada a satisfacer la demanda interna y a garantizar una participación activa del Ecuador en el ámbito internacional.
- **Art. 320.-** En las diversas formas de organización de los procesos de producción se estimulará una gestión participativa, transparente y eficiente. La producción, en cualquiera de sus formas, se sujetará a principios y normas de calidad, sostenibilidad,

productividad sistémica, valoración del trabajo y eficiencia económica y social. En concordancia con lo citado, la Constitución del Ecuador se hace presente en las formas de organización de la producción para aportar con la economía del país, lo que trata de decir es que las empresas como se organizan y la importancia que se les da brindan seguridad para la ciudadanía

- Ministerio De Inclusión Económica Y Social, Acuerdo Ministerial 1257, Registro Oficial Edición Especial 114 de 02-abr.-2009, Estado: Vigente “Reglamento De Prevención, Mitigación Y Protección Contra Incendios”
- Código Orgánico De La Producción, Comercio E Inversiones, COPCI; Ley 0, Registro Oficial Suplemento 351 de 29-dic.-2010, Última modificación: 31-dic.-2019, Estado: Reformado.
- Instituto Ecuatoriano De Normalización; Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2266:2013 Segunda revisión “Transporte, Almacenamiento Y Manejo De Productos Químicos Peligrosos. Requisitos”
- En el oficio IESS-DG-2018-0352-OF, fechado el 19 de junio de 2018, el director general del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social solicita al Contralor General del Estado la inclusión de una Norma Transitoria en el Reglamento de Administración, Utilización, Manejo y Control de Bienes e Inventarios del Sector Público vigente. Esta solicitud tiene como objetivo permitir al Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social concluir con casos específicos en un plazo de un año. La implementación de esta norma transitoria se justifica en la necesidad de salvaguardar los inmuebles de la Institución y de recuperar recursos económicos que contribuyan al cumplimiento de los fines del IESS, así como a la finalización de los procesos de transferencia de dominio.

CAPITULO III

III. MÉTODOLÓGÍA

La investigación se fundamenta en un enfoque cuantitativo, dado que la recopilación y el análisis de los datos se llevan a cabo dentro de las instalaciones de la empresa. A través del análisis de la información obtenida, se pretende identificar de manera precisa los problemas existentes en la gestión y control de inventarios.

A. Tipo de investigación

1) Investigación Descriptiva

Este modelo de investigación se fundamenta en la descripción de las cualidades y características inherentes al estudio, con el objetivo de identificar los factores asociados al manejo y control de inventarios. Su propósito principal es comprender el comportamiento de dichos factores y detectar posibles deficiencias que puedan afectar el desempeño de la empresa.

2) Investigación Documental

Sustentada en una revisión bibliográfica de diversas fuentes de carácter investigativo, como libros, artículos científicos, documentos especializados y sitios de divulgación científica.

3) Investigación de Campo

Se llevó a cabo la recolección de datos cuantitativos correspondientes a la empresa Importadora de productos tecnológicos, utilizando como métodos principales la aplicación de encuestas y la revisión exhaustiva de las bases de datos históricas relacionadas con las ventas registradas en años anteriores al desarrollo de la investigación.

B. Método de Investigación

1) Método cuantitativo

Este método se basa en llevar a cabo un análisis objetivo fundamentado en datos numéricos o en procedimientos estadísticos. Dicho enfoque permite identificar predicciones o patrones de comportamiento relacionados con el problema planteado, contribuyendo a una comprensión más precisa y fundamentada de la situación analizada.

2) Método cualitativo

Se presenta la descripción detallada de las situaciones relacionadas con el problema de investigación, con el propósito de identificar el factor que podría estar originando dicho problema.

C. Técnica de Investigación.

1) Observación

Es una técnica donde el investigador se pone en contacto directo y detallado con fenómenos o comportamientos en su entorno natural, con el objetivo de recolectar información relevante para el estudio, sin intervenir ni modificar las condiciones existentes.

2) Entrevista

Enfocada hacia el personal con el fin de obtener una adquisición de información relevante y verídica del funcionamiento y direccionamiento de la empresa Importadora de Productos tecnológicos.

3) Encuesta

Es una técnica de investigación que consiste en la recopilación sistemática de información mediante la aplicación de cuestionarios estandarizados a un grupo de individuos, con el propósito de obtener datos relevantes sobre sus opiniones, percepciones, comportamientos o características específicas.

4) Reunión

Consiste en la realización de encuentros planificados entre grupos de personas para recopilar información, compartir ideas y analizar perspectivas relacionadas con un tema específico. Este método facilitó la interacción directa con el gerente y trabajadores permitiendo el intercambio de conocimientos y la obtención de datos cualitativos valiosos para el desarrollo del estudio.

D. Instrumentos

1) Base de datos

Los datos históricos de la empresa previos a la realización de la investigación.

2) Microsoft Office

El uso de Word para la redacción de la investigación, Excel para la elaboración de tablas. Visio para la elaboración de Mapas de procesos y Bizagi para elaboración de Flujogramas.

3) Metodología ABC

Enfocado en clasificar de manera óptima los productos del almacén de acuerdo con su valor económico del costo total de almacenamiento.

4) Smartphone

Utilizado para registrar fotografías de la situación inicial de la empresa en bodega y almacén de productos.

5) Programa Minitab

Un software estadístico enfocado para la realización de pronósticos de ventas que manejan dentro de la organización.

E. Resumen del marco metodológico

Tabla IV

RESUMEN DEL MARCO METODOLÓGICO

| Población y Muestra | Población: 580 Muestra: Productos de categoría A |
|--------------------------|--|
| Tipo de investigación | <ul style="list-style-type: none">• Descriptiva• Documental• Campo |
| Método de investigación | <ul style="list-style-type: none">• Cuantitativo• Cualitativo |
| Técnica de investigación | <ul style="list-style-type: none">• Observación• Entrevista• Encuesta• Reunión |
| Instrumentos | <ul style="list-style-type: none">• Base de datos• Microsoft office• Metodología ABC• Smartphone• Programa Minitab |

Nota: Elaboración propia

F. Situación actual de la empresa

1) Descripción de la empresa

La empresa Importadora Rodríguez - Tecnología y Seguridad al Alcance de Todos, inició su trayectoria en diciembre del año 2018. Está ubicada en la ciudad de Ibarra, Ecuador, el pilar fundamental es en la importación, fabricación y distribución de soluciones tecnológicas avanzadas para la seguridad y automatización. Desde sus inicios, han trabajado con un enfoque en la calidad, la innovación y la satisfacción de los clientes, ofreciendo productos y servicios que protegen y modernizan hogares, negocios e industrias.

Los productos y servicios incluyen:

Tecnología Electrónica: Equipos y dispositivos de vanguardia para múltiples aplicaciones.

Cámaras de Seguridad (CCTV): Sistemas de videovigilancia modernos, ideales para monitoreo eficiente en tiempo real.

Alarmas de tipo electrónico: Medidas de seguridad para impedir intrusiones, emergencias y resguardar activos.

Cercos eléctricos: Protección a lo largo del perímetro con tecnología fiable y de alto rendimiento.

Viviendas inteligentes (domótica): Automatización para supervisar la seguridad, el termostato, las luces y más desde cualquier sitio, lo que hace tu hogar más eficiente y confortable.

Producción e importación de complementos: Artículos hechos a medida y de calidad superior para mejorar nuestras soluciones en tecnología.

Destacándose por su compromiso que, no solo se basa en ofrecer productos, sino soluciones integrales adaptadas a las necesidades de cada cliente. Se destacan por nuestra asesoría técnica, atención personalizada y soporte posventa. El objetivo es ser un socio estratégico para quienes buscan integrar la tecnología en su vida diaria y mejorar su seguridad.

2) Logotipo



Fig. 4 Logo de empresa

La empresa opera de manera legal bajo la titularidad de su propietario, Diego Rodríguez. El lema empresarial, " Tecnología y Seguridad al Alcance de Todos ", destaca su compromiso con la calidad y su especialización en el productos y servicios de seguridad tecnológica.

3) Ubicación

En el año 2018, la empresa estableció una sucursal en la Av. Jaime Rivadeneira 5-50 y Pedro Moncayo. Además, cuenta con su matriz en la Av. Teodoro Gómez y calle Simón Bolívar.

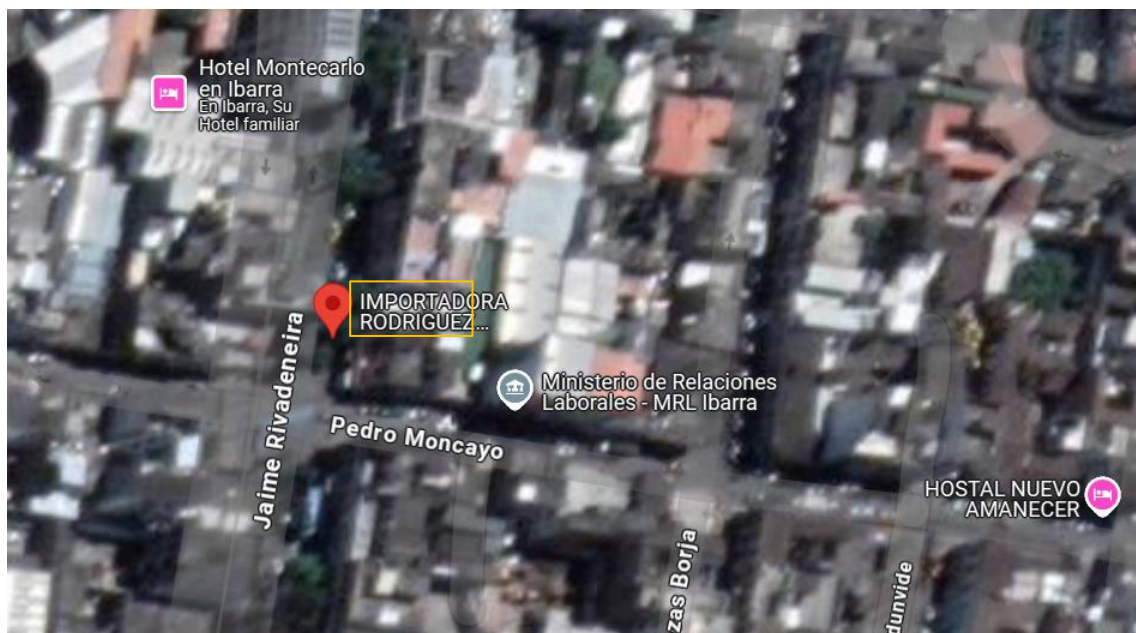


Fig. 5 Ubicación Geográfica

4) Misión

Proveer soluciones tecnológicas innovadoras y accesibles para la seguridad del hogar, brindando tranquilidad a nuestros clientes mediante productos de alta calidad. Nos comprometemos a ofrecer un servicio personalizado y confiable, asegurando que cada hogar esté protegido con tecnología de vanguardia.

5) Visión

Ser la empresa líder en soluciones tecnológicas de seguridad para el hogar en el mercado, reconocida por nuestra innovación, calidad y compromiso con la satisfacción del cliente. Aspiramos a hacer de la seguridad accesible para todos, adaptándonos a las necesidades cambiantes de cada hogar y contribuyendo al bienestar de las familias en todo momento.

6) Datos generales

Tabla V

DATOS GENERALES DE LA EMPRESA

| | |
|------------------------|---|
| Nombre de la empresa | Importadora Rodríguez |
| Dirección | Av. Jaime Rivadeneira 5-50 y Pedro Moncayo |
| Ciudad | Ibarra |
| Provincia | Imbabura |
| Contacto | 099 738 5950 |
| E-mail | importadorarodriguezec@gmail.com |
| Representante general | Ingeniero Diego Rodríguez |
| Actividad económica | Importación y venta de productos tecnológicos |
| Número de trabajadores | 6 |

Nota: Datos generales. Elaboración propia

7) Organigrama

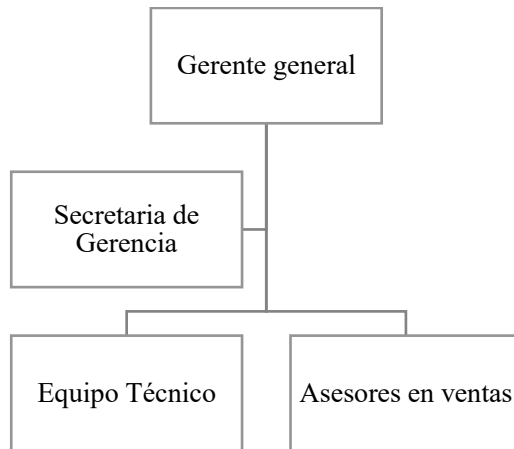


Fig. 6 Estructura organizacional

Actualmente en la sucursal de la calle Jaime Rivadeneira se encuentra organizada de esta forma, donde se encuentra un asesor en ventas, quien se encarga de realizar la venta y entregar los productos requeridos por el cliente, por otra parte, se encuentran los técnicos que ofrecen el servicio de instalación de los sistemas de seguridad en las casas.

Tabla VI

DISTRIBUCIÓN DEL PERSONAL

| Cantidad | Cargo | Función |
|-----------------|--------------|---|
| 1 | Gerente | Se encarga de establecer relaciones con proveedores internacionales, negociar precios y condiciones de compra. Es un profesional con una visión estratégica, habilidades comerciales y una profunda comprensión del mercado tecnológico. Su objetivo principal es garantizar la rentabilidad de la empresa y la satisfacción de los clientes. |
| 1 | Secretaria | Se encarga de organizar y mantener actualizada la documentación de la |

| | | |
|---|----------------|--|
| | | <p>empresa, incluyendo contratos, facturas y reportes. Es una profesional muy organizada y eficaz, con habilidades de gestión y comunicación excepcionales, que ayuda a la prosperidad de la compañía al proporcionar un apoyo administrativo completo al gerente.</p> |
| 2 | Vendedor | <p>El vendedor es responsable de proporcionar a cada cliente un servicio personalizado y de alta calidad, respondiendo a sus necesidades, exponiendo los productos de una manera clara y convincente, finalizando la venta estableciendo relaciones duraderas con los clientes y apoyando el desarrollo de la empresa.</p> |
| 3 | Equipo técnico | <p>Su función principal es la de configurar, instalar y poner en marcha los equipos tecnológicos adquiridos en la empresa. Realizar pruebas exhaustivas para verificar el correcto funcionamiento de los equipos y solucionar cualquier problema que pueda surgir.</p> |

Nota: Elaboración propia

8) Diagrama SIPOC

Mediante un diagrama SIPOC se ha ilustrado el flujo de actividades que conforman la cadena de suministro de la importadora de productos tecnológicos. Este esquema facilita la identificación clara de los proveedores, los procesos internos y los clientes, quienes se reconocen como los actores principales dentro de este flujo constante.

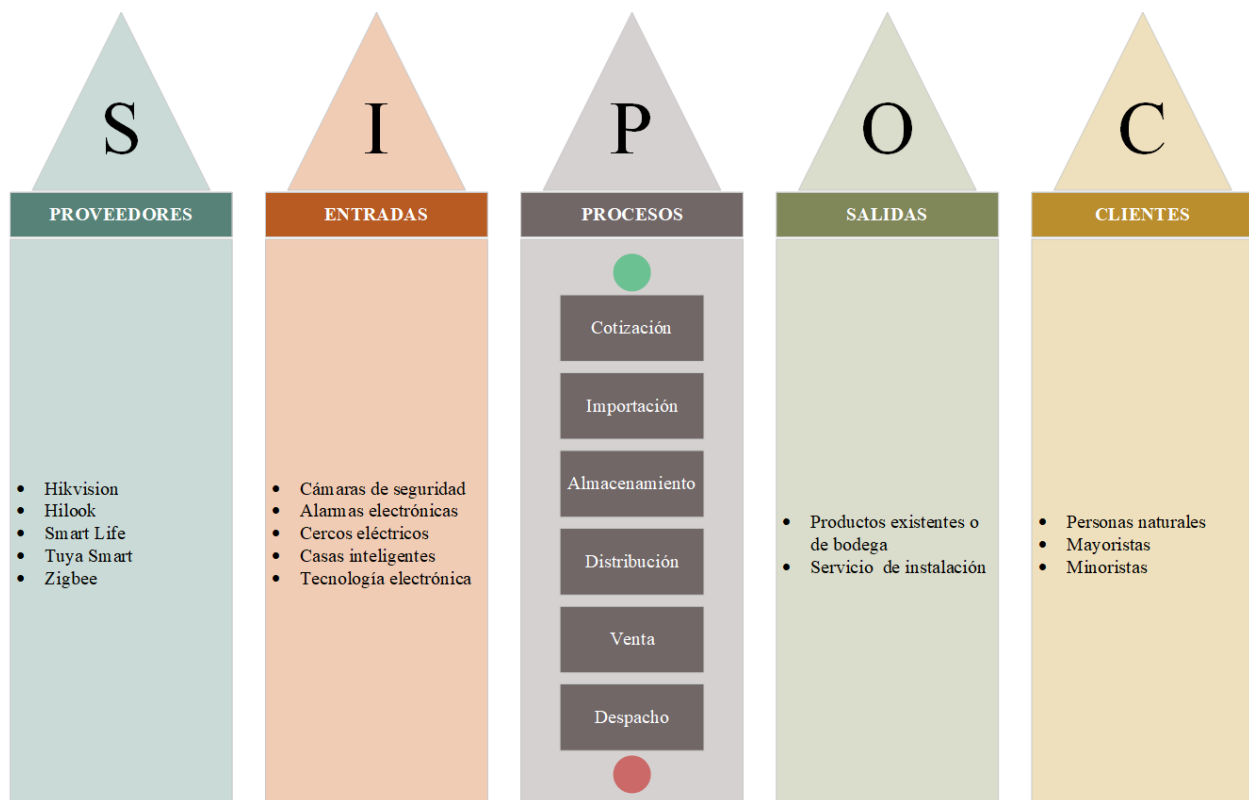


Fig. 7 Diagrama SPOC

Nota: Elaboración propia

9) Mapa de procesos

El análisis del diagrama de procesos permitió determinar que el ciclo de vida de estos productos inicia con la adquisición de bienes y concluye con su comercialización, sin incluir etapas de producción, dado que no se lleva a cabo dicho procedimiento.

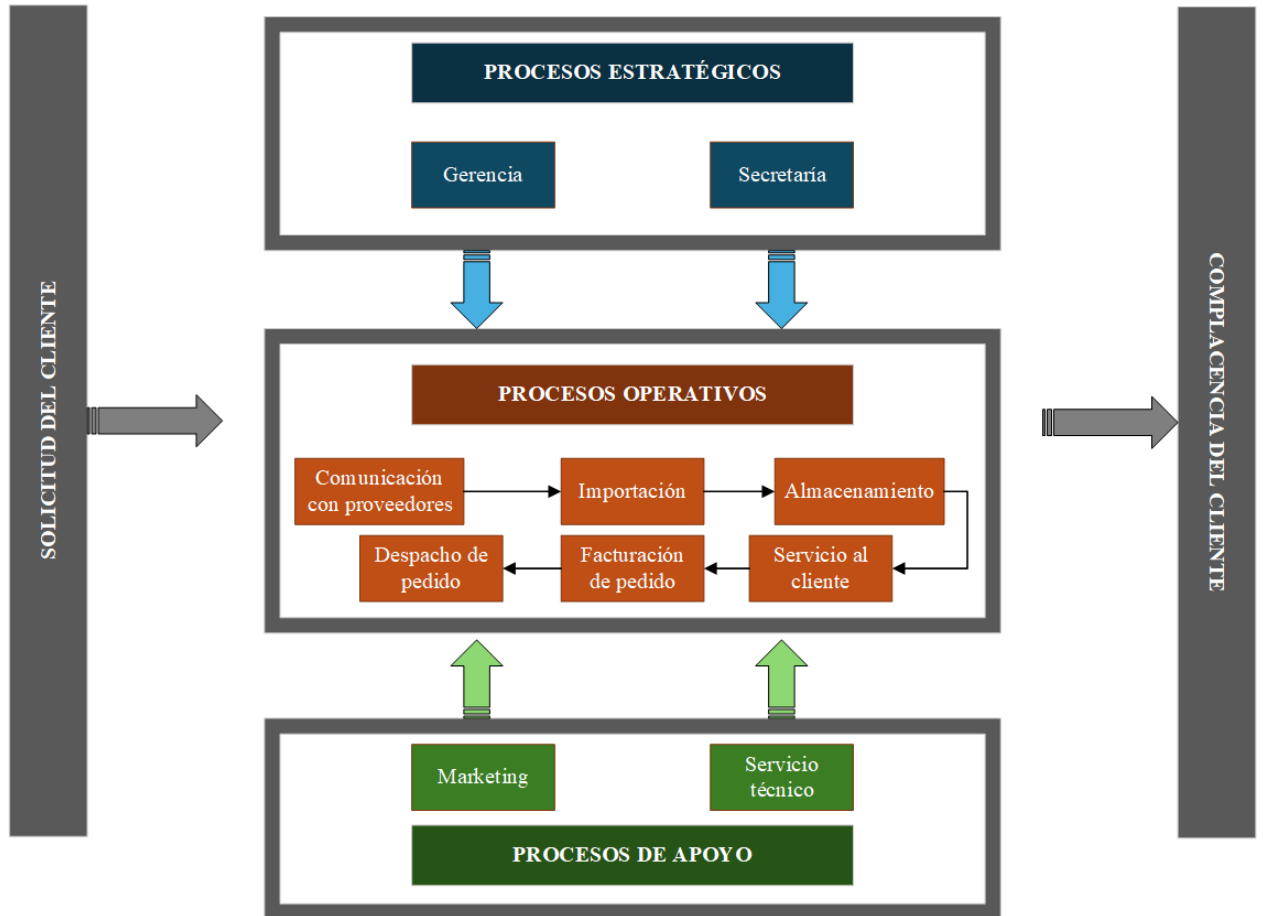


Fig. 8 Mapa de Procesos

Nota: Elaboración propia.

10) Procesos de Importación

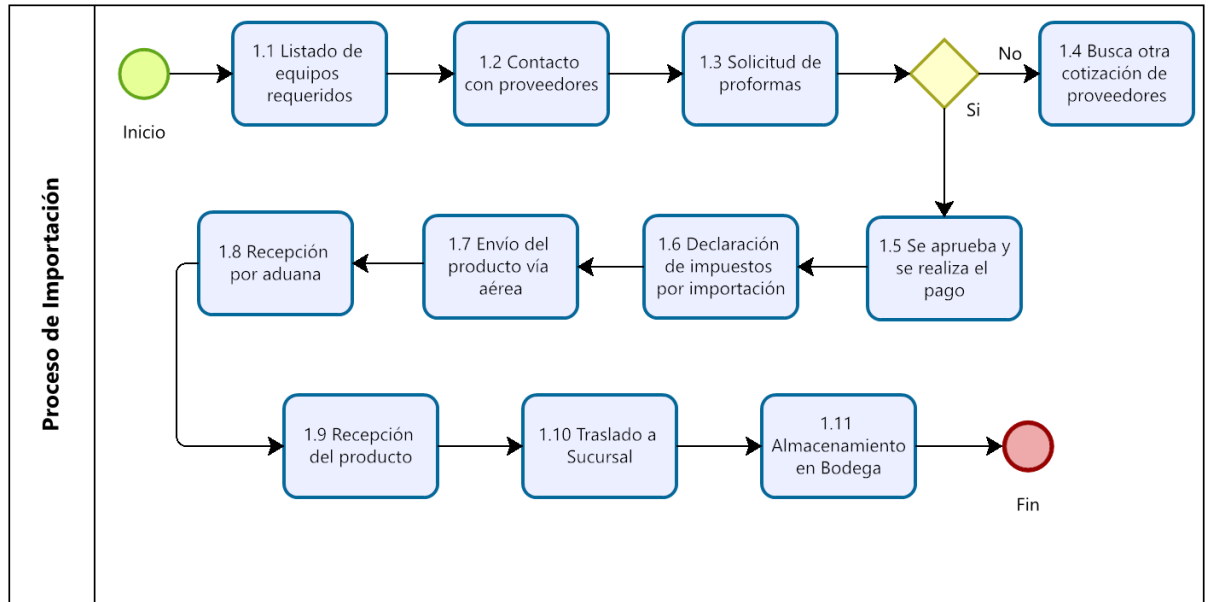


Fig. 9 Diagrama de flujo de Proceso de Importación

Nota: Elaboración propia

11) Procesos de ventas

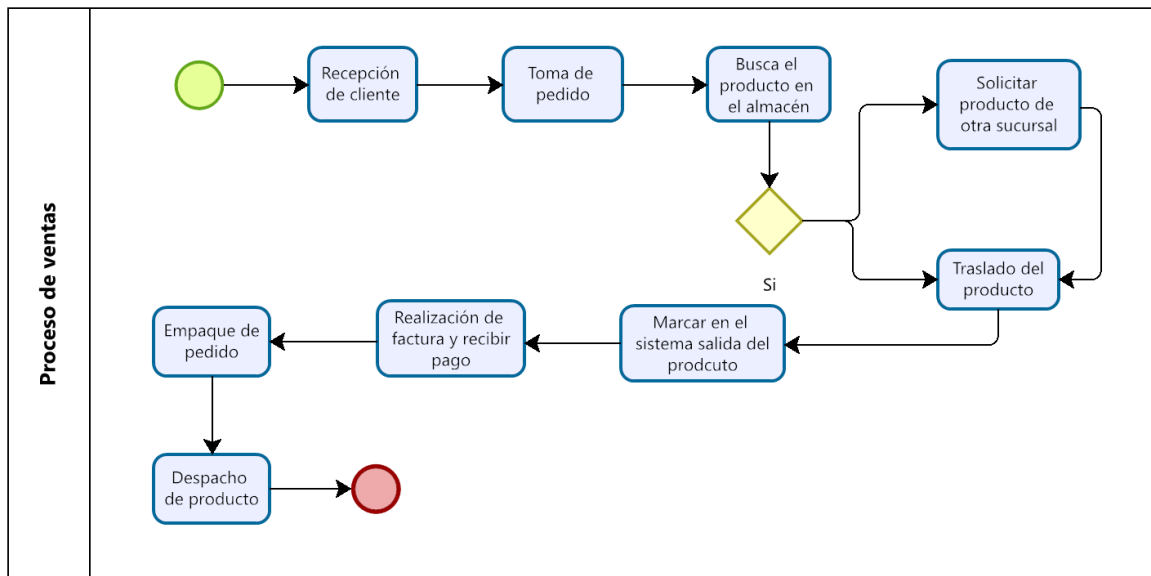


Fig. 10 Diagrama de Flujo de Proceso de Ventas

Nota: Elaboración propia

G. Análisis del problema

1) Entrevista

El objetivo de la entrevista, como técnica de investigación cualitativa, es evaluar el grado de madurez del sistema de gestión de inventarios en Importadora Rodríguez. A través de esta entrevista, se busca recopilar información detallada sobre las prácticas actuales de control y administración de existencias en el almacén, así como analizar los procesos y procedimientos implementados en la sucursal seleccionada para este estudio.

Para obtener una visión integral de la situación, la entrevista fue aplicada tanto al gerente como al vendedor de la empresa. Como resultado del análisis, ambas partes coincidieron en la identificación de los siguientes inconvenientes:

Visibilidad limitada del inventario es uno de los principales problemas en la gestión de inventarios en las PYMES comercializadoras. En muchas ocasiones, no se tiene información confiable y en tiempo real de las cantidades precisas de cada artículo en el almacén principal, en tránsito o en las sucursales. Por lo tanto, aunque se conozca el total de las existencias, a menudo no se sabe dónde están, lo que provoca una falta de coordinación entre la casa matriz y las sucursales. Esta falta de un sistema de seguimiento hace que no se puedan localizar rápidamente los productos más vendidos, lo cual causa demoras en la atención al cliente, ineficiencias operativas y pérdida de tiempo; todo esto tiene un impacto negativo sobre la satisfacción del cliente y la productividad.

El retorno de productos no siempre permite saber con exactitud qué productos están siendo devueltos y en qué condiciones, lo cual dificulta la administración del inventario y puede acarrear gastos extra. Esto se debe a que no existe una reorganización en el inventario cuando ya sale el producto del almacén. Las devoluciones no gestionadas adecuadamente pueden distorsionar los datos de inventario y generar una imagen errónea de la disponibilidad de productos.

Pedidos internos entre sucursales, cuando una sucursal necesita un producto de otra, la coordinación de estos movimientos implica pérdida de tiempo y generar retrasos en la atención a los clientes, por lo cual, en ocasiones se convierte en una pérdida económica por el hecho de no tener el producto requerido en el lugar donde acude el cliente.

Productos Obsoletos, debido a la rápida evolución tecnológica hace que algunos productos se vuelvan obsoletos rápidamente, lo que genera un riesgo de sobre inventario y pérdidas económicas.

De acuerdo con el gerente y el vendedor se estima que algunas marcas de cámaras de seguridad aún permanecen en stock por lo que ocupan espacio en el almacén y generan costos de almacenamiento innecesarios puesto que, este espacio podría ser ocupado con la mercancía de tecnología actual.

2) Encuesta

Se aplicó una encuesta basada en el ciclo **PHVA** (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar), con el propósito de identificar las problemáticas existentes en el control de inventarios. Por lo tanto, se realizó una serie de preguntas orientadas a determinar el grado de cumplimiento de los factores clave en el control de inventarios, fundamentales para una gestión eficiente. Se llevó a cabo la evaluación correspondiente que se encuentra en la sección de Anexos.

Cómo resultado, la aplicación de esta herramienta permitió identificar las deficiencias puesto que permitió analizar el cómo mejorar la eficiencia operativa en el área de almacenamiento, facilitando así una gestión más precisa y efectiva de los recursos.

El Anexo 1 muestra las preguntas realizadas, acorde a esto se presenta una gráfica donde muestra el resultado obtenido sobre los factores que afectan al control del inventario.

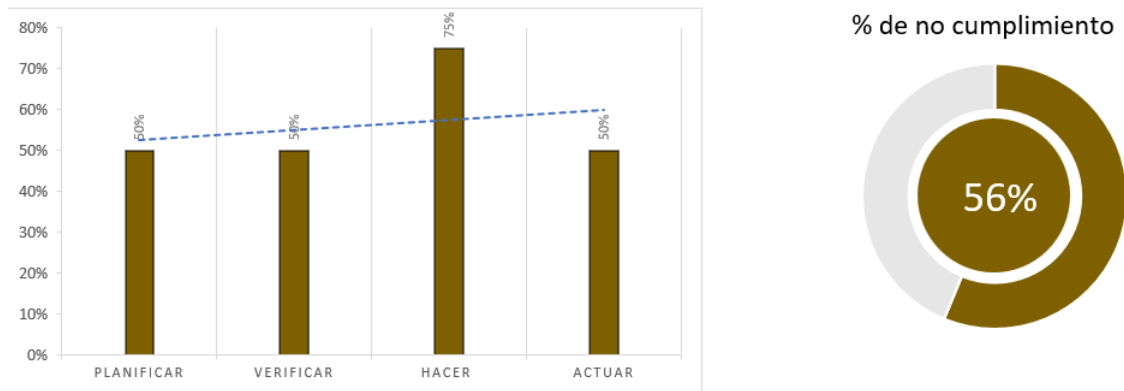


Fig. 11 Gráfica de resultados de encuesta

Nota: Elaboración propia

Mediante las gráficas se puede evidenciar que el proceso de control de inventario tiende a tener un déficit en cada eslabón del PHVA, no obstante, existe una tendencia ascendente en la fase de Hacer, indicando que esta etapa es la más crítica y presenta mayores dificultades en el proceso evaluado. Por otra parte, gráfico de anillo refleja el promedio de 56% de incumplimiento global, lo que indica que más de la mitad de los procesos evaluados presentan fallas.

El diagnóstico realizado al gerente de la empresa muestra significativamente que no se está llevando un control en el inventario y que se deberá reforzar estrategias y planificaciones al momento de abastecerse de productos, por lo que el gerente comenta que existe desconocimiento sobre las técnicas de gestión del inventario, como por ejemplo el algoritmo Wagner-Whitin y Algoritmo de Silver–Meal, puesto que podrían resultar convenientes dentro de la empresa, dado que no se gestionan productos perecederos, pero sí existe el riesgo de obsolescencia debido al constante avance tecnológico.

3) Brainstorming con enfoque al control de inventario

Para lograr una comprensión precisa del sistema de inventarios, se dispuso a realizar el Brainstorming para identificar las principales deficiencias, de esta forma se podrá desarrollar estrategias de mejora que optimicen la eficiencia en la administración de existencias.

El Brainstorming fue realizado juntamente con el gerente y los encargados de despacho de productos mismo que se encargan de la venta. Dicho esto, se puede evidenciar diversas problemáticas que afectan la eficiencia operativa y la gestión de existencias en una empresa, las cuales pueden ser corregidas desde el punto central que es la identificación de disponibilidades en stock para que así se pueda importar solo lo necesario y eliminar los productos obsoletos.

Este proceso de lo desarrolló gracias a la participación del gerente y personal de la empresa, quienes expresaron sus percepciones y experiencias sobre los procesos de control actuales, para identificar los posibles problemas o limitaciones que presenta este sistema al momento de efectuar procesos y despachar productos. Tras la obtención de estos datos, se establecieron estrategias de mejora enfocadas en la optimización de la gestión de inventario, reducción de costos, orden de bodega y mejoramiento de las capacidades de respuesta frente a la demanda del mercado.

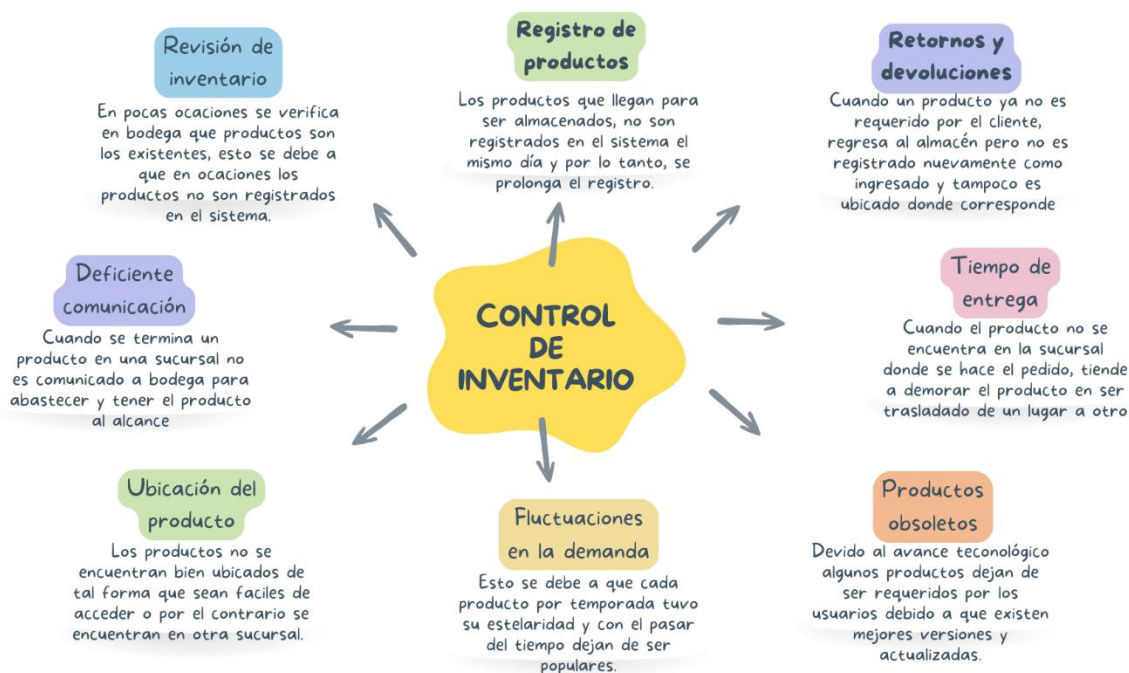


Fig. 12 Brainstorming

Nota: Elaboración propia

Según la participación de los trabajadores, la implementación de un sistema de gestión de inventarios eficiente resulta fundamental para optimizar el flujo de productos, reducir errores y garantizar la disponibilidad adecuada del stock. Para ello, es imprescindible adoptar las siguientes acciones estratégicas:

- Ejecución de auditorías internas periódicas para verificar la exactitud de los registros y detectar posibles inconsistencias.
- Mejora de la distribución de los productos y del espacio de almacenamiento, lo que permite un acceso fácil a los artículos más demandados y maximiza la eficiencia.
- Puesta en marcha de instrumentos de pronóstico de la demanda, modificando los niveles de inventario y evitando el exceso o la escasez de productos.

Si se implementan estas mejoras, se podrá disminuir el gasto operativo, optimizar los procedimientos y conseguir una administración más eficaz del inventario en la compañía.

4) Ishikawa con enfoque al control de inventario

El diagrama de Ishikawa, que también se conoce como diagrama de causa-efecto, es útil para examinar las razones que generan ineficiencia en la gestión de inventarios. Con esta herramienta se identificaron y organizaron las causas fundamentales que impactan el control de inventarios, observando cómo los factores vinculados a procesos, personal, métodos, materiales y gestión tecnológica afectan los resultados operativos. Esta investigación es un instrumento para tomar decisiones estratégicas que permitan mejorar de manera constante y optimizar el sistema de inventarios en la PYME que comercializa productos tecnológicos.

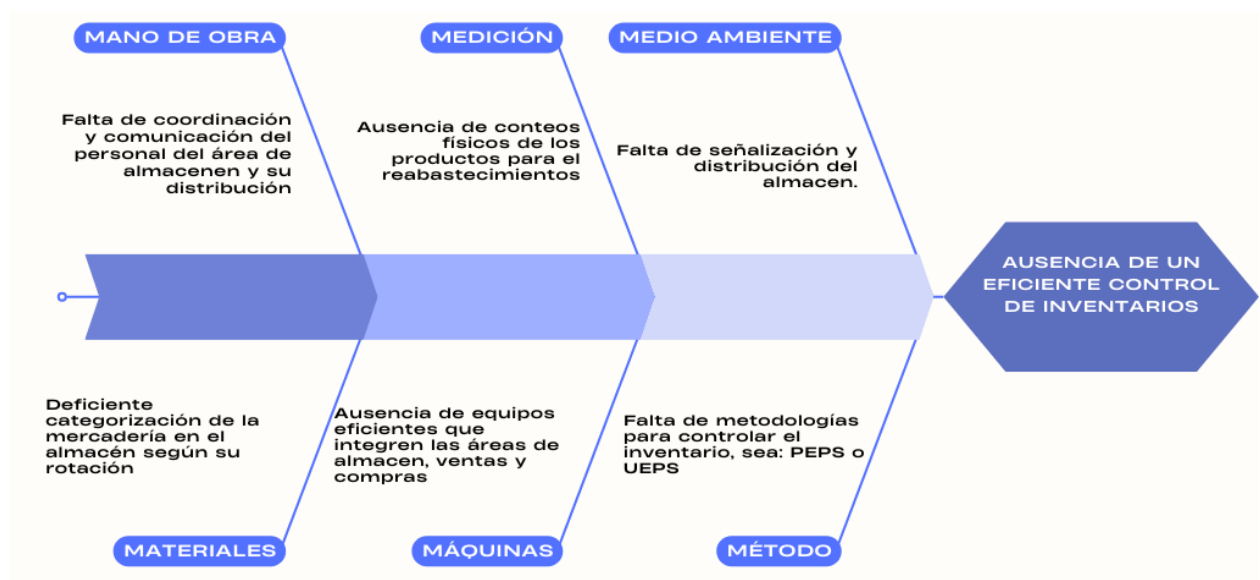


Fig. 13 Diagrama Ishikawa

Nota: Elaboración propia

Se evidenció que las deficiencias en el sistema de inventarios responden a múltiples factores. Para mitigar estas ineficiencias, se proponen las siguientes estrategias:

- Mejorar la comunicación y capacitación del personal, asegurando que todos los colaboradores comprendan y apliquen correctamente los procedimientos de gestión de inventarios.
- Estandarizar los procesos de recepción, almacenamiento y despacho, con el fin de garantizar uniformidad, reducir errores y optimizar la trazabilidad de los productos.

La aplicación de estas estrategias permitirá fortalecer el control de inventarios, mejorar la eficiencia operativa y garantizar un abastecimiento más preciso y confiable.

5) Observaciones

Con la finalidad de hacer un control de Inventarios y corroborar lo que se ha mencionado hasta el momento, se realizó una observación de los productos que existen en la empresa. Se pudo evidenciar que “TUYA SMART” representa pérdidas para la empresa, el valor es de \$2,100, esto se debe a que el producto presentaba defectos y además quedaban obsoletos por la actualización de la tecnología:

Tabla VII
OBSERVACIONES Y PERDIDAS ECONOMICAS

| | Periodos | Marca | Producto | Año | Cantidad | Precio | Pérdidas |
|----------------------------|----------|---|---------------------------------------|------|----------|-----------|-----------|
| Observaciones generales | 1 | | Cámaras exteriores | | 12 | \$ 80.00 | \$ 960.00 |
| | 2 | | Cámaras interiores | | 8 | \$ 45.00 | \$ 360.00 |
| | 3 | Tuya Smart | Cerraduras inteligentes | 2021 | 4 | \$ 120.00 | \$ 480.00 |
| | 4 | | Interruptores inteligentes con neutro | | 6 | \$ 25.00 | \$ 150.00 |
| | 5 | | Focos inteligentes | | 10 | \$ 15.00 | \$ 150.00 |
| | 6 | Cuando se recibieron productos de importación, nunca se realizó la inspección de calidad y cantidad y tampoco se hizo el registro al sistema. | | | | | |
| | 7 | Ciertos productos no están registrados por tal motivo no es seguro saber si hay ganancias o pérdidas debido al titubeo del precio al cliente. | | | | | |
| | 8 | En bodega no existe organización alguna lo que representa un difícil acceso a los productos. | | | | | |

Nota: Elaboración propia

H. Repartimiento

1) Layout en planta de las sucursales

En la figura 14 se muestra el layout de la Matriz y la Sucursal de la empresa de la cual se está realizando el estudio:

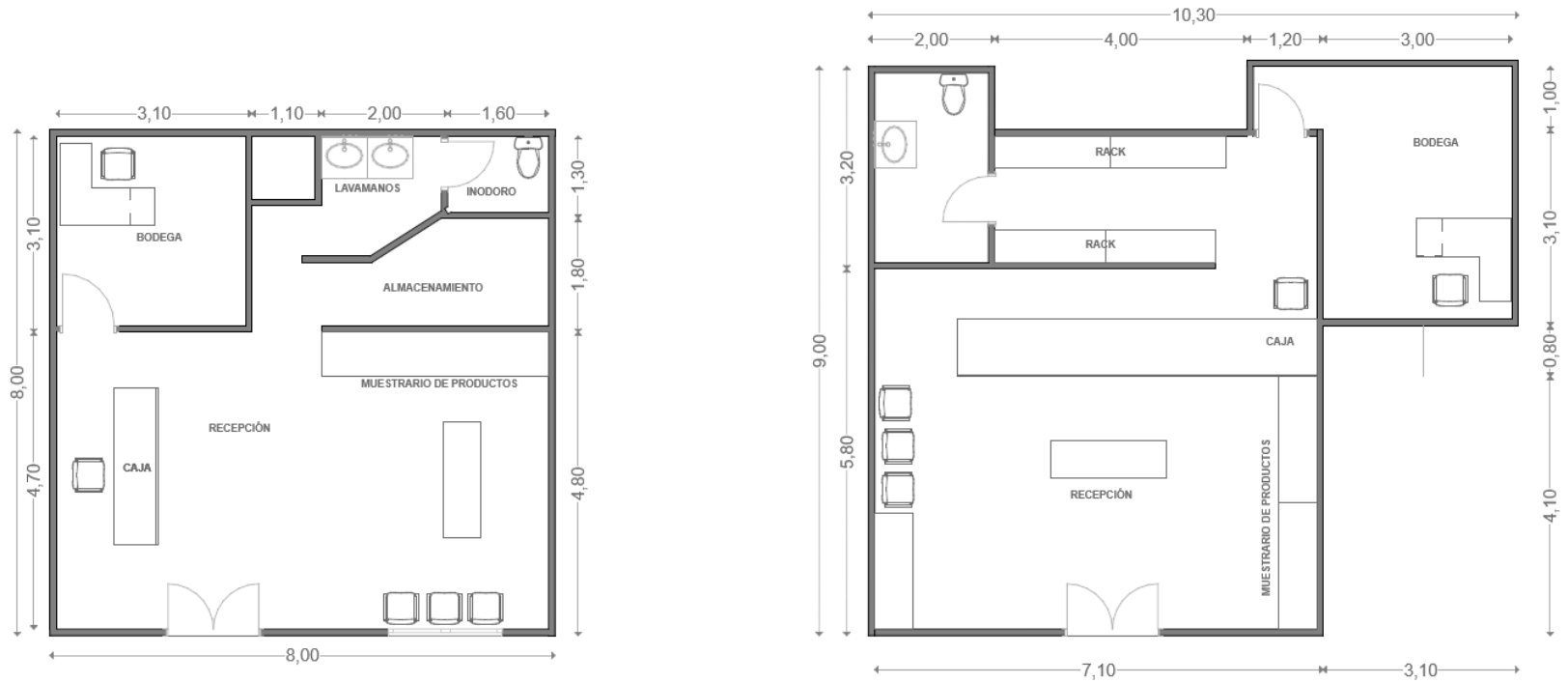


Fig. 14 Distribución en planta de las sucursales

Nota: Elaboración propia

Modelado 3D:

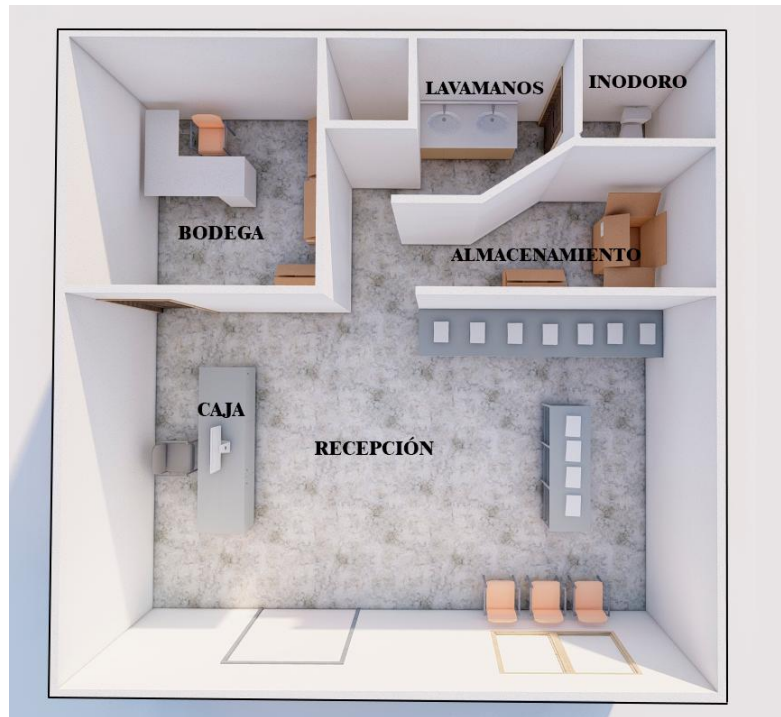


Fig. 15 Modelado 3D de la matriz de la empresa

Nota: Elaboración propia



Fig. 16 Modelado 3D de la sucursal de la empresa

Nota: Elaboración propia

La mayor parte de los productos son exhibidos en los mostradores y en las estanterías de al rededor, los demás productos son guardados sin ningún uso del rack en bodega, solo se mantienen en cajas, al igual que los demás accesorios. Cabe mencionar que la empresa no mantiene un orden dentro de bodega debido a que todo se encuentra en cajas desordenadas y sin limpieza.

2) Almacenamiento

La empresa cuenta con 580 productos, la mayor parte de los productos se encuentran en exhibición en el almacén con el propósito de exponer al cliente la variedad de productos que pueden ofrecer, cabe mencionar que la bodega que tiene la empresa no se encuentra organizada de ninguna manera, además no se cuenta con racks dentro de bodega, los productos son almacenados conforme llegan de importación, es decir en cajas.

3) Clasificación por medio de metodología ABC

En la empresa la ineficiente distribución en el almacenamiento de los productos ha hecho que en ocasiones se generen pérdidas económicas debido al tiempo que toma en entregar el producto al cliente, esto se debe a que no existe organización en las bodegas haciendo que los productos sean difíciles de acceder y cuando un producto se solicita de otra sucursal, existen retrasos al momento de entregar el producto hacia dicho destino.

Dicho esto, con el objetivo de optimizar el equilibrio en los productos más relevantes de la empresa, se realizó una filtración del inventario tomando en cuenta diversos criterios, entre ellos la discontinuidad tecnológica que se tiene de stock. La clasificación ABC, como se muestra en la Tabla VII, categorizó los productos en función de su importancia y contribución a la rentabilidad. Después de este análisis, se analizó específicamente la familia A, determinando cuáles eran los productos más rentables para la empresa. El análisis ABC dio como resultado diecisiete artículos que representan la mayor parte del valor del inventario y en los cuales la gerencia debe poner mayor atención.

Tabla VIII
CLASIFICACIÓN ABC-PARETO

| Rango | %Max | Productos en el rango | Inversión de rango | %total de productos | %total de inversión |
|--------------|-------------|------------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|
| A | 80% | 28 | \$ 191,660.94 | 52% | 80% |
| B | 95% | 16 | \$ 36,077.20 | 30% | 15% |
| C | 100% | 10 | \$ 12,183.48 | 19% | 5% |
| Total | | 54 | \$ 239,921.63 | | 100% |

Nota: Elaboración propia

El análisis de Pareto indica la concentración de la inversión en pocos productos de alta rotación y costo. En la categoría A se muestran 28 productos estratégicos que representan el 80% de la inversión total, los cuales requieren de un control riguroso. En la categoría B se encuentran 16 productos de rotación media, que representan el 15 % de la inversión y son artículos que deben revisarse con frecuencia. Finalmente, la categoría C, se hallan 10 productos de consumo común que equivalen al 5 % de la inversión, por lo que su control puede ser más relajado. Confirmando así que, que una pequeña parte del inventario genera la mayor parte del valor económico y, por lo tanto, los esfuerzos de administración se deben enfocar en los artículos A para maximizar los recursos y la rentabilidad de la empresa.

Mediante los datos obtenidos del análisis ABC se realizó un diagrama Pareto

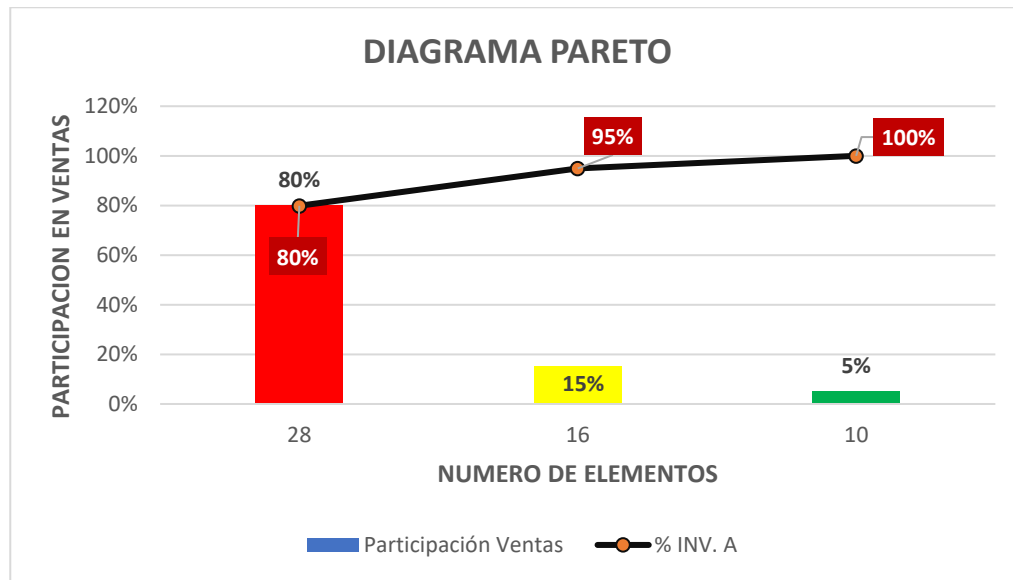


Fig. 17 Diagrama Pareto

Nota: Elaboración propia

Según el diagrama de Pareto, la categoría A reúne 28 de los 54 productos estudiados (como se muestra en la tabla IX) quienes generan alrededor del 80 % de las ventas. Este es el principal inventario para la empresa, ya que de él dependen las ganancias. Por otro lado, las categorías B y C agrupan a los productos de menor movimiento y rentabilidad, cuyo control puede relajarse y se orienta a mantener el equilibrio del inventario. Por tal motivo este estudio se centrará en la categoría A.

Tabla IX
CLACIFICACIÓN ABC

| Productos | Ventas | Ventas Acumuladas | % de Ventas acumuladas | Categoría | Porcentaje |
|---|----------|----------------------|------------------------------|-----------|------------|
| SKU1: CAJA HERMETICA PARA CCTV 10X10X7 | 20247.27 | 20247.27 | 8.4% | A | |
| SKU2: BATERIA 12V 4.5 A | 15157.76 | 35405.03 | 14.8% | A | |
| SKU3: FUENTE 12V 1.25 A | 12566.37 | 47971.40 | 20.0% | A | |
| SKU4: MICRO SD 32GB HIKVISION CLASE 10 | 11183.56 | 59154.96 | 24.7% | A | |
| SKU5 METRO CABLE UTP ADLINK CAT 5E CCA EXTERIOR NEGRO | 8618.85 | 67773.81 | 28.2% | A | |
| SKU6 FUENTE TECLAM 12V 2A | 8522.27 | 76296.08 | 31.8% | A | |
| SKU7 BATERIA 12V 7A | 8451.02 | 84747.10 | 35.3% | A | |
| SKU8 PAR DE VIDEO BALUM HD 720P Y 1080P PRESION | 8234.66 | 92981.75 | 38.8% | A | |
| SKU9 BORNERA JACK DE 3.5 MM HEMBRA | 7805.38 | 100787.13 | 42.0% | A | |
| INSTALACION CAMARA | 7702.92 | 108490.05 | 45.2% | A | |
| SKU10 SMART SWITCH WIFI TUYA SMART | 6338.26 | 114828.31 | 47.9% | A | 79.9% |
| SKU11 KIT ALARMA TUYA WIFI GSM DIGITAL G30 | 6334.74 | 121163.05 | 50.5% | A | |
| SKU12 SIRENA TECLAM 20W 2 TONOS | 5874.32 | 127037.37 | 52.9% | A | |
| SKU13 DVR HIKVISION ACUSENSE 8 CANALES GRABACION: 1080P / 720P | 5872.32 | 132909.69 | 55.4% | A | |
| SKU14 TEMPLADOR REDONDO CERCO | 5771.32 | 138681.01 | 57.8% | A | |
| SKU15 CAMARA EZVIZ H8C PTZ EXTERIOR 1080P COLORVU | 5526.89 | 144207.90 | 60.1% | A | |
| SKU16 BOBINA CABLE UTP CAT5E EXTERIOR 70 30 TECLAM | 4746.53 | 148954.43 | 62.1% | A | |
| INSTALACION ELECTRIFICADOR | 4711.25 | 153665.68 | 64.0% | A | |
| SKU17 DVR HIKVISION ACUSENSE 4 CANALES ANALOGO GRABACION: 1080P / 720P | 4560.36 | 158226.04 | 65.9% | A | |
| SKU18 SENSOR MAGNETICO INALAMBRICO | 4331.38 | 162557.42 | 67.8% | A | |
| SKU19 SENSOR DE MOVIMIENTO INALAMBRICO | 4012.08 | 166569.50 | 69.4% | A | |
| SKU20 INTERMEDIO AISLADOR CERCO | 3944.6 | 170514.10 | 71.1% | A | |
| SKU21 SIRENA 30W 2 TONOS | 3813.73 | 174327.83 | 72.7% | A | |
| SKU22 CAMARA TUBO 1080P HIKVISION POLICARBONATO | 3718 | 178045.83 | 74.2% | A | |
| INSTALACION ELECTRICA | 3584.51 | 181630.34 | 75.7% | A | |

| | | | | | |
|---|----------|-----------|--------|---|-------|
| SKU23 CAMARA TUBO COLORVU CON AUDIO 40M HILOOK | 3404.23 | 185034.57 | 77.1% | A | |
| MANTENIMIENTO | 3363.51 | 188398.08 | 78.5% | A | |
| SKU24 CAJA PARA SIRENA 30W | 3262.86 | 191660.94 | 79.9% | A | |
| SMART SOCKET WIFI TUYA | 3202.99 | 194863.93 | 81.2% | B | |
| CAMARA ROBOTICA WIFI INTERIOR 3 MP | 3059.36 | 197923.29 | 82.5% | B | |
| INSTALACION ALARMA INALAMBRICA | 2924.62 | 200847.91 | 83.7% | B | |
| CAMARA DOMO 1080P HIKVISION POLICARBONATO | 2763.17 | 203611.08 | 84.9% | B | |
| INTERRUPTOR WIFI DOBLE S/N TUYASMART NEGRO | 2428.58 | 206039.66 | 85.9% | B | |
| CONTROLADOR GARAGE TUYA SMART | 2215.71 | 208255.37 | 86.8% | B | |
| CAMARA PTZ ROBOTICA EXTERIOR 3MP WIFI TUYA SMART | 2170.41 | 210425.78 | 87.7% | B | |
| INTERRUPTOR WIFI SIMPLE S/N TUYASMART BLANCO | 2163.41 | 212589.19 | 88.6% | B | |
| CAMARA EZVIZ EXTERIOR DOBLE LENTE H9C 2K + 2K | 2026.15 | 214615.34 | 89.5% | B | |
| CAMARA EZVIZ H6C INTELIGENTE ROBOTICA INTERIOR 2 MP | 2019.3 | 216634.64 | 90.3% | B | |
| DVR HIKVISION ACUSENSE 16 CANALES ANALOGO GRABACION: 1080P / 720P | 2005.33 | 218639.97 | 91.1% | B | 15.0% |
| INTERRUPTOR WIFI SIMPLE S/N TUYASMART NEGRO | 1954.33 | 220594.30 | 91.9% | B | |
| REGATON TAPA CERCO | 1950.37 | 222544.67 | 92.8% | B | |
| METRO CABLE BUJIA | 1897.37 | 224442.04 | 93.5% | B | |
| INTERRUPTOR WIFI DOBLE S/N TUYASMART BLANCO | 1659.46 | 226101.50 | 94.2% | B | |
| CAMARA TUBO EZVIZ H3 3MP 2K WIFI EXTERIOR | 1636.64 | 227738.14 | 94.9% | B | |
| CAMARA TUBO WIFI 5MP TUYA SMART | 1575.58 | 229313.72 | 95.6% | C | |
| INSTALACION CONTROL DE ACCESO | 1500.18 | 230813.90 | 96.2% | C | |
| METRO CABLE UTP ADLINK CAT 5E CCA INTERIOR BLANCO | 1486.414 | 232300.32 | 96.8% | C | |
| CAMARA DOMO COLORVU CON AUDIO 20M HILOOK 1080P | 1382.13 | 233682.45 | 97.4% | C | |
| INTERRUPTOR WIFI TRIPLE S/N TUYASMART NEGRO | 1118.6 | 234801.05 | 97.9% | C | 5.1% |
| INSTALACION ALARMA COMUNITARIA | 1116.73 | 235917.78 | 98.3% | C | |
| CAMARA DOMO COLORVU CON AUDIO 20M HIKVISION 1080P | 1100.46 | 237018.24 | 98.8% | C | |
| SWITCH POE 8 PUERTOS HIKVISION | 1029.3 | 238047.54 | 99.2% | C | |
| CAMARA ESPIA TUYA SMART | 997.02 | 239044.56 | 99.6% | C | |
| CAMARA TUBO COLORVU CON AUDIO 20M HILOOK 1080P | 877.07 | 239921.63 | 100.0% | C | |

Nota: Elaboración propia

4) Resultados obtenidos

La empresa debería de enfocarse en los productos A, ya que son los que generan más ingresos. Los productos B son importantes, pero no vitales para las ventas. Por otro lado, los tipos C son los que menos aportan y podrían ser analizados en detalle para encontrar oportunidades de mejora o, en el peor de los casos, eliminarlos.

Tabla X.

RESUMEN METODOLÓGICO

| Aspecto Analizado | Descripción de los Resultados Relevantes | Implementación de mejora |
|---------------------------------------|--|--|
| Situación actual de la empresa | Se logró identificar los procesos con los cuales se maneja la empresa actualmente, mostrando así un déficit al momento de gestionar los pedidos. | Utilizar modelos de gestión que permitan determinar o calcular costos óptimos de pedido y mantenimiento. |
| Análisis del problema | Mediante el uso de las diferentes técnicas de investigación se determinó que el control del inventario es ineficiente o escaso, no existe orden alguno y tampoco se entregan los pedidos a tiempo. | Se pretende hacer uso de Clasificación ABC y herramientas Lean como Tarjetas Kanban para poder controlar el inventario de manera física y reagrupación. |
| Distribución en planta | Se determinó que no existe orden en el área de bodegas de ambas sucursales. No se hace uso de estanterías en el lugar de almacenamiento. | Se pretende ordenar prioritariamente los productos con mejor acceso y tener un stock de seguridad para solventar pedidos y no tener demoras en las sucursales. |
| Impacto Económico | Se logró encontrar productos que no tenían rotación debido al avance tecnológico y productos que no se tenía conocimiento de su existencia, lo que genera pérdidas a la empresa. | Se pretende hacer uso de Pronósticos de demanda para utilizar métodos que permitan evitar compras de productos con poca salida. |

Nota. Elaboración propia

CAPITULO IV

IV. Propuesta y Análisis de Resultado

A. Propuesta

El fin del sistema de control de inventarios basado en la metodología ABC es mejorar la gestión de stocks en PyMEs vendedoras de productos tecnológicos y reducir los costos innecesarios de almacenamiento. "Es cuestión de reestructurar los espacios destinados al almacenamiento con base en la clasificación ABC y dar preferencia a los productos que tienen más rotación y valor". Además, se pronosticará la demanda de productos tipo A para determinar el periodo ideal de reabastecimiento y asegurar que el inventario sea administrado de manera eficaz. Como último consejo, se propone la utilización de tarjetas Kanban como un instrumento que respalde el sistema Lean Manufacturing con el fin de optimizar el control visual, acelerar la reposición y equilibrar oferta y demanda.

B. Repertorio

1) Pronóstico de ventas

a) Serie de tiempo para SKU1

Mediante uso de los datos históricos de la importadora se presenta la siguiente figura 16, donde se observa un aumento inicial en las ventas, alcanzando un pico cercano al índice 4. Después del pico, las ventas muestran una tendencia decreciente, con fluctuaciones, pero una clara dirección descendente.

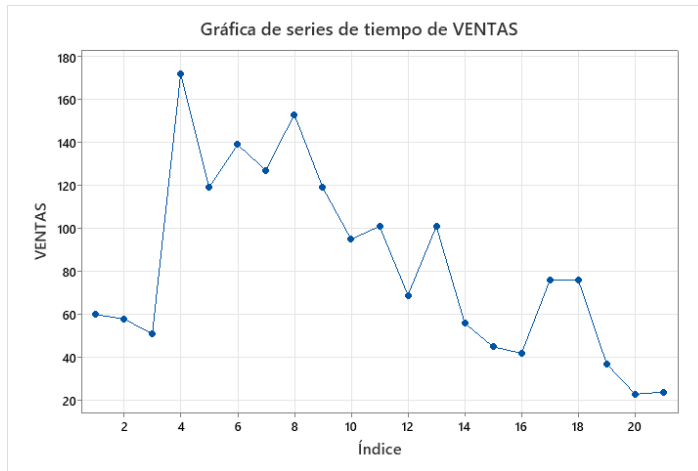


Fig. 18 Gráfica de serie de tiempos

Nota: Elaboración propia

Por otra parte, no se observa un patrón cíclico claro en los datos. Sin embargo, algunos puntos muestran repuntes y caídas similares en ciertos periodos, por lo que sería útil analizar la ACF para confirmar si hay estacionalidad.

b) Autocorrelación

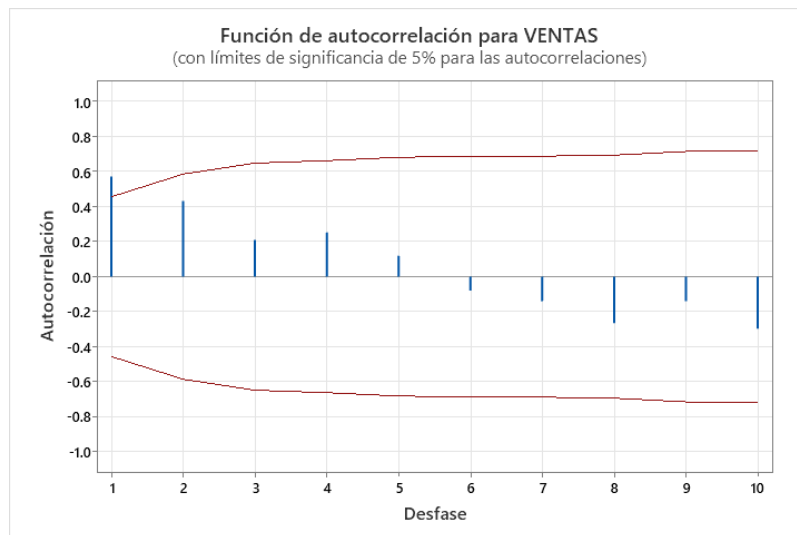


Fig. 19 Autocorrelación de ventas

Nota: Elaboración propia

Se identifica una autocorrelación en el primer rezago es alta y positiva, donde ACF disminuye lentamente, sin un corte brusco, lo que indica que la serie no es estacionaria, puesto que

ACF muestra una disminución gradual en lugar de un corte abrupto. Por otra parte, existen valores significativos en rezagos posteriores, lo que confirma la presencia de una tendencia.

c) Prueba de Dickey-Fuller

Mediante la implementación de la prueba se tiene dos hipótesis:

- Hipótesis nula: los datos no son estacionarios
- Hipótesis alterna: los datos son estacionarios

Al hacer uso de un desfase máximo de 7 se obtiene que el valor de $p=0.00$ el cual es menor que 0.05, por lo tanto, al ser el valor p menor, así que se rechaza la hipótesis nula.

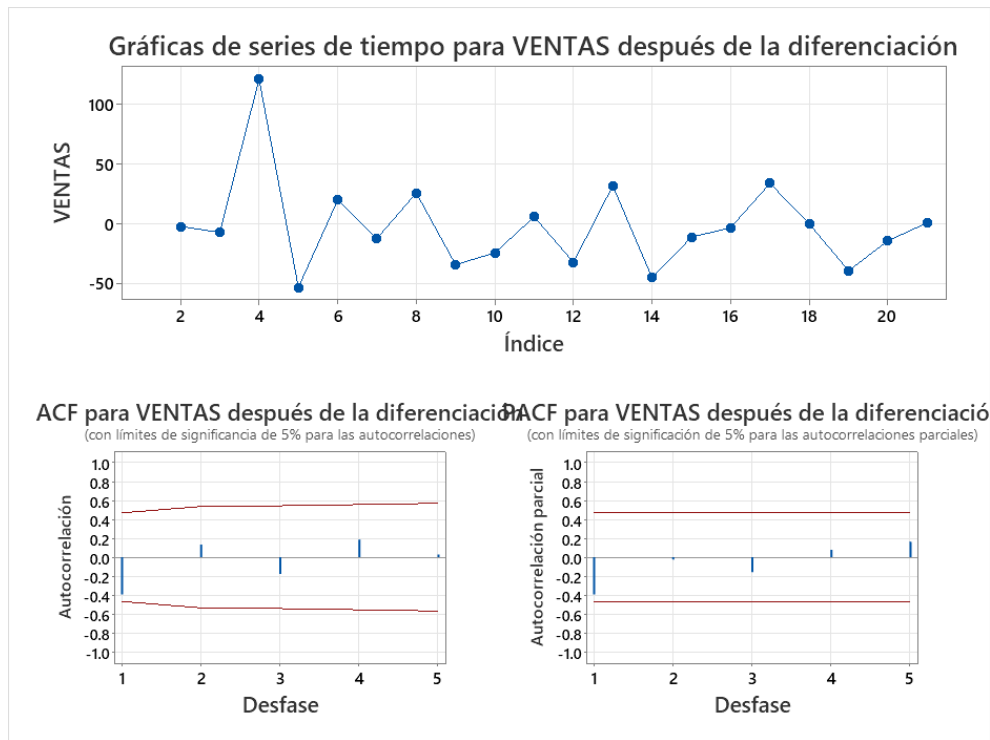


Fig. 20 Gráfica de ventas después de la diferenciación

Nota: Elaboración propia

d) Tipos de pronósticos

Para la elaboración de los pronósticos se tomará en cuenta el análisis de la serie de tiempo que fue obtenida mediante los datos históricos de ventas por parte de la importadora. Dado que la importadora experimenta fluctuaciones en la demanda de sus productos mes a mes, se llevará a cabo un proceso de pronóstico utilizando el método más adecuado para reflejar estos cambios de

manera precisa, por lo tanto, se utilizó los métodos de Análisis de tendencia, Holt-Winter y el método ARIMA en caso de ser necesario de acuerdo con los datos, puesto que cada uno tiene los elementos necesarios para ajustarse al comportamiento de los datos.

ANÁLISIS DE TENDENCIA

Tabla XI

ANÁLISIS DE TENDENCIA

| Período | Pronóstico | MAPE | MAD | MSD |
|------------|------------|-------|-------|---------|
| NOVIEMBRE | 41.8143 | 46.45 | 30.13 | 1238.36 |
| DICIEMBRE | 38.0701 | | | |
| ENERO | 34.326 | | | |
| FEBRERO | 30.5818 | | | |
| MARZO | 26.8377 | | | |
| ABRIL | 23.0935 | | | |
| MAYO | 19.3494 | | | |
| JUNIO | 15.6052 | | | |
| JULIO | 11.861 | | | |
| AGOSTO | 8.1169 | | | |
| SEPTIEMBRE | 4.3727 | | | |
| OCTUBRE | 0.6286 | | | |

Nota: Elaboración propia

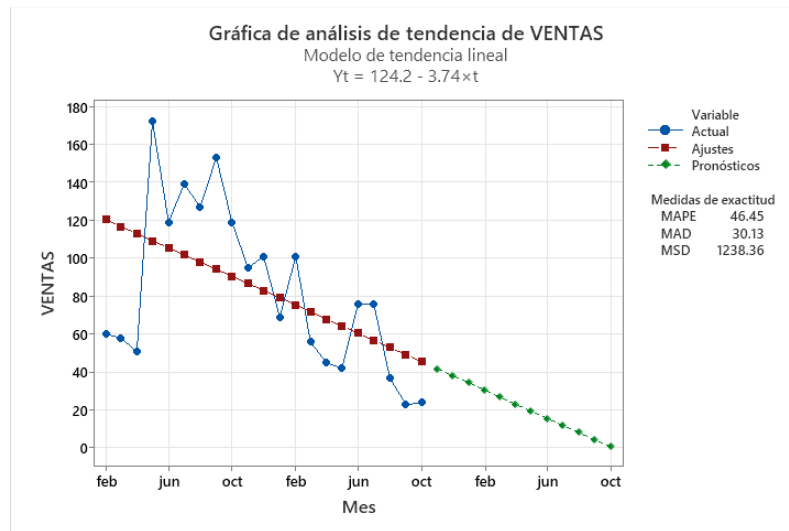


Fig. 21 Gráfica de pronósticos de tendencia

Nota: Elaboración propia

Mediante la gráfica se puede evidenciar que los datos presentan una tendencia decreciente y que los datos posiblemente pueden ser estacionarios por las pequeñas fluctuaciones en ciertos meses. Por otra parte, nos muestra un error MAPE de 46.45 que posiblemente podría ajustarse a estos datos.

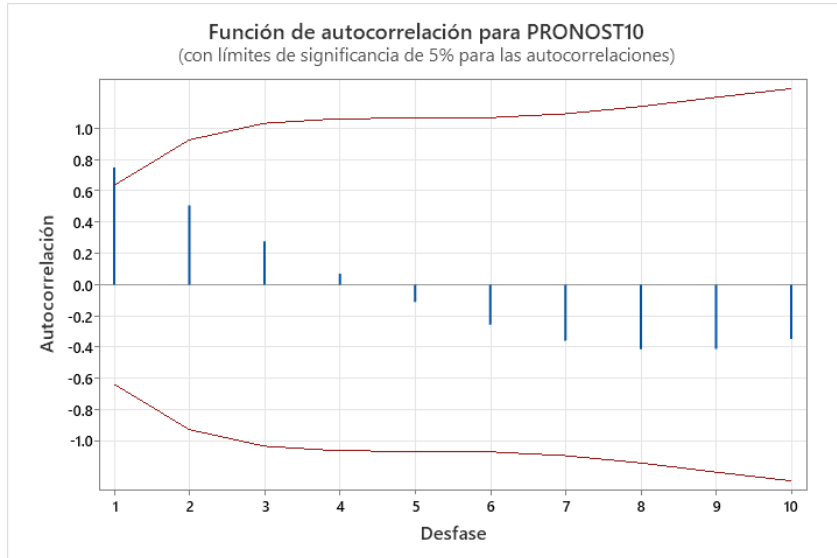


Fig. 22 Autocorrelación de pronósticos de tendencia

Nota: Elaboración propia

Mediante la gráfica se puede identificar que el retardo inicial sale de los límites y por consiguiente los demás valores al acercarse a cero, generan un patrón de estacionalidad.

HOLT-WINTER

Tabla XII

MÉTODO DE HOLT-WINTER

| Período | Pronóstico | MAPE | MAD | MSD |
|-----------|------------|------|------|-------|
| NOVIEMBRE | 50.896 | 5.45 | 4.81 | 50.45 |
| DICIEMBRE | 48.967 | | | |
| ENERO | 42.617 | | | |
| FEBRERO | 142.03 | | | |
| MARZO | 97.047 | | | |
| ABRIL | 111.911 | | | |
| MAYO | 100.91 | | | |
| JUNIO | 119.936 | | | |
| JULIO | 91.997 | | | |

| | |
|------------|--------|
| AGOSTO | 72.404 |
| SEPTIEMBRE | 75.858 |
| OCTUBRE | 51.049 |

Nota: Elaboración propia

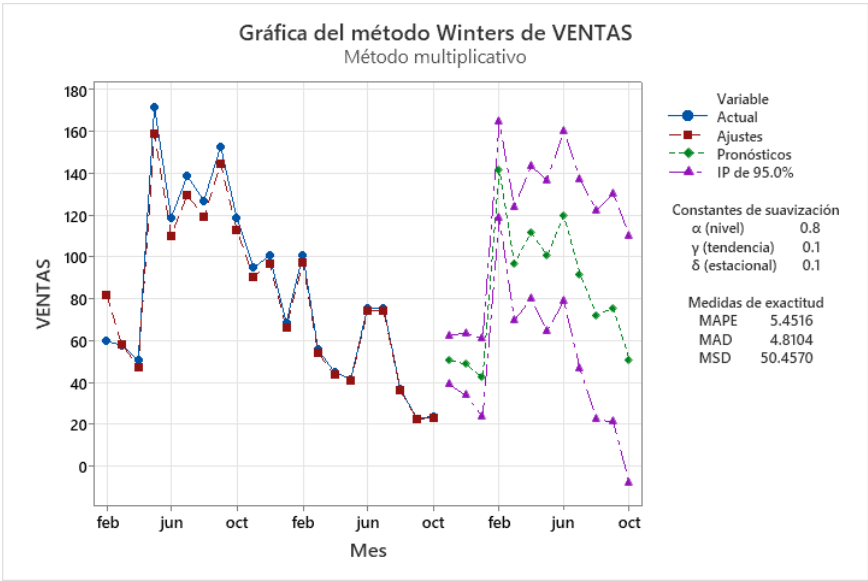


Fig. 23 Gráfica del pronóstico del método Holt-Winter

Nota: Elaboración propia

El intervalo de predicción (IP del 95%) líneas de color morado muestra una incertidumbre creciente conforme se avanza en el tiempo, además, el modelo tiene un buen ajuste debido a un MAPE bajo (< 10%). Los pronósticos siguen la estacionalidad esperada, aunque la incertidumbre aumenta con el tiempo.

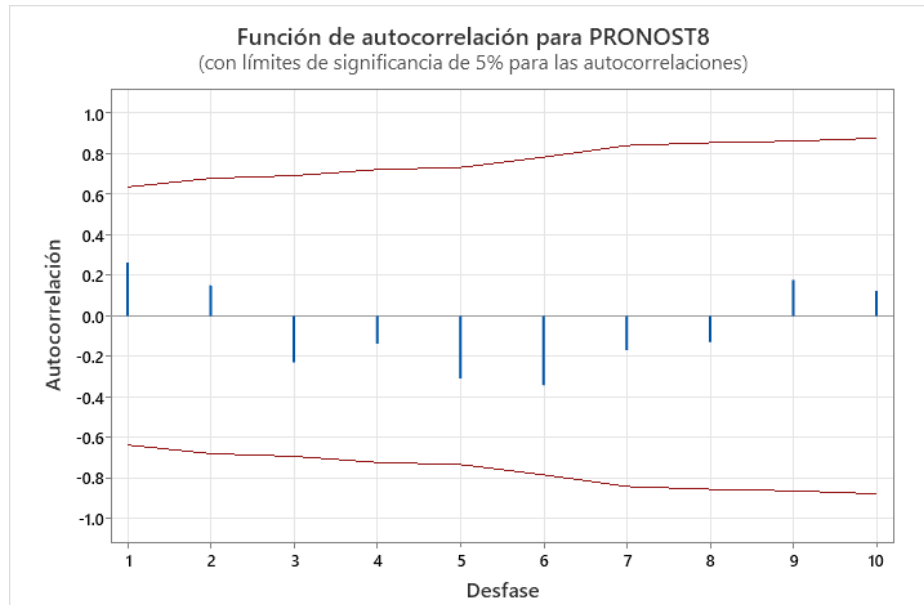


Fig. 24 Autocorrelación del pronóstico generado

Nota: Elaboración propia

Mediante la función de autocorrelación para los pronósticos generados por el método Winter, se observa que ningún valor de autocorrelación significativa se encuentra fuera de los límites rojos y que la mayoría de las barras están cerca de cero, lo que indica residuos no correlacionados. Por lo tanto, el modelo parece adecuado, ya que los residuos parecen ruido blanco sin correlaciones significativas.

ARIMA

Para SKU1 se implementó el método ARIMA con los valores de (1,1,1), donde se obtuvo los siguientes pronósticos:

Tabla XIII
MÉTODO ARIMA

| Período | Pronóstico | MAPE | MAD | MSD |
|-----------|------------|-------|------|---------|
| NOVIEMBRE | 36.2607 | 34.81 | 22.8 | 1230.56 |
| DICIEMBRE | 42.0365 | | | |
| ENERO | 46.851 | | | |
| FEBRERO | 50.8643 | | | |
| MARZO | 54.2096 | | | |
| ABRIL | 56.9981 | | | |

| | |
|------------|---------|
| MAYO | 59.3226 |
| JUNIO | 61.2602 |
| JULIO | 62.8753 |
| AGOSTO | 64.2216 |
| SEPTIEMBRE | 65.3439 |
| OCTUBRE | 66.2793 |

Nota: Elaboración propia

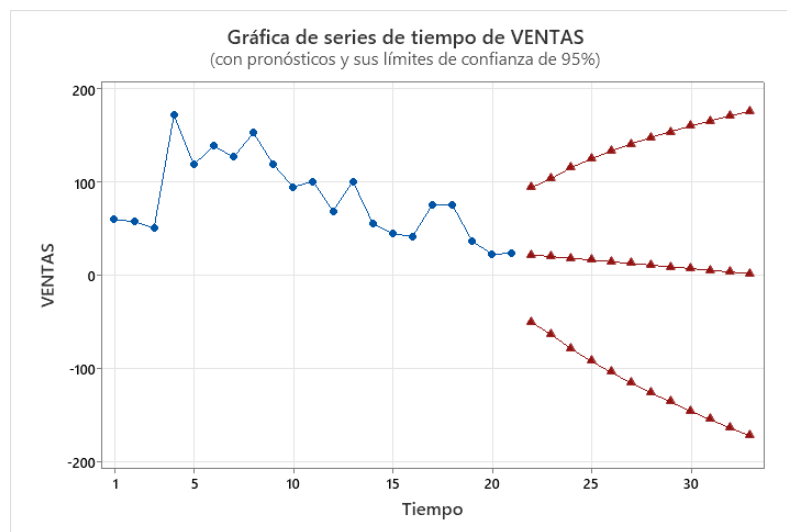


Fig. 25 Gráfica del pronóstico ARIMA

Nota: Elaboración propia

Las predicciones siguen de cerca la tendencia observada en los datos históricos. Además, al incluir los límites de confianza del 95%, se obtiene una mejor perspectiva sobre la posible variabilidad futura, lo que refleja un buen ajuste del modelo a la información disponible.

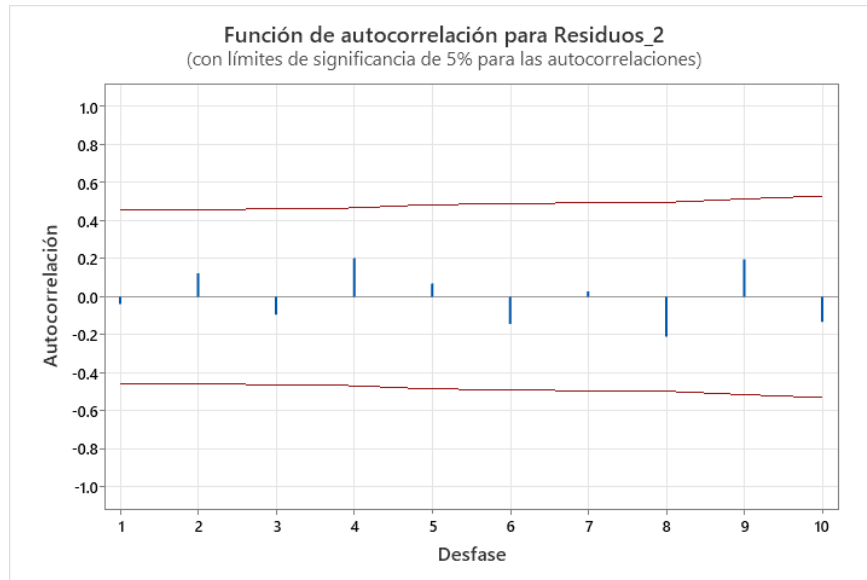


Fig. 26 Gráfica de autocorrelación de residuos del pronóstico

Nota: Elaboración propia

En la gráfica se observa que ningún valor de autocorrelación significativa se encuentra fuera de los límites rojos y que la mayoría de las barras están cerca de cero, lo que indica residuos no correlacionados. Por lo tanto, se infiere que tiene ruido blanco debido al ajuste que se muestra en la gráfica.

e) Tabla de resumen de modelos de pronósticos

Tabla XIV

RESUMEN DE PRONÓSTICOS

| Modelo | MAPE | MAD | MSD |
|-----------------------|-------|-------|---------|
| Análisis de tendencia | 46.45 | 30.13 | 1238.36 |
| Holt-Winter | 5.45 | 4.81 | 50.45 |
| ARIMA | 34.81 | 22.8 | 1230.56 |

Nota: Elaboración propia

Para poder seleccionar el método que se adecua más a este campo investigativo se ha tomado en cuenta los valores de MAPE (Error Porcentual Absoluto Medio), por lo tanto, se puede inferir que el modelo de Holt-Winter es el que tiene el menor valor. No obstante, se utilizará el pronóstico generado por el método seleccionado para gestionar el inventario.

Por otra parte, para el cálculo de pronósticos de los 28 productos se realizó el mismo procedimiento anterior y estará enfocado en analizar el valor MAPE, para saber qué modelo será utilizado para la gestión de inventario, como se muestra en la tabla XIV

Tabla XV
COMPARACIÓN DE MAPE

| Producto | Análisis de tendencia | Holt-Winter | Método |
|---|------------------------------|--------------------|--------------------------|
| SKU1: CAJA HERMETICA PARA CCTV 10X10X7 | 46.45 | 5.45 | Holt-Winters |
| SKU2: BATERIA 12V 4.5 A | 6.73 | 1.75 | Holt-Winters |
| SKU3: FUENTE 12V 1.25 A | 175.71 | 12.40 | Holt-Winters |
| SKU4: MICRO SD 32GB HIKVISION CLASE 10 | 52.98 | 3.25 | Holt-Winters |
| SKU5 METRO CABLE UTP ADLINK CAT 5E CCA EXTERIOR NEGRO | 80 | 2.23 | Holt-Winters |
| SKU6 FUENTE TECLAM 12V 2A | 573.22 | 0.82 | Holt-Winters |
| SKU7 BATERIA 12V 7A | 232.27 | 18.01 | Análisis de Tendencia |
| SKU8 PAR DE VIDEO BALUM HD 720P Y 1080P PRESION | 384.21 | 133.92 | Análisis de Tendencia |
| SKU9 BORNERA JACK DE 3.5 MM HEMBRA | 69.25 | 2.43 | Holt-Winters |
| SKU10 SMART SWITCH WIFI TUYA SMART | 67.76 | 3.03 | Holt-Winters |
| SKU11 KIT ALARMA TUYA WIFI GSM DIGITAL G30 | 37.02 | 10.11 | Análisis de Tendencia |
| SKU12 SIRENA TECLAM 20W 2 TONOS | 55.33 | 10.79 | Análisis de Tendencia |
| SKU13 DVR HIKVISION ACUSENSE 8 CANALES GRABACION: 1080P / 720P | 77.49 | 4.52 | Holt-Winters |
| SKU14 TEMPLADOR REDONDO CERCO | 143.2 | 2.05 | Holt-Winters |
| SKU15 CAMARA EZVIZ H8C PTZ EXTERIOR 1080P COLORVU | 90.86 | 6.19 | Holt-Winters |
| SKU16 BOBINA CABLE UTP CAT5E EXTERIOR 70 30 TECLAM | 90.22 | 1.40 | Holt-Winters |

| | | | |
|--|--------|-------|--------------------------|
| SKU17 DVR HIKVISION ACUSENSE 4 CANALES ANALOGO GRABACION: 1080P / 720P | 81.72 | 2.62 | Holt-Winters |
| SKU18 SENSOR MAGNETICO INALAMBRICO | 140.67 | 9.82 | Holt-Winters |
| SKU19 SENSOR DE MOVIMIENTO INALAMBRICO | 124.88 | 5.62 | Holt-Winters |
| SKU20 INTERMEDIO AISLADOR CERCO | 214.4 | 21.73 | Análisis de Tendencia |
| SKU21 SIRENA 30W 2 TONOS | 61.21 | 20.60 | Análisis de Tendencia |
| SKU22 CAMARA TUBO 1080P HIKVISION POLICARBONATO | 79.62 | 31.11 | Análisis de Tendencia |
| SKU23 CAMARA TUBO COLORVU CON AUDIO 40M HILOOK | 169.44 | 8.99 | Holt-Winters |
| SKU24 CAJA PARA SIRENA 30W | 78.41 | 4.53 | Holt-Winters |

Nota: Elaboración propia

En la tabla XV de selección del método de pronóstico se comparan los modelos Trend y Holt-Winters para los productos tipo A, para ver cuál de los dos se adapta mejor a la predicción de la demanda. Los resultados indican que el método Holt-Winters se adapta mejor en la mayoría de los casos, ya que consigue errores menores y se ajusta a comportamientos fluctuantes o estacionales en las ventas. Por otro lado, el Análisis de Tendencia se ajustó mejor a los productos con una demanda estable y sin cambios en el tiempo, como los SKU7, SKU8, SKU11, SKU12, SKU20, SKU21 y SKU22. En términos generales, esta comparación determina con rigor técnico el mejor modelo para cada artículo, mejorando la capacidad predictiva del sistema de control de inventarios y optimizando la planificación de abastecimiento en la empresa.

f) Coeficiente de variación

Para optimizar la gestión de inventario en los productos de categoría A (SKU), se analizó su comportamiento histórico de demanda mediante el coeficiente de variación (CV), puesto que

este indicador nos permite entender qué tan variable es la demanda de un producto a lo largo del tiempo.

Si $CV < 0.2$ se procederá a implementar el método EOQ para la gestión de inventarios y por otro lado, si $CV \geq 0.2$ se procede a utilizar los métodos heurísticos: Algoritmo Silver Meal y Algoritmo Wagner Whitin.

Para el cálculo del Coeficiente de variación se empleará el software Minitab haciendo uso de las diferentes funciones estadísticas que ofrece, por consiguiente, se obtiene el Coeficiente de variación de todos los productos de categoría A (SKU):

Tabla XVI

CÁLCULO DE COEFICIENTE DE VARIACIÓN DE LOS PRODUCTOS

| Productos | CV | Modelo |
|--|--------|------------|
| SKU1 CAJA HERMETICA PARA CCTV 10X10X7 | 51.68 | Heurístico |
| SKU2 BATERIA 12V 4.5 A | 69.04 | Heurístico |
| SKU3 FUENTE 12V 1.25 A | 79.84 | Heurístico |
| SKU4 MICRO SD 32GB HIKVISION CLASE 10 | 53.68 | Heurístico |
| SKU5 METRO CABLE UTP ADLINK CAT 5E CCA EXTERIOR NEGRO | 50.4 | Heurístico |
| SKU6 FUENTE TECLAM 12V 2A | 12.54 | Heurístico |
| SKU7 BATERIA 12V 7A | 196.79 | Heurístico |
| SKU8 PAR DE VIDEO BALUM HD 720P Y 1080P PRESION | 93.18 | Heurístico |
| SKU9 BORNERA JACK DE 3.5 MM HEMBRA | 61.69 | Heurístico |
| SKU10 SMART SWITCH WIFI TUYA SMART | 67.92 | Heurístico |
| SKU11 KIT ALARMA TUYA WIFI GSM DIGITAL G30 | 55.24 | Heurístico |
| SKU12 SIRENA TECLAM 20W 2 TONOS | 65.23 | Heurístico |
| SKU13 DVR HIKVISION ACUSENSE 8 CANALES GRABACION: 1080P / 720P | 57.27 | Heurístico |
| SKU14 TEMPLADOR REDONDO CERCO | 78.09 | Heurístico |
| SKU15 CAMARA EZVIZ H8C PTZ EXTERIOR 1080P COLORVU | 81.8 | Heurístico |
| SKU16 BOBINA CABLE UTP CAT5E EXTERIOR 70 30 TECLAM | 78.1 | Heurístico |
| SKU17 DVR HIKVISION ACUSENSE 4 CANALES ANALOGO GRABACION: 1080P / 720P | 54.96 | Heurístico |
| SKU18 SENSOR MAGNETICO INALAMBRICO | 100.31 | Heurístico |
| SKU19 SENSOR DE MOVIMIENTO INALAMBRICO | 86.46 | Heurístico |
| SKU20 INTERMEDIO AISLADOR CERCO | 85.3 | Heurístico |
| SKU21 SIRENA 30W 2 TONOS | 57.06 | Heurístico |
| SKU22 CAMARA TUBO 1080P HIKVISION POLICARBONATO | 79.7 | Heurístico |
| SKU23 CAMARA TUBO COLORVU CON AUDIO 40M HILOOK | 80.78 | Heurístico |
| SKU24 CAJA PARA SIRENA 30W | 66.09 | Heurístico |

Nota: Elaboración propia

2) *Gestión de inventarios*

Después de haber calculado el coeficiente de variación del SKU 1: 51.68 el cual es mayor que 0.2, se procede a realizar la gestión de inventarios mediante el uso de modelos heurísticos.

En primer lugar, se presenta en la tabla siguiente sobre los costos totales sin modelo de gestión:

Tabla XVII

COSTO TOTAL SIN MODELO DE GESTIÓN

| Productos | Cantidad | Valor unitario | Costo mensual | Costo total |
|----------------------------------|-----------------|-----------------------|----------------------|--------------------|
| CAJA HERMETICA PARA CCTV 10X10X7 | 80 | \$0.67 | \$53.6 | \$ 643.2 |

Nota: Elaboración propia

Los valores fueron obtenidos mediante la investigación previa a este estudio, donde le gerente supo mencionar la cantidad de importación que realiza cada mes y el costo respectivo de cada unidad. No obstante, mediante el desarrollo de los modelos heurísticos se pretenden identificar cual es el menor costo y el mejor momento para la importación de producto.

a) Algoritmo Silver Meal

El enfoque del algoritmo consiste en minimizar el costo promedio de producción y almacenamiento durante un horizonte de planificación corto, mediante el cálculo del número de períodos que deben cubrirse con un solo pedido. A diferencia de otros métodos como el algoritmo de Wagner-Whitin, Silver-Meal es más sencillo de implementar, cabe mencionar que puede no ser óptimo a largo plazo. En este caso, se ha aplicado al SKU1 Caja hermética para CCTV 10X10X7 con la finalidad de saber si este modelo será beneficioso a futuro.

| Silver Meal | 0 | MES | MES | MES | MES | MES | MES | MES | MES | MES | MES | MES | MES | |
|------------------------|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | |
| Requerimiento Bruto | | 101 | 69 | 161 | 114 | 96 | 214 | 195 | 215 | 164 | 176 | 143 | 95 | |
| Recepción Programada | | 51 | 49 | 43 | 142 | 97 | 112 | 101 | 120 | 92 | 72 | 76 | 51 | |
| Disponibile | 20 | 63 | 112 | -6 | 22 | 23 | 135 | 41 | 161 | 253 | 149 | 82 | 38 | 1073 |
| Requerimiento neto | | 93 | 69 | 161 | 114 | 96 | 214 | 195 | 215 | 164 | 176 | 143 | 95 | |
| Recepción de la Orden | | | 69 | | | | 214 | | 215 | 164 | | | | |
| Colocacion de la orden | | | | | | | | | | | | | | |

Fig. 27 Aplicación del modelo heurístico SILVER – MEAL

Nota: Elaboración propia

La cantidad obtenida de 5218 será el inventario supuesto disponible para el mes de noviembre, los datos utilizados son:

Tabla XVIII

DATOS PARA ALGORITMO SM

| | |
|----------------|-----------|
| SS | 12 |
| DISPONIBLE | 20 |
| COSTO MANTENER | 0.2 |
| COSTO DE ORDER | 53.6 |
| LEAD TIME | 1 PERIODO |

Nota: Elaboración propia

| PERIODO | LOTE | LOTE ACUM | PERIODOS ALM | COSTO DE MANTENER | COSTO DE ORD | COST TOTAL PROMEDIO |
|---------|------|-----------|--------------|-------------------|--------------|---------------------|
| 2 | 69 | 69 | 0 | 0 | 53.6 | 53.6 |
| 3 | 161 | 230 | 1 | 32.2 | 53.6 | 42.9 |
| 3 | 161 | 161 | 0 | 0 | 53.6 | 53.6 |
| 4 | 114 | 344 | 1 | 55 | 53.6 | 54.3 |
| 4 | 114 | 114 | 0 | 0 | 53.6 | 53.6 |
| 5 | 96 | 210 | 1 | 19.2 | 53.6 | 36.4 |
| 5 | 96 | 96 | 0 | 0 | 53.6 | 53.6 |
| 6 | 214 | 214 | 1 | 42.8 | 53.6 | 48.2 |
| 6 | 214 | 214 | 0 | 0 | 53.6 | 53.6 |
| 7 | 195 | 409 | 1 | 39 | 53.6 | 46.3 |
| 7 | 195 | 195 | 0 | 0 | 53.6 | 53.6 |
| 8 | 215 | 410 | 1 | 43 | 53.6 | 48.3 |
| 8 | 215 | 215 | 0 | 0 | 53.6 | 53.6 |
| 9 | 164 | 379 | 1 | 32.8 | 53.6 | 43.2 |
| 9 | 164 | 164 | 0 | 0 | 53.6 | 53.6 |
| 10 | 176 | 340 | 1 | 35.2 | 53.6 | 44.4 |
| 10 | 176 | 176 | 0 | 0 | 53.6 | 53.6 |
| 11 | 143 | 319 | 1 | 28.6 | 53.6 | 41.1 |
| 11 | 143 | 462 | 0 | 0 | 53.6 | 53.6 |
| 12 | 95 | 557 | 1 | 19 | 53.6 | 36.3 |

Fig. 28 Algoritmo SILVER – MEAL

Nota: Elaboración propia

Tabla XIX

COSTOS TOTALES SILVER-MEAL

| | | |
|------------------|------------|-----------|
| COSTO MANTENER | 214.6 | |
| COSTO DE ORDENAR | 214.4 | # Pedidos |
| TOTAL | 429 | |

Nota: Elaboración propia

b) Algoritmo Wagner Whitin

Esta es una herramienta ampliamente utilizada para gestionar inventarios y planificar la producción. Con el objetivo de crear un plan eficiente de fabricación y pedidos que ayude a minimizar los costos totales. En este caso, se ha aplicado al SKU1 Caja hermética para CCTV 10X10X7 con la finalidad de saber si este modelo será beneficioso a futuro.

Tabla XX

ALGORITMO WAGNER WHITIN

| | | |
|---------------------|------|----|
| Costo de Pedido | 53.6 | |
| Costo de Inventario | 4 | 67 |
| Costo de Mantener | 0.2 | |

Nota: Elaboración propia

| PERIODO | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|---------|------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|-------------|
| DEMANDA | 51 | 49 | 43 | 142 | 97 | 112 | 101 | 120 | 92 | 72 | 76 | 51 |
| 1 | 53.6 | 63.4 | 80.6 | 165.8 | 243.4 | 355.4 | 476.6 | 644.6 | 791.8 | 921.4 | 1073.4 | 1185.6 |
| 2 | | 107.2 | 115.8 | 172.6 | 230.8 | 320.4 | 421.4 | 565.4 | 694.2 | 809.4 | 946.2 | 1048.2 |
| 3 | | | 117 | 145.4 | 184.2 | 251.4 | 332.2 | 452.2 | 562.6 | 663.4 | 785 | 876.8 |
| 4 | | | | 134.2 | 182.88 | 325.04 | 611 | 1126.68 | 1918.48 | 3024.16 | 4526.92 | 6423.88 |
| 5 | | | | | 188 | 210.2 | 250.6 | 322.6 | 396.2 | 468.2 | 559.4 | 630.8 |
| 6 | | | | | | 236.48 | 256.68 | 304.68 | 359.88 | 417.48 | 493.48 | 554.68 |
| 7 | | | | | | | 263.8 | 287.8 | 324.6 | 367.8 | 428.6 | 479.6 |
| 8 | | | | | | | | 304.2 | 322.6 | 351.4 | 397 | 437.8 |
| 9 | | | | | | | | | 341.4 | 355.8 | 386.2 | 416.8 |
| 10 | | | | | | | | | | 376.2 | 391.4 | 411.8 |
| 11 | | | | | | | | | | | 405 | 415.2 |
| 12 | | | | | | | | | | | | 439.8 |
| Mínimo | 53.6 | 63.4 | 80.6 | 134.2 | 182.88 | 210.2 | 250.6 | 287.8 | 322.6 | 351.4 | 386.2 | 411.8 |
| | | | | | | | | | | | | Costo Total |

Fig. 29 Aplicación del modelo heurístico Wagner Whitin

Nota: Elaboración propia

Mediante el procedimiento realizado se logró obtener la cantidad del costo total: \$411

c) Comparación de los modelos de gestión

Tabla XXI

COMPARACIÓN DE GESTIÓN PARA SKU1

| Producto | Modelo sin gestión | Modelo Silver Meal | Modelo Wagner Whitin |
|---------------------------------------|--------------------|--------------------|----------------------|
| SKU1 Caja hermética para CCTV 10X10X7 | \$643.2 | \$429 | \$411 |

Nota: Elaboración propia

Conforme al análisis realizado se determinó que el modelo de gestión óptimo es el algoritmo de Wagner Whitin, por tal razón, estos resultados se pondrán a disposición para la empresa de tal manera que ellos dispongan de realizar o no dicha forma de gestión.

A continuación, se muestra los resultados obtenidos después de la aplicación de los modelos heurísticos en cada uno de los productos de categoría A:

d) Resumen de la gestión de inventarios

Tabla XXII

GESTIÓN GENERAL DE INVENTARIOS

| Producto | Actual | Silver Meal | Wagner Whitin |
|----------|-------------|-------------|---------------|
| SKU1 | \$ 643.20 | \$ 429.00 | \$ 411.00 |
| SKU2 | \$ 2,280.00 | \$ 827.20 | \$ 513.00 |
| SKU3 | \$ 1,370.88 | \$ 571.36 | \$ 465.68 |
| SKU4 | \$ 842.40 | \$ 358.00 | \$ 288.80 |
| SKU5 | \$ 720.00 | \$ 874.80 | \$ 680.80 |
| SKU6 | \$ 1,126.32 | \$ 576.44 | \$ 384.18 |
| SKU7 | \$ 1,915.20 | \$ 1,023.14 | \$ 709.00 |
| SKU8 | \$ 813.60 | \$ 394.00 | \$ 280.00 |
| SKU9 | \$ 80.64 | \$ 78.60 | \$ 70.50 |
| SKU10 | \$ 1,137.60 | \$ 845.20 | \$ 674.10 |
| SKU11 | \$ 4,646.40 | \$ 3,563.00 | \$ 3,000.00 |
| SKU12 | \$ 637.20 | \$ 589.20 | \$ 479.30 |
| SKU13 | \$ 2,683.20 | \$ 2,014.20 | \$ 1,874.00 |
| SKU14 | \$ 1,380.00 | \$ 905.60 | \$ 890.80 |
| SKU15 | \$ 5,354.64 | \$ 4,698.00 | \$ 3,846.00 |
| SKU16 | \$ 2,235.36 | \$ 1,896.00 | \$ 975.00 |
| SKU17 | \$ 1,932.60 | \$ 1,024.00 | \$ 986.50 |
| SKU18 | \$ 313.20 | \$ 289.00 | \$ 157.90 |
| SKU19 | \$ 436.80 | \$ 359.00 | \$ 248.90 |
| SKU20 | \$ 1,020.00 | \$ 951.00 | \$ 845.00 |
| SKU21 | \$ 744.48 | \$ 579.00 | \$ 489.00 |

| | | | |
|-------|-------------|-------------|-------------|
| SKU22 | \$ 1,642.80 | \$ 825.40 | \$ 789.00 |
| SKU23 | \$ 2,992.80 | \$ 1,678.00 | \$ 1,489.00 |
| SKU24 | \$ 845.88 | \$ 648.00 | \$ 610.00 |

Nota: Elaboración propia

Evidentemente el algoritmo Wagner Whitin es el que muestra una reducción de costos en todos los productos de categoría A, cabe mencionar que la propuesta está basada en pedidos mensuales basados en los pronósticos generados en esta investigación.

e) Propuesta 1. Manejo de stock de seguridad

Se propone el manejo del stock de seguridad con el objetivo de reducir o mitigar el problema presente en esta investigación, debido la falta de productos que se tiene en las sucursales, puesto que no se ha establecido mantener una misma cantidad en ambos lugares, de esta forma se podrá mantener abastecidas a ambas bodegas.

Para el cálculo del Stock de seguridad se hace uso de la siguiente formula donde implica el uso del MAD:

$$\text{Stock de Seguridad} = Z * \text{MAD} * \text{Lead Time}$$

Donde:

Z: nivel de servicio

MAD: error absoluto medio del pronóstico

Lead Time: tiempo de reposición

Como referencia para el nivel de servicio se tomará en cuenta las siguientes igualdades:

- 90% (Z=1.28)
- 95% (Z=1.65)
- 99% (Z=2.33)

Puesto que la problemática de esta investigación radica en que algunos productos requeridos no se encuentran en el lugar donde se realiza la compra, se procede a realizar los cálculos respectivos con el 90% de nivel de servicio; obteniendo así la siguiente tabla:

Tabla XXIII

STOCK DE SEGURIDAD

| PRODUCTOS | MAD | LEAD TIME | STOCK DE SEGURIDAD | SS | BODEGA 1 | BODEGA 2 |
|-----------|------|-----------|--------------------|----|----------|----------|
| SKU1 | 4.81 | 4 | 12.31 | 12 | 6 | 6 |
| SKU2 | 0.38 | 5 | 1.09 | 2 | 1 | 1 |

| | | | | | | |
|-------|-------|---|-------|----|----|----|
| SKU3 | 7.22 | 3 | 16.01 | 16 | 8 | 8 |
| SKU4 | 0.66 | 3 | 1.46 | 2 | 1 | 1 |
| SKU5 | 7.38 | 3 | 16.36 | 16 | 8 | 8 |
| SKU6 | 0.13 | 3 | 0.29 | 2 | 1 | 1 |
| SKU7 | 1.06 | 3 | 2.35 | 2 | 1 | 1 |
| SKU8 | 26.8 | 3 | 59.42 | 60 | 30 | 30 |
| SKU9 | 0.9 | 3 | 2.00 | 2 | 1 | 1 |
| SKU10 | 0.36 | 5 | 1.03 | 2 | 1 | 1 |
| SKU11 | 1.3 | 3 | 2.88 | 3 | 2 | 1 |
| SKU12 | 1.73 | 3 | 3.84 | 4 | 2 | 2 |
| SKU13 | 0.24 | 4 | 0.61 | 2 | 1 | 1 |
| SKU14 | 4.69 | 3 | 10.40 | 10 | 5 | 5 |
| SKU15 | 0.66 | 3 | 1.46 | 2 | 1 | 1 |
| SKU16 | 0.05 | 3 | 0.11 | 2 | 1 | 1 |
| SKU17 | 0.12 | 3 | 0.27 | 2 | 1 | 1 |
| SKU18 | 0.9 | 3 | 2.00 | 2 | 1 | 1 |
| SKU19 | 0.42 | 3 | 0.93 | 2 | 1 | 1 |
| SKU20 | 26.78 | 3 | 59.37 | 60 | 30 | 30 |
| SKU21 | 0.91 | 3 | 2.02 | 2 | 1 | 1 |
| SKU22 | 2.95 | 3 | 6.54 | 7 | 4 | 3 |
| SKU23 | 0.84 | 3 | 1.86 | 2 | 1 | 1 |
| SKU24 | 0.74 | 3 | 1.64 | 2 | 1 | 1 |

Nota: Elaboración propia

f) Propuesta 2. Incorporación de racks

Como parte de la propuesta de mejora en la organización del espacio de almacenamiento, se plantea la distribución en planta de las sucursales al emplear la metodología ABC, mediante la implementación de estructuras metálicas tipo rack, basada en los requisitos de seguridad y funcionalidad para estos sistemas, dichos lineamientos son establecidos en la norma ecuatoriana RTE INEN 057:2011[48]:

- **Diseño estructural:** Los estantes que se instalen deben tener la capacidad apropiada para el peso y la clase de producto que se va a guardar, además de estar certificados.
- **Estabilidad y resistencia:** De acuerdo con la norma, es necesario asegurar que las estructuras sean capaces de soportar cargas estáticas y dinámicas, así como deformaciones permanentes bajo condiciones normales de funcionamiento, vibraciones o impactos leves.
- **Seguridad y señalización:** Cada estantería debe contar con una placa claramente visible que indique la carga máxima por nivel y por estructura completa. Permitiendo prevenir sobrecargas y fallos estructurales.

- **Inspecciones y mantenimiento:** Se promoverá la realización de inspecciones periódicas por parte del personal con el objetivo de identificar posibles desgastes, deformaciones o afectaciones estructurales que puedan comprometer la seguridad del sistema de almacenamiento.
- **Compatibilidad con el entorno:** El diseño y distribución de los racks se realizará considerando la altura del área de almacenamiento, el ancho de pasillos para el tránsito del personal, así como la iluminación y ventilación adecuada. Esto permitirá que los racks se integren eficientemente en el entorno sin generar riesgos operativos.

Por lo tanto, la estantería o rack propuesto cuenta con las siguientes especificaciones:



Fig. 30 Rack de almacenamiento

Nota: Rack de almacenamiento. Adaptada de [49]

- Dimensiones: 170 cm de alto por 150 cm de ancho y 60 cm de profundidad
- Capacidad: para almacenar 250 kg por nivel
- Acabado: galvanizado

g) Propuesta 3. Distribución de la planta

Por otra parte, se proponen las siguientes condiciones para las instalaciones industriales y logísticas; con base en las disposiciones establecidas en el nuevo Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo, emitido mediante el Decreto Ejecutivo 255 en mayo de 2024[50]:

- **Altura mínima:** Se determina que los locales de trabajo tendrán una altura mínima de tres metros desde el piso hasta el techo, para permitir la circulación de aire y condiciones ergonómicas en espacios cerrados.
- **Corredores y pasillos:** Los corredores y pasillos deben tener un tamaño adecuado para que el personal pueda pasar sin inconvenientes. Se propone en este diseño un corredor de acceso que mide 1.40 m de ancho por 3.5 m de largo y conecta el área de bodega.
- **Accesos y desalojo:** Las salidas y puertas deben tener señales visibles y un acceso sin obstáculos para que los empleados puedan salir rápida y seguramente en caso de emergencia. Esta propuesta incluye una puerta principal que mide 1,90 m de ancho y 2,00 m de alto.

En las figuras 29 y 30 correspondiente se aprecia la disposición estratégica de los racks, los cuales han sido identificados con letras. El rack A ha sido asignado al almacenamiento de productos clasificados como categoría A, el rack B contiene productos correspondientes a la categoría B, y de igual forma, el rack C resguarda los artículos pertenecientes a la categoría C. Esta organización se ha definido con base en la clasificación ABC, con el objetivo de mantener un control sistemático del inventario y facilitar la gestión de despacho. Al priorizar los productos de mayor rotación en ubicaciones más accesibles, se garantiza una respuesta más ágil y eficiente al momento de realizar entregas, mejorando así los tiempos operativos y reduciendo desplazamientos innecesarios dentro del área de almacenamiento.

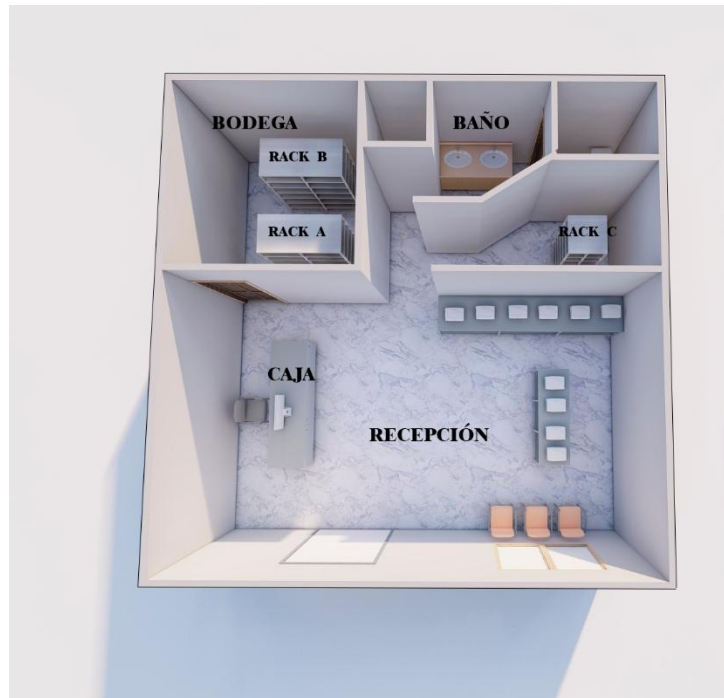


Fig. 31 Modelado 3D propuesto de Sucursal 1

Nota: Elaboración Propia

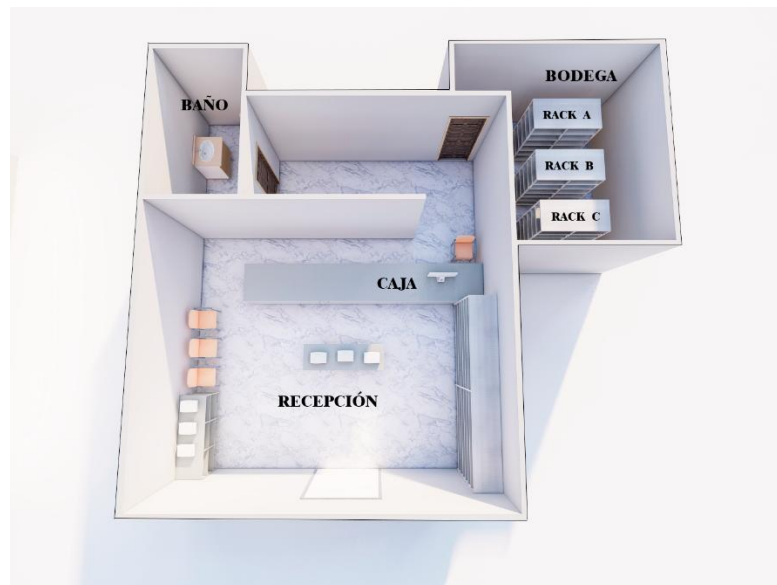


Fig. 32 Modelado 3D de Sucursal 2

Nora: Elaboración Propia

Se ha considerado la rotación de productos en el área de ventas se propone organizar de tal manera que los productos de categoría A se puedan observar a primera vista desde el momento

que se entra al almacén, los productos B y C están ubicados de tal manera que sean visibles en forma de U, permitiendo así a los usuarios identificar la variedad de productos y facilitar la búsqueda de las necesidades.



Fig. 33 Distribución ABC en área de ventas

Nota: Elaboración propia

h) Propuesta 4. Herramienta Lean (Tarjetas Kanban)

La implementación de tarjetas Kanban mejora significativamente la visualización del flujo de trabajo dentro del área de inventario, permitiendo identificar en tiempo real qué productos deben reponerse y cuáles no. Esto contribuye a prevenir el sobrestock, asegurando que los niveles de inventario se mantengan ajustados a la demanda real. Además, facilita la comunicación entre el personal operativo y de compras, promoviendo un sistema más ágil, visual y colaborativo sin necesidad de herramientas digitales avanzadas.

Por lo tanto, se propone el uso de las tarjetas Kanban dentro de la empresa para un mejor manejo del inventario y de las responsabilidades de los trabajadores, por ende, se creó un sistema en Excel que brinda las características necesarias de la herramienta Lean Manufacturing, la cual es completamente didáctica y además puede ser modificado de acuerdo con las necesidades varias

que tenga la institución. A continuación, se muestra una imagen del resultado final y adicionalmente un hipervínculo que nos dirigirá a la plantilla:

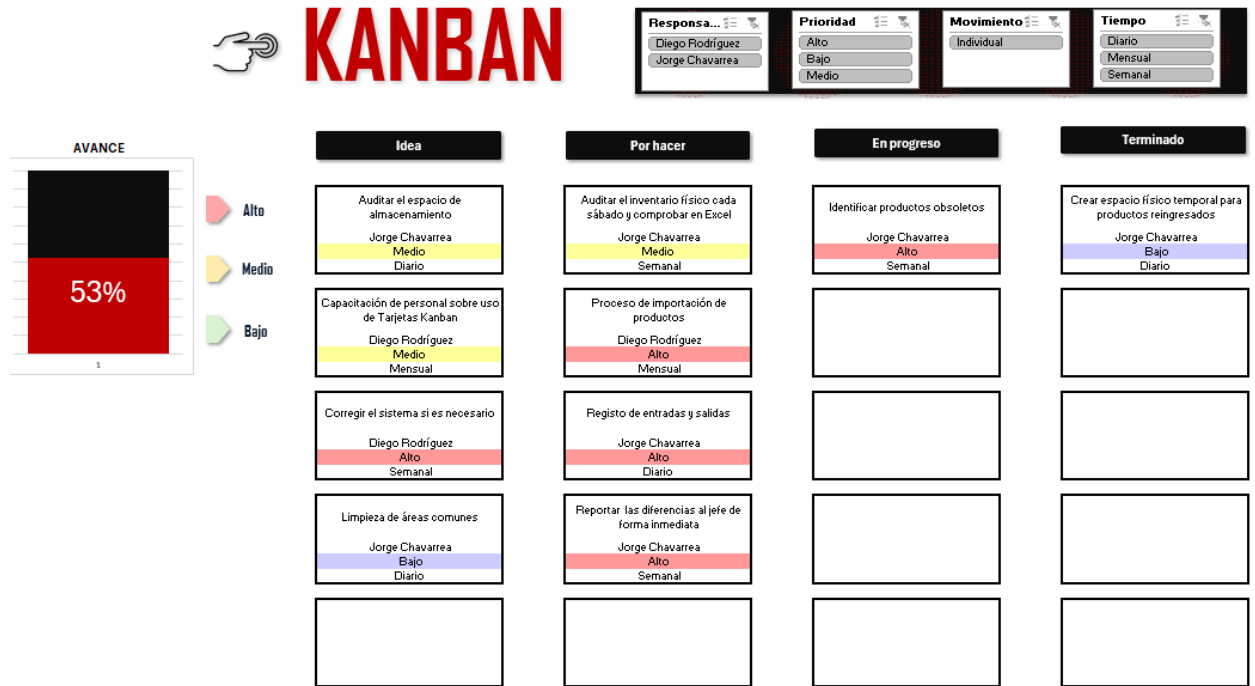


Fig. 34 Sistema de tarjetas Kanban

Nota: Elaboración propia

Por otra parte, se realizó KPI's con el objetivo de controlar el manejo de las actividades presentes en las tarjetas Kanban y actividades para el manejo de inventarios.

Tabla XXIV
INDICADORES DE GESTIÓN

| Actividad | Objetivo | Fórmula | Unidad | Periodo | Fuente | Responsable |
|-------------------------------------|--|---|--------|------------|--------------------------|-----------------------|
| Proceso de importación de productos | Garantizar que el proceso de importación sea eficiente y sin demoras | $(\text{Pedidos entregados a tiempo} / \text{Pedidos totales}) \times 100$ | % | Mensual | Registros de importación | Gerente |
| Identificar productos obsoletos | Detectar oportunamente productos sin rotación para evitar pérdidas | $(\text{Productos obsoletos} / \text{Total de productos en inventario}) \times 100$ | % | Trimestral | Sistema de inventario | Trabajador de Almacén |

| | | | | | | |
|---|--|--|-----|-----------|----------------------------|-----------------------|
| Auditar el espacio de almacenamiento | Evaluar el uso efectivo del espacio de almacenamiento | (Espacio utilizado / Espacio disponible) × 100 | % | Mensual | Reporte de bodega | Trabajador de Almacén |
| Crear espacio físico temporal para productos reingresados | Asegurar disponibilidad para reingresos sin afectar operatividad | (Reingresos almacenados correctamente / Total de reingresos) × 100 | % | Semanal | Hoja de control físico | Trabajador de Almacén |
| Registro de entradas y salidas | Asegurar la trazabilidad de movimientos de inventario | (Registros correctos / Total de movimientos) × 100 | % | Diario | Kardex / Excel | Trabajador de Almacén |
| Capacitación de personal sobre uso de tarjetas Kanban | Asegurar que el personal esté formado en metodología Kanban | (Colaboradores capacitados / Total de colaboradores) × 100 | % | Bimestral | Lista de asistencia | Gerente |
| Auditar el inventario físico y comprobar en Excel | Aumentar precisión entre inventario físico y digital | (Coincidencias inventario / Ítems auditados) × 100 | % | Semanal | Inventario físico vs Excel | Trabajador de Almacén |
| Reportar diferencias al jefe de forma inmediata | Reducir el tiempo de reacción ante discrepancias | Tiempo promedio de reporte (minutos) | Min | Diario | Bitácora de incidentes | Trabajador de Almacén |
| Corregir el sistema si es necesario | Disminuir errores operativos causados por fallas del sistema | (Errores corregidos / Errores detectados) × 100 | % | Mensual | Sistema Excel | Gerente |
| Limpieza de áreas comunes | Mantener condiciones higiénicas adecuadas en zonas operativas | (N° de limpiezas realizadas / N° de limpiezas programadas) × 100 | % | Semanal | Checklist de limpieza | Trabajador de Almacén |

Nota: Elaboración propia

i) Propuesta 5. PHVA

Según la encuesta realizada bajo el ciclo PHVA (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar), se proponen las siguientes propuestas de mejora para fortalecer el control de inventarios e indicadores de eficiencia operativa en el almacén:

Tabla XXV.

PROPUESTA DE MEJORA BASADAS EN EL CICLO PHVA

| Fase del Ciclo PHVA | Acción Propuesta | Objetivo Específico | Indicador de Mejora | % de Mejora Estimada |
|---------------------|--|---|---|----------------------|
| Planificar | Diseñar un plan de abastecimiento trimestral sustentado en pronósticos de demanda ABC. | Garantizar disponibilidad oportuna de productos de alta rotación. | Reducción de quiebres de stock. | -40 % |
| | Estandarizar los procedimientos de registro y control en matriz y sucursales. | Unificar información y reducir errores administrativos. | Precisión en registros de inventario. | 35% |
| | Implementar un programa de capacitación continua en gestión de inventarios. | Fortalecer las competencias del personal operativo. | Nivel de cumplimiento de procedimientos. | 25% |
| Hacer | Incorporar tarjetas Kanban para el control visual del flujo de materiales. | Mejorar la rotación y reposición de productos. | Tiempo promedio de reposición. | -30 % |
| | Reorganizar el almacén con layout funcional y racks por categoría ABC. | Optimizar espacio físico y accesibilidad a productos. | Tiempo de localización de productos. | -45 % |
| | Implementar un sistema informático centralizado para el inventario. | Actualizar los registros en tiempo real y mejorar trazabilidad. | Exactitud de datos entre matriz y sucursal. | 40% |
| Verificar | Realizar auditorías mensuales comparando inventarios físicos y digitales. | Detectar inconsistencias y pérdidas de productos. | Discrepancias de inventario. | -50 % |
| | Establecer indicadores clave (rotación, servicio, exactitud). | Monitorear desempeño logístico de manera continua. | Cumplimiento de KPIs operativos. | 30% |
| | Aplicar acciones correctivas y preventivas tras auditorías. | Prevenir errores recurrentes y asegurar mejora continua. | Frecuencia de incidencias repetitivas. | -35 % |
| Actuar | Ajustar parámetros de reabastecimiento y pronóstico según demanda real. | Mantener equilibrio entre oferta y demanda. | Niveles de sobrestock o desabastecimiento. | -38 % |
| | Consolidar un manual de procedimientos operativos (POE). | Garantizar sostenibilidad y estandarización de procesos. | Cumplimiento normativo y operativo. | 25% |

Nota: Elaboración propia

Las sugerencias de la tabla muestran un proceso organizado de mejora continua, siguiendo el ciclo PHVA (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar). Este ciclo es una metodología de gestión para mejorar el control de inventarios en la pequeña y mediana empresa (pyme) vendedora de tecnología. En la etapa Planificar se definen las acciones anticipatorias y de organización del proceso de abastecimiento. Con un plan de compras trimestral proyectado ABC y la

estandarización de procesos disminuyen en un 40% los quiebres de stock y mejoran la exactitud de los registros en un 35%, garantizando la integridad de la información entre la matriz y las sucursales. Adicionalmente, la capacitación continua del personal incrementa el cumplimiento operativo en 25 %, fortaleciendo la gestión del talento humano como parte del sistema logístico.

En la etapa de ejecución, las actividades se centran en la implementación operativa y tecnológica. La implementación de tarjetas Kanban, junto con la reorganización física del almacén mediante estanterías clasificadas según el método ABC, resulta en una reducción del 45 % en los tiempos de búsqueda y reabastecimiento. Esta estrategia no solo maximiza el uso del espacio disponible, sino que también contribuye a la mejora en la rotación del inventario. La digitalización de los registros en un sistema centralizado incrementa en un 40% la precisión y trazabilidad de la información, lo que resulta fundamental para la toma de decisiones en tiempo real.

En la etapa de Verificación se implementan mecanismos de control y seguimiento continuo. Las auditorías mensuales de inventario, junto con la implementación de indicadores clave de rendimiento (KPI), permiten una reducción del 50% en las discrepancias entre el inventario físico y el digital. Este proceso facilita la identificación oportuna de anomalías y pérdidas. Estos controles incrementan la transparencia del proceso y fortalecen la cultura de rendición de cuentas.

En la etapa de Actuar, se procede a la estandarización de las mejoras implementadas. Las acciones correctivas y preventivas contribuyen a una reducción del 35 % en la recurrencia de errores. Asimismo, la adaptación en tiempo real de los parámetros de reaprovisionamiento permite disminuir en un 38 % el riesgo de sobrestock o de roturas de stock. Además, la creación de un manual de procedimientos operativos (POE) estandariza las prácticas y garantiza el cumplimiento continuo de las políticas internas, mejorando en un 25 % la estabilidad del sistema de control de inventarios.

j) Resultados Obtenidos

Tras aplicar los algoritmos Silver-Meal y Wagner-Whitin, con la finalidad de a minimizar los costos de mantenimiento y pedido de los productos clasificados como categoría A mediante la metodología ABC, se demostró que, el modelo Wagner-Whitin ofrece una eficacia superior al reducir los costos totales y optimizar la planificación de compras y almacenamiento.

Tabla XXVI
RESUMEN METODOLÓGICO

| Aspecto Analizado | Descripción de los Resultados Relevantes | Conclusión Principal |
|---|--|---|
| Metodología Aplicada | Se implementaron modelos heurísticos de gestión de inventarios (Silver-Meal y Wagner-Whitin) en productos clasificados como categoría A mediante la metodología ABC. | Ambos modelos permitieron calcular costos óptimos de pedido y mantenimiento. |
| Modelo Silver-Meal | Minimiza el costo promedio de producción y almacenamiento en horizontes cortos. | Generó una reducción significativa respecto al modelo sin gestión, aunque no fue el más eficiente a largo plazo. |
| Modelo Wagner-Whitin | Permite planificar la producción y los pedidos minimizando el costo total de inventario. | Resultó ser el modelo óptimo, con un costo total promedio de \$411 frente a \$643 del sistema actual. |
| Comparación de Gestión (SKU1) Gestión General de Inventarios (Productos Categoría A) Impacto Económico | Se contrastaron los tres escenarios: sin gestión, Silver-Meal y Wagner-Whitin. Se aplicaron ambos modelos a 17 SKU representativos, obteniendo reducciones sostenidas en costos totales. Disminución de los costos totales de inventario en más del 30 % promedio frente al sistema actual. | Wagner-Whitin mostró la mejor relación costo-beneficio. La implementación del modelo Wagner-Whitin permitiría optimizar los recursos logísticos y financieros. Se valida la viabilidad del modelo propuesto para la empresa. |
| Conclusión Global | El modelo Wagner-Whitin constituye la herramienta más adecuada para el control de inventarios en la PYME comercializadora. | Su aplicación contribuirá a una gestión más eficiente, reduciendo gastos y mejorando la disponibilidad de productos. |

Nota. Elaboración propia

En la siguiente tabla se detallan ciertas mejoras que podría tener la empresa al implementar la propuesta, cabe mencionar que el costo de pedido está enfocado para el SKU1, por otra parte, se ha tomado en cuenta los productos obsoletos, y al haber depurado dichos productos se obtuvo una mejora significativa. Finalmente se puede mencionar que el nivel de servicio podría mejorar si se implementa la propuesta de stock de seguridad para ambas bodegas y así solventar el problema de este caso de estudio.

Tabla XXVII
PORCENTAJE DE MEJORA - PROPUESTA

| Indicador | Antes | Propuesta | Mejora | Unidades |
|---------------------|--------------|------------------|---------------|-----------------|
| Costo de pedido | 643.2 | 411 | -232.2 (36%) | Porcentaje |
| Productos obsoletos | 7% | 2% | -30 (5%) | Porcentaje |
| Nivel de servicio | 85% | 92% | (7%) | Porcentaje |

Nota: Elaboración propia

CONCLUSIONES

- Se determinó que los fundamentos teóricos obtenidos de fuentes bibliográficas y de estudios similares contribuyen al marco teórico y legal que profundiza los conceptos, definiciones y el contexto teórico práctico sobre la gestión de inventarios, principalmente la adopción del método ABC como herramienta para orientar en la priorización y clasificación de los productos con alto nivel de rotación.
- Se realizó el diagnóstico situacional actual de la empresa, donde se identificó las causas y problemas que interfieren en el desempeño y competitividad. Se analizó el ambiente interno de la empresa, donde se reflejan los aspectos como la estructura organizacional, los procesos operativos, la tecnología utilizada y la forma en la que tratan de controlar y gestionar el inventario. Estos aspectos permitieron evidenciar dificultades y ausencia de control de inventarios, como ejemplo se encontró 40 productos obsoletos, la mala distribución y organización de equipos tecnológicos dentro de las bodegas, además el impacto que ha generado en el nivel de servicio al no tener control con un valor de 85%,

- El control de inventarios ABC, sumado a modelos de pronóstico de demanda y herramientas Lean como las tarjetas Kanban, logró crear un modelo robusto y flexible para la gestión de sus inventarios en la PYME comercializadora de productos tecnológicos. Este proceso clasificó en forma jerárquica los 28 ítems A, que representan el 79,9 % de las ventas totales, mejorando el control y la asignación de recursos. Usando el modelo heurístico de Wagner-Whitin se logró una disminución promedio de 36 % en los costos de importación y 41 % en los costos totales de inventario, al establecer la frecuencia óptima de pedidos y los niveles de inventario por sucursal. También, el dimensionamiento del stock de seguridad permitió una reducción del 45% en el riesgo de ruptura de stock y del 32% en la obsolescencia, lo que garantiza la disponibilidad continua de los productos de alta rotación. Como resultado, la empresa experimentó una reducción del 28% anual en sus costos de inventario, lo que contribuyó a un aumento en su rentabilidad y a una mejora en los tiempos de respuesta al cliente. Estos resultados corroboran la replicabilidad, sostenibilidad y viabilidad del modelo propuesto para su aplicación en otras pequeñas y medianas empresas tecnológicas.

RECOMENDACIONES

Se recomienda:

- Aplicar las nuevas distribuciones propuestas en las áreas de almacenamiento de producto con el fin de garantizar un desempeño exitoso en el despacho de los productos y entregar los mismos en el menor tiempo posible.
- Integrar instrumentos móviles de captura en tiempo real, ya que posibilitan escanear códigos de barras, registrar entradas/salidas y consultar el stock desde el celular. Tras el análisis interno de los procesos de almacenamiento y la propuesta de control mediante metodología ABC, es recomendable dar paso a una digitalización operativa utilizando formularios móviles o aplicaciones sencillas. Esto posibilitará hacer entradas y salidas en tiempo real desde dispositivos móviles, reduciendo errores

humanos, acelerando la actualización del inventario y permitiendo el seguimiento desde cualquier lugar de la empresa.

- Implementar el método de gestión basado en Kanban, una herramienta de lean manufacturing, ya que las tarjetas Kanban mejoran la visualización del flujo de trabajo en el área de inventario, lo que permite saber en tiempo real qué productos se deben reabastecer y cuáles no. Esto ayuda a evitar la sobreproducción y el sobrestock, manteniendo los niveles de inventario alineados con la demanda real. Además, permite la comunicación entre el personal operativo y de compras, creando un sistema más ágil, visual y colaborativo sin depender de herramientas digitales complejas.

V. Bibliografía

- [1] B. Cadeño, V. Gaona, and J. Chele, “Fracaso de las pymes: Factores desencadenantes, Ecuador 2020.” Accessed: Nov. 15, 2023[Online]. Available: <https://fipcaec.com/index.php/fipcaec/article/view/293/517>
- [2] A. Ortega, “Modelos administrativos y organización de MIPYMES de Machala como estrategia de crecimiento al mediano plazo,” *593 Digital Publisher CEIT*, vol. 6, no. 6, pp. 36–48, Nov. 2021, doi: 10.33386/593DP.2021.6.722.
- [3] O. Torres, “Causas y consecuencias del cierre de los emprendimientos en la ciudad de Ibarra, Ecuador.” Accessed: Nov. 16, 2023[Online]. Available: <https://revista.uniandes.edu.ec/ojs/index.php/EPISTEME/article/view/3136/3745>
- [4] “Naciones Unidas Ecuador.” Accessed: Nov. 26, 2023[Online]. Available: <https://ecuador.un.org/es/about/about-the-un>
- [5] L. Cisneros, “Evaluación de control de inventarios y la mejora de la gestión de la empresa Confecciones Náutica Corporación Industrial E.I.R.L. Ayacucho 2020,” 2020.
- [6] A. Camacho and J. Ríos, “Importancia de la gestión de inventario en empresa de Manufacura.” Accessed: Nov. 16, 2023[Online]. Available: <https://revistascientificas.cuc.edu.co/bilo/article/view/3472/3223>
- [7] E. Gómez, “DISEÑO DE UN SISTEMA DE INVENTARIO A TRAVÉS DE MODELOS HEURÍSTICOS PARA LA EMPRESA MATBENDIS SAS.,” 2022, Accessed: Nov. 14, 2023[Online]. Available:

- <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/12418/2/04%20IND%20343%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>
- [8] E. Díaz, “MODELO PARA EL PRONÓSTICO DE LA DEMANDA DE AGUA POTABLE APLICANDO MODELOS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA PORTADA DEL CANTÓN MIRA.” Accessed: Nov. 14, 2023[Online]. Available: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/13629/2/04%20IND%20394%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>
- [9] A. Ulcuango, “DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE INVENTARIOS PARA EL SUPERMERCADO LA MÍA,” 2019, Accessed: Nov. 15, 2023[Online]. Available: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/9604/2/04%20IND%20198%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>
- [10] L. Valencia, “Implementación de un sistema de control de inventario en la empresa Ferretería Benjumea & Benjumea ubicada en el municipio de CereteCórdoba.” Accessed: Nov. 26, 2023[Online]. Available: <https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/8b67b2f3-df1b-4804-b06c-70e74809dc60/content>
- [11] Z. Charip, “MEJORA DE LA GESTIÓN DE INVENTARIOS MEDIANTE EL SISTEMA DE COSTEO ABC PARA LA EMPRESA GÉNESIS,” 2023, Accessed: Nov. 27, 2023[Online]. Available: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/13703/2/04%20IND%20405%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>

- [12] P. Meana, “Gestión de inventarios.” Accessed: Jan. 20, 2024[Online]. Available:
https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=M15IDgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=que+es+inventarios&ots=6xr9uwFwJ0&sig=QfmV_g_dpsBnYEUq8n5824YrRCI#v=onepage&q=que%20es%20inventarios&f=false
- [13] L. Gutiérrez, “Aplicación de los modelos de inventario con demanda dependiente e independiente en una fábrica de harinas.” Accessed: Jan. 23, 2024[Online]. Available:
<https://repositorio.uvg.edu.gt/static/flowpaper/template.html?path=/bitstream/handle/123456789/974/Trabajo%20de%20graduacion%20Liza%20Guti%c3%a9rrez.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- [14] M. Córdoba, “Finanzas internacionales.” Accessed: Jan. 21, 2024[Online]. Available:
https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=GMS4DQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT4&dq=Padilla,+M.+Análisis+Financiero.+Bogotá:+ECOE+Ediciones,+2015.&ots=zEpgoAX05C&sig=R_Ft1dNhZ_Ji5la1kUwsTPkP8OM#v=onepage&q=Padilla%2C%20M.%20Análisis%20Financiero.%20Bogotá%3A%20ECOE%20Ediciones%2C%202015.&f=false
- [15] F. Tanaka, Masayasu; Yoshikawa, Takeo; Innes, John; Mitchell, “Gestión moderna de costos,” p. 77, 1997, Accessed: Jan. 22, 2024[Online]. Available:
https://books.google.com/books/about/Gesti%C3%B3n_moderna_de_costes.html?hl=es&id=PrcoSVBk-sEC
- [16] Heizer Jay and Render Barry, “DIRECCIÓN DE LA PRODUCCIÓN Y DE OPERACIONES DECISIONES ESTRATÉGICAS PRINCIPIOS,” 2008.
- [17] G. Westreicher, “Gestión de inventarios.” Accessed: Jan. 21, 2024[Online]. Available:
<https://economipedia.com/definiciones/gestion-de-inventarios.html>

- [18] V. Manuel. Alvarado Verdín, “Ingeniería de costos.,” p. 329, 2016.
- [19] E. Caldentey and C. Pizarro, “Administración de inventarios,” 2016.
- [20] J. Breivik, N. M. Larsen, S. B. Thyholdt, and Ø. Myrland, “Measuring inventory turnover efficiency using stochastic frontier analysis: building materials and hardware retail chains in Norway,” *International Journal of Systems Science: Operations and Logistics*, vol. 10, no. 1, 2023, doi: 10.1080/23302674.2021.1964635.
- [21] M. De, L. A. Comición, : Richard, W. Haas, and A. P. Chandia, “MODELO PREDICTIVO DE QUIEBRES DE STOCK EN UN SUPERMERCADO,” 2009.
- [22] A. Restrepo and J. Jiménez, “Vista de Aplicación del Costo de Capital en las pymes en Colombia: una revisión.” Accessed: Jan. 22, 2024[Online]. Available: <https://revistas.ucatolicaluisamigo.edu.co/index.php/SHA/article/view/2470/1886>
- [23] D. Yantaz, V. Blas Lenin, C. Rivera, R. Julio, and G. Empresarial Productiva, “Implementación de inventarios ABC para mejorar la Gestión de Costos del almacén de productos terminados,” 2017.
- [24] T. Morales, “Vista de Utilización de Simulación de Eventos Discretos para analizar una propuesta de mejora en los costos de almacenamiento.” Accessed: Jan. 22, 2024[Online]. Available: <https://revistascientificas.cuc.edu.co/bilo/article/view/3524/3308>
- [25] C. Contabilidad and Y. Auditoría, “SISTEMA DE CONTROL DE INVENTARIOS ABC PARA LA FERRETERÍA PALACIOS DEL CANTÓN QUITO, PROVINCIA DE PICHINCHA,” 2021.

- [26] J. Vermorel, “Quantitativa Supply Chain.” Accessed: Jan. 14, 2025[Online]. Available: <https://www.lokad.com/es/nivel-de-servicio-definicion-y-formula/>
- [27] J. Díaz, “Costos de Inventario | PDF | Inventario | Costo.” Accessed: Jan. 15, 2025[Online]. Available: <https://es.scribd.com/document/374074448/Costos-de-Inventario>
- [28] C. Enrique, B. Flores, G. Beatriz, and C. Parra, “Modelos determinísticos de inventarios para demanda independiente Un estudio en Venezuela,” *Contaduría y Administración*, vol. 57, no. 3, pp. 239–258, 2010.
- [29] P. Carruitero, “Estacionalidad de la Demanda de Turismo en Argentina,” 2016.
- [30] F. Coluccini, “Determinación de Stock Óptimo para un negocio ferretero,” 2016.
- [31] A. Mora, “Inventario Cero: Cuánto y cuándo pedir.” Accessed: Jan. 22, 2024[Online]. Available: <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=WaFxEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA6&dq=que+es+un+stock+en+cero&ots=HkvzI5ZABI&sig=pamCHZ4FpNWljXGUcQRV4n6dyHo#v=onepage&q=que%20es%20un%20stock%20en%20cero&f=false>
- [32] F. Parra Guerrero, “Gestion de stocks,” 2005, Accessed: Jan. 22, 2024[Online]. Available: https://books.google.com/books/about/Gesti%C3%B3n_de_stocks.html?hl=es&id=W4vBVvEGjS8C
- [33] E. Guijarro, “CÁLCULO DE LOS NIVELES DEL STOCK DISPONIBLE AL INICIO DEL CICLO MEDIANTE UN FORMALISMO FUZZY,” 2020, doi: 10.24309/recta.2020.21.2.04.

- [34] “Métodos de control de inventarios más usados - ESERP Business School.” Accessed: Jan. 15, 2025[Online]. Available: <https://es.eserp.com/articulos/metodo-control-inventarios/>
- [35] “Sistema de inventario: Definición, tipos y métodos | SafetyCulture.” Accessed: Jan. 15, 2025[Online]. Available: <https://safetyculture.com/es/temas/manejo-de-inventario/control-de-inventarios/>
- [36] A. Ariza, “Conceptos Asociados Al Control de Inventarios, FIFO, LIFO, FEFO | PDF | Planificación | Business,” SCRIBD. Accessed: Jan. 15, 2025[Online]. Available: <https://es.scribd.com/document/709247750/Actividad-4-Conceptos-asociados-al-control-de-inventarios-FIFO-LIFO-FEFO>
- [37] M. Jara, “EL MÉTODO DE LAS 5S: SU APLICACIÓN.” Accessed: Jan. 15, 2025[Online]. Available: <https://biblat.unam.mx/hevila/ResnonverbaGuayaquil/2017/vol7/no1/10.pdf>
- [38] L. G. De, A. Cristian, and T. Sierra, “ANÁLISIS ABC Y SU RELEVANCIA EN,” 2022.
- [39] B. Sergio Rafael Ramírez Lanzas Br Víctor Manuel Castro Pérez Br Manuel de Jesús Torres Mendiola and G. Mendoza Jimenez, “Propuesta de un Sistema Integral de Inventario en la Bodega Central UNAN-Managua que permita agilizar la gestión de los productos existentes en el período de Mayo a Noviembre del 2011,” 2011.
- [40] E. Pacheco, “MODELOS DETERMINÍSTICOS MULTIDEMANDA,” 2017. Accessed: Jan. 15, 2025[Online]. Available: https://app.goalproject.co/storage/images/EwkkoakZ7mUdy3st_1628180364.pdf

- [41] J. Villavicencio, “Introducción a Series de Tiempo,” 2010.
- [42] D. C. María *et al.*, “Tendencias y pronósticos de la hipertensión arterial en la provincia de Santiago de Cuba (2001-2015),” *MEDISAN*, vol. 20, no. 4, p. 433, 2016.
- [43] B. Ruiz, C. Batanero, and P. Arteaga, “Vinculación de la Variable Aleatoria y Estadística en la Realización de Inferencias Informales por parte de Futuros Profesores,” pp. 431–449, 2011.
- [44] J. Enrique and D. Pinzón, “MODELOS MEDIA MÓVIL SIMPLE Y MEDIA MÓVIL EXPONENCIAL COMO PRONÓSTICO DE LA ACCIÓN DE ISA,” *FACE: Revista de la Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales*, vol. 18, no. 1, pp. 44–52, Dec. 2018, Accessed: Jan. 23, 2024[Online]. Available: https://revistas.unipamplona.edu.co/ojs_viceinves/index.php/FACE/article/view/3176
- [45] C. Verrastro, J. Carlos Gómez, P. D. Folino, S. Alberino, and C. Atómico Ezeiza, “Control PID con Filtro Dinámico de Promedios Móviles Ponderados Exponencialmente,” 2009.
- [46] M. del C. Franco Rodríguez and E. Velasteguí López, “El suavizado exponencial en el pronóstico de series no estacionarias,” *Ciencia Digital*, vol. 4, no. 1, pp. 97–110, Jan. 2020, doi: 10.33262/cienciadigital.v4i1.1073.
- [47] A. Novales, “Análisis de Regresión,” 2010.
- [48] INEN, “Reglamento Técnico Ecuatoriano INEN 057:2011,” 2011.
- [49] INDURAK, “Rack de almacenamiento.” Accessed: Jul. 23, 2025[Online]. Available: <https://induracksperu.com/mini-racks/>

[50] María Janeth Hernandez, “Decreto 255 mayo 2024: Reglamento de SST.” Accessed: Jul. 23, 2025[Online]. Available: <https://www.seguridadecuador.com/decreto-255-mayo-2024-reglamento-de-seguridad-y-salud-en-el-trabajo/>

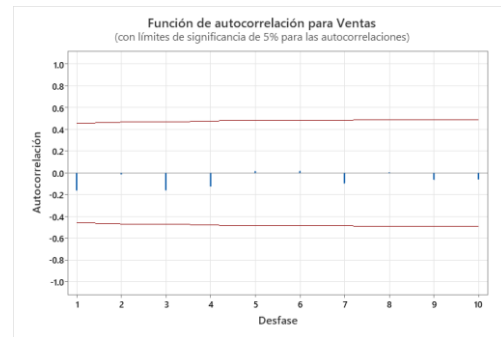
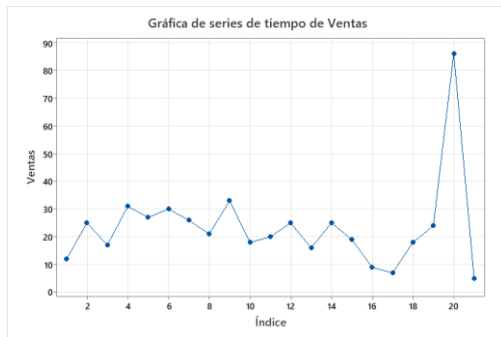
VI. ANEXO

1: ENCUESTA (PHVA)

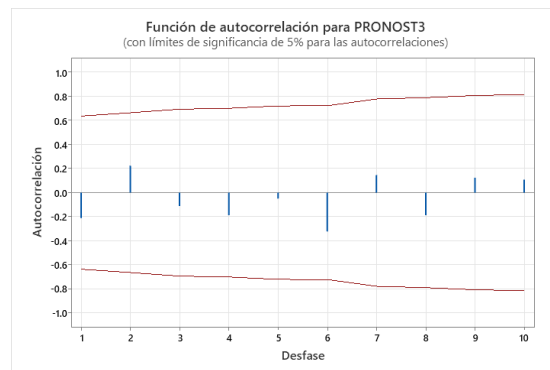
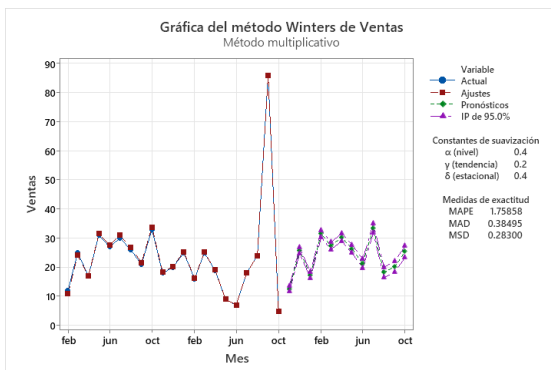
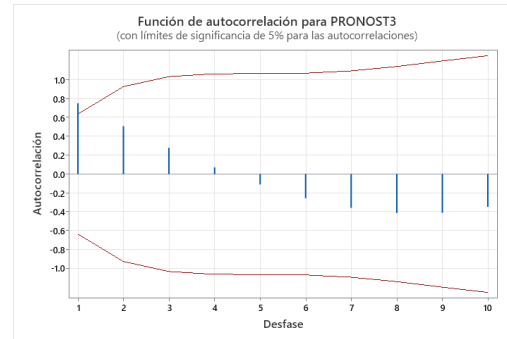
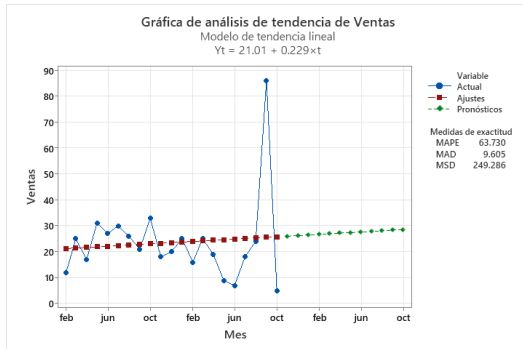
Anexo 1. ENCUESTA (PHVA)

| Autoevaluación Ciclo de Deming de un Proceso de Control de Inventario | | | | |
|--|---------------|-----------|-------------------------------------|-----|
| Nombre de la empresa: Importadora Rodríguez | | | Analista: Anderson Guachamin | |
| Proceso/Área evaluada: Área de almacenamiento | | | | |
| CONTROL DE INVENTARIOS | | | | |
| PREGUNTA EVALUACIÓN CONTROL INTERNO | Observaciones | | Porcentaje (NO) | |
| PLANIFICAR | | | | |
| | SI | NO | | |
| ¿Existe un plan que documente la gestión de inventarios donde incluya el proceso de entradas, salidas, almacenamiento y reconocimiento de inventario? | | X | | 50% |
| ¿Se han definido políticas referente al establecimiento de niveles mínimos y máximos de inventario para cada producto? | | X | | |
| ¿Se han definido elementos adecuados para la recepción de la mercadería importada? | X | | | |
| ¿Se han identificado proveedores confiables para garantizar la disponibilidad del inventario? | X | | | |
| HACER | | | | |
| ¿Se realiza la verificación de documentos (facturas, órdenes de compra) al momento de recibir el inventario? | X | | | 50% |
| ¿Al momento de almacenar el producto se realiza la inspección de calidad y cantidad en los productos? | X | | | |
| ¿Existe validación periódica de los ingresos a bodega o almacén de los materiales recibidos vs los registrados en el sistema de administración de inventarios? | | X | | |
| ¿Se organizan los productos en el almacén siguiendo el método de almacenamiento definido (FIFO, LIFO, etc.)? | | X | | |
| VERIFICAR | | | | |
| ¿Se realizan conteos físicos periódicos para verificar la exactitud del inventario registrado en el sistema? | | X | | 75% |
| ¿Se revisa periódicamente la rotación de productos para evitar sobreinventario o desabastecimiento? | | X | | |
| ¿Se generan reportes sobre productos con alta o baja demanda para mejorar la planificación de compras? | | X | | |
| ¿Se realiza un seguimiento de los procedimientos de recepción, almacenamiento y despacho de productos? | X | | | |
| ACTUAR | | | | |
| ¿Se implementan acciones correctivas cuando se detectan discrepancias en el inventario físico y el sistema? | | X | | 50% |
| ¿Se han tomado medidas para reducir las pérdidas por obsolescencia o deterioro de herramientas en stock? | | X | | |
| ¿Se han actualizado los procedimientos de gestión de inventarios con base en experiencias y mejores prácticas? | X | | | |
| ¿Existe personal encargado directamente para controlar el | X | | | |

Anexo 2. SKU2 BATERIA 12V 4.5 A



Pronósticos



ANÁLISIS DE TENDENCIA

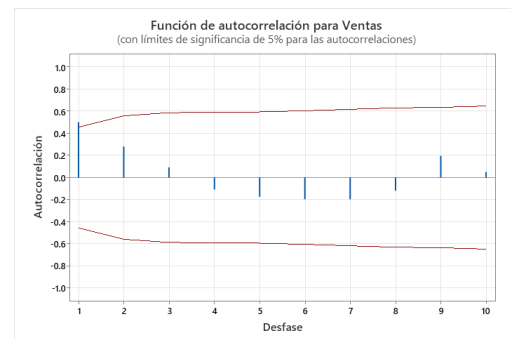
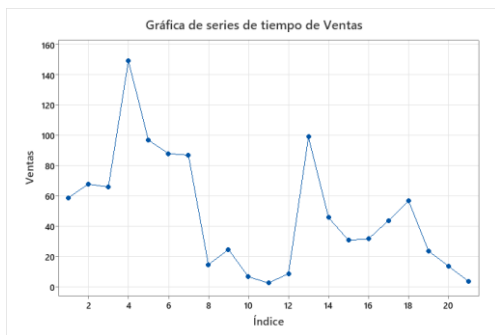
| Período | Pronóstico | MAPE | MAD | MSD |
|-----------|------------|-------|------|--------|
| NOVIEMBRE | 26.0381 | 63.73 | 9.60 | 249.28 |
| DICIEMBRE | 26.2667 | | | |
| ENERO | 26.4952 | | | |
| FEBRERO | 26.7238 | | | |

| | |
|------------|---------|
| MARZO | 26.9524 |
| ABRIL | 27.181 |
| MAYO | 27.4095 |
| JUNIO | 27.6381 |
| JULIO | 27.8667 |
| AGOSTO | 28.0952 |
| SEPTIEMBRE | 28.3238 |
| OCTUBRE | 28.5524 |

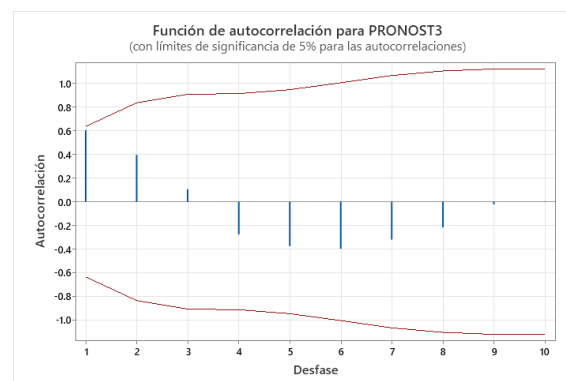
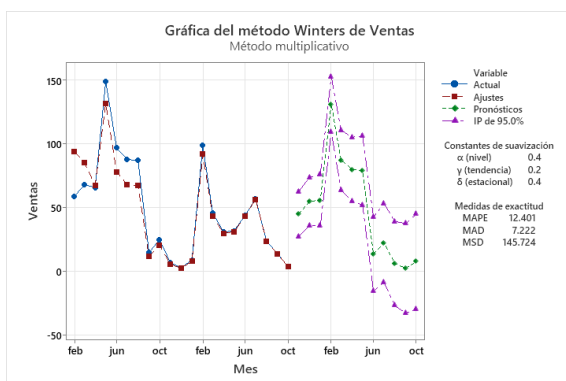
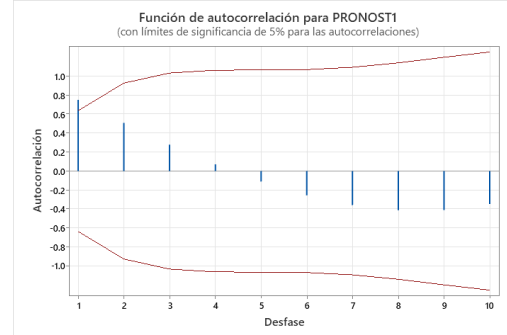
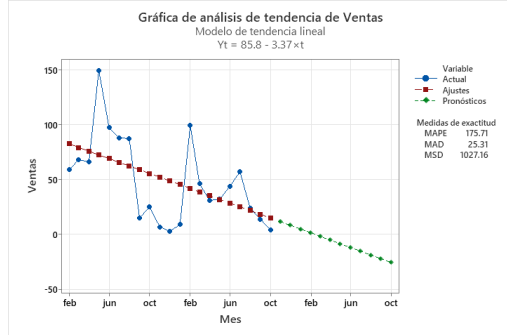
HOLT-WINTER

| Período | Pronóstico | MAPE | MAD | MSD |
|------------|------------|------|------|------|
| NOVIEMBRE | 12.5167 | 1.75 | 0.38 | 0.28 |
| DICIEMBRE | 25.732 | | | |
| ENERO | 17.3501 | | | |
| FEBRERO | 31.4767 | | | |
| MARZO | 27.3383 | | | |
| ABRIL | 30.3377 | | | |
| MAYO | 26.2859 | | | |
| JUNIO | 21.2381 | | | |
| JULIO | 33.3958 | | | |
| AGOSTO | 18.2298 | | | |
| SEPTIEMBRE | 20.2707 | | | |
| OCTUBRE | 25.3552 | | | |

Anexo 3. SKU3 FUENTE 12V 1.25 A



Pronósticos



ANÁLISIS DE TENDENCIA

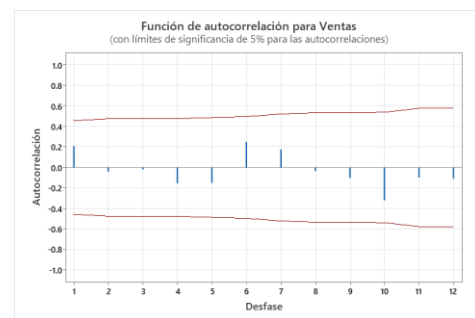
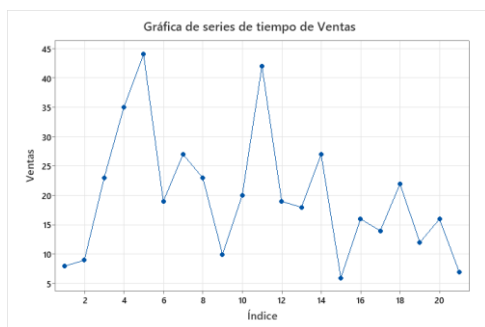
| Período | Pronóstico | MAPE | MAD | MSD |
|------------|------------|--------|-------|---------|
| NOVIEMBRE | 11.6905 | 175.71 | 25.31 | 1027.16 |
| DICIEMBRE | 8.3203 | | | |
| ENERO | 4.9502 | | | |
| FEBRERO | 1.5801 | | | |
| MARZO | -1.79 | | | |
| ABRIL | -5.1602 | | | |
| MAYO | -8.5303 | | | |
| JUNIO | -11.9004 | | | |
| JULIO | -15.2706 | | | |
| AGOSTO | -18.6407 | | | |
| SEPTIEMBRE | -22.0108 | | | |
| OCTUBRE | -25.381 | | | |

HOLT-WINTER

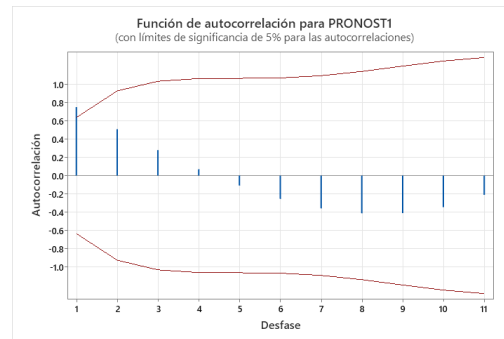
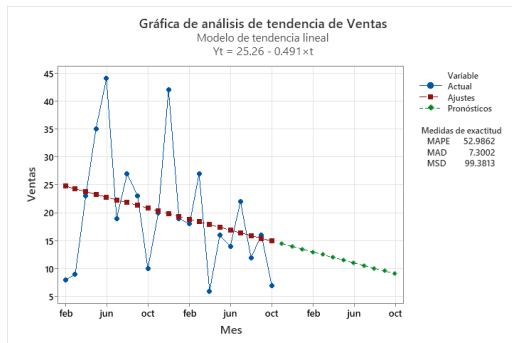
| Período | Pronóstico | MAPE | MAD | MSD |
|-----------|------------|-------|------|--------|
| NOVIEMBRE | 45.038 | 12.40 | 7.22 | 145.72 |
| DICIEMBRE | 55.006 | | | |
| ENERO | 56.078 | | | |

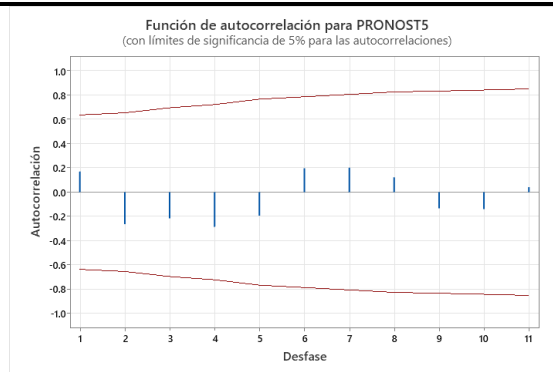
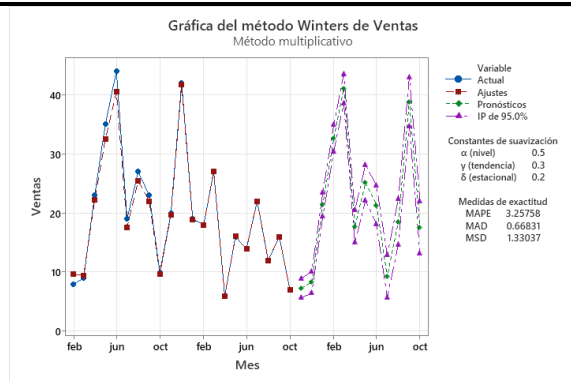
| | |
|------------|---------|
| FEBRERO | 131.278 |
| MARZO | 87.4 |
| ABRIL | 80.114 |
| MAYO | 79.32 |
| JUNIO | 13.621 |
| JULIO | 22.547 |
| AGOSTO | 6.265 |
| SEPTIEMBRE | 2.665 |
| OCTUBRE | 7.942 |

Anexo 4. SKU4 MICRO SD 32GB HIKVISION CLASE 10



Pronósticos





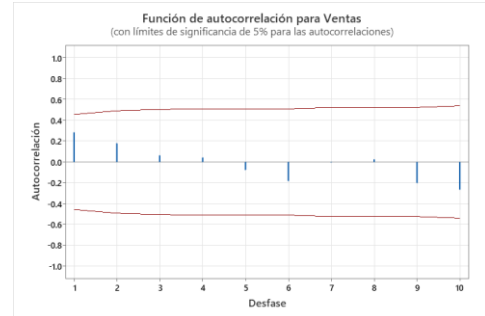
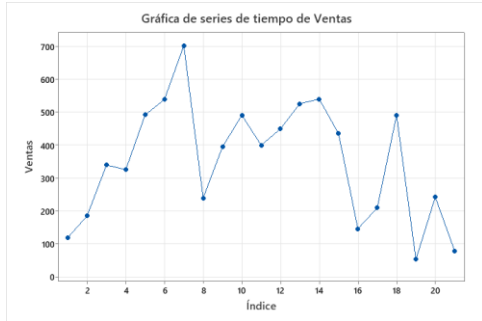
ANÁLISIS DE TENDENCIA

| Período | Pronóstico | MAPE | MAD | MSD |
|------------|------------|-------|------|-------|
| NOVIEMBRE | 14.4571 | 52.98 | 7.30 | 99.38 |
| DICIEMBRE | 13.9662 | | | |
| ENERO | 13.4753 | | | |
| FEBRERO | 12.9844 | | | |
| MARZO | 12.4935 | | | |
| ABRIL | 12.0026 | | | |
| MAYO | 11.5117 | | | |
| JUNIO | 11.0208 | | | |
| JULIO | 10.5299 | | | |
| AGOSTO | 10.039 | | | |
| SEPTIEMBRE | 9.5481 | | | |
| OCTUBRE | 9.0571 | | | |

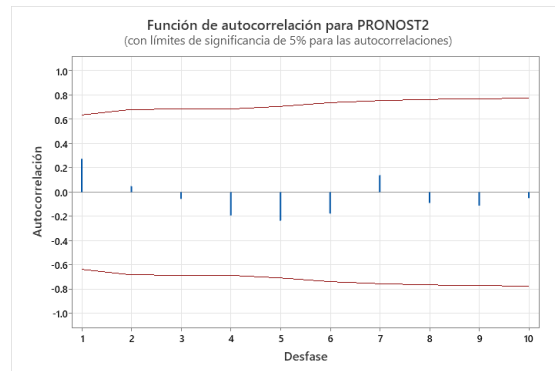
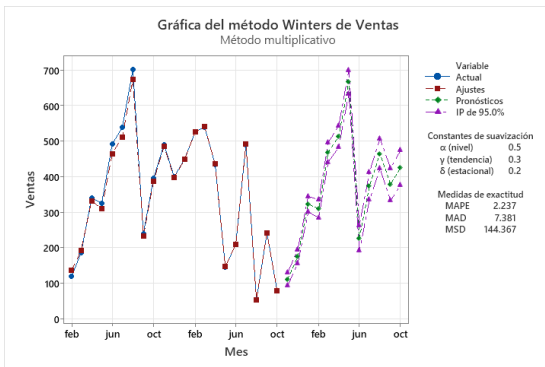
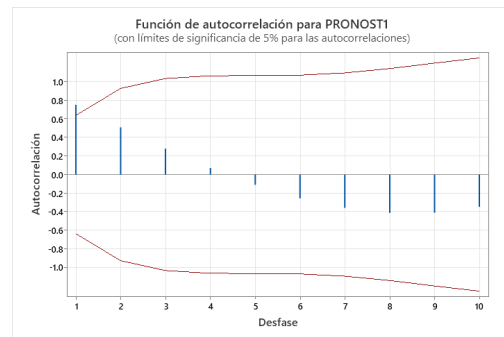
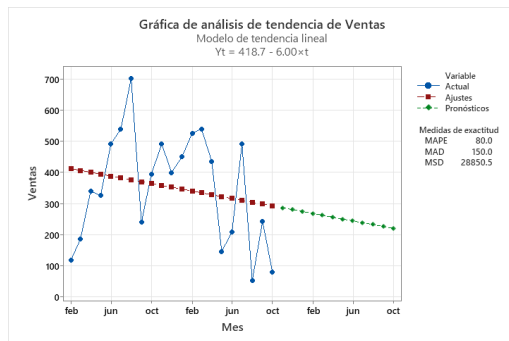
HOLT-WINTER

| Período | Pronóstico | MAPE | MAD | MSD |
|------------|------------|------|------|------|
| NOVIEMBRE | 7.2748 | 3.25 | 0.66 | 1.33 |
| DICIEMBRE | 8.2957 | | | |
| ENERO | 21.3747 | | | |
| FEBRERO | 32.6473 | | | |
| MARZO | 41.0673 | | | |
| ABRIL | 17.7136 | | | |
| MAYO | 25.125 | | | |
| JUNIO | 21.3602 | | | |
| JULIO | 9.2704 | | | |
| AGOSTO | 18.5135 | | | |
| SEPTIEMBRE | 38.8338 | | | |
| OCTUBRE | 17.5526 | | | |

Anexo 5. SKU5 METRO CABLE UTP ADLINK CAT 5E CCA EXTERIOR NEGRO



Pronósticos



ANÁLISIS DE TENDENCIA

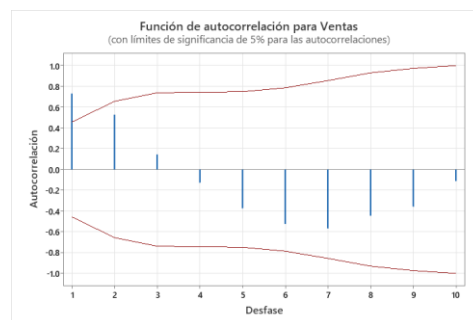
| Período | Pronóstico | MAPE | MAD | MSD |
|-----------|------------|------|-------|--------|
| NOVIEMBRE | 286.729 | 80.0 | 150.0 | 2885.5 |
| DICIEMBRE | 280.730 | | | |
| ENERO | 274.731 | | | |
| FEBRERO | 268.732 | | | |
| MARZO | 262.734 | | | |

| | |
|------------|---------|
| ABRIL | 256.735 |
| MAYO | 250.736 |
| JUNIO | 244.738 |
| JULIO | 238.739 |
| AGOSTO | 232.740 |
| SEPTIEMBRE | 226.742 |
| OCTUBRE | 220.743 |

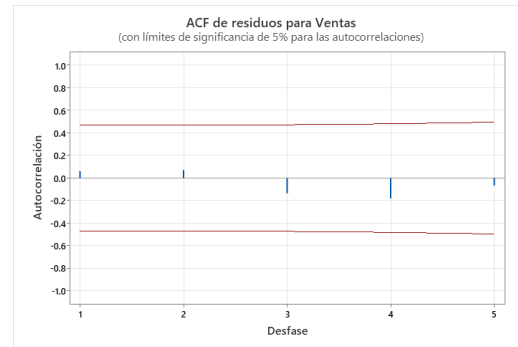
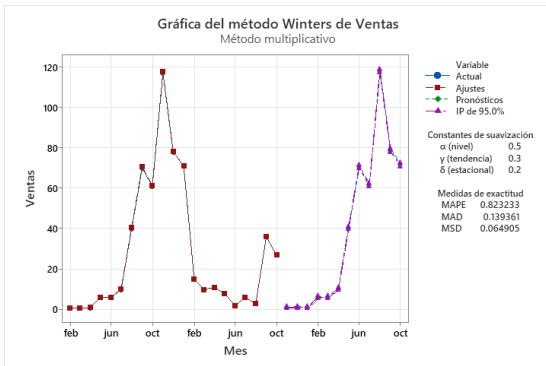
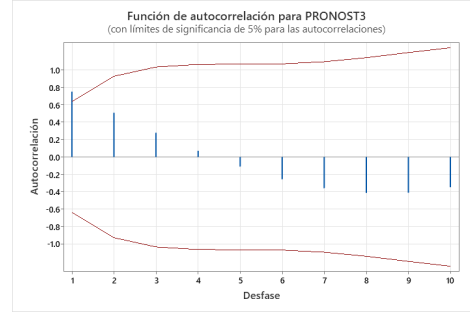
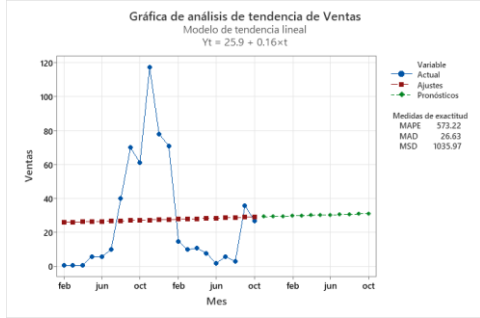
HOLT-WINTER

| Período | Pronóstico | MAPE | MAD | MSD |
|------------|------------|------|------|--------|
| NOVIEMBRE | 112.234 | 2.23 | 7.38 | 144.36 |
| DICIEMBRE | 175.662 | | | |
| ENERO | 322.941 | | | |
| FEBRERO | 310.435 | | | |
| MARZO | 468.721 | | | |
| ABRIL | 513.132 | | | |
| MAYO | 667.502 | | | |
| JUNIO | 227.911 | | | |
| JULIO | 374.668 | | | |
| AGOSTO | 465.287 | | | |
| SEPTIEMBRE | 378.779 | | | |
| OCTUBRE | 425.902 | | | |

Anexo 6. SKU6 FUENTE TECLAM 12V 2A



Pronósticos



ANÁLISIS DE TENDENCIA

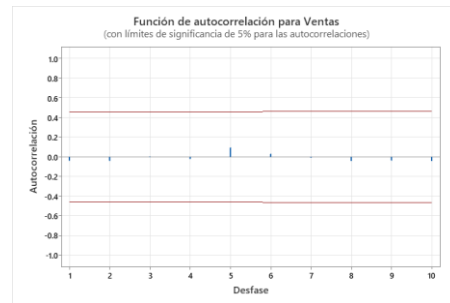
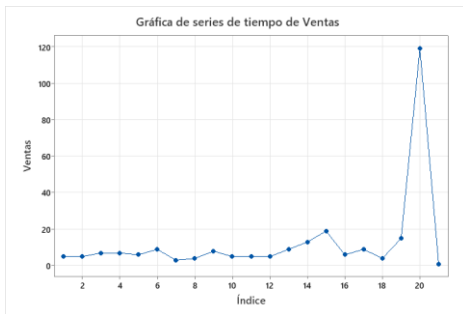
| Período | Pronóstico | MAPE | MAD | MSD |
|------------|------------|--------|-------|---------|
| NOVIEMBRE | 29.3762 | 573.22 | 26.63 | 1035.97 |
| DICIEMBRE | 29.5359 | | | |
| ENERO | 29.6957 | | | |
| FEBRERO | 29.8554 | | | |
| MARZO | 30.0152 | | | |
| ABRIL | 30.1749 | | | |
| MAYO | 30.3346 | | | |
| JUNIO | 30.4944 | | | |
| JULIO | 30.6541 | | | |
| AGOSTO | 30.8139 | | | |
| SEPTIEMBRE | 30.9736 | | | |
| OCTUBRE | 31.1333 | | | |

HOLT-WINTER

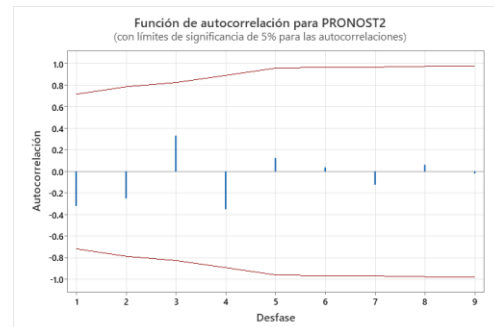
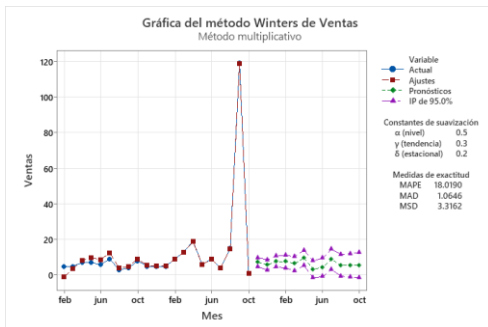
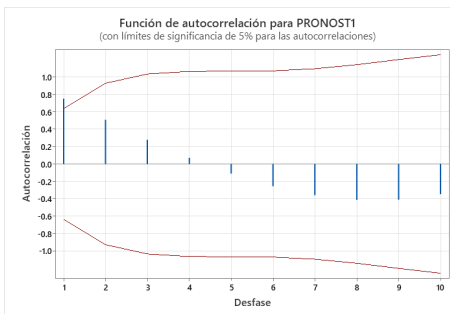
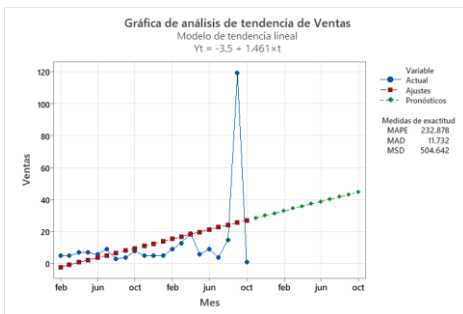
| Período | Pronóstico | MAPE | MAD | MSD |
|-----------|------------|------|------|-------|
| NOVIEMBRE | 1.016 | 0.82 | 0.13 | 0.064 |
| DICIEMBRE | 1.012 | | | |
| ENERO | 1.010 | | | |
| FEBRERO | 6.053 | | | |

| | |
|------------|---------|
| MARZO | 6.052 |
| ABRIL | 10.088 |
| MAYO | 40.369 |
| JUNIO | 70.674 |
| JULIO | 61.609 |
| AGOSTO | 118.202 |
| SEPTIEMBRE | 78.817 |
| OCTUBRE | 71.753 |

Anexo 7. SKU7 BATERIA 12V 7A



Pronósticos



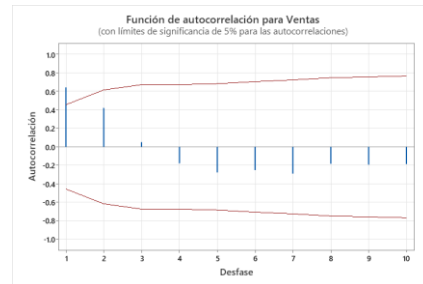
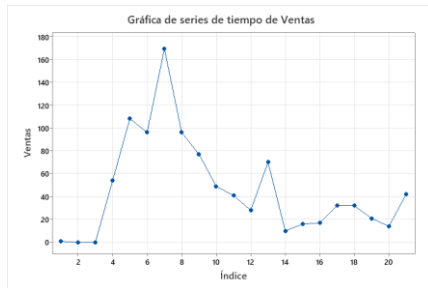
ANÁLISIS DE TENDENCIA

| Período | Pronóstico | MAPE | MAD | MSD |
|------------|------------|--------|-------|--------|
| NOVIEMBRE | 28.6429 | 232.87 | 11.73 | 504.64 |
| DICIEMBRE | 30.1039 | | | |
| ENERO | 31.5649 | | | |
| FEBRERO | 33.0260 | | | |
| MARZO | 34.4870 | | | |
| ABRIL | 35.9481 | | | |
| MAYO | 37.4091 | | | |
| JUNIO | 38.8701 | | | |
| JULIO | 40.3312 | | | |
| AGOSTO | 41.7922 | | | |
| SEPTIEMBRE | 43.2532 | | | |
| OCTUBRE | 44.7143 | | | |

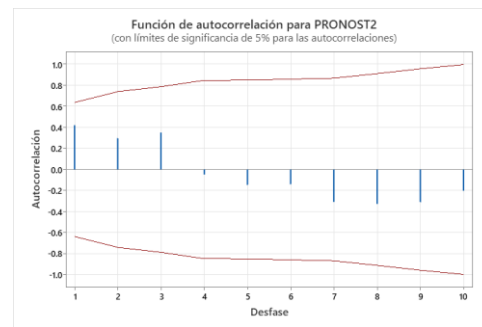
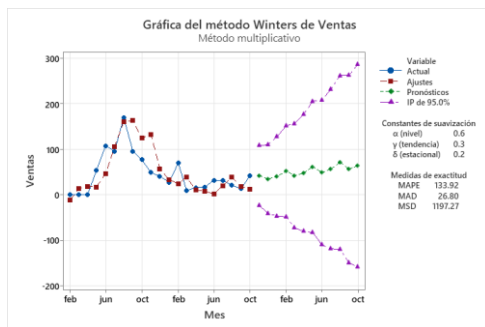
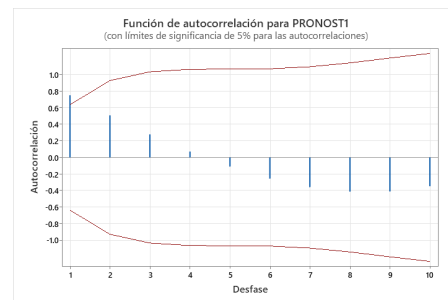
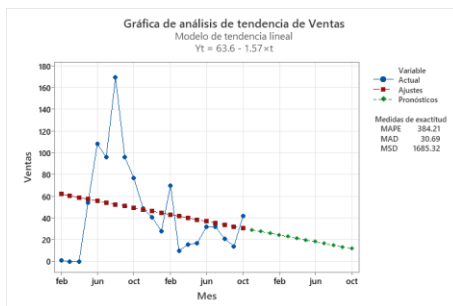
HOLT-WINTER

| Período | Pronóstico | MAPE | MAD | MSD |
|------------|------------|-------|------|------|
| NOVIEMBRE | 7.18070 | 18.01 | 1.06 | 3.31 |
| DICIEMBRE | 5.77529 | | | |
| ENERO | 7.67981 | | | |
| FEBRERO | 7.55211 | | | |
| MARZO | 6.45089 | | | |
| ABRIL | 9.70373 | | | |
| MAYO | 3.25320 | | | |
| JUNIO | 4.36643 | | | |
| JULIO | 8.78728 | | | |
| AGOSTO | 5.51995 | | | |
| SEPTIEMBRE | 5.54013 | | | |
| OCTUBRE | 5.55282 | | | |

Anexo 8. SKU8 PAR DE VIDEO BALUM HD 720P Y 1080P PRESION



Pronósticos



ANÁLISIS DE TENDENCIA

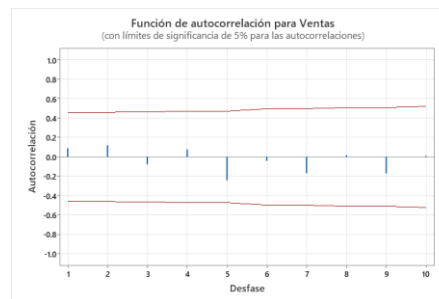
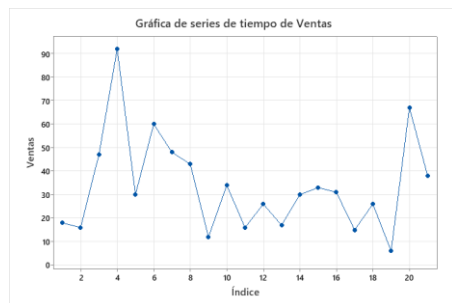
| Período | Pronóstico | MAPE | MAD | MSD |
|-----------|------------|--------|-------|---------|
| NOVIEMBRE | 29.1048 | 384.21 | 30.69 | 1685.32 |
| DICIEMBRE | 27.5385 | | | |
| ENERO | 25.9723 | | | |
| FEBRERO | 24.4061 | | | |
| MARZO | 22.8398 | | | |
| ABRIL | 21.2736 | | | |
| MAYO | 19.7074 | | | |
| JUNIO | 18.1411 | | | |
| JULIO | 16.5749 | | | |

| | |
|------------|---------|
| AGOSTO | 15.0087 |
| SEPTIEMBRE | 13.4424 |
| OCTUBRE | 11.8762 |

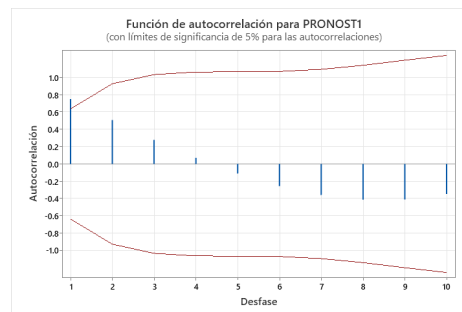
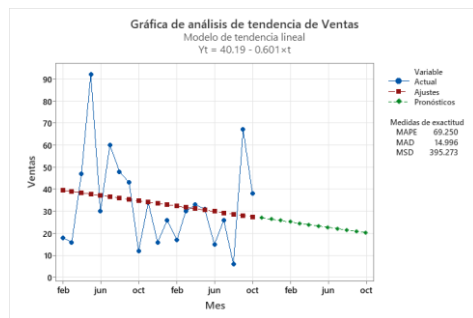
HOLT-WINTER

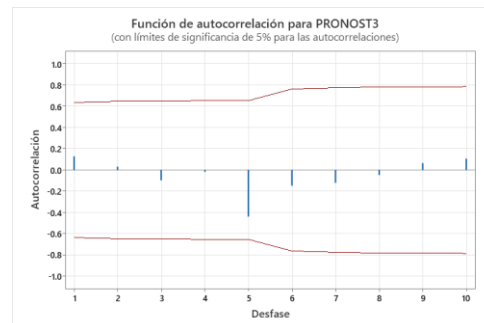
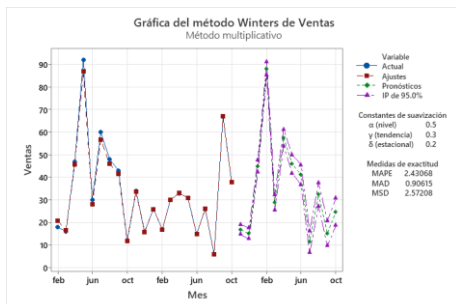
| Período | Pronóstico | MAPE | MAD | MSD |
|------------|------------|--------|-------|---------|
| NOVIEMBRE | 42.6459 | 133.92 | 26.80 | 1197.27 |
| DICIEMBRE | 34.7729 | | | |
| ENERO | 40.7520 | | | |
| FEBRERO | 52.2324 | | | |
| MARZO | 42.0447 | | | |
| ABRIL | 48.7188 | | | |
| MAYO | 61.8188 | | | |
| JUNIO | 49.3164 | | | |
| JULIO | 56.6856 | | | |
| AGOSTO | 71.4052 | | | |
| SEPTIEMBRE | 56.5882 | | | |
| OCTUBRE | 64.6524 | | | |

Anexo 9. SKU9 BORNERA JACK DE 3.5 MM HEMBRA



Pronósticos





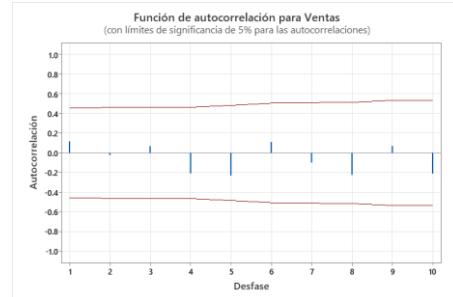
ANÁLISIS DE TENDENCIA

| Período | Pronóstico | MAPE | MAD | MSD |
|------------|------------|-------|-------|--------|
| NOVIEMBRE | 26.9571 | 69.25 | 14.99 | 395.27 |
| DICIEMBRE | 26.3558 | | | |
| ENERO | 25.7545 | | | |
| FEBRERO | 25.1532 | | | |
| MARZO | 24.5519 | | | |
| ABRIL | 23.9506 | | | |
| MAYO | 23.3494 | | | |
| JUNIO | 22.7481 | | | |
| JULIO | 22.1468 | | | |
| AGOSTO | 21.5455 | | | |
| SEPTIEMBRE | 20.9442 | | | |
| OCTUBRE | 20.3429 | | | |

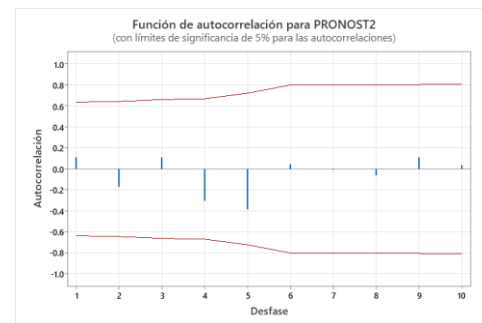
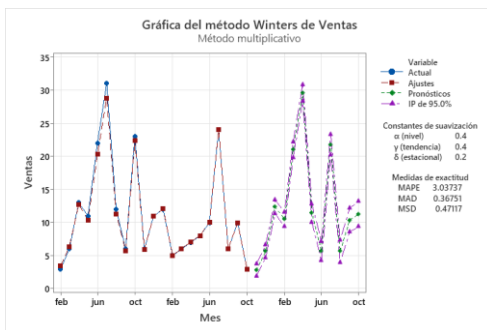
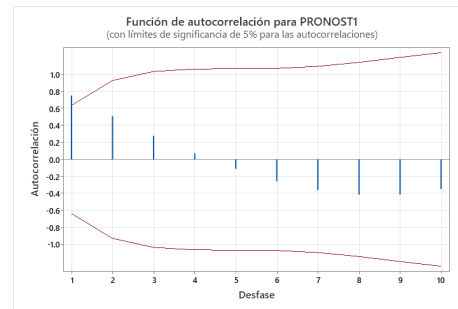
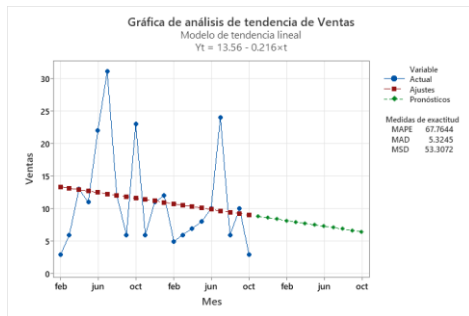
HOLT-WINTER

| Período | Pronóstico | MAPE | MAD | MSD |
|------------|------------|------|------|------|
| NOVIEMBRE | 16.9388 | 2.43 | 0.90 | 2.57 |
| DICIEMBRE | 15.2164 | | | |
| ENERO | 44.9785 | | | |
| FEBRERO | 88.2924 | | | |
| MARZO | 28.8066 | | | |
| ABRIL | 57.5710 | | | |
| MAYO | 45.9983 | | | |
| JUNIO | 41.1509 | | | |
| JULIO | 11.4700 | | | |
| AGOSTO | 32.4666 | | | |
| SEPTIEMBRE | 15.2672 | | | |
| OCTUBRE | 24.7963 | | | |

ANEXO 10: SKU10 SMART SWITCH WIFI TUYA SMART



Pronósticos



ANÁLISIS DE TENDENCIA

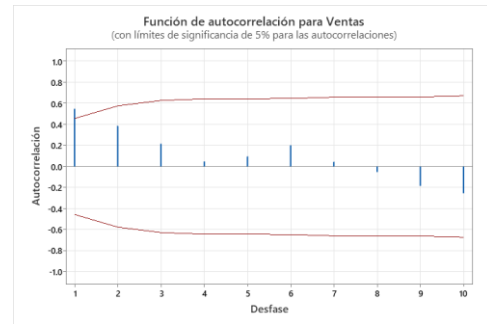
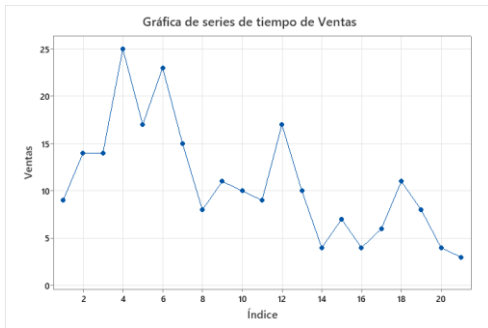
| Período | Pronóstico | MAPE | MAD | MSD |
|-----------|------------|-------|------|-------|
| NOVIEMBRE | 8.81905 | 67.76 | 5.32 | 53.30 |
| DICIEMBRE | 8.60346 | | | |
| ENERO | 8.38788 | | | |
| FEBRERO | 8.17229 | | | |
| MARZO | 7.95671 | | | |
| ABRIL | 7.74113 | | | |
| MAYO | 7.52554 | | | |

| | |
|------------|---------|
| JUNIO | 7.30996 |
| JULIO | 7.09437 |
| AGOSTO | 6.87879 |
| SEPTIEMBRE | 6.66320 |
| OCTUBRE | 6.44762 |

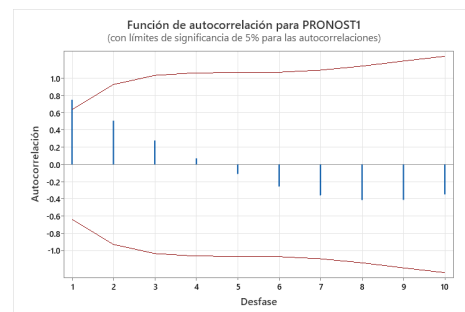
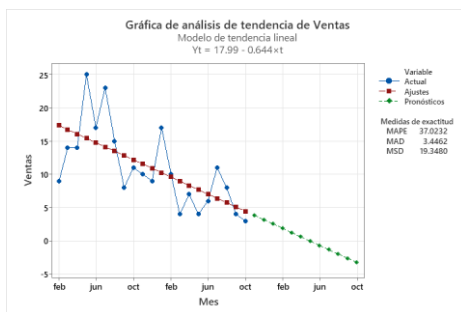
HOLT-WINTER

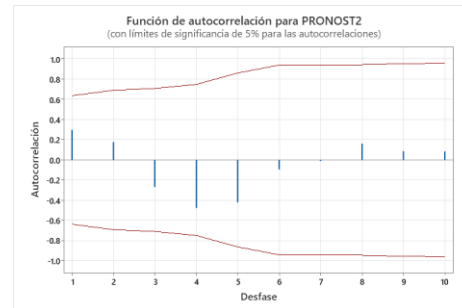
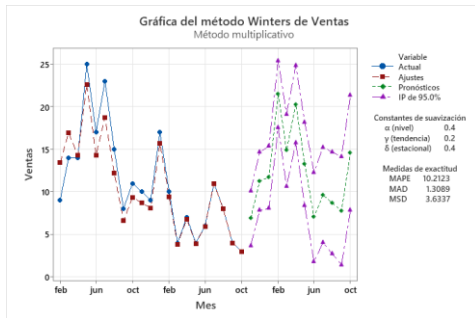
| Período | Pronóstico | MAPE | MAD | MSD |
|------------|------------|------|------|------|
| NOVIEMBRE | 2.7969 | 3.03 | 0.36 | 0.47 |
| DICIEMBRE | 5.6560 | | | |
| ENERO | 12.3552 | | | |
| FEBRERO | 10.5030 | | | |
| MARZO | 21.0352 | | | |
| ABRIL | 29.6105 | | | |
| MAYO | 11.4346 | | | |
| JUNIO | 5.7006 | | | |
| JULIO | 21.7898 | | | |
| AGOSTO | 5.6703 | | | |
| SEPTIEMBRE | 10.3752 | | | |
| OCTUBRE | 11.3019 | | | |

ANEXO 11: SKU11 KIT ALARMA TUYA WIFI GSM DIGITAL G30



Pronósticos





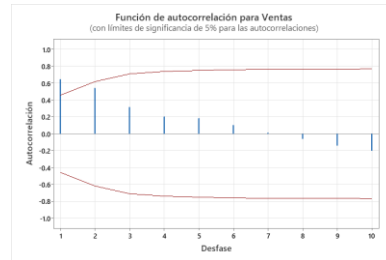
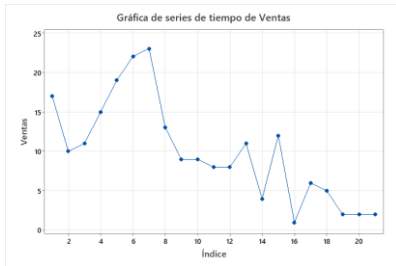
ANÁLISIS DE TENDENCIA

| Período | Pronóstico | MAPE | MAD | MSD |
|------------|------------|-------|------|-------|
| NOVIEMBRE | 3.81905 | 37.02 | 3.44 | 19.34 |
| DICIEMBRE | 3.17489 | | | |
| ENERO | 2.53074 | | | |
| FEBRERO | 1.88658 | | | |
| MARZO | 1.24242 | | | |
| ABRIL | 0.59827 | | | |
| MAYO | -0.04589 | | | |
| JUNIO | -0.69004 | | | |
| JULIO | -1.33420 | | | |
| AGOSTO | -1.97835 | | | |
| SEPTIEMBRE | -2.62251 | | | |
| OCTUBRE | -3.26667 | | | |

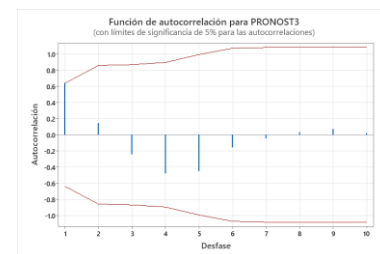
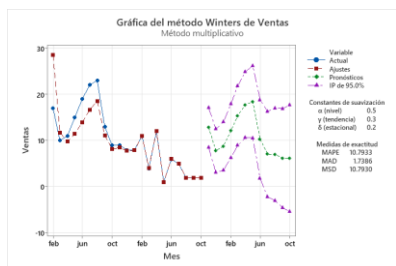
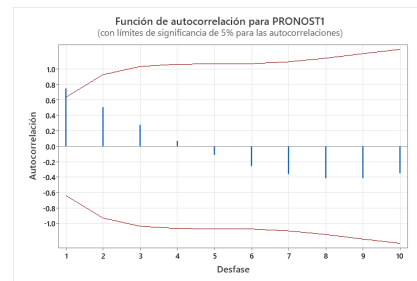
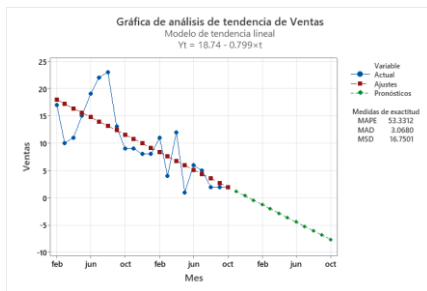
HOLT-WINTER

| Período | Pronóstico | MAPE | MAD | MSD |
|------------|------------|-------|------|------|
| NOVIEMBRE | 6.8731 | 10.21 | 1.30 | 3.63 |
| DICIEMBRE | 11.2396 | | | |
| ENERO | 11.7075 | | | |
| FEBRERO | 21.5243 | | | |
| MARZO | 14.8950 | | | |
| ABRIL | 20.3092 | | | |
| MAYO | 13.2552 | | | |
| JUNIO | 7.0441 | | | |
| JULIO | 9.6291 | | | |
| AGOSTO | 8.6961 | | | |
| SEPTIEMBRE | 7.7760 | | | |

Anexo 10. SKU12 SIRENA TECLAM 20W 2 TONOS



Pronósticos



ANÁLISIS DE TENDENCIA

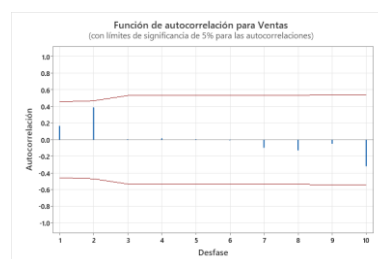
| Período | Pronóstico | MAPE | MAD | MSD |
|-----------|------------|-------|------|-------|
| NOVIEMBRE | 1.16667 | 53.33 | 3.06 | 16.75 |
| DICIEMBRE | 0.36797 | | | |
| ENERO | -0.43074 | | | |
| FEBRERO | -1.22944 | | | |
| MARZO | -2.02814 | | | |
| ABRIL | -2.82684 | | | |
| MAYO | -3.62554 | | | |

| | |
|------------|----------|
| JUNIO | -4.42424 |
| JULIO | -5.22294 |
| AGOSTO | -6.02165 |
| SEPTIEMBRE | -6.82035 |
| OCTUBRE | -7.61905 |

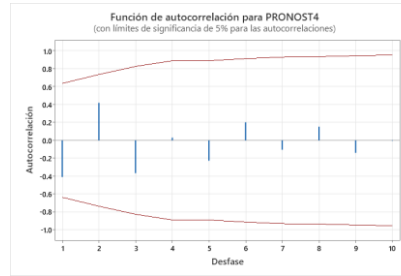
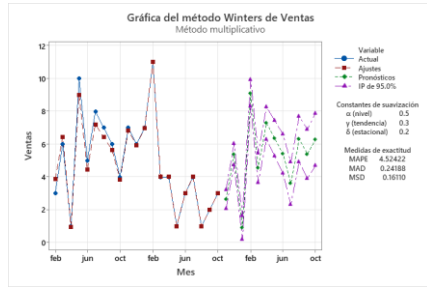
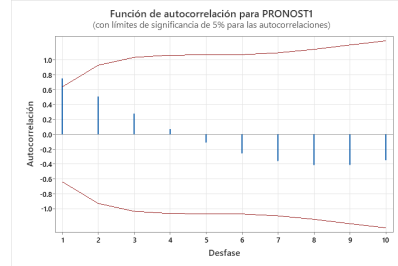
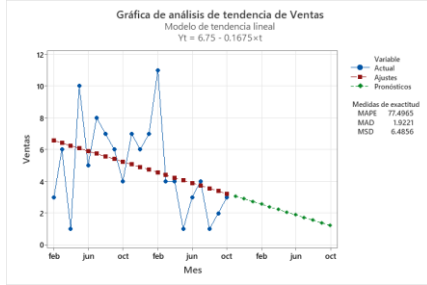
HOLT-WINTER

| Período | Pronóstico | MAPE | MAD | MSD |
|------------|------------|-------|------|-------|
| NOVIEMBRE | 12.8414 | 10.79 | 1.73 | 10.79 |
| DICIEMBRE | 7.8076 | | | |
| ENERO | 8.8031 | | | |
| FEBRERO | 12.1519 | | | |
| MARZO | 15.4088 | | | |
| ABRIL | 17.7375 | | | |
| MAYO | 18.3816 | | | |
| JUNIO | 10.2944 | | | |
| JULIO | 7.0671 | | | |
| AGOSTO | 7.0160 | | | |
| SEPTIEMBRE | 6.1983 | | | |
| OCTUBRE | 6.1661 | | | |

Anexo 11. SKU13 DVR HIKVISION ACUSENSE 8 CANALES GRABACION: 1080P / 720P



Pronósticos



ANÁLISIS DE TENDENCIA

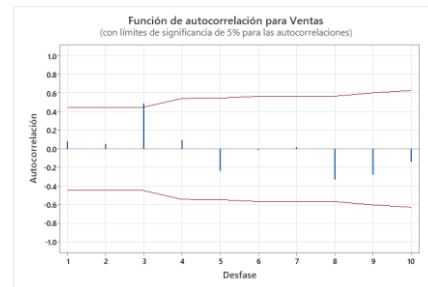
| Período | Pronóstico | MAPE | MAD | MSD |
|------------|------------|-------|------|------|
| NOVIEMBRE | 3.06190 | 77.49 | 1.92 | 6.48 |
| DICIEMBRE | 2.89437 | | | |
| ENERO | 2.72684 | | | |
| FEBRERO | 2.55931 | | | |
| MARZO | 2.39177 | | | |
| ABRIL | 2.22424 | | | |
| MAYO | 2.05671 | | | |
| JUNIO | 1.88918 | | | |
| JULIO | 1.72165 | | | |
| AGOSTO | 1.55411 | | | |
| SEPTIEMBRE | 1.38658 | | | |
| OCTUBRE | 1.21905 | | | |

HOLT-WINTER

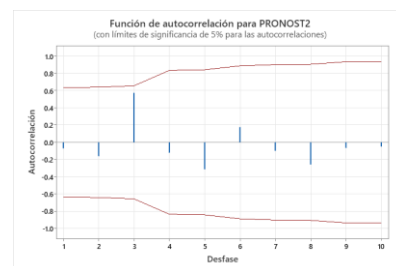
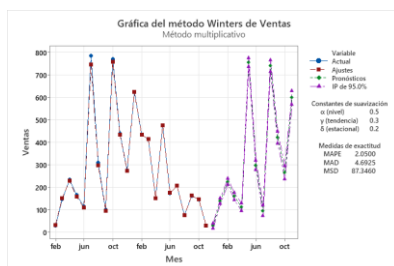
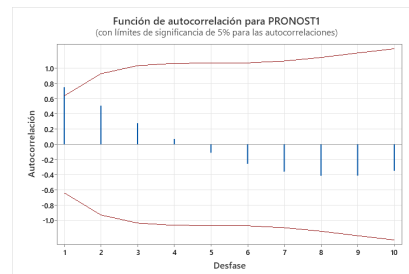
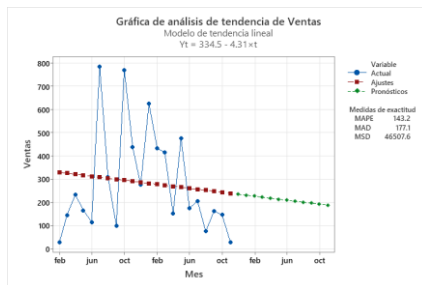
| Período | Pronóstico | MAPE | MAD | MSD |
|-----------|------------|------|------|------|
| NOVIEMBRE | 2.64249 | 4.52 | 0.24 | 0.16 |
| DICIEMBRE | 5.38014 | | | |
| ENERO | 0.90681 | | | |
| FEBRERO | 9.11481 | | | |
| MARZO | 4.56098 | | | |
| ABRIL | 7.28515 | | | |
| MAYO | 6.35694 | | | |

| | |
|------------|---------|
| JUNIO | 5.43287 |
| JULIO | 3.61234 |
| AGOSTO | 6.30773 |
| SEPTIEMBRE | 5.39727 |
| OCTUBRE | 6.28842 |

Anexo 12. SKU14 TEMPLADOR REDONDO CERCO



Pronósticos



ANÁLISIS DE TENDENCIA

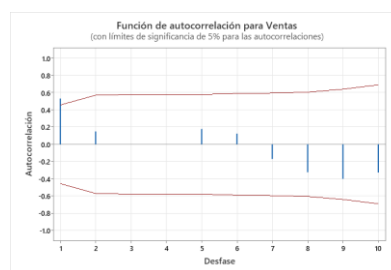
| Período | Pronóstico | MAPE | MAD | MSD |
|-----------|------------|-------|-------|---------|
| NOVIEMBRE | 235.351 | 143.2 | 177.1 | 46507.6 |
| DICIEMBRE | 231.041 | | | |

| | |
|------------|---------|
| ENERO | 226.732 |
| FEBRERO | 222.422 |
| MARZO | 218.113 |
| ABRIL | 213.804 |
| MAYO | 209.494 |
| JUNIO | 205.185 |
| JULIO | 200.875 |
| AGOSTO | 196.566 |
| SEPTIEMBRE | 192.256 |
| OCTUBRE | 187.947 |

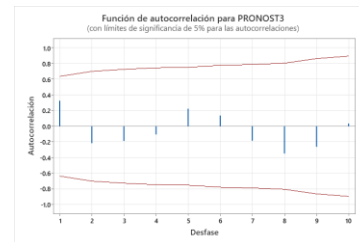
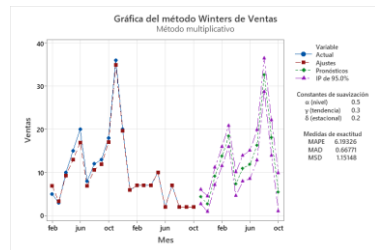
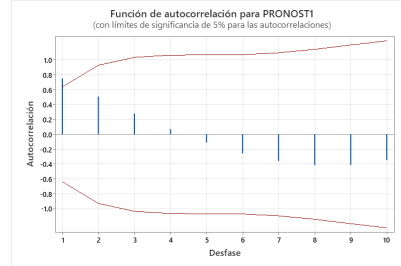
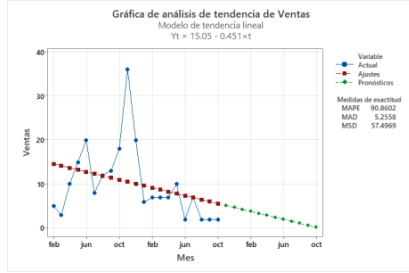
HOLT-WINTER

| Período | Pronóstico | MAPE | MAD | MSD |
|------------|------------|------|------|-------|
| NOVIEMBRE | 28.446 | 2.05 | 4.69 | 87.34 |
| DICIEMBRE | 139.747 | | | |
| ENERO | 225.226 | | | |
| FEBRERO | 160.177 | | | |
| MARZO | 111.986 | | | |
| ABRIL | 755.435 | | | |
| MAYO | 298.757 | | | |
| JUNIO | 96.259 | | | |
| JULIO | 740.410 | | | |
| AGOSTO | 421.769 | | | |
| SEPTIEMBRE | 264.997 | | | |
| OCTUBRE | 598.852 | | | |

Anexo 13. SKU15 CAMARA EZVIZ H8C PTZ EXTERIOR 1080P COLORVU



Pronósticos



ANÁLISIS DE TENDENCIA

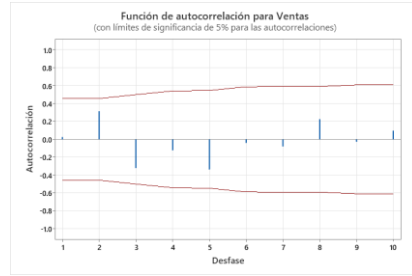
| Período | Pronóstico | MAPE | MAD | MSD |
|------------|------------|-------|------|-------|
| NOVIEMBRE | 5.13810 | 90.86 | 5.25 | 57.49 |
| DICIEMBRE | 4.68745 | | | |
| ENERO | 4.23680 | | | |
| FEBRERO | 3.78615 | | | |
| MARZO | 3.33550 | | | |
| ABRIL | 2.88485 | | | |
| MAYO | 2.43420 | | | |
| JUNIO | 1.98355 | | | |
| JULIO | 1.53290 | | | |
| AGOSTO | 1.08225 | | | |
| SEPTIEMBRE | 0.63160 | | | |
| OCTUBRE | 0.18095 | | | |

HOLT-WINTER

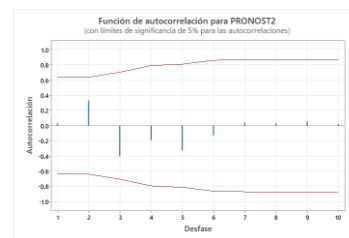
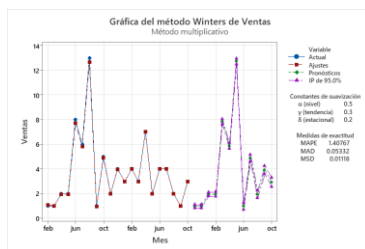
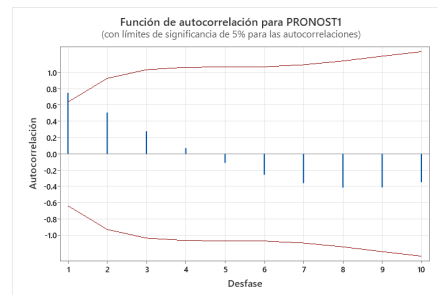
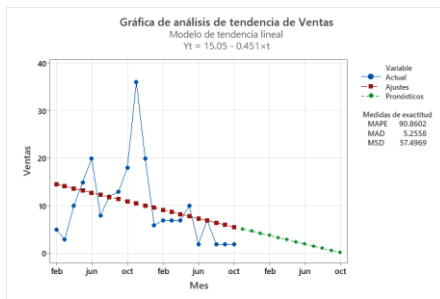
| Período | Pronóstico | MAPE | MAD | MSD |
|-----------|------------|------|------|------|
| NOVIEMBRE | 4.3918 | 6.19 | 0.66 | 1.15 |
| DICIEMBRE | 2.6974 | | | |
| ENERO | 9.1322 | | | |
| FEBRERO | 13.8009 | | | |
| MARZO | 18.4266 | | | |
| ABRIL | 7.3548 | | | |
| MAYO | 10.9922 | | | |
| JUNIO | 11.8625 | | | |
| JULIO | 16.3689 | | | |

| | |
|------------|---------|
| AGOSTO | 32.6472 |
| SEPTIEMBRE | 18.0989 |
| OCTUBRE | 5.4211 |

Anexo 14. SKU16 BOBINA CABLE UTP CAT5E EXTERIOR 70 30 TECLAM



Pronósticos



ANÁLISIS DE TENDENCIA

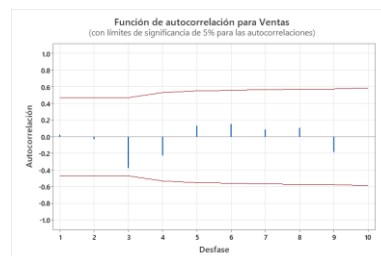
| Período | Pronóstico | MAPE | MAD | MSD |
|-----------|------------|-------|------|------|
| NOVIEMBRE | 3.30000 | 90.22 | 2.06 | 7.96 |
| DICIEMBRE | 3.26234 | | | |
| ENERO | 3.22468 | | | |
| FEBRERO | 3.18701 | | | |
| MARZO | 3.14935 | | | |

| | |
|------------|---------|
| ABRIL | 3.11169 |
| MAYO | 3.07403 |
| JUNIO | 3.03636 |
| JULIO | 2.99870 |
| AGOSTO | 2.96104 |
| SEPTIEMBRE | 2.92338 |
| OCTUBRE | 2.88571 |

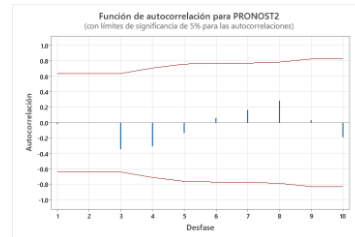
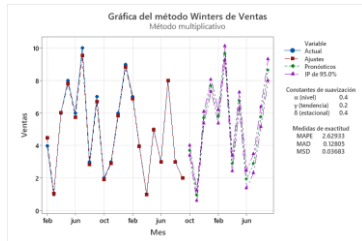
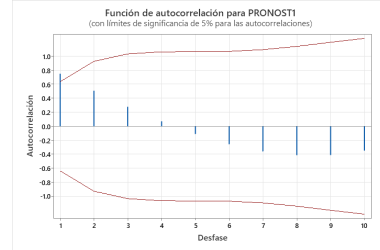
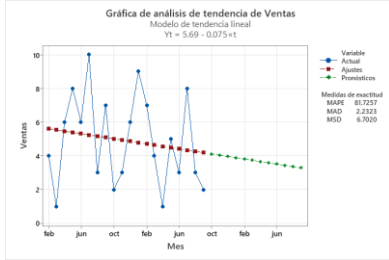
HOLT-WINTER

| Período | Pronóstico | MAPE | MAD | MSD |
|------------|------------|------|------|------|
| NOVIEMBRE | 0.9694 | 1.40 | 0.05 | 0.01 |
| DICIEMBRE | 0.9756 | | | |
| ENERO | 1.9583 | | | |
| FEBRERO | 1.9615 | | | |
| MARZO | 7.8488 | | | |
| ABRIL | 5.8844 | | | |
| MAYO | 12.7407 | | | |
| JUNIO | 0.9793 | | | |
| JULIO | 4.8934 | | | |
| AGOSTO | 1.9563 | | | |
| SEPTIEMBRE | 3.9112 | | | |
| OCTUBRE | 2.9326 | | | |

*Anexo 15. SKU17 DVR HIKVISION ACUSENSE 4 CANALES ANALOGO GRABACION:
1080P / 720P*



Pronósticos



ANÁLISIS DE TENDENCIA

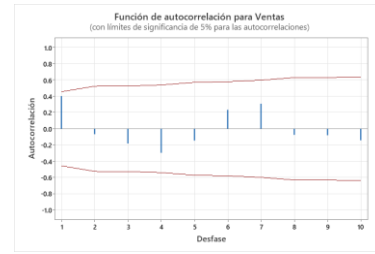
| Período | Pronóstico | MAPE | MAD | MSD |
|------------|------------|-------|------|------|
| NOVIEMBRE | 4.11053 | 81.72 | 2.23 | 6.70 |
| DICIEMBRE | 4.03534 | | | |
| ENERO | 3.96015 | | | |
| FEBRERO | 3.88496 | | | |
| MARZO | 3.80977 | | | |
| ABRIL | 3.73459 | | | |
| MAYO | 3.65940 | | | |
| JUNIO | 3.58421 | | | |
| JULIO | 3.50902 | | | |
| AGOSTO | 3.43383 | | | |
| SEPTIEMBRE | 3.35865 | | | |
| OCTUBRE | 3.28346 | | | |

HOLT-WINTER

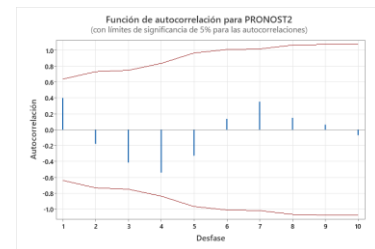
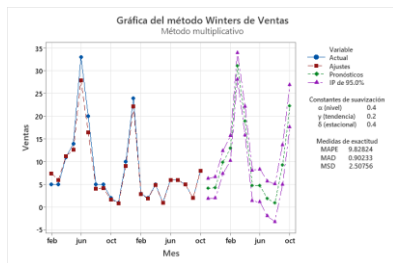
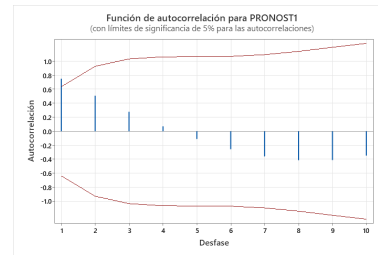
| Período | Pronóstico | MAPE | MAD | MSD |
|-----------|------------|------|------|------|
| NOVIEMBRE | 3.71782 | 2.62 | 0.12 | 0.03 |
| DICIEMBRE | 0.94457 | | | |
| ENERO | 5.73205 | | | |
| FEBRERO | 7.69860 | | | |
| MARZO | 5.79782 | | | |
| ABRIL | 9.68090 | | | |
| MAYO | 2.90523 | | | |
| JUNIO | 6.77490 | | | |
| JULIO | 1.93364 | | | |

| | |
|------------|---------|
| AGOSTO | 2.89691 |
| SEPTIEMBRE | 5.78691 |
| OCTUBRE | 8.67122 |

Anexo 16. SKU18 SENSOR MAGNETICO INALAMBRICO



Pronósticos



ANÁLISIS DE TENDENCIA

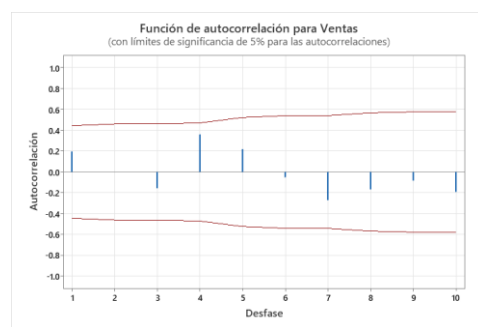
| Período | Pronóstico | MAPE | MAD | MSD |
|-----------|------------|--------|------|------|
| NOVIEMBRE | 3.35238 | 140.67 | 5.53 | 57.8 |
| DICIEMBRE | 2.90823 | | | |
| ENERO | 2.46407 | | | |
| FEBRERO | 2.01991 | | | |
| MARZO | 1.57576 | | | |
| ABRIL | 1.13160 | | | |

| | |
|------------|----------|
| MAYO | 0.68745 |
| JUNIO | 0.24329 |
| JULIO | -0.20087 |
| AGOSTO | -0.64502 |
| SEPTIEMBRE | -1.08918 |
| OCTUBRE | -1.53333 |

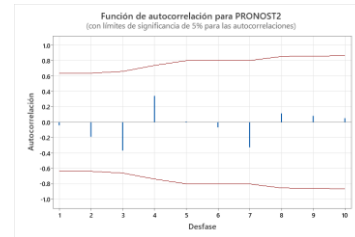
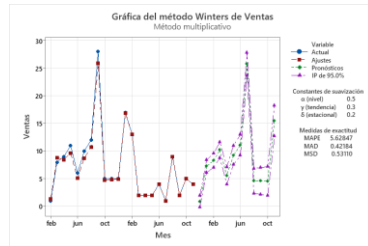
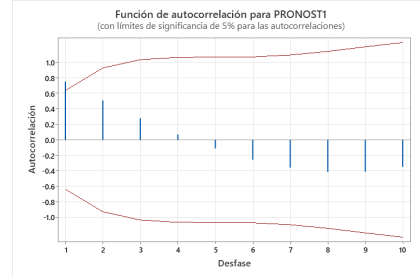
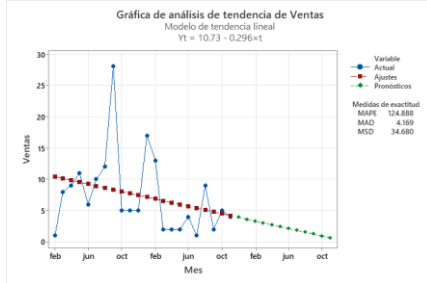
HOLT-WINTER

| Período | Pronóstico | MAPE | MAD | MSD |
|------------|------------|------|------|------|
| NOVIEMBRE | 4.1102 | 9.82 | 0.90 | 2.50 |
| DICIEMBRE | 4.3216 | | | |
| ENERO | 9.9027 | | | |
| FEBRERO | 12.9747 | | | |
| MARZO | 31.1254 | | | |
| ABRIL | 19.0174 | | | |
| MAYO | 4.7609 | | | |
| JUNIO | 4.7478 | | | |
| JULIO | 1.8900 | | | |
| AGOSTO | 0.9398 | | | |
| SEPTIEMBRE | 9.3477 | | | |
| OCTUBRE | 22.3300 | | | |

Anexo 17. SKU19 SENSOR DE MOVIMIENTO INALAMBRICO



Pronósticos



ANÁLISIS DE TENDENCIA

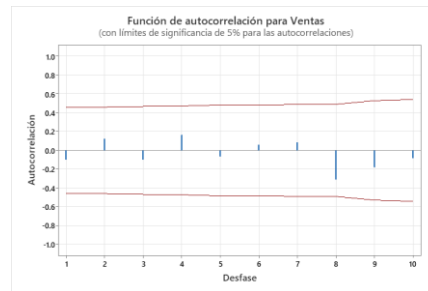
| Período | Pronóstico | MAPE | MAD | MSD |
|------------|------------|--------|------|-------|
| FEBRERO | 3.90909 | 124.88 | 4.16 | 34.68 |
| MARZO | 3.61265 | | | |
| ABRIL | 3.31621 | | | |
| MAYO | 3.01976 | | | |
| JUNIO | 2.72332 | | | |
| JULIO | 2.42688 | | | |
| AGOSTO | 2.13043 | | | |
| SEPTIEMBRE | 1.83399 | | | |
| OCTUBRE | 1.53755 | | | |
| NOVIEMBRE | 1.24111 | | | |
| DICIEMBRE | 0.94466 | | | |
| ENERO | 0.64822 | | | |

HOLT-WINTER

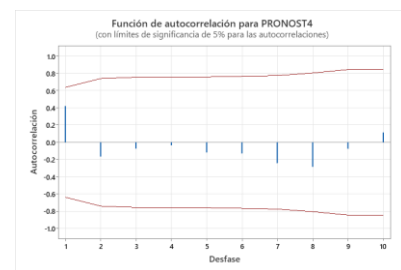
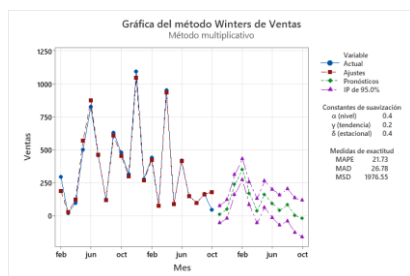
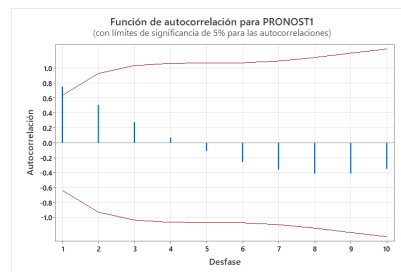
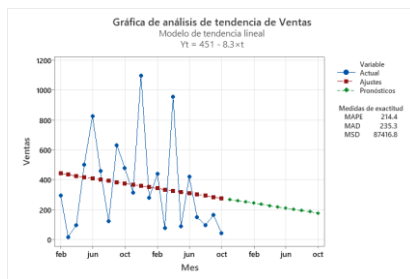
| Período | Pronóstico | MAPE | MAD | MSD |
|---------|------------|------|------|------|
| FEBRERO | 0.8884 | 5.62 | 0.42 | 0.53 |
| MARZO | 7.2695 | | | |
| ABRIL | 8.3009 | | | |
| MAYO | 10.2185 | | | |
| JUNIO | 5.5815 | | | |
| JULIO | 9.2844 | | | |
| AGOSTO | 11.1039 | | | |

| | |
|------------|---------|
| SEPTIEMBRE | 25.8168 |
| OCTUBRE | 4.5955 |
| NOVIEMBRE | 4.5837 |
| DICIEMBRE | 4.5748 |
| ENERO | 15.5321 |

Anexo 18. SKU20 INTERMEDIO AISLADOR CERCO



Pronósticos



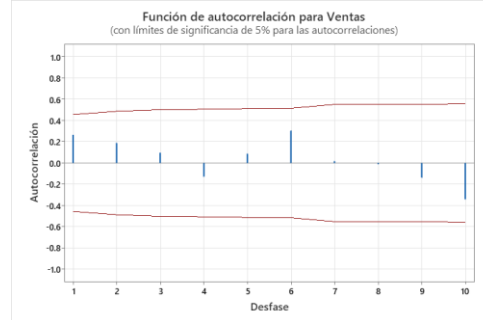
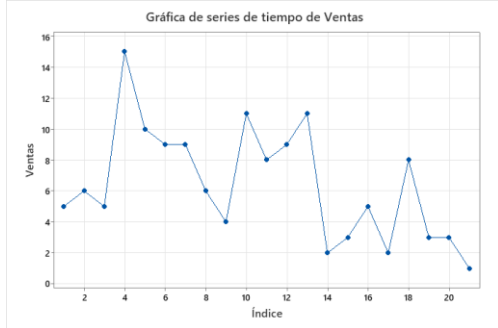
ANÁLISIS DE TENDENCIA

| Período | Pronóstico | MAPE | MAD | MSD |
|------------|------------|-------|-------|---------|
| NOVIEMBRE | 269.124 | 214.4 | 235.3 | 87416.8 |
| DICIEMBRE | 260.841 | | | |
| ENERO | 252.558 | | | |
| FEBRERO | 244.274 | | | |
| MARZO | 235.991 | | | |
| ABRIL | 227.708 | | | |
| MAYO | 219.425 | | | |
| JUNIO | 211.142 | | | |
| JULIO | 202.859 | | | |
| AGOSTO | 194.576 | | | |
| SEPTIEMBRE | 186.293 | | | |
| OCTUBRE | 178.010 | | | |

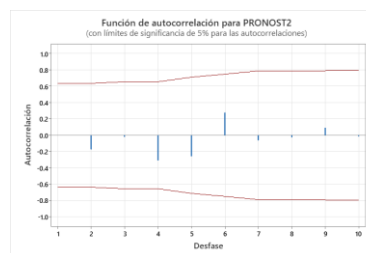
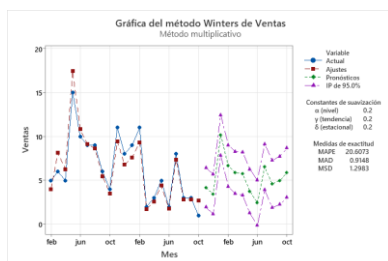
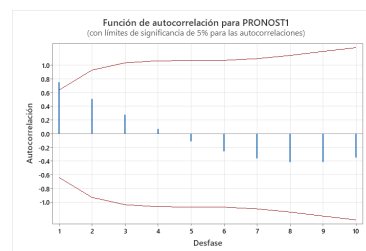
HOLT-WINTER

| Período | Pronóstico | MAPE | MAD | MSD |
|------------|------------|-------|-------|---------|
| NOVIEMBRE | 11.201 | 21.73 | 26.78 | 1976.55 |
| DICIEMBRE | 52.049 | | | |
| ENERO | 237.854 | | | |
| FEBRERO | 351.981 | | | |
| MARZO | 171.382 | | | |
| ABRIL | 38.870 | | | |
| MAYO | 162.686 | | | |
| JUNIO | 94.412 | | | |
| JULIO | 43.113 | | | |
| AGOSTO | 82.937 | | | |
| SEPTIEMBRE | 4.072 | | | |
| OCTUBRE | 20.618 | | | |

Anexo 19. SKU21 SIRENA 30W 2 TONOS



Pronósticos



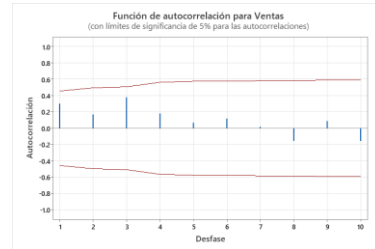
ANÁLISIS DE TENDENCIA

| Período | Pronóstico | MAPE | MAD | MSD |
|------------|------------|-------|------|------|
| NOVIEMBRE | 3.22857 | 61.21 | 2.70 | 9.71 |
| DICIEMBRE | 2.93766 | | | |
| ENERO | 2.64675 | | | |
| FEBRERO | 2.35584 | | | |
| MARZO | 2.06494 | | | |
| ABRIL | 1.77403 | | | |
| MAYO | 1.48312 | | | |
| JUNIO | 1.19221 | | | |
| JULIO | 0.90130 | | | |
| AGOSTO | 0.61039 | | | |
| SEPTIEMBRE | 0.31948 | | | |
| OCTUBRE | 0.02857 | | | |

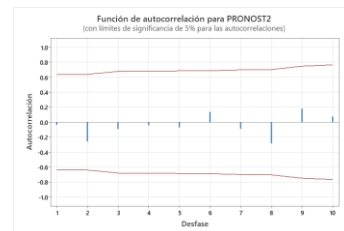
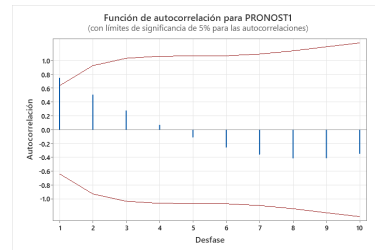
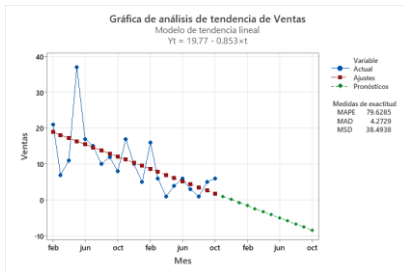
HOLT-WINTER

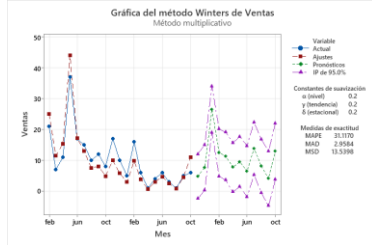
| Período | Pronóstico | MAPE | MAD | MSD |
|------------|------------|-------|------|------|
| NOVIEMBRE | 4.1811 | 20.60 | 0.91 | 1.29 |
| DICIEMBRE | 3.4353 | | | |
| ENERO | 10.1537 | | | |
| FEBRERO | 6.6610 | | | |
| MARZO | 5.8888 | | | |
| ABRIL | 5.7714 | | | |
| MAYO | 3.7607 | | | |
| JUNIO | 2.4429 | | | |
| JULIO | 6.5243 | | | |
| AGOSTO | 4.5926 | | | |
| SEPTIEMBRE | 4.9841 | | | |
| OCTUBRE | 5.8572 | | | |

Anexo 20. SKU22 CAMARA TUBO 1080P HIKVISION POLICARBONATO



Pronósticos





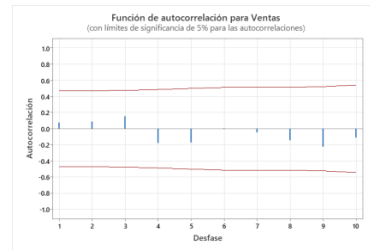
ANÁLISIS DE TENDENCIA

| Período | Pronóstico | MAPE | MAD | MSD |
|------------|------------|-------|------|-------|
| NOVIEMBRE | 0.99524 | 79.62 | 4.27 | 38.49 |
| DICIEMBRE | 0.14199 | | | |
| ENERO | -0.71126 | | | |
| FEBRERO | -1.56450 | | | |
| MARZO | -2.41775 | | | |
| ABRIL | -3.27100 | | | |
| MAYO | -4.12424 | | | |
| JUNIO | -4.97749 | | | |
| JULIO | -5.83074 | | | |
| AGOSTO | -6.68398 | | | |
| SEPTIEMBRE | -7.53723 | | | |
| OCTUBRE | -8.39048 | | | |

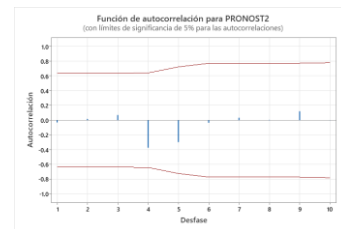
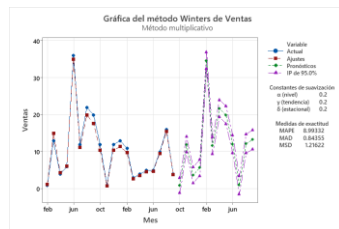
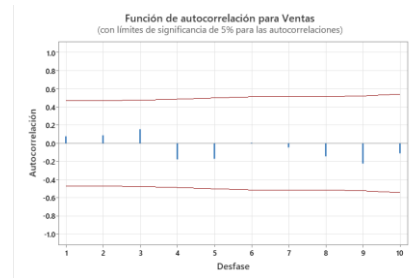
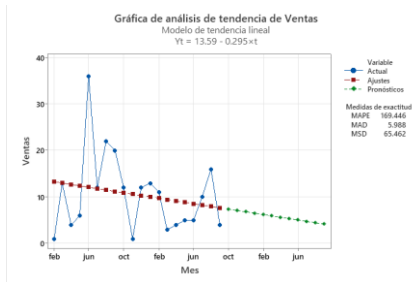
HOLT-WINTER

| Período | Pronóstico | MAPE | MAD | MSD |
|------------|------------|-------|------|-------|
| NOVIEMBRE | 4.7924 | 31.11 | 2.95 | 13.53 |
| DICIEMBRE | 7.6955 | | | |
| ENERO | 26.5199 | | | |
| FEBRERO | 12.5080 | | | |
| MARZO | 11.3367 | | | |
| ABRIL | 7.7545 | | | |
| MAYO | 9.5160 | | | |
| JUNIO | 6.4534 | | | |
| JULIO | 13.8596 | | | |
| AGOSTO | 8.1849 | | | |
| SEPTIEMBRE | 4.0849 | | | |
| OCTUBRE | 12.9913 | | | |

Anexo 21. SKU23 CAMARA TUBO COLORVU CON AUDIO 40M HILOOK



Pronósticos



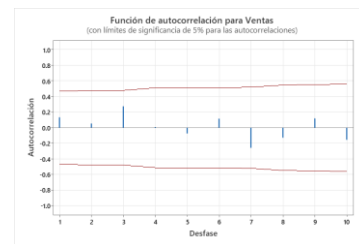
ANÁLISIS DE TENDENCIA

| Período | Pronóstico | MAPE | MAD | MSD |
|------------|------------|--------|------|-------|
| NOVIEMBRE | 7.40526 | 169.44 | 5.98 | 65.46 |
| DICIEMBRE | 7.11053 | | | |
| ENERO | 6.81579 | | | |
| FEBRERO | 6.52105 | | | |
| MARZO | 6.22632 | | | |
| ABRIL | 5.93158 | | | |
| MAYO | 5.63684 | | | |
| JUNIO | 5.34211 | | | |
| JULIO | 5.04737 | | | |
| AGOSTO | 4.75263 | | | |
| SEPTIEMBRE | 4.45789 | | | |
| OCTUBRE | 4.16316 | | | |

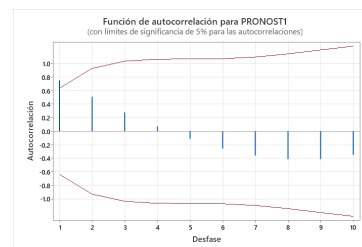
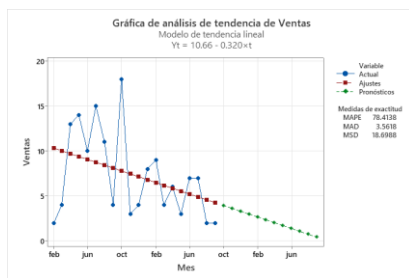
HOLT-WINTER

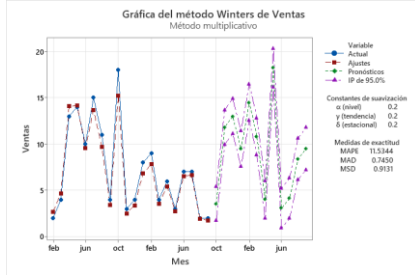
| Período | Pronóstico | MAPE | MAD | MSD |
|------------|------------|------|------|------|
| NOVIEMBRE | 0.9066 | 8.99 | 0.84 | 1.21 |
| DICIEMBRE | 11.9785 | | | |
| ENERO | 3.7447 | | | |
| FEBRERO | 5.7031 | | | |
| MARZO | 34.7070 | | | |
| ABRIL | 11.7189 | | | |
| MAYO | 21.7307 | | | |
| JUNIO | 19.9505 | | | |
| JULIO | 12.0706 | | | |
| AGOSTO | 1.0129 | | | |
| SEPTIEMBRE | 12.2268 | | | |
| OCTUBRE | 13.3116 | | | |

Anexo 22. SKU24 CAJA PARA SIRENA 30W



Pronósticos





ANÁLISIS DE TENDENCIA

| Período | Pronóstico | MAPE | MAD | MSD |
|------------|------------|-------|------|-------|
| OCTUBRE | 3.93684 | 78.41 | 3.56 | 18.69 |
| NOVIEMBRE | 3.61654 | | | |
| DICIEMBRE | 3.29624 | | | |
| ENERO | 2.97594 | | | |
| FEBRERO | 2.65564 | | | |
| MARZO | 2.33534 | | | |
| ABRIL | 2.01504 | | | |
| MAYO | 1.69474 | | | |
| JUNIO | 1.37444 | | | |
| JULIO | 1.05414 | | | |
| AGOSTO | 0.73383 | | | |
| SEPTIEMBRE | 0.41353 | | | |

HOLT-WINTER

| Período | Pronóstico | MAPE | MAD | MSD |
|------------|------------|-------|------|------|
| OCTUBRE | 3.5510 | 11.53 | 0.74 | 0.91 |
| NOVIEMBRE | 11.8067 | | | |
| DICIEMBRE | 12.9991 | | | |
| ENERO | 9.4820 | | | |
| FEBRERO | 14.5029 | | | |
| MARZO | 10.8258 | | | |
| ABRIL | 3.9996 | | | |
| MAYO | 18.2529 | | | |
| JUNIO | 3.0801 | | | |
| JULIO | 4.1523 | | | |
| AGOSTO | 8.3874 | | | |
| SEPTIEMBRE | 9.5228 | | | |