

**UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ**  
**COLEGIO DE CIENCIAS E INGENIERIAS**

**INGENIERIA INDUSTRIAL**

**Optimización de la gestión de inventario en la empresa de calzado Buffalo**  
**Implementación de técnicas de pronósticos y plan de control de inventarios para la**  
**reducción de producto perecible y garantía de stock**

Jorge Patricio Cherrez Verdezoto

Derick Sebastián Terán Ayala

Trabajo de fin de carrera presentado como requisito para la obtención del título de INGENIERO

INDUSTRIAL

Quito, 06 de diciembre de 2023

# **UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ**

**COLEGIO DE CIENCIAS E INGENIERÍAS**

## **HOJA DE CALIFICACIÓN DE TRABAJO DE FIN DE CARRERA**

**Optimización de la gestión de inventario en la empresa de calzado Buffalo  
Implementación de técnicas de pronósticos y plan de control de inventarios para la  
reducción de producto perecible y garantía de stock**

**Jorge Patricio Cherrez Verdezoto**

**Derick Sebastián Terán Ayala**

**Nombre del profesor, Título académico**

**Carlos Suárez Nuñez, PHD**

Quito, 06 de diciembre de 2023

## © DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído todas las Políticas y Manuales de la Universidad San Francisco de Quito USFQ, incluyendo la Política de Propiedad Intelectual USFQ, y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo quedan sujetos a lo dispuesto en esas Políticas.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en la Ley Orgánica de Educación Superior del Ecuador.

Nombres y apellidos: Jorge Patricio Cherrez Verdezoto  
Código: 215481  
Cédula de identidad: 1804733408

Nombres y apellidos: Derick Sebastián Terán Ayala  
Código: 211403  
Cédula de identidad: 0401815543

Quito, 06 de Diciembre de 2023

## **ACLARACIÓN PARA PUBLICACIÓN**

**Nota:** El presente trabajo, en su totalidad o cualquiera de sus partes, no debe ser considerado como una publicación, incluso a pesar de estar disponible sin restricciones a través de un repositorio institucional. Esta declaración se alinea con las prácticas y recomendaciones presentadas por el Committee on Publication Ethics COPE descritas por Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing, disponible en <http://bit.ly/COPETheses>.

## **UNPUBLISHED DOCUMENT**

**Note:** The following capstone project is available through Universidad San Francisco de Quito USFQ institutional repository. Nonetheless, this project – in whole or in part – should not be considered a publication. This statement follows the recommendations presented by the Committee on Publication Ethics COPE described by Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing available on <http://bit.ly/COPETheses>.

## RESUMEN

Este proyecto presenta una metodología para optimizar la gestión de inventario en la empresa de calzado Buffalo, ubicada en Ambato, Ecuador. Ante los desafíos de pérdidas anuales significativas por la hidrólisis en suelas de poliuretano y la subutilización de la capacidad productiva, se propone un sistema integral de gestión. Este sistema combina técnicas avanzadas de pronósticos de demanda con políticas de inventario adaptadas al sector del calzado. Utilizando la metodología DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar, Controlar), el estudio se centra en la implementación de un modelo que busca reducir las pérdidas por perecibilidad, disminuir los costos totales de inventario y optimizar el espacio de almacenamiento. Se desarrolla una herramienta en Excel para la gestión de inventario y se establecen programas de capacitación para el personal. Los resultados anticipan mejoras significativas en la eficiencia de la gestión de inventarios, reflejando la importancia de una planificación detallada y basada en datos. El estudio establece un modelo para prácticas efectivas de gestión de inventario en la industria del calzado, mejorando la operatividad y la satisfacción del cliente. Las limitaciones del estudio incluyen el tiempo para observar resultados completos y desafíos en la recopilación de datos históricos. Para futuras investigaciones, se sugiere extender el análisis a más familias de productos y explorar tecnologías avanzadas para una gestión más eficaz.

**Palabras claves:** Gestión de inventario, Optimización de inventario, Industria del calzado, Pronósticos de demanda, Pérdida de producto perecible, Hidrólisis en suelas de poliuretano, Metodología DMAIC, Control de stock, Eficiencia operativa, Herramienta de gestión en Excel.

## ABSTRACT

This thesis presents a methodology for optimizing inventory management at Buffalo Footwear Company, located in Ambato, Ecuador. Facing significant annual losses due to hydrolysis in polyurethane soles and underutilization of production capacity, an integrated management system is proposed. This system combines advanced demand forecasting techniques with inventory policies tailored to the footwear sector. Using the DMAIC methodology (Define, Measure, Analyze, Improve, Control), the study focuses on implementing a model that aims to reduce perishable losses, decrease total inventory costs, and optimize storage space. An Excel tool for inventory management is developed, and training programs for staff are established. The results anticipate significant improvements in inventory management efficiency, highlighting the importance of detailed and data-driven planning. The study establishes a model for effective inventory management practices in the footwear industry, enhancing operations and customer satisfaction. Limitations of the study include the time to observe complete results and challenges in collecting historical data. Future research suggestions include extending the analysis to more product families and exploring advanced technologies for more effective management.

**Key words:** Inventory management, Inventory optimization, Footwear industry, Demand forecasting, Perishable product loss, Polyurethane sole hydrolysis, DMAIC methodology, Stock control, Operational efficiency, Excel management tool.

## Tabla de contenido

<b>1. Introducción.....</b>	<b>11</b>
<b>3. Metodología: DMAIC.....</b>	<b>14</b>
<b>3.1 Definir.....</b>	<b>14</b>
3.1.1 Problemas Identificados .....	15
3.1.1.2 Capacidad de producción no aprovechada .....	16
3.1.1.3 Ausencia de Sistema de Pronóstico y Cálculo de Gestión de Inventario .....	17
3.1.1.4 Falta de políticas de Inventario para apoyar las ordenes de producción .....	17
<b>3.2 Medir .....</b>	<b>17</b>
3.2.1 Selección de datos a usar.....	18
3.2.2 Forma de recolección: .....	19
3.2.3 Limpieza de datos .....	19
3.2.4 Análisis ABC .....	21
<b>1.1 .....</b>	<b>21</b>
3.2.5 Análisis Cuantitativo.....	21
3.2.6 Análisis Cualitativo.....	22
<b>3.3 Analizar: .....</b>	<b>24</b>
3.3.1 Pronósticos de la demanda.....	24
3.3.2 Gestión de Inventarios .....	30
3.3.3 Revisión periódica .....	30
3.3.4 Planificación de componentes.....	33
<b>3.4 Implementar .....</b>	<b>35</b>
3.4.1 Implementación de Herramienta en Excel.....	35
3.4.2 Capacitaciones .....	36
<b>3.5 Controlar .....</b>	<b>36</b>
3.5.1 Herramienta de Monitoreo Excel.....	36
3.5.2 Monitoreo de la Rotación de Inventario .....	36
<b>Conclusiones.....</b>	<b>39</b>
<b>Limitaciones.....</b>	<b>40</b>
<b>Estudios Futuros.....</b>	<b>40</b>
<b>Bibliografía:.....</b>	<b>41</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>44</b>
ANEXO A: Exceso y falta de stock.....	44
ANEXO B: Código de ABC (Python).....	45
ANEXO C: Gráficos ABC .....	46
ANEXO D: Series Temporales no Ajustadas .....	47
ANEXO E: Series Temporales Ajustadas .....	49
ANEXO F: Gráficos de Función de Autocorrelación (ADF).....	50
ANEXOS G: Resultados pronósticos .....	55
ANEXOS H: Costos .....	58

<b>ANEXOS I: Cantidad de pedido.....</b>	<b>59</b>
<b>ANEXO J: Punto de reorden .....</b>	<b>60</b>
<b>ANEXO K: Plan de producción maestra .....</b>	<b>60</b>
<b>ANEXO L: Gráficos de trompeta (BOM).....</b>	<b>65</b>
<b>ANEXO M: Cantidades necesarias para la fabricación (BOM).....</b>	<b>68</b>
<b>ANEXOS N: MPR .....</b>	<b>73</b>
<b>ANEXOS O: Distribución de productos .....</b>	<b>78</b>
<b>ANEXO P: Herramienta en Excel.....</b>	<b>79</b>
<b>ANEXO Q: Monitoreo en Excel.....</b>	<b>81</b>

## Índice de Tablas

<i>Tabla 1 Data en procesamiento .....</i>	<i>20</i>
<i>Tabla 2 Data preprocesada.....</i>	<i>21</i>
<i>Tabla 3 Tabla de ventas mensuales del mes de Agosto 2022 .....</i>	<i>23</i>
<i>Tabla 4 Tabla Data histórica de la familia T001 .....</i>	<i>23</i>
<i>Tabla 5 Histórico de facturas.....</i>	<i>25</i>
<i>Tabla 6 Tabla resumen prueba de Dickey-Fuller.....</i>	<i>27</i>
<i>Tabla 7 Tabla resumen MAPES.....</i>	<i>29</i>
<i>Tabla 8 Resumen de Stock de Seguridad .....</i>	<i>31</i>
<i>Tabla 9 Distribución de pares de zapatos a fabricar por tallas .....</i>	<i>35</i>
<i>Tabla 10 Stock actual VS Stock pronosticado.....</i>	<i>38</i>
<i>Tabla 11 Costo del inventario actual VS Costo del inventario pronosticado .....</i>	<i>38</i>

## Índice de Ilustraciones

<i>Ilustración 1 Perdas anuales por remate o perdida (en dólares) .....</i>	<i>15</i>
<i>Ilustración 2 Ventas Anuales 2020-2023 .....</i>	<i>19</i>
<i>Ilustración 3 Gráfico ABC año 2021 .....</i>	<i>22</i>
<i>Ilustración 4 Datos históricos T001 .....</i>	<i>24</i>
<i>Ilustración 5 Datos históricos R018 .....</i>	<i>26</i>
<i>Ilustración 6 Datos históricos ajustados T001 .....</i>	<i>26</i>
<i>Ilustración 7 Prueba de Dickey-Fuller Aumentada.....</i>	<i>27</i>
<i>Ilustración 8 Gráfica Método de Winters Familia T001 .....</i>	<i>29</i>
<i>Ilustración 9 Gráfica MPR de la familia T001 .....</i>	<i>34</i>

## **Optimización de la gestión de inventario en la empresa de calzado Buffalo**

### **Implementación de técnicas de pronósticos y plan de control de inventarios para la reducción de producto perecible y garantía de stock**

#### **1. Introducción**

La industria del calzado es una de las industrias más antiguas que tiene el mundo, “la industria del calzado tiene gran importancia debido a su capacidad en la generación de empleo y por ser proveedora de un artículo de consumo popular que satisface las necesidades básicas de la población.” (Torres, 2015). Considerando la importancia de esta industria es esencial enfocarse en la gestión eficiente de inventario, un reto clave en este sector, especialmente debido a la naturaleza perecible de sus productos. Se sabe, además, que en este tipo de industria es necesario el poder garantizar el stock para satisfacer la demanda del mercado, especialmente en los productos de alta rotación. Por esta razón, el objetivo de este proyecto es proponer una optimización de la gestión de inventario en la empresa de calzado Buffalo.

La empresa de calzado Buffalo situada en Ecuador en la ciudad de Ambato es una empresa reconocida a nivel nacional por su calidad y trayectoria en los últimos 35 años, la cual cuenta con clientes de gran renombre como: Grupo el Rosado, Grupo La Favorita, Arca-Continental, EP Petroecuador, entre otros (*Nosotros / LA EMPRESA DE CALZADO BUFFALO*, 2023). La empresa ha presentado pérdidas recurrentes debido al deterioro de suelas de poliuretano inyectadas esto debido al proceso llamado hidrólisis. Este proceso afecta directamente a las suelas de poliuretano adelantando su perecibilidad, que es denominada como la degradación física del material cuando está en contacto con vapor, calor o alta humedad, afectando directamente a los zapatos incluso cuando estos se encuentren almacenados en sus cajas (*Hydrolysis, the Crumbling of Shoe Soles Explained*, 2020). El resultado de esto es aproximadamente 600 pares rematados o perdidos al año. Este problema se agrava debido a un sistema de gestión de inventario ineficiente, la falta de un sistema mensual de pronóstico de la demanda y procesos de almacenamiento deficientes.

El propósito de este proyecto es la reducción del desperdicio de productos perecibles y la garantía de stock en la empresa de calzado Buffalo. Para alcanzar este fin, se desarrollará un sistema integral que no solo implemente técnicas de pronósticos adecuadas para nuestra empresa, sino que también incluya la planificación de la producción. Se implementarán políticas de

inventario adaptándolas eficazmente a las necesidades específicas y desafíos del sector del calzado. Este enfoque integral tiene como objetivos específicos disminuir las pérdidas anuales por perecibilidad en al menos un 50% a través de la mejora en la rotación de inventario y la implementación de un sistema de revisión periódica. Además, se busca reducir los costos totales de inventario en un 20% mediante una mejor planificación de la demanda y optimización de los niveles de stock. Otro objetivo clave es reducir el espacio utilizado en la bodega en un 40%, lo que contribuirá a una mayor eficiencia en el almacenamiento y manejo de inventarios. Finalmente, se establecerá y seguirá un plan de producción anual que alinee la capacidad productiva con los pronósticos de demanda, asegurando así un manejo eficiente del inventario.

## **2. Revisión literaria:**

“Para poder generar conocimiento nuestra mente debe estar debidamente entrenada y esto solo se puede lograr aprendiendo a investigar con una educación basada sobre la investigación científica” (Óscar Mamani-Benito, 2019). Es esencial hacer una investigación activa para poder encontrar información de calidad la cual pueda ayudar al proceso de implementación del proyecto descrito.

En el paper "Propuesta de una Metodología de Planeación de la Demanda en la Línea de Producto Flux Cored Wire en la Compañía Soldaduras West Arco" de César Augusto Contreras Sáenz, se realizó un análisis comparativo entre el modelo de planeación de la demanda que implementa la compañía y el modelo propuesto en el proyecto. Este análisis utilizó medidas de desempeño como la desviación absoluta media del error (MAD) y la suma acumulada del error de pronóstico (RSFE). Los resultados mostraron que el modelo propuesto ofreció un nivel de error significativamente más bajo en comparación con el modelo actual de la compañía. Por ejemplo, el promedio del MAD para el método actual fue de 994.88, mientras que para el método propuesto fue de 534.30.

El estudio 'Implementation of Inventory Management in a Footwear Industry' demostró el impacto significativo del análisis ABC en la optimización de la gestión de inventarios en la empresa de calzado Vernaza. A través de la aplicación de esta técnica, complementada con pronósticos de demanda y otros métodos, se logró una impresionante reducción del 48% en el valor total del inventario, que se traduce en una disminución de R\$ 386,614.74, en el período de diciembre de 2017 a mayo de 2018. Esta mejora fue aún más notable, ya que no resultó de una

disminución en la demanda. El éxito del estudio se basó en la eficiente implementación del análisis ABC, que facilitó una gestión de inventario más precisa y orientada. En particular, el 85% de la reducción se concentró en los materiales de clase A, los más valiosos económicamente, mientras que las clases B y C experimentaron ajustes menores. Estos resultados subrayan cómo el análisis ABC puede ser esencial para mejorar la eficiencia y reducir costos en la gestión de inventarios, proporcionando un modelo valioso para implementaciones similares en la industria del calzado.

La tesis de Julieth Salamanca Danderino, 'Propuesta para la Administración de la Producción para la Empresa de Calzado PAP POWER', provee un análisis detallado sobre estrategias eficientes de gestión de inventarios en la industria del calzado. En su estudio, Salamanca desarrolló la proyección para el año 2012, utilizando técnicas cuantitativas y considerando la tendencia de la demanda en años anteriores. La empresa aplicó métodos de suavización exponencial y seleccionó el método de Winter, ajustando los parámetros Alpha, Beta y Gamma para obtener un error porcentual bajo y un buen MAD en los pronósticos. Además, la proyección de la demanda se complementó con criterios cualitativos del departamento de marketing, lo que permitió una planificación más acertada de la producción y del inventario.

El estudio de Fernández Cabrera, Llanes y Ramos Gómez, 'Procedimiento para el pronóstico de la demanda en una MIPYME cubana', ofrece un enfoque detallado para mejorar la predicción de demanda en una empresa manufacturera de calzado. Este estudio se centró en el desarrollo de pronósticos de demanda mensual, utilizando un método que mejor se adaptara a las particularidades de la empresa en cuestión. Se implementó un procedimiento en cuatro etapas, incluyendo la formación de un equipo especializado, la determinación del propósito del pronóstico, la selección de modelos y el desarrollo del modelo de pronóstico seleccionado. Se empleó el método de Holt-Winters para el pronóstico de la demanda, aprovechando su capacidad para manejar patrones de tendencia y estacionalidad. Este método fue elegido por su simplicidad y eficiencia en comparación con otras técnicas como ARIMA, lo que facilita su implementación y adaptación en diferentes contextos empresariales. El estudio demostró cómo este enfoque puede ser empleado efectivamente para prever la demanda de zapatos, considerando tendencias y estacionalidades específicas, algo crucial para la empresa de calzado Buffalo en su desafío de optimizar la gestión de inventario y reducir el desperdicio.

La tesis de Julián Andrés Tamayo Cardona desarrolló una herramienta de pronóstico de demanda para MIPYMES del sector de cuero, calzado y marroquinería en Santiago de Cali, diseñada en el lenguaje de programación R. La herramienta permite cargar datos históricos de demanda en una plantilla de Excel y genera pronósticos automáticos, seleccionando el modelo más adecuado a partir de los datos. Los resultados de su validación en una empresa piloto demostraron que la herramienta es fácil de usar, confiable y efectiva en la toma de decisiones.

La revisión de la literatura realizada revela la importancia crítica de los pronósticos de demanda y la gestión eficiente de inventarios en la industria del calzado. Desde el análisis comparativo de Contreras Sáenz, que destaca la superioridad de metodologías de pronóstico modernas, hasta el enfoque multifacético de Fernández Cabrera, Llanes y Ramos Gómez que resalta el valor del método de Holt-Winters, cada estudio subraya la necesidad de un pronóstico de demanda preciso y adaptable. Además, la tesis de Tamayo Cardona introduce una herramienta de pronóstico de demanda accesible y eficaz, especialmente valiosa para las MIPYMES. Estos conocimientos proveen un fundamento sólido para aplicar técnicas avanzadas de pronóstico y gestión en la empresa de calzado Buffalo, facilitando decisiones estratégicas informadas y una gestión de inventarios más efectiva.

### **3. Metodología: DMAIC**

La metodología DMAIC se destaca en la optimización de la gestión de inventario en la industria del calzado por su enfoque estructurado y basado en datos, que implica Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar procesos existentes. A diferencia de DMADV, que se orienta al diseño de nuevos productos, y PDCA, enfocado en la mejora continua, DMAIC se centra en la medición y análisis de problemas específicos en procesos ya establecidos. Esta capacidad de DMAIC para abordar y resolver desafíos específicos en la gestión de inventario es esencial para implementar soluciones eficaces y sostenibles, clave en el contexto de la empresa a trabajar.

#### **3.1 Definir**

En esta primera fase del DMAIC, analizarán y observarán los problemas de la empresa, analizándolos de forma objetiva tanto cualitativa como cuantitativamente para poder definir el problema principal y los pasos a seguir para resolverlo.

Para abordar de manera efectiva los desafíos que enfrenta la empresa de calzado Buffalo, optamos por realizar un Gemba Walk, una técnica de la metodología Lean que se traduce como "el lugar real" y se refiere al acto de observar directamente los procesos en su ambiente natural. Esta práctica se basa en el pensamiento Lean japonés y se usa para identificar ineficiencias en el trabajo (Qué Es Un Gemba Walk Y Cómo Hacerlo En 4 Pasos | SafetyCulture, 2023).

El recorrido realizado a través de las diversas etapas de producción y almacenamiento en la empresa Calzado Buffalo permitió una interacción directa con los trabajadores de la bodega, supervisores y el gerente de producción. Estas interacciones revelaron desafíos significativos, atribuibles a la falta de procesos estructurados y directrices claras, a pesar de la experiencia y habilidades del personal.

### 3.1.1 Problemas Identificados

#### 3.1.1.1 Inventario Perecible

Se identificó un problema crítico en el inventario perecible: las suelas de poliuretano del tipo poliéster mostraban un deterioro evidente, un fenómeno atribuido a la hidrólisis, que afecta la durabilidad de los materiales basados en poliuretano (Díaz, 2022).

Los trabajadores del área de almacenamiento validaron este problema del deterioro de los zapatos con suelas de poliuretano, esto porque con ayuda del departamento de finanzas se pudo observar que causaban pérdidas anuales por remates o pérdidas. En el siguiente gráfico usando datos históricos podemos observar la pérdida en dinero anual por este problema.

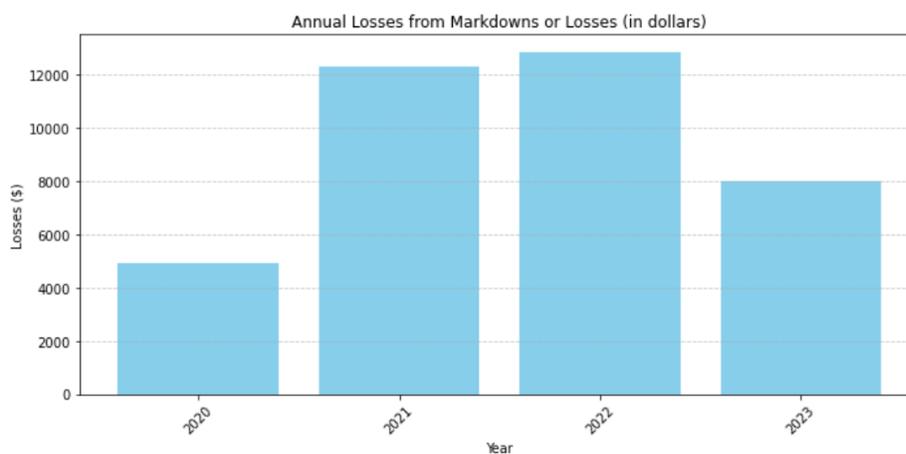


Ilustración 1 Pérdidas anuales por remate o pérdida (en dólares)

El análisis del gráfico revela que, durante el año 2022, se registraron pérdidas significativas ascendentes a \$12,840. Para el año en curso, se han contabilizado pérdidas de \$8,000 hasta la fecha. Estos valores reflejan la urgencia de implementar estrategias de gestión de inventario más efectivas para mitigar las pérdidas generadas por la caducidad del producto debido a la hidrólisis. La implementación de soluciones óptimas es imprescindible para reducir el remate de calzado afectado y mejorar la rentabilidad de la empresa.

### *3.1.1.2 Capacidad de producción no aprovechada*

En el análisis de la empresa de calzado Buffalo, se identificó una preocupante subutilización de la capacidad productiva. A pesar de contar con una capacidad máxima de producción de 10,000 pares de zapatos mensuales, esta capacidad instalada se calculó con la siguiente fórmula:

#### *Capacidad Instalada*

$$= \text{Número de unidades que pueden ser producidas} \times \text{Número de turnos} \\ \times \text{Eficiencia} \times \text{Días disponibles}$$

$$\text{Capacidad Instalada} = (40 \text{ pares/hora}) \times (8 \text{ horas/turno}) \times (20 \text{ días/mes})$$

$$\text{Capacidad Instalada} = 8000 \text{ pares}$$

Los datos utilizados para esta fórmula fueron proporcionados por el área de finanzas. En promedio, se realiza una producción de 6,000 pares al mes, lo que se traduce en una tasa de utilización de capacidad del 75%. Este dato sugiere que existe un 25% de capacidad de producción que no se está aprovechando en la mayoría del año, sin embargo, en los meses más fuertes donde hay picos altos la capacidad total es insuficiente por lo que se tiene que enviar a maquilar donde un tercero.

Esto representa una considerable ineficiencia en la planificación y producción de la empresa, la cual tiene un impacto directo en la garantía de stock. Sin una adecuada anticipación de la demanda, la empresa no puede ajustar su producción de manera eficiente, lo que puede llevar a potenciales pérdidas económicas, desabastecimiento y una desaprovechada capacidad productiva. En un mercado competitivo, donde la disponibilidad oportuna de productos específicos como el calzado con suelas de poliuretano es esencial para mantener y aumentar la cuota de mercado, es crucial que la empresa de calzado Buffalo considere la implementación de un robusto

sistema de pronósticos. Esto permitiría optimizar su producción y, en consecuencia, mejorar su rentabilidad y posición en el mercado.

#### *3.1.1.3 Ausencia de Sistema de Pronóstico y Cálculo de Gestión de Inventario*

Hablando con el equipo de producción se pudo evidenciar la falta de un sistema de pronósticos de la demanda mensual, actualmente se hacen las órdenes de producción basándose en la experiencia del jefe de planta, usando un método Delphi el cual se basa en la experiencia y las creencias de los trabajadores. El resultado de no tener un sistema de pronósticos adecuado es un exceso y falta de stock lo cual podemos observar en el Anexo A en donde se observa que, al no tener lugar para ubicar muchas de las cajas de los productos, se opta por usar los pasillos lo cual incomoda al movimiento de los trabajadores y hace más complicado su orden.

Además, se reconoce que no se está realizando el cálculo de la fórmula de gestión de inventario, como el EOQ, que es esencial para determinar la cantidad óptima de pedido que minimiza los costos totales de inventario. También se ha pasado por alto la determinación de la cantidad óptima de producción (Q), crucial para equilibrar los costos de fabricación y los de almacenaje, evitando así la sobreproducción o la insuficiencia de productos.

#### *3.1.1.4 Falta de políticas de Inventario para apoyar las ordenes de producción*

Durante la evaluación de los procesos internos de la empresa de calzado Buffalo, se ha identificado una notable ausencia de políticas de inventario formalizadas. Esta falta de políticas significa que no existen directrices claras o procedimientos establecidos para gestionar los niveles de inventario, determinar puntos de reorden, o establecer cantidades de seguridad. Sin un marco de políticas de inventario, las decisiones se toman a menudo basadas en la intuición o la experiencia pasada, en lugar de en datos y análisis sistemáticos. Esta carencia de un enfoque estructurado puede conducir a ineficiencias significativas, como el exceso de inventario que conlleva a un aumento en los costos de almacenamiento y a la obsolescencia. Por esta razón es de vital importancia implementar estas directrices.

### **3.2 Medir**

El siguiente paso en la metodología DMAIC es la de Medir en donde se dará una descripción de los datos que se usaran, el porqué de estos y la interpretación inicial. Como se

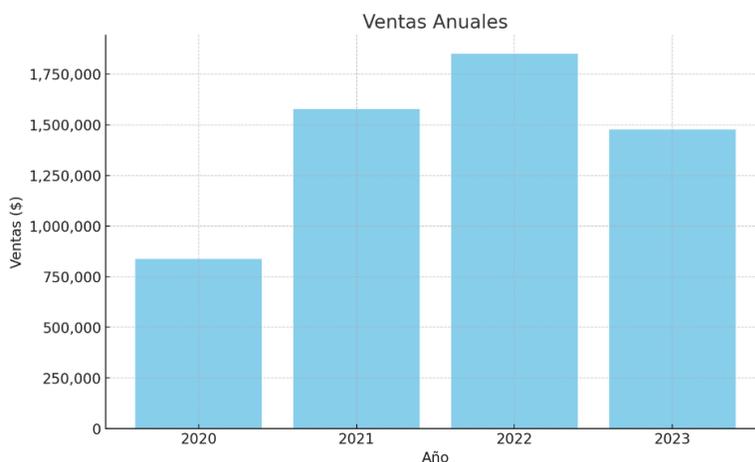
explicó en Definir, se crearán planificación de la producción con pronósticos, estos pronósticos serán de los datos de las ventas por unidad.

### *3.2.1 Selección de datos a usar*

La selección de los datos a usar es fundamental para comenzar con el análisis de estos y determinar el siguiente paso del proyecto. En el contexto de la empresa de calzado Buffalo los datos a usar han tenido un gran cambio durante los últimos años, esto principalmente por la pandemia del COVID 19 ocurrida en el año 2020, en donde las ventas de la empresa de calzado Buffalo cayeron drásticamente. En el artículo Impacto económico de la pandemia por el COVID 19 en las comercializadores y productoras de calzado, publicado por la revista Recimundo en el año 2023, se habla de cómo este sector manufacturero estuvo afectado y el desempleo que trajo debido a que no existían órdenes de pedidos por la paralización mundial (Augusto et al., 2022).

A diferencia de muchas industrias de su tipo, la empresa de calzado Buffalo no despidió trabajadores, pero si se mantuvo sin nuevas órdenes de pedido, vendiendo solo lo que se mantenía en stock. Las cosas cambiaron a finales de 2020 cuando las órdenes comenzaban a llegar, pero menos a la acostumbrada.

El análisis del gráfico de ventas indica un avance significativo hacia la recuperación en 2021 tras el impacto negativo de la pandemia en 2020. Para 2022, se observa una tendencia positiva con ventas que se encaminan progresivamente hacia los niveles vistos en 2019. Dicho comportamiento respalda la decisión de centrar nuestro análisis a partir de 2021, proporcionando un contexto post-pandémico para evaluar la eficacia de las estrategias de gestión de inventario.



*Ilustración 2 Ventas Anuales 2020-2023*

### 3.2.2 Forma de recolección:

La forma de recolección de la data necesaria para el estudio serán los datos de ventas históricos de los últimos 3 años incluyendo el año en curso que es el 2023. Con la ayuda del departamento de finanzas se logró conseguir estos datos provenientes de los reportes de las ventas que genera el software de la empresa que tiene como nombre MicroPlus, el cual nos dio una base de datos de cuales fueron los SKUs vendidos en cada uno de los meses de los años 2021, 2022 y en el 2023 hasta el mes de septiembre, esto con sus respectivos códigos, descripción, unidades vendidas y total de dinero vendido.

### 3.2.3 Limpieza de datos

La base de datos que se obtuvo es de todas las ventas realizadas en los últimos 3 años, lo cual generó un problema, pues la empresa además de vender calzado de seguridad también vende otro tipo de productos, como lo son cascos de uso industrial, pasadores, etc. Por este motivo se ha optado por filtrar la data agregando una nueva columna que tome como referencia el código de cada uno de los SKU's para determinar si el producto pertenece a la categoría (Calzado) u (Otros).

Pese a que la empresa Buffalo tenga en su catálogo de venta más de 14.000 SKUs, la data obtenida de la venta de los últimos 3 años nos arrojó que únicamente 6241 SKUs se han vendido, lo que nos dice que menos de la mitad de todos los SKUs se han vendido en estos periodos. Se sabe que, para tener unos pronósticos más acertados, es recomendable agrupar a los SKUs especialmente cuando estos llegan a ser muchos. Es por esto que, si bien este nuevo número de

SKUs es menor al inicial, hemos optado por realizar un agrupamiento o clustering por familia de productos, la cual será el modelo del zapato sin tener en cuenta cada una de las tallas. Con esto logramos tener la nueva data con la que se va a iniciar en el estudio. En la siguiente tabla se mostrará la parte superior de la data en el preprocesamiento de los datos.

Venta Total Articulos					
	Desde:	1/1/22		Hasta:	31/1/22
Familia	PRODUCTO	CODIGO	DESCRIPCION	Unidades Vendidas	Dinero vendido
002U	Otros	002UUND	PASADOR PLANO 60CM, BLANCO	5 \$	22,10
003U	Otros	003UUND	CORDON REDONDO 80CM, NEGRO	12 \$	53,04
004U	Otros	004UUND	PASADOR REDONDO 80CM	5 \$	22,10
005U	Otros	005UUND	PASADOR REDONDO 1 MTS CAFE	10 \$	60,70
006U	Otros	006UUND	CORDON REDONDO 1MTS NEGRO FUNDA *12 PARES	13 \$	78,91
007U	Otros	007UUND	CORDON REDONDO 1,20CM, NEGRO	16 \$	97,12
008U	Otros	008UUND	CORDON REDONDO 1,20CM,CAFE	15 \$	91,05
009U	Otros	009UUND	CASCO CONSTRUCCION BLANCO	68 \$	1.756,44
010U	Otros	010UUND	CASCO CONSTRUCCION AMARILLO	27 \$	697,41
012U	Otros	012UUND	CASCO CONSTRUCCION NARANJA	41 \$	1.059,03
013U	Otros	013UUND	CASCO CONTRUCCION AZUL	24 \$	619,92
014U	Otros	014UUND	PASADOR PLANO 1,20CM,BLANCO	14 \$	92,68
015U	Otros	015UUND	PASADOR PLANO 1,20CM NEGRO	5 \$	33,10
B001	Calzado	B001A35CSPCNA T-37	B-17 NEGRO SIN PUNTA SUELA CAUCHO T37	1 \$	15,00
B001	Calzado	B001A35CSPCNA T-40	B-17 NEGRO SIN PUNTA SUELA CAUCHO T40	1 \$	20,00
B001	Calzado	B001A35CSPCNA T-44	B-17 NEGRO SIN PUNTA SUELA CAUCHO T44	1 \$	42,86
B002	Calzado	B002A19SPACTB T-38	B-02 NEGRO P.ACERO SUELA DE CAUCHO T38	1 \$	45,96
B003	Calzado	B003A13CSPCAN T-39	B-03 NEGRO SIN PUNTA CAUCHO T39	11 \$	310,75
B003	Calzado	B003A13CSPCAN T-41	B-03 NEGRO SIN PUNTA CAUCHO T41	3 \$	80,50
B003	Calzado	B003A13CSPCAN T-42	B-03 NEGRO SIN PUNTA CAUCHO T42	5 \$	133,50
B003	Calzado	B003A13CSPCAN T-43	B-03 NEGRO SIN PUNTA CAUCHO T43	4 \$	108,00
B003	Calzado	B003A13CSPCAN T-44	B-03 NEGRO SIN PUNTA CAUCHO T44	3 \$	80,50

*Tabla 1 Data en procesamiento*

A través de la creación de una tabla dinámica, se consolidaron y organizaron estos datos, lo cual facilitó la exclusión de ítems no relacionados con el calzado como accesorios. Además, con la tabla dinámica, se agruparon los SKUs por cada una de sus familias de productos, como se puede apreciar en la siguiente tabla.

PRODUCTO		Calzado	
Datos			
Familia	Suma de Unidades Vendidas	Suma de Dinero vendido	
B001	3	\$	77,86
B002	1	\$	45,96
B003	26	\$	713,25
B004	58	\$	1.858,71
D001	1	\$	38,00
D002	4	\$	60,00
D003	1	\$	35,00
D004	1	\$	43,00
D005	3	\$	101,50
D006	2	\$	76,25
D007	12	\$	511,22
D008	1	\$	37,50
D009	7	\$	262,00
D023	152	\$	5.051,52
DS10	192	\$	6.682,73
E001	23	\$	668,00
H001	19	\$	1.053,76
H002	83	\$	4.099,00
M001	1	\$	31,00
M002	3	\$	100,50

Tabla 2 Data preprocesada

### 3.2.4 Análisis ABC

Para profundizar en el análisis de las familias de productos y enfocarnos en aquellos productos con mayor demanda, aplicaremos el análisis ABC, una técnica efectiva en la optimización de la gestión de inventarios. Según Garcia (2019), este método categoriza los productos en tres grupos (A, B y C) basándose en su impacto en el valor total de ventas y otros factores relevantes. El grupo A incluye los productos más valiosos que contribuyen significativamente al ingreso, mientras que los grupos B y C contienen productos con una contribución menor.

#### 1.1

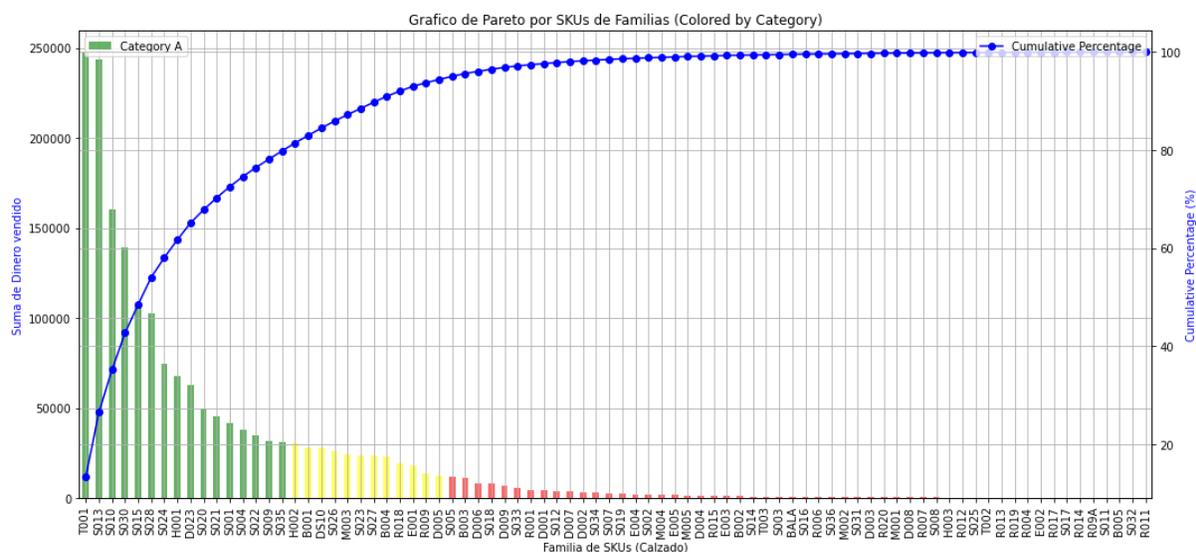
### 3.2.5 Análisis Cuantitativo

Para implementar este análisis, utilizamos Python para calcular el porcentaje de contribución de cada familia de productos al ingreso total, el código se puede observar en el Anexo B. Este enfoque se alinea con el principio de Pareto, donde una pequeña proporción de los productos (generalmente alrededor del 20%) suele representar una gran parte (aproximadamente el 80%) del valor total. La fórmula para determinar el porcentaje de contribución es la siguiente:

$$\text{Porcentaje de Contribución (\%)} = \left( \frac{\text{Ingresos del SKU}}{\text{Ingresos Totales}} \right) \times 100$$

Este cálculo nos permite identificar y clasificar las familias de productos en las categorías A, B y C, proporcionando una base clara para enfocar nuestros esfuerzos en los productos más relevantes para la empresa.

El siguiente gráfico muestra como este análisis divide las familias de productos en colores, siendo A el color verde, B el color amarillo y C el color rojo, los gráficos de los demás años se encuentran en el Anexo C.



A continuación, se realizará el estudio de las 5 familias de productos a elegir, no obstante, se mostrará únicamente los gráficos de una de nuestras familias y gráficos resúmenes de resultados. Los gráficos del restante de familias se los podrá encontrar en la sección anexos.

Datos		
Familia	Suma de Unidades Vendidas	Suma de Dinero vendido
D023	123	3904,02
S010	584	16655,68
S013	776	23202,4
T001	791	23650,9
R018	102	2732,58
<b>Total general</b>	<b>2376</b>	<b>70145,58</b>

Tabla 3 Tabla de ventas mensuales del mes de Agosto 2022

Periodo	Fecha	Unidades Vendidas
1	Julio 2021	546
2	Agosto 2021	546
3	Septiembre 2021	435
4	Octubre 2021	415
5	Noviembre 2021	316
6	Diciembre 2021	609
7	Enero 2022	383
8	Febrero 2022	407
9	Marzo 2022	363
10	Abril 2022	476
11	Mayo 2022	463
12	Junio 2022	541
13	Julio 2022	791
14	Agosto 2022	813
15	Septiembre 2022	704
16	Octubre 2022	474
17	Noviembre 2022	503
18	Diciembre 2022	344
19	Enero 2023	567
20	Febrero 2023	502
21	Marzo 2023	581
22	Abril 2023	513
23	Mayo 2023	593
24	Junio 2023	610
25	Julio 2023	474
26	Agosto 2023	1060
27	Septiembre 2023	714

Tabla 4 Tabla Data histórica de la familia T001

En contraste, las otras familias de productos se encuentran en la categoría B o C, siendo estas las que menores ingresos generan para la empresa. Es por esto que en conjunto con la gerencia se tomó la decisión de que aquellas familias de las categorías restantes deberán trabajar únicamente bajo pedido, a no ser por tema de fuerza mayor como puede ser un contrato de cumplimiento de

entrega rápida o de emergencia, debido a que la rotación de estas familias de productos es muy baja como para tenerla en stock. Para el resto de las familias de productos que se encuentren en la categoría A se deberá hacer un nuevo estudio para determinar si se puede o no replicar el mismo modelo, pues se observó que algunas de las familias de productos restantes, provienen de licitaciones grandes que se han ganado para ese período, los cuáles brindan tiempos de entrega suficientes para poder fabricarlas bajo pedido.

### 3.3 Analizar:

En la siguiente fase del DMAIC, "Analizar", se realizará una interpretación y comprensión profunda de los datos recogidos en las fases anteriores. Esta etapa es crucial para identificar patrones, anomalías y tendencias en los datos de ventas y gestión de inventarios. El análisis detallado permitirá el desarrollo de modelos de pronóstico los cuales son fundamentales para la toma de decisiones estratégicas en la gestión de inventarios y la planificación de la producción.

#### 3.3.1 Pronósticos de la demanda

##### 3.3.1.1 Ajuste de Datos

Al momento graficar los datos de las familias de productos elegidas, se evidenció 2 picos muy notorios, los cuales eran un decrecimiento y un aumento de manera seguida en los meses de Junio y Julio del 2022. Este mismo comportamiento se presentaba el resto de nuestras familias de productos las cuáles se pueden ver en el Anexo D, lo cual era bastante inusual como se puede ver en el gráfico de la familia T001:

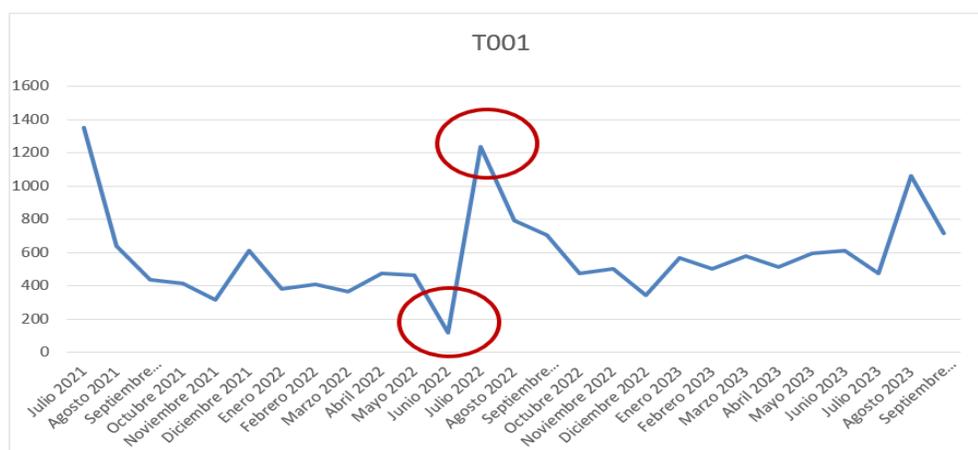


Ilustración 4 Datos históricos T001

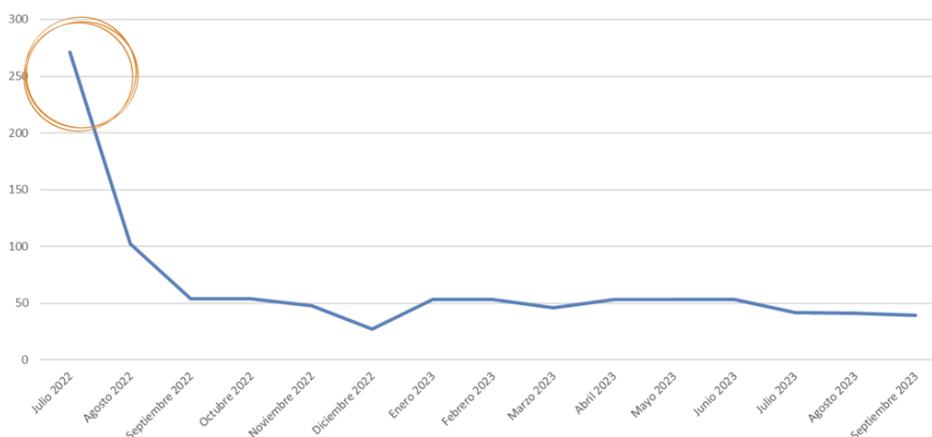
Para explicar el porqué de estos picos se procedió a investigar y revisar de manera individual cada una de las facturas de estos períodos. Se evidenció que existían varias facturas anuladas debido a que no se logró despachar los pedidos que estaban programados, pues en estas fechas el Ecuador vivió un Paro Nacional, mismo que estuvo en vigencia desde el 13 al 30 de junio de 2022. Esto explicó la anomalía en nuestros datos, pues las facturas anuladas en junio se trasladaron a julio en conjunto con la demanda de dicho mes, lo que provocó un decrecimiento en el mes de junio y crecimiento en el mes de julio, esto se puede ver en la siguiente imagen:

No.	Numfac	Codsec	Serie	Codcli	Establ	Nomcli	Fecfac	Estado	Codaim	Conpag
151	A0005352	A0	001-011	0063	001	CORPORACION EL ROSADO S.A.	29/07/2022	Valida	01	Credito
152	A0005291	A0	001-011	0063	001	CORPORACION EL ROSADO S.A.	22/07/2022	Valida	01	Credito
153	A0005264	A0	001-011	0063	001	CORPORACION EL ROSADO S.A.	19/07/2022	Valida	01	Credito
154	A0005263	A0	001-011	0063	001	CORPORACION EL ROSADO S.A.	19/07/2022	Valida	01	Credito
155	A0005256	A0	001-011	0063	001	CORPORACION EL ROSADO S.A.	15/07/2022	Valida	01	Credito
156	B0001003	B0	001-012	0547	001	CORPORACION ECUATORIANA DE ALU	12/07/2022	Valida	01	Credito
157	A0005229	A0	001-011	0547	001	CORPORACION ECUATORIANA DE ALU	12/07/2022	Valida	01	Credito
158	A0005199	A0	001-011	0063	001	CORPORACION EL ROSADO S.A.	08/07/2022	Valida	01	Credito
159	A0005198	A0	001-011	0063	001	CORPORACION EL ROSADO S.A.	08/07/2022	Valida	01	Credito
160	A0005130	A0	001-011	0063	001	CORPORACION EL ROSADO S.A.	01/07/2022	Valida	01	Credito
161	A0005129	A0	001-011	0063	001	CORPORACION EL ROSADO S.A.	01/07/2022	Valida	01	Credito
162	A0005082	A0	001-011	0063	001	CORPORACION EL ROSADO S.A.	18/06/2022	Anulada	01	
163	A0005081	A0	001-011	0063	001	CORPORACION EL ROSADO S.A.	18/06/2022	Anulada	01	
164	A0005079	A0	001-011	0063	001	CORPORACION EL ROSADO S.A.	16/06/2022	Anulada	01	
165	A0005078	A0	001-011	0063	001	CORPORACION EL ROSADO S.A.	16/06/2022	Anulada	01	
166	A0005077	A0	001-011	0063	001	CORPORACION EL ROSADO S.A.	16/06/2022	Valida	01	Credito
167	A0005046	A0	001-011	0063	001	CORPORACION EL ROSADO S.A.	10/06/2022	Anulada	01	
168	A0005045	A0	001-011	0063	001	CORPORACION EL ROSADO S.A.	10/06/2022	Anulada	01	
169	B0000947	B0	001-012	0547	001	CORPORACION ECUATORIANA DE ALU	09/06/2022	Anulada	01	
170	B0000937	B0	001-012	0063	001	CORPORACION EL ROSADO S.A.	03/06/2022	Anulada	01	
171	A0004975	A0	001-011	0063	001	CORPORACION EL ROSADO S.A.	03/06/2022	Valida	01	Credito
172	A0004922	A0	001-011	0063	001	CORPORACION EL ROSADO S.A.	27/05/2022	Valida	01	Credito

Tabla 5 Histórico de facturas

Por esta razón se decidió colocar en los datos históricos de junio del 2022 aquellas facturas que no se pudieron enviar en dicho mes, lo contrario sucedió en julio del 2022 pues se eliminó las facturas que originalmente estaban destinadas al mes de junio.

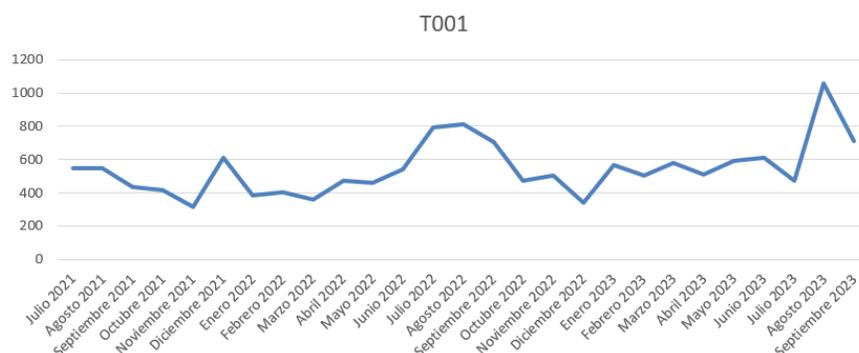
Adicionalmente se observaron anomalías en los primeros meses de 2 de nuestras 5 familias de productos, esto debido a que las familias de productos T001 y R018 se integraron julio del 2021 y julio del 2022 respectivamente, lo que provocó un pico en crecimiento debido a que, al ser nuevos productos, era necesario llenar todas las perchas de Corporación El Rosado. Es por esto que optó por eliminar estos datos atípicos y remplazarlos por la media de nuestra data, a continuación, se muestran estos datos atípicos en la siguiente imagen:



*Ilustración 5 Datos históricos R018*

### 3.3.1.2 Análisis de Series de tiempo

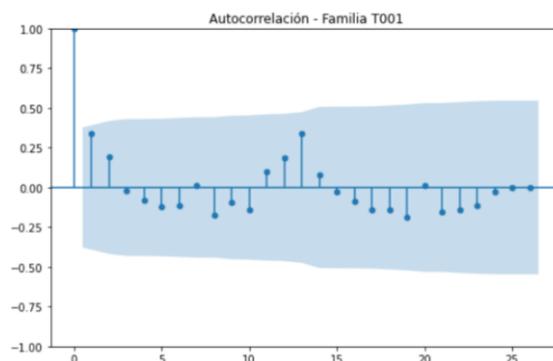
Se comenzará con el análisis de los gráficos de las series de tiempo de cada una de las familias de productos, los demás gráficos de las series ajustadas se encuentran en el Anexo E para poder determinar que métodos de pronósticos son los más adecuados para usar, como ejemplo se tomará a la familia de productos T001,



*Ilustración 6 Datos históricos ajustados T001*

Para evaluar si los datos de las series de tiempo de las cinco familias de productos presentan tendencias o estacionalidad, se aplicará la Prueba de Dickey-Fuller Aumentada (ADF). Según los Resultados clave para Prueba de Dickey-Fuller Aumentada (2023), esta técnica es esencial para evaluar la estacionariedad de una serie de tiempo ayudando a determinar si la serie contiene una raíz unitaria, un indicativo de no estacionariedad y, por lo tanto, la posible existencia de una tendencia. La estadística de prueba y el valor p proporcionados por la prueba ADF son decisivos

para evaluar si los datos son estacionarios o requieren diferenciación para alcanzar la estacionariedad (Resultados clave para Prueba de Dickey-Fuller Aumentada, 2023). Este análisis es crucial para seleccionar los métodos de pronóstico más apropiados para cada familia de productos los cuales se pueden visualizar en el Anexo F, considerando sus características individuales de tendencia y estacionalidad, en la siguiente tabla se muestra los resultados de esta prueba con un nivel de confianza de 0,05, tomando como ejemplo la familia de productos T001:



*Ilustración 7 Prueba de Dickey-Fuller Aumentada*

En el gráfico se presenta la función de autocorrelación para la serie temporal correspondiente a la familia T001, donde se observa un decaimiento rápido de las autocorrelaciones después del primer rezago, lo cual sugiere que no hay autocorrelaciones significativas en rezagos mayores. El valor p obtenido de la prueba de Dickey-Fuller aumentado es de 0,014, lo que indica la posibilidad de rechazar la hipótesis nula de no estacionariedad con un nivel de confianza superior al 95%. Esto sugiere que la serie bajo estudio es estacionaria. Para determinar la presencia de una tendencia, se examinará la misma grafica de serie de tiempo. A continuación, se muestra una tabla resumen con los resultados de cada una de las familias a trabajar.

<b>Familia</b>	<b>Valor P</b>	<b>Estacionalidad</b>	<b>Tendencia</b>
D023	0.0683	No	Sí
S010	0.0568	No	Sí
S013	0.00000	Sí	Sí
T001	0.0144	Sí	Sí
R018	0.0929	No	Sí

*Tabla 6 Tabla resumen prueba de Dickey-Fuller*

### 3.3.1.3 Selección de modelos de pronósticos

En el estudio de las cinco familias de productos identificadas como D023, S010, S013, T001 y R018, se utilizarán diversos métodos de pronóstico para evaluar su adecuación en capturar las características inherentes de cada serie temporal. Estos métodos incluyen Suavizamiento Exponencial Simple, Suavizamiento Exponencial Doble, Promedio Móvil y el método de Winters, seleccionados por su capacidad para ajustarse a diferentes patrones dentro de los datos históricos.

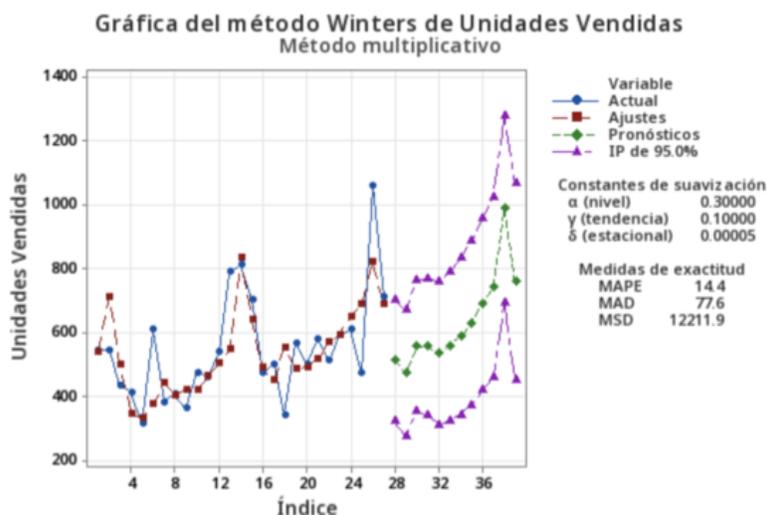
El Suavizamiento Exponencial Simple es apropiado para series temporales que no exhiben tendencia ni estacionalidad (*IBM Documentation, 2023*), lo cual no parece aplicable a ninguna de las series basadas en los valores  $p$  y las características observadas. Sin embargo, este modelo puede servir como punto de referencia para comparar contra métodos más complejos.

El Suavizamiento Exponencial Doble extiende el modelo simple al incorporar un componente de tendencia. Dada la identificación de tendencias en todas las familias de S, este modelo es pertinente para entender cómo estas tendencias pueden influir en las previsiones futuras.

El Promedio Móvil es útil para suavizar las fluctuaciones a corto plazo y resaltar patrones a largo plazo, lo que puede ser valioso cuando se analizan series con ruido, pero sin patrones estacionales claros.

Winters el cual es especialmente adecuado para series temporales que presentan tanto tendencia como estacionalidad, ya que ajusta el modelo para capturar ambos componentes.

Para realizar los pronósticos de la data recolectada, se utilizó el software de Minitab, las capturas de las gráficas se pueden observar en el Anexo G el cual nos ayudó a determinar cuáles son los mejores modelos por utilizar, para el caso de los pronósticos generados por el método de Winter, es necesario utilizar 3 parámetros como lo son el  $\alpha$ ,  $\beta$  y  $\gamma$ . Los cuales fueron obtenidos mediante un código creado en Python que prueba todas las posibles combinaciones de estos parámetros hasta llegar al mejor, el cual es el que minimiza nuestros mapas, esto se lo realizó para cada una de las familias, en siguiente gráfico se observara el caso de la familia T001 y los demás gráficos se encontraran en la sección de anexos.



*Ilustración 8 Gráfica Método de Winters Familia T001*

La elección de estos modelos se basa en la flexibilidad que ofrecen para adaptarse a las diferentes características de las series temporales. Cada modelo aporta fortalezas únicas en el manejo de las variaciones dentro de los datos, permitiendo una comparativa más integral de su desempeño en la predicción de la demanda para cada familia de productos. La utilización de múltiples métodos de pronóstico también permite una validación cruzada de los resultados, mejorando así la fiabilidad de las conclusiones obtenidas. A continuación, se muestra los resultados de la aplicación de estos modelos mostrando los resultados del MAPE o error porcentual absoluto medio, que es reconocido por su capacidad para cuantificar la precisión de los modelos de pronóstico en la planeación de la demanda en donde se puede observar que los MAPEs más bajos son resultado del uso del modelo Winters.

MODELO	PROMEDIO MOVIL	SUAVIZAMIENTO EXPONENCIAL	SUAVIZAMIENTO EXPONENCIAL DOBLE	WINTERS
D-23	21,37	18,49	19,55	16,53
S-10	24,20	25,40	28,80	23,32
S-13	21,90	17,20	19,80	12,00
T-01	20,10	20,60	21,20	14,40
R-18	12,60	14,78	15,96	3,06

*Tabla 7 Tabla resumen MAPES*

### 3.3.2 Gestión de Inventarios

La gestión de inventario es esencial en la empresa de calzado Buffalo, especialmente debido a la variabilidad de la demanda y el reto adicional de la perecibilidad del producto. Ante la presencia de una demanda altamente variable, y considerando que los valores de MAPE indican una precisión moderada de los pronósticos, se ha optado por implementar un método de revisión periódica del inventario.

Este método se ajusta dinámicamente a las fluctuaciones de la demanda, permitiendo revisiones regulares del nivel de stock y la colocación de órdenes ajustadas a las condiciones de mercado más recientes, lo cual es vital en un entorno donde los pronósticos de demanda no son consistentemente precisos. A diferencia del modelo de Cantidad de Pedido Económico (EOQ, por sus siglas en inglés), que asume una demanda constante y conocida, la revisión periódica proporciona la flexibilidad necesaria para adaptarse a la incertidumbre y variabilidad de la demanda, características predominantes en la industria del calzado.

Además, la revisión periódica facilita la gestión de múltiples artículos y reduce la posibilidad de ruptura de stock, lo cual es crucial para la empresa de calzado Buffalo que se enfrenta a la presión de mantener la disponibilidad de producto sin incurrir en excesos que puedan resultar en pérdida de producto debido a la hidrólisis. Por lo tanto, la selección de este método de gestión de inventario busca equilibrar los costos, mantener un nivel de servicio óptimo y permitir una mayor reactividad frente a las complejidades del mercado actual.

### 3.3.3 Revisión periódica

#### *3.3.3.1 Frecuencia de Revisión:*

Se eligió un mes como la frecuencia de revisión. Esta decisión se basa en un equilibrio cuidadosamente calculado entre mantener bajos los costos de mantenimiento de inventario, que ascienden a \$5,476.96 y los costos de pedido de \$21,645.78, (estos costos se pueden visualizar en el Anexo H) y asegurar la disponibilidad del producto frente a una demanda incierta y la perecibilidad de los artículos de calzado. La variabilidad en los pronósticos para las cinco familias de productos, junto con la necesidad de gestionar productos perecibles propensos a la hidrólisis.

La frecuencia mensual se alinea con los pronósticos mensuales ya establecidos y ofrece adaptabilidad frente a las variaciones de la demanda. Permite una respuesta ágil a las fluctuaciones

del mercado sin incurrir en costos excesivos de almacenamiento ni riesgo de obsolescencia. Además, esta periodicidad facilita la gestión administrativa, ya que se sincroniza con otros ciclos operativos y financieros de la empresa, como la planificación de la producción y los informes financieros.

### 3.3.3.2 Stock de Seguridad

La determinación del stock de seguridad es un componente vital de la estrategia de gestión de inventario para la empresa de calzado Buffalo, especialmente considerando la alta variabilidad en la demanda y el deseo de ofrecer un nivel de servicio excepcional. Se calculará el stock de seguridad utilizando la fórmula estándar que incorpora el tiempo de entrega y la desviación estándar de la demanda durante ese período.

$$\text{Inventario de Seguridad} = z \times \sigma \times \sqrt{\text{Tiempo de Entrega}}$$

Se ha establecido un tiempo de entrega de 15 días y un nivel de servicio del 95%, equivalente a un valor  $z$  de 1,65. Este nivel de servicio se elige para alinearse con las expectativas de la industria, donde un alto nivel de servicio al cliente es crucial para mantener la competitividad y la satisfacción del cliente. Como lo sugieren Fitzsimmons y Fitzsimmons (2011), en industrias donde la demanda del consumidor puede fluctuar rápidamente, un alto nivel de servicio se traduce en una mejor capacidad para captar ventas y fidelizar a los clientes. De igual forma se calculó la desviación estándar para cada uno de los sets de pronósticos de las 5 familias, obteniendo como resultados:

Familias de Productos	SS
D023	21
R018	44
S010	453
S013	314
TOOI	167

Tabla 8 Resumen de Stock de Seguridad

### 3.3.3.3 Cantidad de pedido

La cantidad de pedido óptima para las cinco familias de productos en la empresa de calzado Buffalo se ha calculado utilizando la fórmula específica para sistemas de revisión periódica. Esta

fórmula considera la demanda pronosticada y el stock de seguridad necesario, restando el inventario actual para determinar la cantidad exacta a pedir.

#### *Cantidad de Pedido*

$$= (\text{Demanda Pronosticada} + \text{Inventario de Seguridad}) \\ - \text{Inventario Actual}$$

La aplicación de esta fórmula es el primer paso hacia la creación de un Programa Maestro de Producción, el cual se beneficiará de este cálculo al proporcionar un esquema detallado y ajustado que guiará la producción y el abastecimiento, alineándolos con la estrategia de servicio al cliente y los objetivos de eficiencia de la empresa, las cantidades optimas de cada familia de productos se encuentra en el Anexo I.

#### *3.3.3.4 Punto de Reorden*

Aunque la empresa de calzado Buffalo planea implementar un Programa Maestro de Producción (MPS), la introducción del Reorden de Punto de Pedido (ROP) es un componente vital en la estrategia de gestión de inventarios. El ROP proporcionará una red de seguridad crucial, garantizando que la empresa mantenga un nivel de inventario adecuado para satisfacer la demanda del cliente hasta la llegada del próximo pedido. Este se calculó para cada una de las familias de productos usando la siguiente fórmula, se puede observar el ROP para cada una de las familias de productos en el Anexo J.

$$ROP = (\text{Demanda Diaria Promedio} \times \text{Tiempo de Entrega}) + \text{Inventario de Seguridad}$$

#### *3.3.3.5 Planificación Agregada*

En el proyecto se realizó una planificación agregada utilizando el método de fuerza laboral constante para determinar el número de trabajadores necesarios para cumplir con las metas de producción. Sin embargo, durante la consulta con la empresa de calzado Buffalo, se tomó la decisión consciente de evitar despidos respetando su política de estabilidad laboral. A pesar de que algunos resultados indicaban la posibilidad de reducir la fuerza laboral, se optó por no efectuar cambios en el número de empleados. Cabe destacar que este análisis se centró solo en cinco familias de productos y no refleja la situación completa de la empresa. Para tomar decisiones más precisas y abarcadoras sobre la fuerza laboral, sería necesario realizar un análisis detallado que incluya todas las familias de productos y sus necesidades específicas de producción. Esto

aseguraría que cualquier ajuste en la fuerza laboral esté alineado no solo con las necesidades de producción, sino también con la filosofía y políticas internas de la empresa.

#### *3.3.3.6 Plan de Producción maestra*

La implementación del Programa Maestro de Producción (MPS) en la empresa de calzado Buffalo se ha realizado de manera específica para cada una de las familias de productos, tomando en cuenta el inventario de seguridad calculado para cada una. Esta estrategia permitirá una planificación detallada de la producción, basándose en el inventario inicial y en el nivel de inventario de seguridad. El MPS facilitará la identificación de cuándo el inventario de una familia de productos cae por debajo del nivel de seguridad establecido, momento en el cual se activará la producción. Este enfoque garantiza que la fabricación se realice de manera oportuna y eficiente, evitando tanto el exceso como la escasez de inventario, lo cual es esencial para responder con agilidad a las necesidades del mercado en la industria del calzado, los mps para cada familia de productos se los puede encontrar en el Anexo K.

### 3.3.4 Planificación de componentes

#### *3.3.4.1 BOM*

Para establecer la base del Plan de Requerimientos de Materiales (MRP), se realizó inicialmente una detallada deconstrucción de los materiales o componentes necesarios para la fabricación de un par de zapatos de cada familia de productos, específicamente el gráfico conocido como trompeta, los gráficos de cada una de las familias de productos se encuentran en el Anexo L. Posteriormente, esta información se utilizó para desarrollar una herramienta en Excel. Esta aplicación específicamente diseñada facilita la determinación precisa de las cantidades necesarias de cada componente, el cual se puede visualizar en el Anexo M. Este paso inicial no solo es crucial para la eficiencia del MRP, sino que también establece una base sólida para una gestión de inventario precisa y adaptada a las necesidades de producción en la empresa de calzado Buffalo.

#### *3.3.4.2 MPR*

La relevancia de la Planificación de Requerimientos de Materiales (MRP) trasciende la teoría para convertirse en un elemento crucial en la práctica administrativa de la empresa de calzado Buffalo. Como identifican Flores y Parra (2007), el MRP se erige como un sistema integral que permite una gestión más estratégica y detallada de los inventarios, esencial para la toma de decisiones informadas en la producción. El aplicar los principios del MRP, permitirá una visión

ampliada de cómo los recursos materiales pueden ser administrados con precisión, garantizando que los componentes necesarios estén disponibles en el momento justo y en las cantidades adecuadas para cumplir con los programas de producción. La adaptación de este sistema en la empresa de calzado Buffalo significa una evolución hacia una gestión de inventarios basada en la demanda, lo cual es esencial para la eficiencia operativa y la competitividad en el sector del calzado. A continuación, se presenta la gráfica del MRP para la familia T001 con el número exacto de pares que el MPS o Programa Maestro de Producción dice que se debe producir, por lo que podemos concluir que para entregar un pedido de 202 pares de la familia T001 en el día 30 del mes, la orden de producción debe emitirse el día 8 del mes. De igual forma se realizó este mismo procedimiento para todas las familias de productos, esto se lo puede visualizar en el Anexo N.

Número de días		Pronostico																														
Demanda		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
T-01	Necesidades brutas																															202
	Recibos programados																															
LT=1	Proyectado en mano																															
	Requisitos netos																															
	Recibidos pedidos planificados																															202
	Orden de pedido planificado																															202
Par de Cortes	Necesidades brutas																															
	Recibos programados																															
LT=5	Proyectado en mano																															
	Requisitos netos																															
	Recibidos pedidos planificados																															202
	Orden de pedido planificado																															202
Capellada	Necesidades brutas																															
	Recibos programados																															
LT=3	Proyectado en mano																															
	Requisitos netos																															
	Recibidos pedidos planificados																															404
	Orden de pedido planificado																															404
Cortes de cuero	Necesidades brutas																															
	Recibos programados																															
LT=2	Proyectado en mano																															
	Requisitos netos																															
	Recibidos pedidos planificados																															3232
	Orden de pedido planificado																															3232
Cortes de Malla	Necesidades brutas																															
	Recibos programados																															
LT=0	Proyectado en mano																															
	Requisitos netos																															
	Recibidos pedidos planificados																															1212
	Orden de pedido planificado																															1212
Ojillos	Necesidades brutas																															
	Recibos programados																															
LT=0	Proyectado en mano																															
	Requisitos netos																															
	Recibidos pedidos planificados																															4040
	Orden de pedido planificado																															4040
lengueta	Necesidades brutas																															
	*Espanja																															
	*Corte cuero																															
	*Corte forro																															
LT=2	Requisitos netos																															
	Recibidos pedidos planificados																															404
	Orden de pedido planificado																															404
Talón	Necesidades brutas																															
	*Corte cuero																															
	*Contrafuerte																															
LT=0	Requisitos netos																															
	Recibidos pedidos planificados																															404
	Orden de pedido planificado																															404
Par de Plantilla de Armado	Necesidades brutas																															
	Recibos programados																															
Par de Suelas	Proyectado en mano																															
Par de Cordones	Requisitos netos																															
Caja de Zapatos	Recibidos pedidos planificados																															202
LT=1	Orden de pedido planificado																															202

Ilustración 9 Gráfica MPR de la familia T001

### 3.3.4.3 Distribución de productos

Se sabe que todo el estudio fue realizado en base a las familias de productos, por ende, la cantidad de pedido óptimo sigue este mismo formato, convirtiéndolo en un problema pues necesitamos determinar cuáles son los SKUs exactos a producir. En este caso, estos SKUs son las tallas individuales de cada uno de los modelos que se eligió, siendo estas desde la talla 34 a la 46. Es por esto que, para determinar el número exacto de estas tallas a fabricar, se realizó un análisis que toma en cuenta las tallas vendidas de cada una de las familias de productos seleccionadas, esto con la finalidad de determinar cuál es la distribución de las tallas para posteriormente llevarlas a producción. A continuación, se muestra una tabla resumen que muestra el número de tallas necesarias para cumplir con la orden de producción de la familia T001, los demás gráficos se pueden encontrar en el Anexo O.

Demanda		202											
T001													
Tallas													
34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	
0%	0%	0%	6%	7%	13%	19%	20%	16%	11%	6%	0%	0%	
0	0	1	13	13	27	39	41	33	22	13	0	0	

Tabla 9 Distribución de pares de zapatos a fabricar por tallas

## 3.4 Implementar

En la siguiente fase del DMAIC "Implementar", se procede a la aplicación práctica de las estrategias y soluciones identificadas en la etapa de análisis para la empresa de calzado Buffalo. Esta fase es fundamental para concretar las mejoras en la gestión de inventarios y la planificación de la producción basadas en el análisis detallado de los datos.

### 3.4.1 Implementación de Herramienta en Excel

En un paso significativo hacia la integración tecnológica y la eficiencia operativa, se ha implementado un sistema en Excel diseñado específicamente para consolidar y simplificar la gestión de inventarios en la empresa de calzado Buffalo. Este sistema se convierte en un núcleo centralizado de información, albergando datos críticos que van desde pronósticos y cantidades óptimas de pedido hasta el punto de reorden y el Plan Maestro de Producción (MPS), pasando por

la Planificación de Requerimientos de Materiales (MRP) para cada una de las familias de productos. La intuitiva interfaz de usuario y la accesibilidad de la herramienta empoderan a los empleados permitiéndoles realizar decisiones informadas con rapidez y precisión. Esta herramienta se puede observar en el Anexo P.

### 3.4.2 Capacitaciones

Reconociendo la importancia de que todos los miembros del equipo de Calzado Buffalo comprendan y utilicen efectivamente la nueva herramienta de Excel, se diseñó un programa de capacitación en dos fases. Esta formación no solo abordó la interpretación de los datos y la navegación del sistema, sino que también profundizó en la operatividad del Plan Maestro de Producción y el MRP. El objetivo es empoderar a los trabajadores, dotándoles de la habilidad y el conocimiento para adaptar proactivamente el modelo ante fluctuaciones significativas en la demanda. Con una comprensión integral del sistema, pueden responder de manera autónoma y efectiva, asegurando que el proceso de toma de decisiones sea dinámico y resiliente ante los cambios del mercado.

## 3.5 Controlar

### 3.5.1 Herramienta de Monitoreo Excel

Para mantener la eficiencia operativa y la eficacia del inventario, se ha desarrollado una herramienta de seguimiento en Excel que refleja la dinámica actual del inventario. Esta herramienta provee visibilidad en tiempo real y permite a los gestores reaccionar proactivamente a las variaciones de stock, asegurando la alineación con las políticas de cobertura de inventario. Esta se podrá observar en el Anexo Q.

### 3.5.2 Monitoreo de la Rotación de Inventario

Dada la naturaleza impredecible de la demanda del mercado, es imperativo contar con métricas que permitan monitorear la eficacia de las previsiones. La rotación de inventario, calculada mensualmente con la siguiente fórmula:

$$\text{Rotación de Inventario} = \frac{\text{Costo de Bienes Vendidos}}{\text{Promedio de Inventario}}$$

Con esto se podrá ofrecer una visión de la dinámica de nuestro stock en relación con las ventas reales, permitiendo ajustes ágiles para alinear las operaciones con las proyecciones.

### 3.5.3 *Revisión Periódica, stock de seguridad*

La implementación de los modelos de revisión periódica y stock de seguridad, desarrollados a lo largo de este proyecto, juegan un rol fundamental en el control efectivo de los inventarios. Su correcta aplicación, potenciada por las capacitaciones brindadas al personal, será muy útil para la empresa a la hora de controlar la producción e inventarios. Con el apoyo de las capacitaciones mencionadas, se proporciona una base sólida para la gestión efectiva y continua de estos aspectos críticos.

## **4. Resultados**

Con la implementación de un sistema de inventario ligado al pronóstico de nuestra demanda, se planea reducir en un 65% el total del espacio destinada a las familias de productos T001, S010, S013, D023 y R018. Esto debido a que, actualmente, el número de lugares designados para almacenar dichas familias de productos es de 3.512 espacios y el pronosticado a utilizar será de 1.249 espacios, con esto lograremos que este espacio que es desperdiciado pueda ser ocupado para otras familias de productos que podrían llegar a necesitar de almacenamiento dentro de esta bodega, además de ayudar a que la distribución que se encuentra en la bodega sea la adecuada, pues en el Gemba Walk hecho al inicio del estudio se observó que existían varias cajas de zapatos ubicadas en los pasillos, lo cual interfería en la movilización de los bodegueros a la hora de realizar despachos. A continuación, se muestra una tabla resumen del stock antes del estudio vs el stock propuesto después de la implementación.

Modelo o Familia	Stock antes	Stock después	Reducción de espacio de almacenamiento
D-23	210	57	73%
S-10	637	453	29%
S-13	1532	314	80%
T-01	961	381	60%
R-18	172	44	74%
<b>TOTAL</b>	<b>3512</b>	<b>1249</b>	<b>65%</b>

Tabla 10 Stock actual VS Stock pronosticado

Con la reducción del espacio destinado a almacenamiento en nuestra bodega, también se espera que el costo total del inventario de las familias de productos seleccionados de igual manera disminuya, pues el costo de inventario actual de estas familias de productos suma un total \$165.860 mientras que el pronosticado después de realizar el estudio muestra un costo total de inventario de \$58.697. Esto se lo puede apreciar en el siguiente gráfico.

Modelo o Familia	Costo de inventario antes	Costo de inventario después	Reducción de Inventario
D-23	\$ 12.495	\$ 3.392	73%
S-10	\$ 27.710	\$ 19.706	29%
S-13	\$ 68.940	\$ 14.130	80%
T-01	\$ 49.492	\$ 19.622	60%
R-18	\$ 7.224	\$ 1.848	74%
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 165.860</b>	<b>\$ 58.697</b>	<b>65%</b>

Tabla 11 Costo del inventario actual VS Costo del inventario pronosticado

La implementación de las estrategias del proyecto en la empresa de calzado Buffalo conducirá a una notable reducción en las pérdidas de inventario perecible. Al producir exactamente lo necesario y justo a tiempo, basándonos en pronósticos precisos de demanda, se evitará el almacenamiento prolongado y la subsiguiente pérdida de productos, especialmente aquellos susceptibles a la hidrólisis como las suelas de poliuretano.

## Conclusiones

En este proyecto se abordó la optimización de la gestión de inventario en la empresa de calzado Buffalo, enfocándose en la reducción de desperdicio de productos perecibles y la optimización de la planificación del inventario. Se identificaron desafíos clave como la falta de un sistema de pronóstico preciso y la carencia de políticas de inventario eficientes, y se propusieron soluciones estratégicas.

Una de las contribuciones más significativas del proyecto ha sido la creación de un plan anual de producción. Este plan proporciona una guía detallada y estructurada para la producción, alineada con los pronósticos de demanda y las capacidades de la empresa. La implementación de este plan anual es un paso adelante hacia una gestión de inventario más predecible y controlada, lo que resulta en una mejor planificación de recursos y una reducción de costos.

La capacitación del personal en la utilización de herramientas analíticas, como el análisis ABC y la planificación de requerimientos de materiales (MRP), ha sido esencial para garantizar una transición efectiva hacia prácticas de gestión de inventario más avanzadas. Esto ha empoderado a los empleados para una gestión más autónoma y proactiva del inventario.

Los resultados preliminares del proyecto indican una mejora significativa en la eficiencia de la gestión de inventarios. Se espera una reducción notable en el espacio de almacenamiento y una disminución correspondiente en los costos totales de inventario. Estos avances reflejan la efectividad de las estrategias implementadas y subrayan la importancia de una planificación detallada y basada en datos.

El éxito de este proyecto no solo soluciona problemas específicos de la empresa de calzado Buffalo, sino que también establece un modelo para prácticas de gestión de inventario más efectivas en la industria del calzado. Con estas mejoras, la empresa no solo optimiza sus operaciones internas, sino que también mejora la satisfacción del cliente y refuerza su posición en el mercado.

## **Limitaciones**

Este proyecto enfrentó limitaciones significativas, especialmente en cuanto al tiempo necesario para observar resultados reales. La planificación de producción, extendiéndose a lo largo de un año, requiere un período de espera para evaluar adecuadamente los resultados. Además, la obtención de datos históricos fue más lenta de lo esperado debido a la carga de trabajo del personal encargado de proveer estos datos desde la herramienta MicroPlus. Estas limitaciones subrayan los desafíos de ejecutar proyectos de optimización en entornos empresariales donde el tiempo y la disponibilidad de datos son cruciales

## **Estudios Futuros**

Para futuros desarrollos en la empresa de calzado Buffalo, se recomienda extender el análisis de gestión de inventario a las demás familias de productos. Esto permitiría evaluar si los modelos y estrategias implementados pueden ser adaptados de manera efectiva para toda la gama de productos, mejorando así la precisión y relevancia de los resultados. Adicionalmente, la incorporación de tecnologías avanzadas como la identificación por radiofrecuencia (RFID) sería fundamental para reforzar el control y seguimiento del inventario. Por otro lado, la aplicación de modelos de aprendizaje automático para la predicción de la demanda podría compararse con los métodos actuales, proporcionando una visión más amplia sobre la eficacia de diferentes enfoques analíticos en la gestión del inventario.

## Bibliografía:

Álvarez Uribe, F. A. (2009). *Un modelo de planificación de la producción en una fábrica de calzados* (Tesis de Magíster). Universidad de Concepción.

*Advantages and 3 Disadvantages of Forecasting*. (2019). John-Galt. <https://johngalt.com/learn/blog/3-advantages-disadvantages-of-forecasting>

Baque Cantos, M. A., Gutiérrez Quimis, S. J., & Looz Laz, P. S. (2022). *Impacto económico de la pandemia por el COVID 19 en las comercializadores y productoras de calzado en el cantón Portoviejo*. *RECIMUNDO*, 6(suppl 1), 71-81. [https://doi.org/10.26820/recimundo/6.\(suppl1\).junio.2022.71-81](https://doi.org/10.26820/recimundo/6.(suppl1).junio.2022.71-81)

Brockwell, P. J., & Davis, R. A. (2016). *Introduction to time series and forecasting*. Springer.

Box, G. E., Jenkins, G. M., Reinsel, G. C., & Ljung, G. M. (2015). *Time series analysis: forecasting and control*. John Wiley & Sons.

Calla Huayapa, M. A., Maldonado Mamani, R. A., Rodríguez San Román, C. M., Farfán.

Casapino, J. W., & Quispe Bellido, N. H. (2023). *Análisis de la aplicación de metodología DMAIC en procesos de producción de una empresa de alimento*. *Ciencia Latina Revista*

*Científica Multidisciplinar*, 7(3), 6907. [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v7i3.6678](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i3.6678)

Chatfield, C. (2016). *The analysis of time series: an introduction*. CRC press

Conceição, J., de Souza, J., Gimenez-Rossini, E., Risso, A., & Beluco, A. (2021). *Implementation of inventory management in a footwear industry*. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 14(2), 360-375. <https://doi.org/10.3926/jiem.3223>

Díaz Panea, FJ (2022). *Degradación del poliuretano y aplicaciones biotecnológicas como solución ambiental*.

Díaz, J., & Dioses, K. (2022). *Implementación de la metodología DMAIC para mejora la productividad de la empresa Motor Gas Company S.A.*  
[https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/32218/Diaz Lobo Jhon Antonio - Dioses Campos Kraemer Jackson-Parcial.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/32218/Diaz%20Lobo%20Jhon%20Antonio%20-%20Dioses%20Campos%20Kraemer%20Jackson-Parcial.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Flores, C. E. B., & Parra, G. B. C. (2007). *El MRP En la gestión de inventarios*. *Visión gerencial*, (1), 5-17.

Fernández, J., Alfonso, A., Ramos, R. (2022). *Procedimiento para el pronóstico de la demanda en una mipyme cubana*. *EASI: Engineering and Applied Sciences in Industry*, 1(2), 14-22. <https://doi.org/10.53591/easi.v1i2.1783>

Fitzsimmons, J. A., & Fitzsimmons, M. J. (2011). *Service Management: Operations, Strategy, Information Technology*. McGraw-Hill/Irwin.

García, Y. (2019, August 30). *¿Qué es un análisis de producto ABC? Conoce sus ventajas.* Thinking for Innovation. <https://www.iebschool.com/blog/que-es-analisis-producto-abc-business-tech-logistica/#:~:text=Permite%20crear%20categor%C3%ADas%20de%20productos,stocks%20innesarios%20en%20el%20almac%C3%A9n>.

*Hydrolysis, the crumbling of shoe soles explained.* (2020). Safety Jogger. <https://www.safetyjogger.com/en/eu/technical/hydrolysis>

Hyndman, R. J., & Athanasopoulos, G. (2018). *Forecasting: principles and practice.* OTexts.

*IBM Documentation.* (2023, August 4). Ibm.com. <https://www.ibm.com/docs/es/spss-statistics/saas?topic=modeler-custom-exponential-smoothing-models>

Makridakis, S., Wheelwright, S. C., & Hyndman, R. J. (2018). *Forecasting: methods and applications.* John Wiley & Sons.

Malhan P and Mittal M. (2023). An Intuitive Unified Hybrid Approach for Medium to Long term Forecasting of Different Renewable Energy Sources. *International Journal of Ambient Energy.* 10.1080/01430750.2023.2267554. (1-45).

Mičieta, B., Howaniec, H., Biñasová, V., Kasajová, M., & Fusko, M. (2021). Increasing work efficiency in a manufacturing setting using Gemba Walk. *Um.edu.mt.* <https://www.um.edu.mt/library/oar/handle/123456789/107489>

Nahmias, S., & Olsen, T. L. (2015). *Production and operations analysis.* Waveland Press.

*Nosotros | LA EMPRESA DE CALZADO BUFFALO.* (2023). La empresa de calzado Buffaloindustrial.com.ec. [https://la\\_empresa\\_de\\_calzado\\_Buffaloindustrial.com.ec/nosotros/](https://la_empresa_de_calzado_Buffaloindustrial.com.ec/nosotros/)

Krajewski, L. J., Ritzman, L. P., & Malhotra, M. K. (2013). *Operations management: processes and supply chains.* Pearson.

Óscar Mamani-Benito. (2019). Actitud hacia la investigación y su importancia en la elección de la modalidad de tesis para optar el título profesional. *Revista Científica de Ciencias de La Salud*, 4(1), 22–27. <https://doi.org/10.17162/rccs.v4i1.158>

P. H. Zipkin, “*Foundations of Inventory Management,*” McGraw-Hill Companies, New York, 2000. - *References - Scientific Research Publishing.* (2013). Scirp.org. <https://scirp.org/reference/referencespapers.aspx?referenceid=983941>

*Qué es un Gemba Walk y cómo hacerlo en 4 pasos | SafetyCulture.* (2023, June 14). SafetyCulture. <https://safetyculture.com/es/temas/gemba-walk/#:~:text=Un%20Gemba%20Walk%20es%20un,identificar%20las%20mejoras%20de%20productividad>.

*Resultados clave para Prueba de Dickey-Fuller aumentada.* (2023). Minitab.com.

<https://support.minitab.com/es-mx/minitab/21/help-and-how-to/statistical-modeling/time-series/how-to/augmented-dickey-fuller-test/interpret-the-results/key-results/>

- Sánchez, I. (2021). Sales & Operations Planning (S&OP – 2): demanda agregada y pronóstico agregado. *IEEC*. <https://ieec.edu.ar/sales-operations-management-sop-2-demanda-agregada-y-pronostico-agregado/>
- Salamanca Danderino, J. (2012). *Propuesta para la Administración de la Producción para la Empresa de Calzado PAP POWER*. Universidad De Los Andes. (Falta el año de publicación que no se encontró en el documento).
- Silver, E. A., Pyke, D. F., & Peterson, R. (1998). *Inventory management and production planning and scheduling*. John Wiley & Sons.
- Sáenz, C., & Augusto, C. (2017). Propuesta de una Metodología de Planeación de la Demanda en la Línea de Producto Flux Cored Wire en la Compañía Soldaduras West Arco.
- Sven Axsäter. (2015). *Inventory Control*. *SpringerLink*. <https://doi.org/10.1007-978-3-319-15729-0>
- Torres, F. (2013). *CALZADO. Dr. Francisco Torres Noyola - PDF Descargar libre*. Docplayer.es. <https://docplayer.es/4183777-Calzado-dr-francisco-torres-noyola.html>
- Wang, Y., & Ponce, P. (2009). *RFID and sensor network automation in the food industry: ensuring quality and safety through supply chain visibility*. Wiley.

ANEXOS

ANEXO A: Exceso y falta de stock



## ANEXO B: Código de ABC (Python)

### Cargar los datos de Excel:

In [1]: `import pandas as pd`

```
# Cargar los datos del archivo Excel
data_excel = pd.read_excel("VENTAS POR YEARS BUFFALO CALZADO.xlsx")
data_excel.head()
```

Out[1]:

	Familia de Productos (Calzado)	Suma de Unidades Vendidas	Suma de Dinero vendido	Unnamed: 3	Unnamed: 4	Unnamed: 5	Unnamed: 6
0	S013	7607	243351.9323	NaN	NaN	NaN	NaN
1	T001	7537	247086.1284	NaN	NaN	NaN	NaN
2	S030	5342	139364.7305	NaN	NaN	NaN	NaN
3	S010	5263	160431.9760	NaN	NaN	NaN	NaN
4	S028	4998	102771.6700	NaN	NaN	NaN	NaN

### Ordenar los datos y categorizarlos:

In [2]: `# Ordenar los datos según "Suma de Dinero vendido" y calcular el porcentaje acumulado de ventas`  
`data_sorted = data_excel.sort_values(by="Suma de Dinero vendido", ascending=False)`  
`data_sorted["Cumulative Sales"] = data_sorted["Suma de Dinero vendido"].cumsum() / data_sorted["Suma de Dinero vendido"].sum()`  
`# Categorizar los productos en clases A, B o C usando el análisis ABC`  
`data_sorted["Category"] = "C"`  
`data_sorted.loc[data_sorted["Cumulative Sales"] <= 80, "Category"] = "A"`  
`data_sorted.loc[(data_sorted["Cumulative Sales"] > 80) & (data_sorted["Cumulative Sales"] <= 95), "Category"] = "B"`  
`data_sorted.head()`

Out[2]:

	Familia de Productos (Calzado)	Suma de Unidades Vendidas	Suma de Dinero vendido	Unnamed: 3	Unnamed: 4	Unnamed: 5	Unnamed: 6	Cumulative Sales	Category
1	T001	7537	247086.1284	NaN	NaN	NaN	NaN	13.352211	A
0	S013	7607	243351.9323	NaN	NaN	NaN	NaN	26.502631	A
3	S010	5263	160431.9760	NaN	NaN	NaN	NaN	35.172165	A
2	S030	5342	139364.7305	NaN	NaN	NaN	NaN	42.703252	A
5	S015	4074	107195.2200	NaN	NaN	NaN	NaN	48.495941	A

### Generar el gráfico de Pareto con colores según la categoría:

```
import matplotlib.pyplot as plt

# Definir colores para las categorías
color_map = {"A": "green", "B": "yellow", "C": "red"}

# Generar el gráfico de Pareto
fig, ax1 = plt.subplots(figsize=(15, 7))
ax2 = ax1.twinx()

# Usar la columna "Category" para asignar colores a las barras
colors = data_sorted["Category"].map(color_map).tolist()
data_sorted.plot(kind="bar", x="Familia de Productos (Calzado)", y="Suma de Dinero vendido", ax=ax1, color=colors, alpha=0.6)

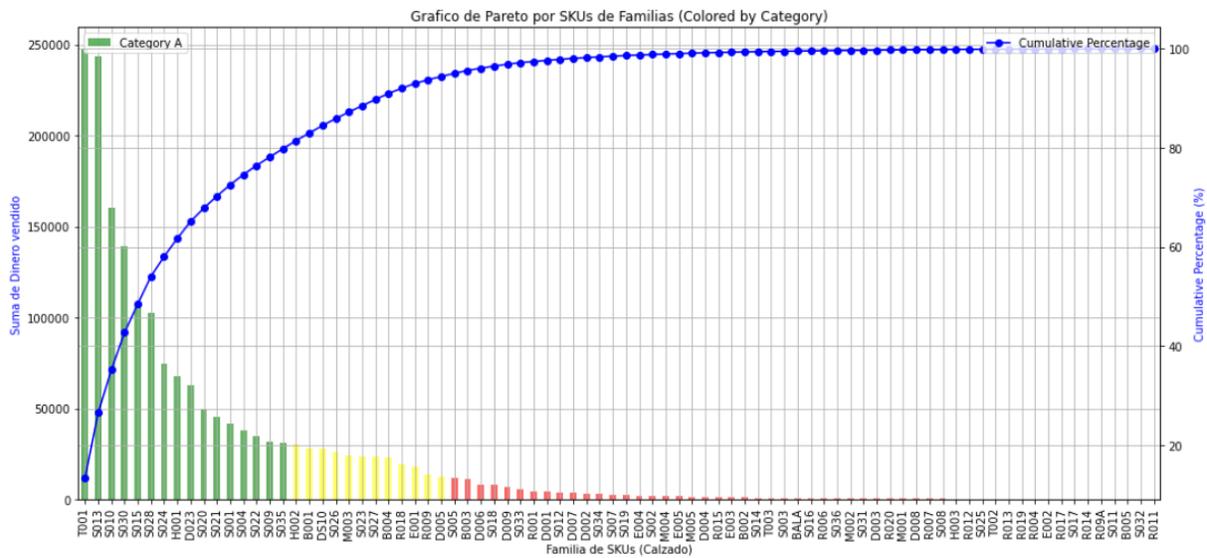
# Graficar la línea de ventas acumuladas
data_sorted.plot(kind="line", x="Familia de Productos (Calzado)", y="Cumulative Sales", marker="o", ax=ax2, color="blue")

# Configurar etiquetas y título
ax1.set_ylabel('Suma de Dinero vendido', color='blue')
ax2.set_ylabel('Cumulative Percentage (%)', color='blue')
ax1.set_xlabel('Familia de SKUs (Calzado)')
ax1.set_title('Gráfico de Pareto por SKUs de Familias (colored by Category)')
ax1.legend(['Category {key}' for key in color_map.keys()], loc='upper left')
ax2.legend(['Cumulative Percentage'], loc='upper right')
ax1.grid(None)
ax2.grid(None)

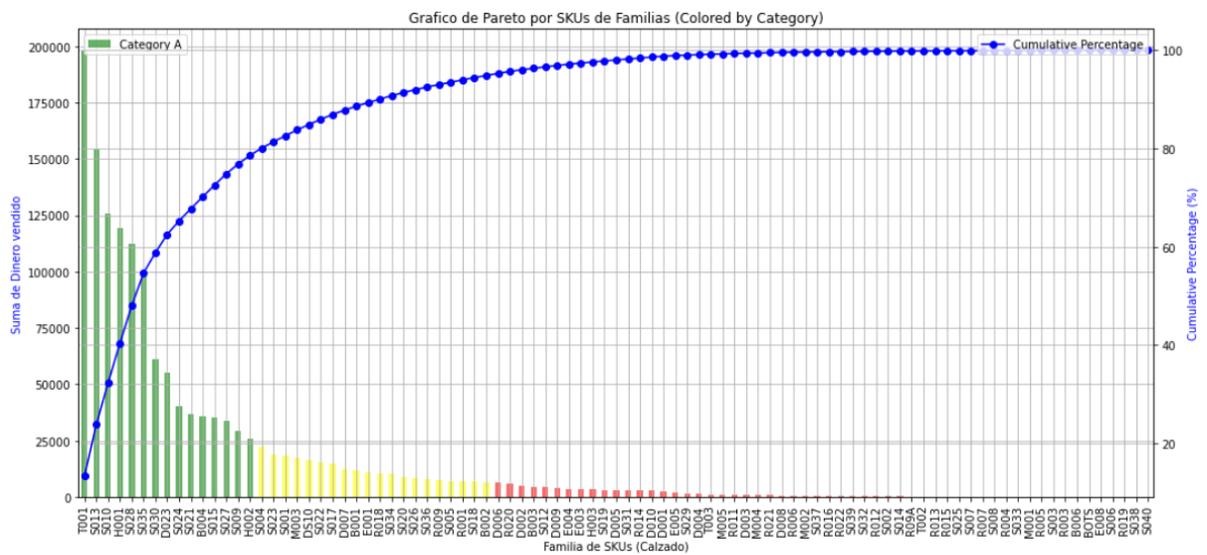
plt.tight_layout()
plt.show()
```

## ANEXO C: Gráficos ABC

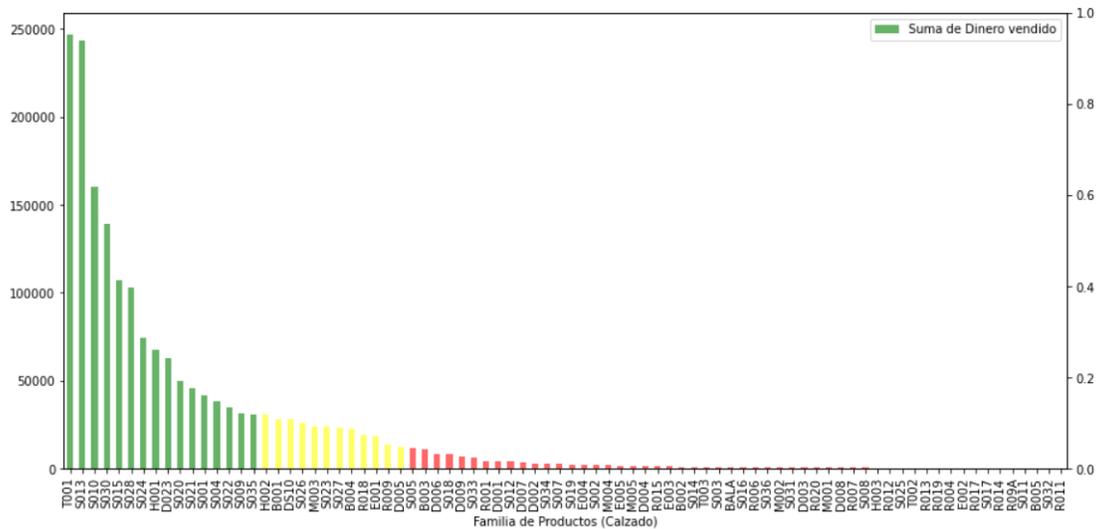
2021



2022

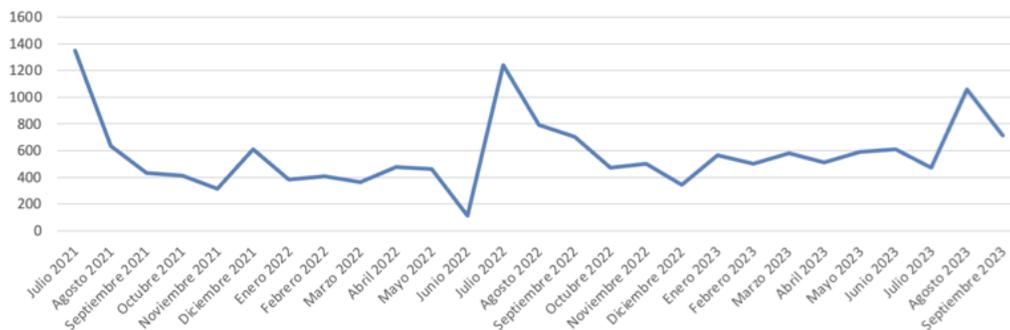


2023

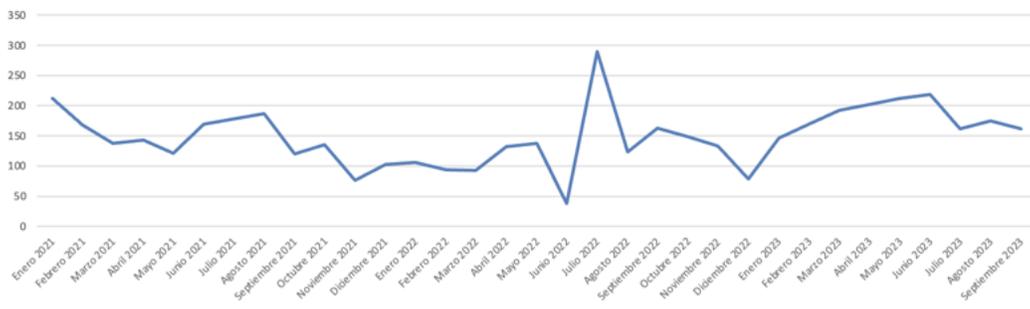


**ANEXO D: Series Temporales no Ajustadas**

Datos históricos calzado tipo Trekking T001



Datos históricos calzado Dieléctrico D023



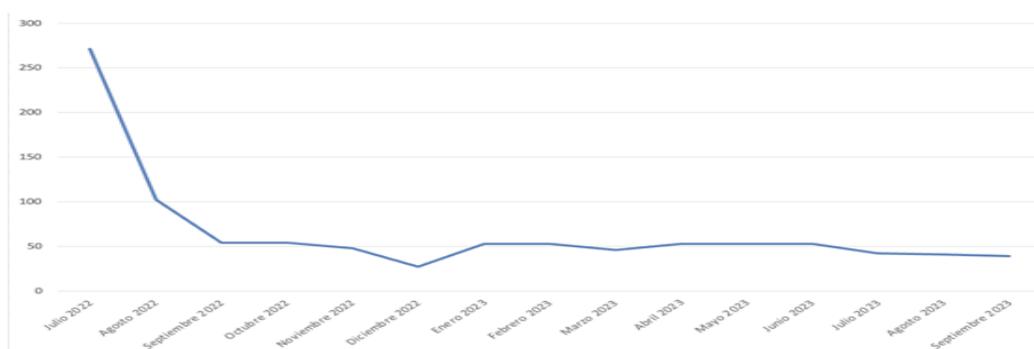
### Datos históricos calzado Semibotín S010



### Datos históricos calzado Semibotín S013

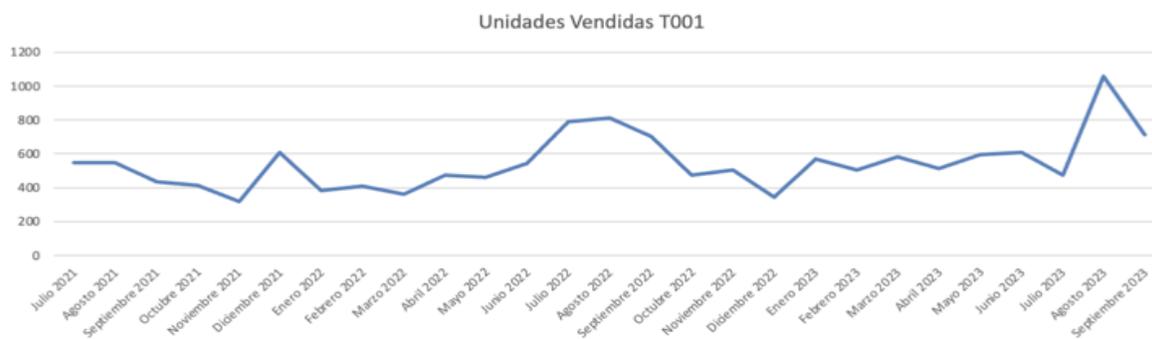


### Datos históricos calzado Rebajado R018



## ANEXO E: Series Temporales Ajustadas

Datos históricos ajustados del calzado tipo Trekking T001



Datos históricos ajustados calzado Dieléctrico D023



Datos históricos ajustados calzado Semibotín S010



### Datos históricos ajustados calzado Semibotín S013



### Datos históricos ajustados calzado Rebajado R018



## ANEXO F: Gráficos de Función de Autocorrelación (ADF)

### Código de prueba

```
import pandas as pd
import statsmodels.tsa.stattools as ts

# Cargando el archivo Excel
archivo_excel = 'DF.xlsx'

# Leyendo todas las hojas del archivo Excel
sheets = pd.ExcelFile(archivo_excel).sheet_names
```

```

# Realizando la prueba de Dickey-Fuller en la columna "Unidades Vendidas" para cada hoja
resultados_dickey_fuller = []

for sheet in sheets:
    # Leyendo la hoja
    data = pd.read_excel(archivo_excel, sheet_name=sheet)

    # Usando la columna "Unidades Vendidas" para la prueba de Dickey-Fuller
    serie = data['Unidades Vendidas']

    # Realizando la prueba de Dickey-Fuller
    dftest = ts.adfuller(serie, autolag='AIC')

    # Extrayendo el valor p y los valores críticos
    p_value = dftest[1]
    critical_values = dftest[4]

    # Determinando la presencia de estacionalidad y tendencia
    estacionalidad = 'Sí' if p_value < 0.05 else 'No'
    tendencia = 'Sí' if critical_values['5%'] < 0 else 'No'

    # Agregando los resultados a la lista
    resultados_dickey_fuller.append({
        'Familia': sheet,
        'Valor P': p_value,
        'Estacionalidad': estacionalidad,
        'Tendencia': tendencia
    })

# Convirtiendo los resultados en un DataFrame para presentarlos en una tabla
tabla_resultados = pd.DataFrame(resultados_dickey_fuller)
tabla_resultados

```

```

import statsmodels.api as sm
import matplotlib.pyplot as plt

# Creando gráficos para las series temporales y sus respectivos resultados de la prueba de Dickey-Fuller
fig, axes = plt.subplots(nrows=len(sheets), ncols=2, figsize=(15, 4 * len(sheets)))

for i, sheet in enumerate(sheets):
    # Leyendo los datos de la hoja
    data = pd.read_excel(archivo_excel, sheet_name=sheet)

    # Ajustando para la hoja "R018" donde la columna de fechas se identifica como 0
    columna_fecha = 0 if sheet == "R018" else 'Fecha'

    # Serie temporal
    serie = data['Unidades Vendidas']

    # Gráfico de la serie temporal
    axes[i, 0].plot(data[columna_fecha], serie, marker='o')
    axes[i, 0].set_title(f'Serie Temporal - Familia {sheet}')
    axes[i, 0].set_xlabel('Fecha')
    axes[i, 0].set_ylabel('Unidades Vendidas')

    # Realizando la prueba de Dickey-Fuller
    dftest = ts.adfuller(serie, autolag='AIC')

    # Graficando los resultados de la prueba de Dickey-Fuller
    sm.graphics.tsa.plot_acf(serie, lags=30, ax=axes[i, 1])
    axes[i, 1].set_title(f'Resultados Dickey-Fuller - Familia {sheet}\nValor P: {dftest[1]:.4f}')

```

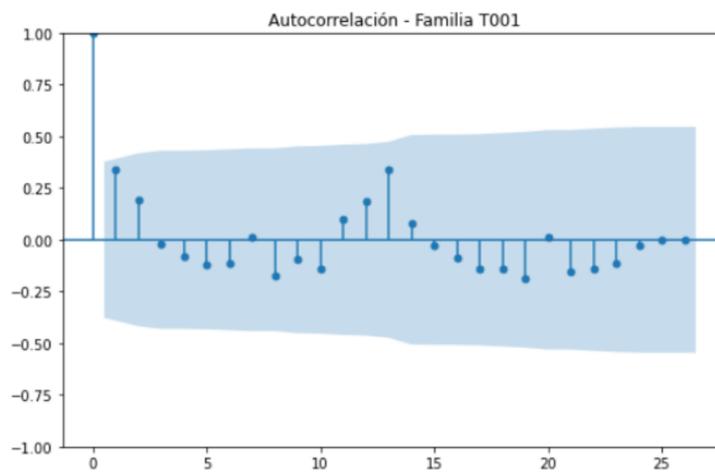
```
# Ajustando el layout para evitar superposiciones
plt.tight_layout()

# Guardando el gráfico
archivo_graficos_dicky_fuller = '/mnt/data/graficos_dicky_fuller.png'
plt.savefig(archivo_graficos_dicky_fuller)

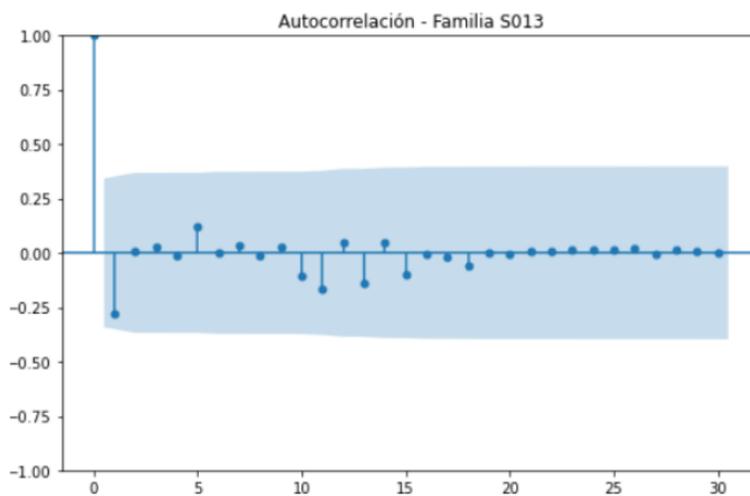
# Mostrando el gráfico
plt.show()

archivo_graficos_dicky_fuller
```

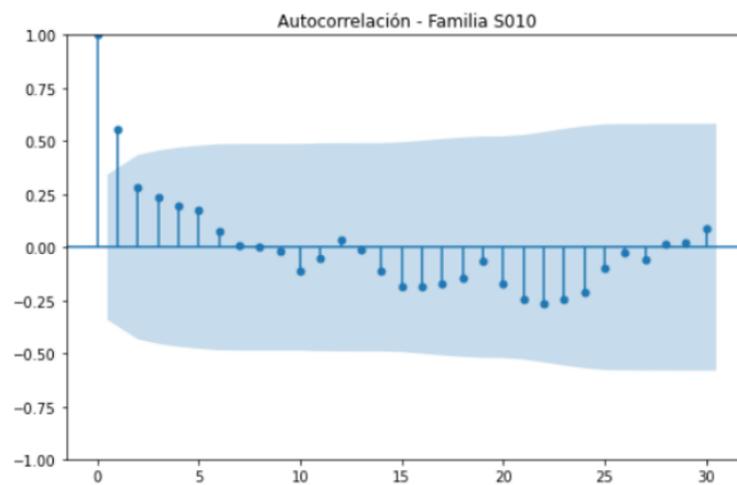
### Calzado tipo Trekking T001 (ADF)



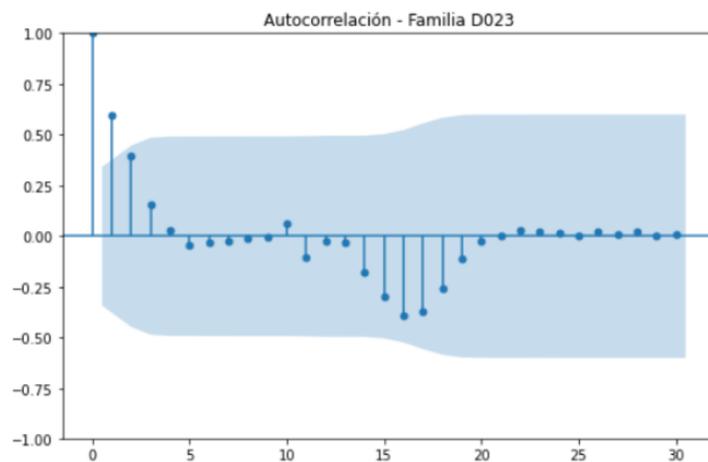
## Calzado tipo Semibotín S013 (ADF)



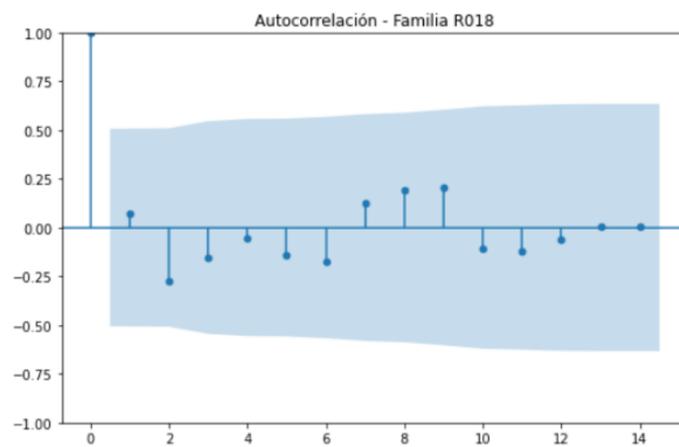
## Calzado tipo Semibotín S010 (ADF)



## Calzado tipo Dieléctrico D023 (ADF)



## Calzado tipo Rebajado R018 (ADF)

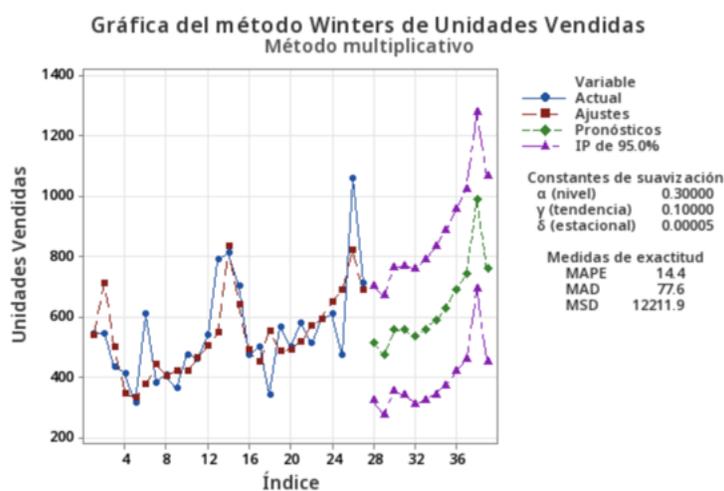


## ANEXOS G: Resultados pronósticos

### Resultados Minitab familia de calzado tipo Trekking T001

#### Pronósticos

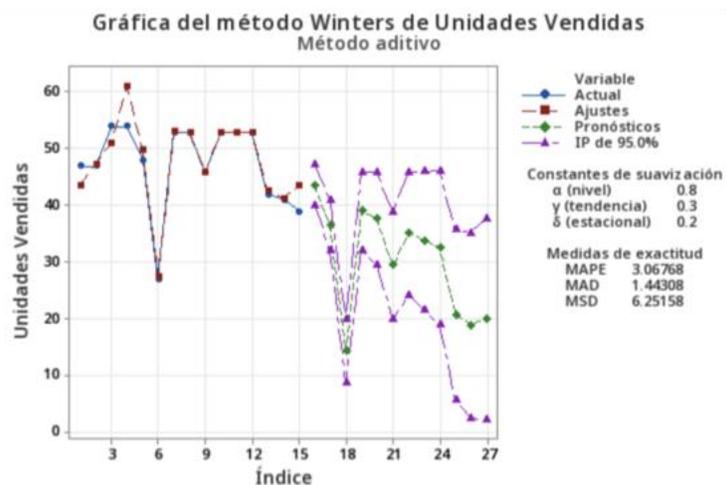
Período	Pronóstico	Inferior	Superior
28	514.290	324.116	704.46
29	474.696	277.706	671.69
30	559.891	355.019	764.76
31	556.137	342.438	769.84
32	535.421	312.061	758.78
33	557.349	323.597	791.10
34	588.525	343.742	833.31
35	630.270	373.902	886.64
36	690.760	422.323	959.20
37	742.476	461.548	1023.40
38	987.395	693.609	1281.18
39	761.183	454.218	1068.15



### Resultados Minitab familia de calzado tipo Rebajado R018

#### Pronósticos

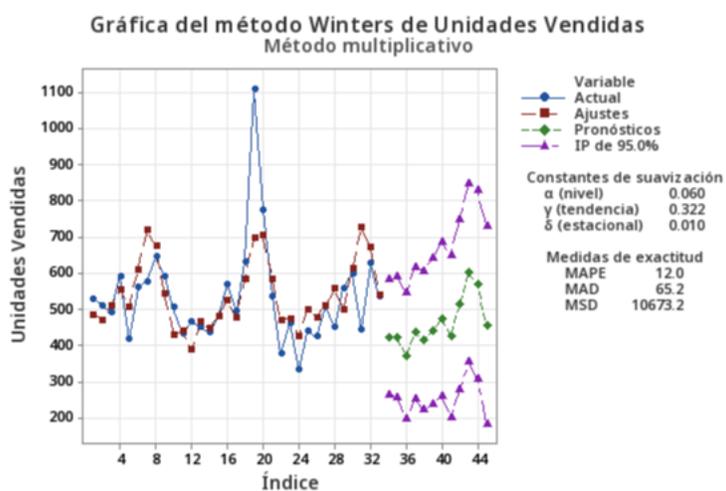
Período	Pronóstico	Inferior	Superior
16	43.6425	40.1070	47.1780
17	36.5518	32.0797	41.0239
18	14.3150	8.7027	19.9274
19	39.0349	32.1794	45.8904
20	37.7423	29.5877	45.8969
21	29.4464	19.9597	38.9331
22	35.1498	24.3102	45.9894
23	33.8532	21.6469	46.0596
24	32.5569	18.9740	46.1397
25	20.8151	5.8487	35.7815
26	18.8792	2.5240	35.2343
27	20.0506	2.3026	37.7985



Resultados Minitab familia de calzado tipo Semibotín S013

#### Pronósticos

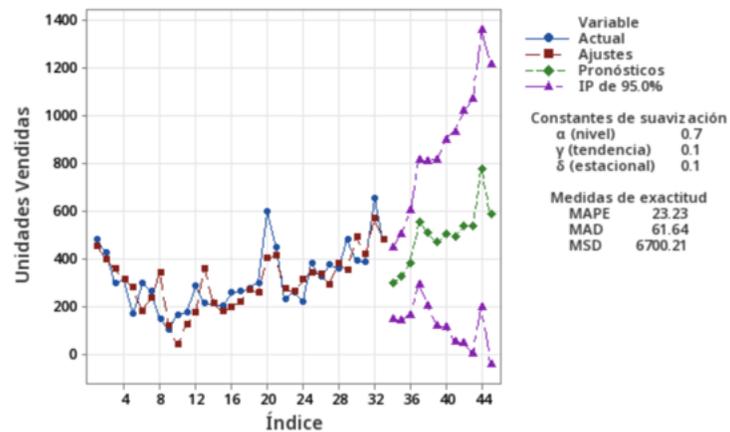
Período	Pronóstico	Inferior	Superior
34	423.512	263.888	583.135
35	424.300	258.064	590.537
36	372.680	198.749	546.611
37	436.352	253.782	618.922
38	415.204	223.177	607.232
39	442.295	240.108	644.482
40	475.781	262.832	688.730
41	428.138	203.912	652.365
42	514.188	278.243	750.134
43	602.906	354.862	850.950
44	571.024	310.556	831.493
45	457.397	184.222	730.571



## Resultados Minitab familia de calzado tipo Semibotín S010

## Pronósticos

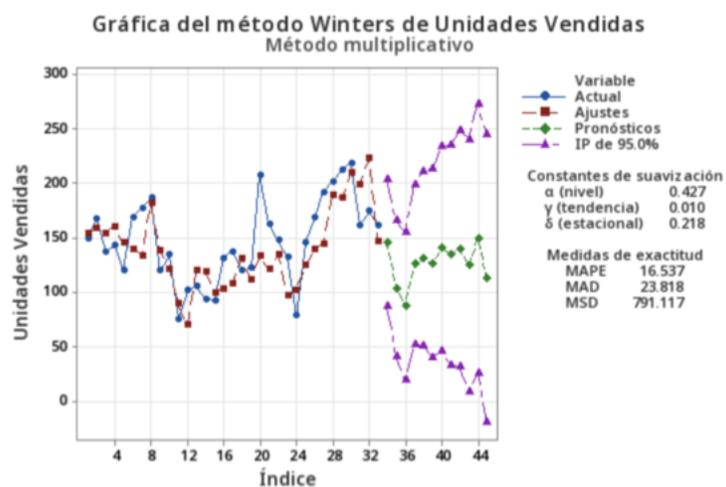
Periodo	Pronóstico	Inferior	Superior
34	299.574	148.560	450.59
35	327.086	145.527	508.65
36	386.902	168.126	605.68
37	556.305	296.492	816.12
38	511.596	208.473	814.72
39	471.748	123.891	819.61
40	509.096	115.565	902.63
41	497.597	57.745	937.45
42	538.694	52.060	1025.33
43	539.825	6.067	1073.58
44	781.417	200.279	1362.55
45	591.027	-37.692	1219.75

Gráfica del método Winters de Unidades Vendidas  
Método multiplicativo

## Resultados Minitab familia de calzado tipo Dieléctrico D023

## Pronósticos

Periodo	Pronóstico	Inferior	Superior
34	145.860	87.5081	204.212
35	104.010	41.3506	166.669
36	87.882	20.0895	155.675
37	126.061	52.4823	199.640
38	131.810	51.9328	211.686
39	126.849	40.2751	213.424
40	140.570	46.9844	234.156
41	134.563	33.7170	235.408
42	140.293	31.9891	248.598
43	124.925	9.0022	240.848
44	150.011	26.3382	273.683
45	113.278	-18.2518	244.807



## ANEXOS H: Costos

### Costo de pedidos

Componente del Costo por pedidos	Descripción	Costo (USD)
Costos Administrativos	Incluye el trabajo de oficina, procesamiento de pedidos, etc.	\$ 9.071,60
Costos de Transporte	Costos de envío y entrega de los pedidos.	\$ 1.104,76
Costos de Manejo y Recepción de Mercancías	Incluye la descarga, inspección y almacenamiento de los productos recibidos.	\$ 9.500,00
Costos de Comunicación	Costos relacionados con la comunicación con proveedores.	\$ 1.762,88
Costos de Seguro y Financiamiento	Seguros sobre los pedidos y costos de financiamiento si aplica.	\$ 206,54
<b>TOTAL</b>		<b>\$ 21.645,78</b>

## Costo de mantenimiento de inventarios

Componente del Costo de Mantenimiento	Descripción	Costo (USD)
Alquiler del Almacén	Costo anual del espacio del almacén atribuible al almacenamiento de inventario.	\$ 2.000,00
Impuestos y Seguros	Impuestos y seguros asociados con el almacenamiento de las existencias.	\$ 923,63
Depreciación o Merma de Inventario	Costos anuales por deterioro, obsolescencia o daños del inventario almacenado.	\$ 1.070,00
Gestión de Inventario	Costo del personal y sistemas utilizados para la gestión del inventario.	\$ 1.483,33
<b>TOTAL</b>		<b>\$ 5.476,96</b>

## ANEXOS I: Cantidad de pedido

**D023**

oct-23	0
nov-23	61
dic-23	88
ene-24	126
feb-24	132
mar-24	127
abr-24	141
may-24	135
jun-24	140
jul-24	125
ago-24	150
sep-24	113

**R018**

oct-23	0
nov-23	0
dic-23	0
ene-24	0
feb-24	36
mar-24	30
abr-24	36
may-24	34
jun-24	33
jul-24	21
ago-24	19
sep-24	21

**S010**

oct-23	608
nov-23	313
dic-23	365
ene-24	520
feb-24	468
mar-24	424
abr-24	451
may-24	436
jun-24	464
jul-24	458
ago-24	660
sep-24	489

**S013**

oct-23	0
nov-23	0
dic-23	0
ene-24	341
feb-24	416
mar-24	443
abr-24	476
may-24	429
jun-24	515
jul-24	603
ago-24	572
sep-24	458

**T001**

oct-23	73
nov-23	475
dic-23	560
ene-24	557
feb-24	536
mar-24	558
abr-24	589
may-24	631
jun-24	691
jul-24	743
ago-24	988
sep-24	762

## ANEXO J: Punto de reorden

<b>D023</b>		<b>R018</b>		<b>S010</b>		<b>S013</b>		<b>T001</b>	
oct-23	60	oct-23	56	oct-23	530	oct-23	427	oct-23	304
nov-23	49	nov-23	54	nov-23	536	nov-23	428	nov-23	294
dic-23	45	dic-23	48	dic-23	550	dic-23	414	dic-23	316
ene-24	55	ene-24	55	ene-24	591	ene-24	431	ene-24	315
feb-24	56	feb-24	54	feb-24	578	feb-24	425	feb-24	310
mar-24	55	mar-24	52	mar-24	566	mar-24	432	mar-24	316
abr-24	59	abr-24	53	abr-24	573	abr-24	441	abr-24	324
may-24	57	may-24	53	may-24	569	may-24	429	may-24	335
jun-24	58	jun-24	53	jun-24	577	jun-24	452	jun-24	351
jul-24	54	jul-24	49	jul-24	575	jul-24	475	jul-24	365
ago-24	61	ago-24	49	ago-24	629	ago-24	467	ago-24	430
sep-24	51	sep-24	49	sep-24	583	sep-24	436	sep-24	370

## ANEXO K: Plan de producción maestra

## Calzado tipo Dieléctrico D023

<b>210</b>	Octubre				Noviembre			
	1	2	3	4	1	2	3	4
Forecast	37	37	37	37	26	26	26	26
Customer Orders	37	37	37	37	26	26	26	26
SS	21	21	21	21	21	21	21	21
Projected on-hand inventory	174	137	101	64	38	12	21	-5
MPS		0	0	0	0	36	0	53

Inventario de Seguridad	21
-------------------------	----

1	Diciembre			4	Enero			
	2	3	4		1	2	3	4
22	22	22	22	22	32	32	32	32
22	22	22	22	22	32	32	32	32
21	21	21	21	21	21	21	21	21
25	3	21	-1	11	21	-11	21	21
0	40	0	44	42	0	64	0	0

Enero				Febrero				Marzo			
1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
32	32	32	32	33	33	33	33	32	32	32	32
32	32	32	32	33	33	33	33	32	32	32	32
21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
11	21	-11	21	-12	21	-12	21	-11	21	-11	21
42	0	64	0	66	0	66	0	64	0	64	0

Abril				Mayo				Junio			
1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
35	35	35	35	34	34	34	34	35	35	35	35
35	35	35	35	34	34	34	34	35	35	35	35
21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
-14	21	-14	21	-13	21	-13	21	-14	21	-14	21
71	0	71	0	68	0	68	0	71	0	71	0

Agosto				Septiembre			
1	2	3	4	1	2	3	4
38	38	38	38	29	29	29	29
38	38	38	38	29	29	29	29
21	21	21	21	21	21	21	21
-17	21	-17	21	-7	21	-7	21
76	0	76	0	57	0	57	0

### Calzado tipo Trekking T001

609	Octubre				Noviembre			
	1	2	3	4	1	2	3	4
Forecast	129	129	129	129	119	119	119	119
Customer Orders	129	129	129	129	119	119	119	119
SS	167	167	167	167	167	167	167	167
Projected on-hand invento	480	352	223	94	177	58	167	48
MPS		0	0	202	0	228	0	238

Stock de Seguridad	167
--------------------	-----

Diciembre				Enero			
1	2	3	4	1	2	3	4
140	140	140	140	139	139	139	139
140	140	140	140	139	139	139	139
167	167	167	167	167	167	167	167
146	167	27	167	28	167	28	167
161	0	280	0	279	0	279	0

Febrero				Marzo				Abril			
1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
134	134	134	134	140	140	140	140	147	147	147	147
134	134	134	134	140	140	140	140	147	147	147	147
167	167	167	167	167	167	167	167	167	167	167	167
33	167	33	167	27	167	27	167	20	167	20	167
268	0	268	0	279	0	279	0	295	0	295	0

Mayo				Junio				Julio			
1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
158	158	158	158	173	173	173	173	186	186	186	186
158	158	158	158	173	173	173	173	186	186	186	186
167	167	167	167	167	167	167	167	167	167	167	167
9	167	9	167	-6	167	-6	167	-19	167	-19	167
316	0	316	0	346	0	346	0	372	0	372	0

### Calzado tipo Semibotín S010

637	Octubre				Noviembre			
	1	2	3	4	1	2	3	4
Pronosticos	72	72	72	72	78	78	78	78
Ordenes Reales	72	72	72	72	78	78	78	78
Inventario de Seguridad	453	453	453	453	453	453	453	453
Inventario final	565	493	420	453	375	453	375	453
MPS		0	105	0	157	0	157	0

Inventario de Seguridad	453
-------------------------	-----

Diciembre				Enero			
1	2	3	4	1	2	3	4
91	91	91	91	130	130	130	130
91	91	91	91	130	130	130	130
453	453	453	453	453	453	453	453
362	453	362	453	323	453	323	453
183	0	183	0	260	0	260	0

Febrero				Marzo				Abril			
1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
117	117	117	117	106	106	106	106	113	113	113	113
117	117	117	117	106	106	106	106	113	113	113	113
453	453	453	453	453	453	453	453	453	453	453	453
336	453	336	453	347	453	347	453	340	453	340	453
234	0	234	0	212	0	212	0	226	0	226	0

Mayo				Junio				Julio			
1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
109	109	109	109	116	116	116	116	115	115	115	115
109	109	109	109	116	116	116	116	115	115	115	115
453	453	453	453	453	453	453	453	453	453	453	453
344	453	344	453	337	453	337	453	338	453	338	453
218	0	218	0	232	0	232	0	229	0	229	0

### Calzado tipo Semibotín S013

1532	Octubre				Noviembre			
	1	2	3	4	1	2	3	4
Pronosticos	106	106	106	106	106	106	106	106
Ordenes Reales	106	106	106	106	106	106	106	106
Inventario de Seguridad	314	314	314	314	314	314	314	314
Inventario final	1426	1320	1214	1108	1002	896	789	683
MPS		0	0	0	0	0	0	0

Inventario de Seguridad	314
-------------------------	-----

Diciembre				Enero			
1	2	3	4	1	2	3	4
93	93	93	93	109	109	109	109
93	93	93	93	109	109	109	109
314	314	314	314	314	314	314	314
590	497	403	310	298	314	205	314
0	0	0	97	125	0	219	0

Febrero				Marzo				Abril				Mayo			
1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
104	104	104	104	111	111	111	111	119	119	119	119	107	107	107	107
104	104	104	104	111	111	111	111	119	119	119	119	107	107	107	107
314	314	314	314	314	314	314	314	314	314	314	314	314	314	314	314
210	314	210	314	203	314	203	314	195	314	195	314	207	314	207	314
208	0	208	0	222	0	222	0	238	0	238	0	215	0	215	0



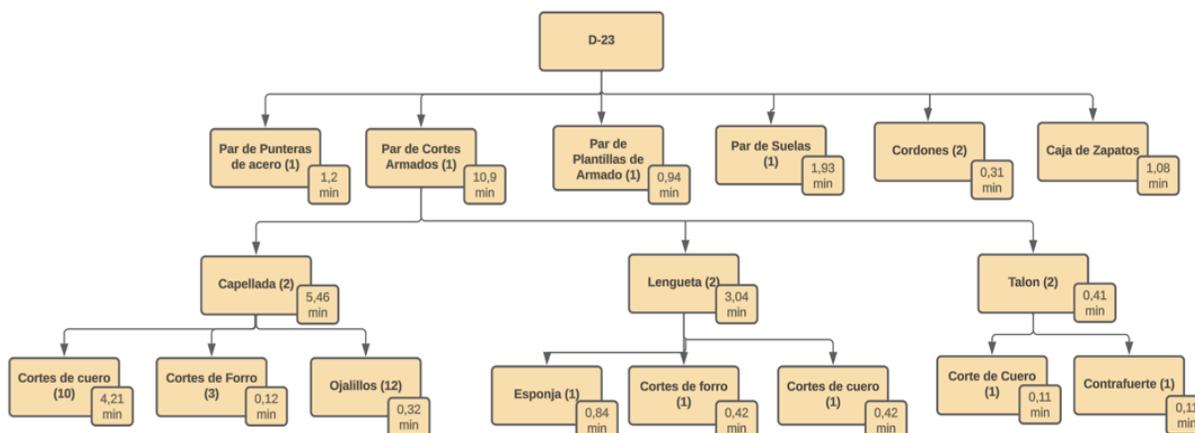
Febrero				Marzo				Abril			
1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
10	10	10	10	8	8	8	8	9	9	9	9
10	10	10	10	8	8	8	8	9	9	9	9
44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44
44	35	44	34	27	44	36	44	35	44	35	44
0	19	0	19	25	0	15	0	18	0	18	0

Mayo				Junio				Julio			
1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
9	9	9	9	8	8	8	8	5	5	5	5
9	9	9	9	8	8	8	8	5	5	5	5
44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44
35	44	35	44	36	44	36	44	39	44	39	44
17	0	17	0	17	0	17	0	11	0	11	0

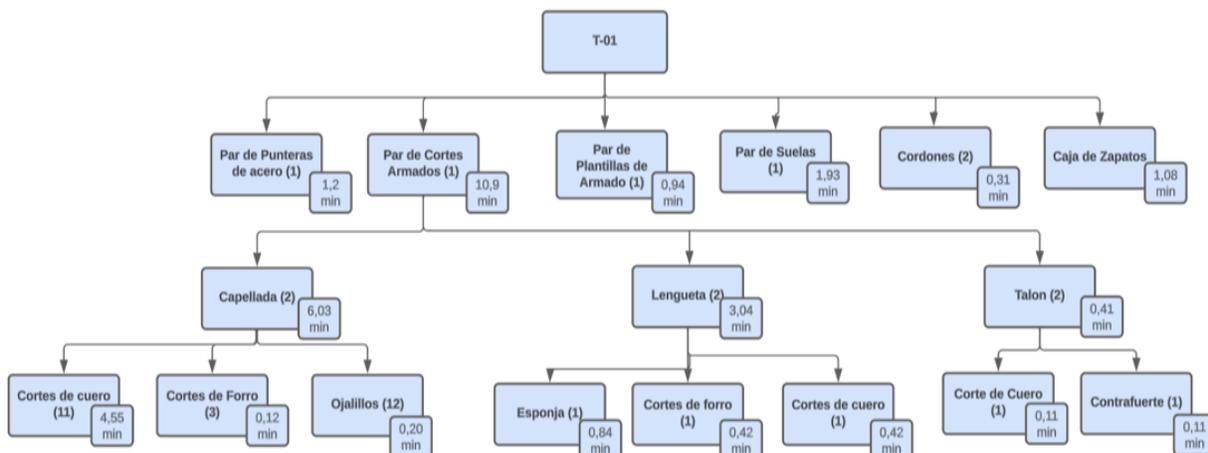
Agosto				Septiembre			
1	2	3	4	1	2	3	4
5	5	5	5	5	5	5	5
5	5	5	5	5	5	5	5
44	44	44	44	44	44	44	44
39	44	39	44	39	44	39	44
10	0	10	0	11	0	11	0

## ANEXO L: Gráficos de trompeta (BOM)

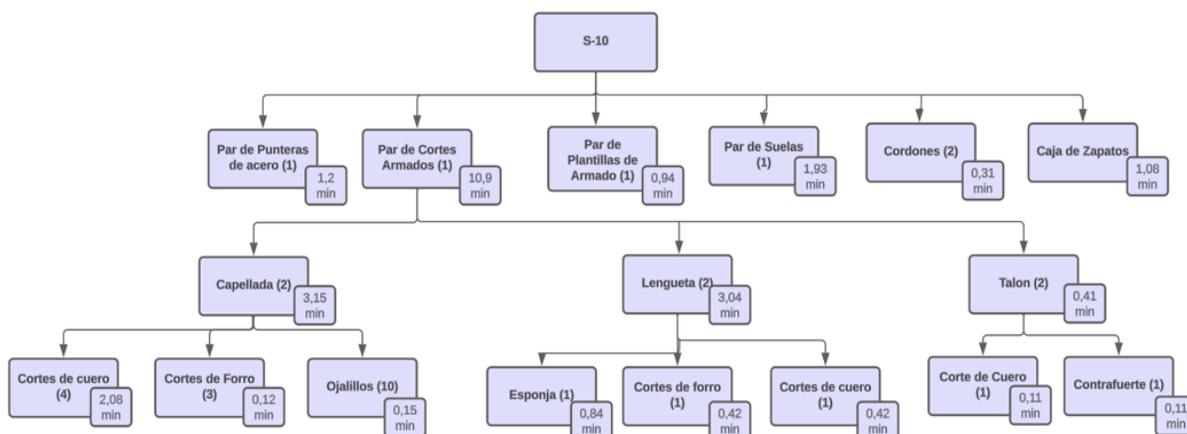
Calzado tipo Dieléctrico D023



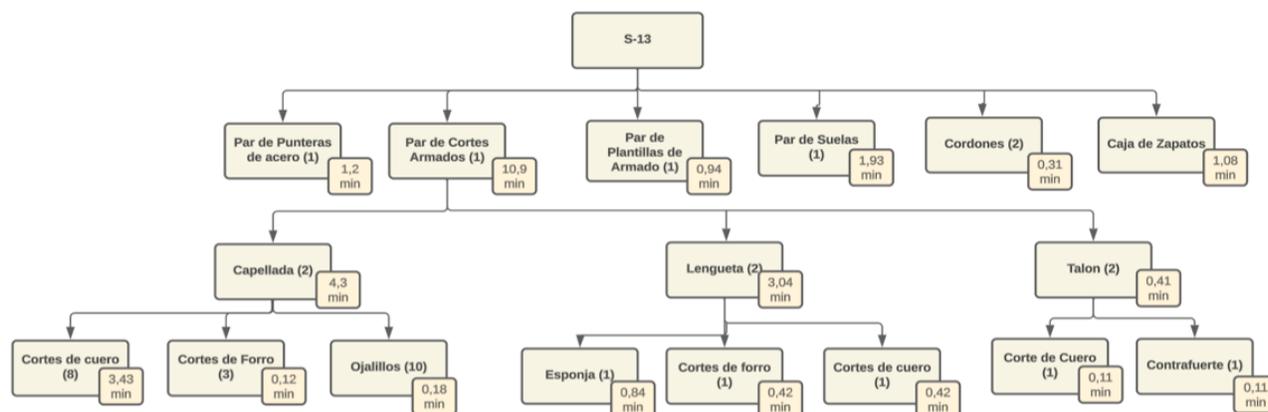
## Calzado tipo Trekking T001



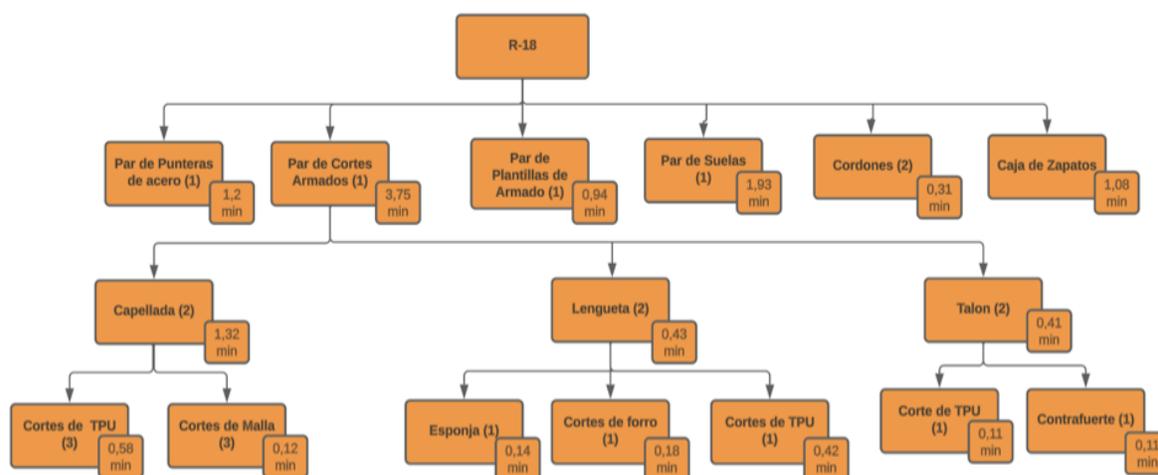
## Calzado tipo Semibotín S010



## Calzado tipo Semibotín S013



## Calzado tipo Rebajado R018



## ANEXO M: Cantidades necesarias para la fabricación (BOM)

### Calzado tipo Dieléctrico D023

Número de pares a necesitar 53

Partes Necesarias	Unidades Requeridas por una unidad	Unidades Requeridas por pedido	UNIDADES	CANTIDAD	Tiempo Unidad (min)	Tiempo Total (Horas)	Tiempo (Días Laborables)
Par de Cortes Armados	1	53			10,9	9,628	1,204
Capelladas	2	106			4,3	3,798	0,475
Cortes de Cuero	10	1060	DCM2	1152,75	4,21	3,719	0,465
Costes de Malla	3	318	DCM2	934,39	0,12	0,106	0,013
Ojalillos	12	1272	UND	1272	0,32	0,283	0,035
Lengueta	2	106			2,04	1,802	0,225
Esponja	1	106	DCM2	121,37	0,84	0,742	0,093
Corte de Forro	1	106	DCM2	330,72	0,42	0,371	0,046
Corte de Cuero	1	106	DCM2	171,19	0,42	0,371	0,046
Talón	2	106			0,41	0,362	0,045
Corte de cuero	1	106	DCM2	280,9	0,11	0,097	0,012
Contrafuerte	1	106	M2	1,06	0,11	0,097	0,012
Par de Plantilla de Armado	1	53	PAR	53	0,94	0,830	0,104
Par de Suelas	1	53	PAR	53	1,93	1,705	0,213
Par de Cordones	1	53	UND	53	0,31	0,274	0,034
Par de punteras de acero	1	53	PAR	53	2,17	1,917	0,240
Caja de zapatos	1	53	UND	53	1,08	0,954	0,119
<b>TOTAL</b>					<b>30,630</b>	<b>27,057</b>	<b>3,382</b>

Nivel	Componente	Descripción	U.M.	Tiempo Proces. (min)	Inventario Actual	Nivel de Reorden
1	Capellada	Parte superior del zapato	Unid.	4,3		50
2	Cortes de Cuero	Piezas de cuero	DCM2	4,21	6000	75
2	Costes de Malla	Malla intera del zapato	DCM2	0,12	21000	100
2	Ojalillos	Cáncanos metálicos para reforzar el talón	Unidad	0,32	25000	50
1	Lengueta	Pieza que recubre el empeine	Unid.	2,04		100
2	Esponja	Esponja amarilla para lengüeta	DCM2	0,84	6000	200
2	Corte de Forro	Malla intera del zapato	Unid.	0,42	150	75
2	Corte de Cuero	Pieza de cuero	Unid.	0,42	1000	500
1	Talón	Pieza que recubre el talón	Unid.	0,41		150
2	Corte de cuero	Pieza de cuero	Unid.	0,11	300	100
2	Contrafuerte	Pieza termoplástica para el talón	Unid.	0,11	1000	500
1	Par de Plantilla de Armado	Plantillas para el cierre del zapato	Par	0,94	825	
1	Par de punteras de acero	Punteras de seguridad hechas de acero	Par	1,93	3500	
1	Par de Suelas	Suelas hechas de poliuretano	Par	0,31	200	
1	Cordones	Cordones dondeados con almohadilla de algodón	Unidad	1,08	1152	
1	Caja de zapatos	Empaque para los zapatos	Unidad	30,63	2500	

## Calzado tipo Trekking T001

Número de pares a necesitar 202

Partes Necesarias	Unidades Requeridas por una unidad	Unidades Requeridas por pedido	UNIDADES	CANTIDAD	Tiempo Unidad (min)	Tiempo Total (Horas)	Tiempo (Días Laborables)	
Par de Cortes Armados	1	202			10,9	36,697	4,587	
Capelladas	2	404			6,03	20,301	2,538	
	Cortes de Cuero	11	4444	DCM2	4393,5	4,55	15,318	1,915
	Costes de Malla	3	1212	DCM2	3561,26	0,12	0,404	0,051
	Ojalillos	12	4848	UND	4848	0,2	0,673	0,084
Lengueta	2	404			2,04	6,868	0,859	
	Esponja	1	404	DCM2	462,58	0,84	2,828	0,354
	Corte de Forro	1	404	DCM2	1260,48	0,42	1,414	0,177
	Corte de Cuero	1	404	DCM2	652,46	0,42	1,414	0,177
Talón	2	404			0,41	1,380	0,173	
	Corte de cuero	1	404	DCM2	1070,6	0,11	0,370	0,046
	Contrafuerte	1	404	M2	4,04	0,11	0,370	0,046
Par de Plantilla de Armado	1	202	PAR	202	0,94	3,165	0,396	
Par de Suelas	1	202	PAR	202	1,93	6,498	0,812	
Par de Cordones	1	202	UND	202	0,31	1,044	0,130	
Par de punteras de acero	1	202	PAR	202	2,17	7,306	0,913	
Caja de zapatos	1	202	UND	202	1,08	3,636	0,455	
<b>TOTAL</b>						32,580	109,686	13,711

Nivel	Componente	Descripción	U.M.	Tiempo Proces. (min)	Inventario Actual	Nivel de Reorden
1	Capellada	Parte superior del zapato	Unid.	6,03		50
2	Cortes de Cuero	Piezas de cuero	DCM2	4,55	6000	75
2	Costes de Malla	Malla intera del zapato	DCM2	0,12	21000	100
2	Ojalillos	Ganchos metalicos para	Unidad	0,2	25000	50
1	Lengueta	Pieza que recubre el	Unid.	2,04		100
2	Esponja	Esponja amarilla para lengüeta	DCM2	0,84	6000	200
2	Corte de Forro	Malla intera del zapato	Unid.	0,42	150	75
2	Corte de Cuero	Pieza de cuero	Unid.	0,42	1000	500
1	Talón	Pieza que recubre el talón	Unid.	0,41		150
2	Corte de cuero	Pieza de cuero	Unid.	0,11	300	100
2	Contrafuerte	Pieza termoplastica	Unid.	0,11	1000	500
1	Par de Plantilla de Armado	Plantillas para cierre del	Par	0,94	825	
1	Par de punteras de acero	Punteras de seguridad	Par	1,93	3500	
1	Par de Suelas	Suelas hechas de poliuretano	Par	0,31	200	
1	Cordones	Pasadores dondeados con	Unidad	1,08	1152	
1	Caja de zapatos	Empaque para los zapatos	Unidad	32,58	2500	

## Calzado tipo Semibotín S010

Número de pares a necesitar 105

Partes Necesarias	Unidades Requeridas por una unidad	Unidades Requeridas por pedido	UNIDADES	CANTIDAD	Tiempo Unidad (min)	Tiempo Total (Horas)	Tiempo (Dias Laborables)
Par de Cortes Armados	1	105			10,9	19,075	2,384
Capelladas	2	210			4,3	7,525	0,941
Cortes de Cuero	8	1680	DCM2	2283,75	2,08	3,640	0,455
Costes de Malla	3	630	DCM2	1851,15	0,12	0,210	0,026
Ojalillos	10	2100	UND	2100	0,15	0,263	0,033
Lengueta	2	210			2,04	3,570	0,446
Esponja	1	210	DCM2	240,45	0,84	1,470	0,184
Corte de Forro	1	210	DCM2	655,2	0,42	0,735	0,092
Corte de Cuero	1	210	DCM2	339,15	0,42	0,735	0,092
Talón	2	210			0,41	0,718	0,090
Corte de cuero	1	210	DCM2	556,5	0,11	0,193	0,024
Contrafuerte	1	210	M2	2,1	0,11	0,193	0,024
Par de Plantilla de Armado	1	105	PAR	105	0,94	1,645	0,206
Par de Suelas	1	105	PAR	105	1,93	3,378	0,422
Par de Cordones	1	105	UND	105	0,31	0,543	0,068
Par de punteras de acero	1	105	PAR	105	2,17	3,798	0,475
Caja de zapatos	1	105	UND	105	1,08	1,890	0,236
<b>TOTAL</b>					28,330	49,578	6,197

Nivel	Componente	Descripción	U.M.	Tiempo Proces. (min)	Inventario Actual	Nivel de Reorden
1	Capellada	Parte superior del zapato	Unid.	4,3		50
2	Cortes de Cuero	Piezas de cuero	DCM2	2,08	6000	75
2	Costes de Malla	Malla intera del zapato	DCM2	0,12	21000	100
2	Ojalillos	Ganchos metalicos para	Unidad	0,15	25000	50
1	Lengueta	Pieza que recubre el	Unid.	2,04		100
2	Esponja	Esponja amarilla para lengüeta	DCM2	0,84	6000	200
2	Corte de Forro	Malla intera del zapato	Unid.	0,42	150	75
2	Corte de Cuero	Pieza de cuero	Unid.	0,42	1000	500
1	Talón	Pieza que recubre el talón	Unid.	0,41		150
2	Corte de cuero	Pieza de cuero	Unid.	0,11	300	100
2	Contrafuerte	Pieza termoplastica	Unid.	0,11	1000	500
1	Par de Plantilla de Armado	Plantillas para cierre del	Par	0,94	825	
1	Par de punteras de acero	Punteras de seguridad	Par	1,93	3500	
1	Par de Suelas	Suelas hechas de poliuretano	Par	0,31	200	
1	Cordones	Pasadores dondeados con	Unidad	1,08	1152	
1	Caja de zapatos	Empaque para los zapatos	Unidad	28,33	2500	

## Calzado tipo Semibotín S013

Número de pares a necesitar 97

Partes Necesarias	Unidades Requeridas por una unidad	Unidades Requeridas por pedido	UNIDADES	CANTIDAD	Tiempo Unidad (min)	Tiempo Total (Horas)	Tiempo (Dias Laborables)	
Par de Cortes Armados	1	97			10,9	17,622	2,203	
Capelladas	2	194			4,3	6,952	0,869	
Cortes de Cuero	8	1552	DCM2	2109,75	3,43	5,545	0,693	
Costes de Malla	3	582	DCM2	1710,11	0,12	0,194	0,024	
Ojalillos	10	1940	UND	1940	0,18	0,291	0,036	
Lengueta	2	194			2,04	3,298	0,412	
Esponja	1	194	DCM2	222,13	0,84	1,358	0,170	
Corte de Forro	1	194	DCM2	605,28	0,42	0,679	0,085	
Corte de Cuero	1	194	DCM2	313,31	0,42	0,679	0,085	
Talón	2	194			0,41	0,663	0,083	
Corte de cuero	1	194	DCM2	514,1	0,11	0,178	0,022	
Contrafuerte	1	194	M2	1,94	0,11	0,178	0,022	
Par de Plantilla de Armado	1	97	PAR	97	0,94	1,520	0,190	
Par de Suelas	1	97	PAR	97	1,93	3,120	0,390	
Par de Cordones	1	97	UND	97	0,31	0,501	0,063	
Par de punteras de acero	1	97	PAR	97	2,17	3,508	0,439	
Caja de zapatos	1	97	UND	97	1,08	1,746	0,218	
<b>TOTAL</b>						29,710	48,031	6,004

Nivel	Componente	Descripción	U.M.	Tiempo Proces. (min)	Inventario Actual	Nivel de Reorden
1	Capellada	Parte superior del zapato	Unid.	4,3		50
2	Cortes de Cuero	Piezas de cuero	DCM2	3,43	6000	75
2	Costes de Malla	Malla intera del zapato	DCM2	0,12	21000	100
2	Ojalillos	Ojalillos metalicos para zapatos	Unidad	0,18	25000	50
1	Lengueta	pieza que recubre el empeine	Unid.	2,04		100
2	Esponja	Esponja amarilla para lengüeta	DCM2	0,84	6000	200
2	Corte de Forro	Malla intera del zapato	Unid.	0,42	150	75
2	Corte de Cuero	Pieza de cuero	Unid.	0,42	1000	500
1	Talón	Pieza que recubre el talón	Unid.	0,41		150
2	Corte de cuero	Pieza de cuero	Unid.	0,11	300	100
2	Contrafuerte	Pieza termoplastica para el cierre del talón	Unid.	0,11	1000	500
1	Par de Plantilla de Armado	Plantilla para el cierre del talón	Par	0,94	825	
1	Par de punteras de acero	Punteras de seguridad hechas de acero	Par	1,93	3500	
1	Par de Suelas	Suelas hechas de poliuretano	Par	0,31	200	
1	Cordones	Cordones de algodón	Unidad	1,08	1152	
1	Caja de zapatos	Empaque para los zapatos	Unidad	29,71	2500	

## Calzado tipo Rebajado R018

Número de pares a necesitar 18

Partes Necesarias	Unidades Requeridas por una unidad	Unidades Requeridas por pedido	UNIDADES	CANTIDAD	Tiempo Unidad (min)	Tiempo Total (Horas)	Tiempo (Días Laborables)
Par de Cortes Armados	1	18			3,75	1,125	0,141
Capelladas	2	36			1,32	0,396	0,050
	Cortes de TPU	2	72 DCM2	319,5	0,58	0,174	0,022
	Costes de Malla	3	108 DCM2	317,34	0,12	0,036	0,005
	Cijalillos	0	0 UND	0	0	0,000	0,000
Lengueta	2	36			0,43	0,129	0,016
	España	1	36 DCM2	41,22	0,14	0,042	0,005
	Corte de Forro	1	36 DCM2	112,32	0,18	0,054	0,007
	Corte de TPU	1	36 DCM2	58,14	0,42	0,126	0,016
Talón	2	36			0,41	0,123	0,015
	Corte de Forro	1	36 DCM2	95,4	0,11	0,033	0,004
	Contrafuerte	1	36 M2	0,36	0,11	0,033	0,004
Par de Plantilla de Armado	1	18	PAR	18	0,94	0,282	0,035
Par de Suelas	1	18	PAR	18	1,93	0,579	0,072
Par de Cordones	1	18	UND	18	0,31	0,093	0,012
Par de punteras de acero	1	18	PAR	18	2,17	0,651	0,081
Caja de zapatos	1	18	UND	18	1,08	0,324	0,041
<b>TOTAL</b>					14,000	4,200	0,525

Nivel	Componente	Descripción	U.M.	Tiempo Proces. (min)	Inventario Actual	Nivel de Reorden
1	Capellada	Parte superior del zapato	Unid.	1,32		50
2	Cortes de Cuero	Piezas de cuero	DCM2	0,58	6000	75
2	Costes de Malla	Malla intera del zapato	DCM2	0,12	21000	100
2	Cijalillos	Órganos metálicos para la suela	Unidad	0	25000	50
1	Lengueta	Pieza que recubre el talón	Unid.	0,43		100
2	España	España amarilla para lengüeta	DCM2	0,14	6000	200
2	Corte de Forro	Malla intera del zapato	Unid.	0,18	150	75
2	Corte de Cuero	Pieza de cuero	Unid.	0,42	1000	500
1	Talón	Pieza que recubre el talón	Unid.	0,41		150
2	Corte de cuero	Pieza de cuero	Unid.	0,11	300	100
2	Contrafuerte	Pieza termoplástica	Unid.	0,11	1000	500
1	Par de Plantilla de Armado	Plantillas para el cierre del calzado	Par	0,94	825	
1	Par de punteras de acero	Punteras de seguridad	Par	1,93	3500	
1	Par de Suelas	Suelas hechas de poliuretano	Par	0,31	200	
1	Cordones	Cordones doblados con los doblados	Unidad	1,08	1152	
1	Caja de zapatos	Empaque para los zapatos	Unidad	14	2500	

## ANEXOS N: MPR

## Calzado tipo Dieléctrico D023

Número de días	Pronostico	1	2	3	4	5	6	7	8
Demanda	210								36
D-23	Necesidades brutas								36
LT = 1	Recibos programados								
	Proyectado en mano								
	Requisitos netos								36
	Recibidos pedidos planificados								36
	Orden de pedido planificado					36			
Par de Cortes	Necesidades brutas					33			
LT = 1	Recibos programados								
	Proyectado en mano								
	Requisitos netos					33			
	Recibidos pedidos planificados					33			
	Orden de pedido planificado				33				
Capellada	Necesidades brutas				66				
LT = 1	Recibos programados								
	Proyectado en mano								
	Requisitos netos				66				
	Recibidos pedidos planificados				66				
	Orden de pedido planificado			66					
Cortes de cuero	Necesidades brutas			660					
LT = 0	Recibos programados								
	Proyectado en mano								
	Requisitos netos			660					
	Recibidos pedidos planificados			660					
	Orden de pedido planificado			660					
Cortes de Malla	Necesidades brutas			198					
LT = 0	Recibos programados								
	Proyectado en mano								
	Requisitos netos			198					
	Recibidos pedidos planificados			198					
	Orden de pedido planificado			198					
Qjalillos	Necesidades brutas			792					
LT = 0	Recibos programados								
	Proyectado en mano								
	Requisitos netos			792					
	Recibidos pedidos planificados			792					
	Orden de pedido planificado			792					
Jenguela	Necesidades brutas			66					
*Espanja *Corte cuero *Corte forro LT = 1	Recibos programados								
	Proyectado en mano								
	Requisitos netos			66					
	Recibidos pedidos planificados			66					
	Orden de pedido planificado			66					
Talón	Necesidades brutas			66					
*Corte cuero *Contrafuerte LT = 0	Recibos programados								
	Proyectado en mano								
	Requisitos netos			66					
	Recibidos pedidos planificados			66					
	Orden de pedido planificado			66					
Par de Plantilla de Armado	Necesidades brutas			33					
Par de Suelas Par de Cordones Caja de Zapatos LT = 1	Recibos programados								
	Proyectado en mano								
	Requisitos netos			33					
	Recibidos pedidos planificados			33					
	Orden de pedido planificado			33					









## ANEXOS O: Distribución de productos

<b>Demanda</b>	<b>36</b>
----------------	-----------

D-23												
34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46
0%	0%	0%	7%	7%	12%	17%	22%	19%	15%	1%	0%	0%
0	0	0	3	2	4	6	8	7	5	0	0	0

<b>Demanda</b>	<b>18</b>
----------------	-----------



R-18												
34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46
0%	0%	0%	5%	4%	14%	16%	22%	14%	14%	11%	0%	0%
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

<b>Demanda</b>	<b>115</b>
----------------	------------

S-10												
34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46
0%	0%	0%	6%	8%	14%	21%	20%	16%	9%	7%	0%	0%
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

<b>Demanda</b>	<b>97</b>
----------------	-----------

S-13												
34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46
0%	0%	1%	7%	6%	13%	18%	20%	16%	11%	8%	0%	0%
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

<b>Demanda</b>	<b>202</b>
----------------	------------

T001												
Tallas												
34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46
0%	0%	0%	6%	7%	13%	19%	20%	16%	11%	6%	0%	0%
0	0	1	13	13	27	39	41	33	22	13	0	0

## ANEXO P: Herramienta en Excel

Modelo de Revisión de Gestión de Inventarios de familias de producto (Grupo el Rosado)

Elegir Familia de Productos

Controlar Inventario

Salir



Esta herramienta, desarrollada específicamente para Calzado Buffalo, es un compendio práctico derivado de la investigación académica '**Optimización de la gestión de inventario en la industria del calzado**'. Su diseño está enfocado en consolidar y presentar los resultados de los pronósticos de demanda y la planificación de la producción, con el objetivo de potenciar la eficiencia operativa y la toma de decisiones estratégicas en la gestión de inventarios.

Modelo de Revisión de Gestión de Inventarios de familias de producto (Grupo el Rosado)

T001



S013



S010



R018



D023



## Modelo de Revisión de Gestión de Inventarios de familias de producto (Grupo el Rosado)



## Resultados Obtenidos

T001

Pronosticos de la Demanda	
oct-23	515
nov-23	475
dic-23	560
ene-24	557
feb-24	536
mar-24	558
abr-24	589
may-24	631
jun-24	691
jul-24	743
ago-24	988
sep-24	762

Cantidad Optima	
oct-23	515
nov-23	475
dic-23	560
ene-24	557
feb-24	536
mar-24	558
abr-24	589
may-24	631
jun-24	691
jul-24	743
ago-24	988
sep-24	762

ROP	
oct-23	515
nov-23	475
dic-23	560
ene-24	557
feb-24	536
mar-24	558
abr-24	589
may-24	631
jun-24	691
jul-24	743
ago-24	988
sep-24	762

## Resultados Obtenidos

<b>Inventario Inicial</b>	609
<b>Stock de Seguridad</b>	167

## Plan Maestro de Producción

Octubre			
1	2	3	4
0	0	0	202

Noviembre			
1	2	3	4
0	228	0	238

Diciembre			
1	2	3	4
161	0	280	0

Enero			
1	2	3	4
279	0	279	0

Febrero			
1	2	3	4
268	0	268	0

Marzo			
1	2	3	4
279	0	279	0

Abril			
1	2	3	4
295	0	295	0

Mayo			
1	2	3	4
316	0	316	0

Junio			
1	2	3	4
346	0	346	0

Julio			
1	2	3	4
372	0	372	0

Agosto			
1	2	3	4
494	0	494	0

Septiembre			
1	2	3	4
381	0	381	0

## Modelo de Revisión y Gestión de Inventarios de SKUs (Grupo el Rosado)

S010

	Demanda	Real	
Cantidad	94		
Par de Cortes	97	Cuántos días antes de Producir	2
Capellada	194	Cuántos días antes de Producir	1
Cortes de cuero	1552	Cuántos días antes de Producir	1
Cortes de Malla	582	Cuántos días antes de Producir	0
Ojalillos	10	Cuántos días antes de Producir	0
lengueta	194	Cuántos días antes de Producir	1
Talón	194	Cuántos días antes de Producir	0
Par de Plantilla de Armado	194	Cuántos días antes de Producir	0

Volver

## ANEXO Q: Monitoreo en Excel

## Modelo de Revisión y Gestión de Inventarios de SKUs (Grupo el Rosado)

D023

oct-23						
MODELO DE PLANIFICACIÓN MATEMATICA POR SEGUIMIENTO A COBERTURA						
Modelo / Familia	Unidades	Stock	Consumo por Mes	Covertura	Estado	
D-23	par		475	146	98	Riesgo de exceso de stock
S-10	par		134	289	14	Conforme
S-13	par		500	424	35	Riesgo de exceso de stock
T-01	par		120	515	7	Riesgo de falta de stock
R-18	par		400	44	273	Riesgo de exceso de stock

Desde	Hasta	POLITICAS DE COBERTURA DE INVENTARIO
0	8	Riesgo de falta de stock
9	20	Conforme
21	300	Riesgo de exceso de stock

Estado	Frecuencia	Porcentaje
Conforme	1	20%
Riesgo de falta de stock	1	20%
Riesgo de exceso de stock	3	60%
TOTAL	5	100%

Volver