

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE



FACULTAD DE INGENIERÍAS EN CIENCIAS APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

DISEÑO DE UN SISTEMA DE INVENTARIO A TRAVÉS DE MODELOS HEURÍSTICOS PARA LA EMPRESA MATBENDIS SAS.

TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERA INDUSTRIAL

AUTOR:

GÓMEZ PINTO EHIMI ANAI

DIRECTOR:

ING. MONTERO SANTOS YAKCLEEM, MSC.

Ibarra – Ecuador

2022



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

**AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD
TÉCNICA DEL NORTE**

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DEL CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1720842283		
APELLIDO Y NOMBRE:	GÓMEZ PINTO EHIMI ANAI		
DIRECCIÓN:	CIUDAD DE QUITO, PARROQUIA ATAHUALPA, CALLES INTI ÑAN Y MANUEL DE LA TORRE		
EMAIL:	_eagomezp@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO	22304026	TELÉFONO MÓVIL:	0997626337
DATOS DE LA OBRA			
TÍTULO:	DISEÑO DE UN SISTEMA DE INVENTARIO A TRAVÉS DE MODELOS HEURÍSTICOS PARA LA EMPRESA MATBENDIS SAS.		
AUTOR:	GÓMEZ PINTO EHIMI ANAI		
FECHA:	28 de Abril del 2022		
PROGRAMA:	PREGRADO		
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	INGENIERÍA INDUSTRIAL		
TUTOR/DIRECTOR:	ING. MONTERO SANTOS YAKCLEEM, MSC.		



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

2. CONSTANCIAS

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

Ibarra, 28 de abril del 2022

AUTORA:

Gómez Pinto Ehimi Anai
C.C: 172084228-3



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Ing. Montero Santos Yakeleem, MSc., Director de Trabajo de Grado desarrollado por la señorita estudiante **GÓMEZ PINTO EHIMI ANAI**.

CERTIFICA

Que, el Proyecto de Trabajo de Grado titulado “**DISEÑO DE UN SISTEMA DE INVENTARIO A TRAVÉS DE MODELOS HEURÍSTICOS PARA LA EMPRESA MATBENDIS SAS.**” ha sido elaborado en su totalidad por la señorita estudiante Gómez Pinto Ehimi Anai bajo mi dirección, para la obtención del título de Ingeniera Industrial. Luego de ser recibida, considero que se encuentra concluido y cumple con las exigencias y requisitos académicos de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas, Carrera de Ingeniería Industrial, autoriza su presentación y defensa para que pueda ser juzgado por el tribunal correspondiente.

Ibarra, 28 de abril del 2022

Ing. Montero Santos Yakeleem, MSc.

DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO

DEDICATORIA

A quienes me han apoyado incondicionalmente en este proceso y que de una forma u otra han sido parte de este período de mi vida y me han permitido ser quien soy.

Ehimi Gómez

AGRADECIMIENTO

A Dios, por darme salud y las fuerzas suficientes para enfrentar cada obstáculo que la vida me ha presentado.

A mis padres, gracias por no dejarme caer, alentarme en todo momento y brindarme su apoyo y amor incondicional siendo los pilares principales de motivación y guía a través de la enseñanza de principios y valores para superarme como persona y profesional día a día hasta cumplir mi objetivo.

Al Ing. Yackleem Montero, Ing. Ramiro Saraguro e Ing. Karla Negrete, quienes con su conocimiento me instruyeron en todo el proceso investigativo de mi trabajo de grado para cumplir mi objetivo.

A la empresa MATBENDIS SAS., por la apertura y colaboración para el desarrollo del presente estudio.

Ehimi G.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Pág.
ÍNDICE DE CONTENIDO	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
ÍNDICE DE TABLAS	xii
ÍNDICE DE ANEXOS	xiv
RESUMEN	xv
ABSTRACT	xvi
I Capítulo I INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Problema	1
1.2 Objetivos	2
1.2.1 Objetivo general	2
1.2.2 Objetivos específicos	2
1.3 Alcance.....	2
1.4 Justificación.....	2
1.5 Metodología	3
1.5.1 Tipo de investigación	3
1.5.2 Método de investigación.....	4
1.5.3 Técnica de Investigación.	4
II Capítulo II FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	6
2.1 Sistema de inventario.....	6
2.1.1 Inventario.....	7
2.1.2 Objetivos de inventario.....	8
2.1.3 Tipos de inventario	8
2.1.3.1 Inventario de productos alimenticios	10

2.1.4	Beneficios de un sistema de inventario	12
2.2	Gestión de inventario	12
2.2.1	Importancia de la gestión de inventario.....	13
2.2.2	Objetivos de la gestión de inventario	13
2.2.3	Administración de inventario	14
2.2.4	Factores o características por considerar en la gestión de inventario.....	14
2.2.5	Clasificación ABC.....	15
2.2.6	Control de inventario	16
2.2.6.1	Rotación de inventarios.....	17
2.2.6.2	Coeficiente de rotación.....	18
2.2.6.3	Coeficiente de variación (CV).....	18
2.3	Costos de inventario.....	19
2.3.1	Costos de mantener.....	19
2.3.2	Costos de escasez	20
2.4	Modelos de inventario	20
2.4.1	Modelos Determinísticos.....	21
2.4.1.1	Modelo de cantidad económica del pedido (EOQ)	21
2.4.1.2	Modelo de tamaño de lote de producción económico.....	24
2.4.1.3	Modelo de inventario con faltantes planeados	26
2.4.1.4	Modelo de descuento por cantidad.....	28
2.4.2	Modelos Probabilísticos	29
2.4.2.1	Modelo de inventario de periodo único con demanda probabilística.....	30
2.4.2.2	Modelo de punto de reorden con demanda probabilística.....	31
2.4.3	Modelos Heurísticos	32
2.4.3.1	Heurístico de Silver – Meal.....	32
2.4.3.2	Algoritmo de Wagner y Whitin.....	33

2.5	Pronóstico de inventario	34
2.5.1	Método Cuantitativo	35
2.5.1.1	Pronósticos de series de tiempo	35
2.5.1.2	Modelos causales.....	43
2.5.2	Errores de pronóstico.....	44
2.5.2.1	Medición de error	44
2.6	Modelo de pronósticos de inventario.....	48
2.6.1	Modelo ARIMA	49
2.6.2	Modelo por Redes Neuronales	51
2.6.2.1	Redes neuronales aplicadas a pronósticos.....	51
2.6.2.2	Categorías de aplicación.....	51
2.6.3	Modelo KNN (K-Nearest-Neighbor).....	52
2.7	Planificación de inventario	53
2.7.1	Objetivos de la planificación de inventario	54
2.7.2	Ventajas de la planificación de inventarios	54
III	Capítulo III SITUACIÓN ACTUAL.....	56
3.1	Descripción general de la empresa	56
3.2	Direccionamiento estratégico.....	58
3.2.1	Análisis externo	61
3.3	Análisis y clasificación de los inventarios	63
3.3.1	Descripción del proceso.....	64
3.3.2	Análisis de inventario	65
3.3.3	Costos asociados a los inventarios de productos en bodega.....	65
3.3.4	Índice de rotación	66
3.3.5	Clasificación ABC.....	66
IV	CAPÍTULO IV PROPUESTA DEL DISEÑO DEL SISTEMA DE INVENTARIO.	69

4.1	Obtención de datos.....	69
4.2	Cálculo del coeficiente de variabilidad (VC)	69
4.3	Pronóstico de ventas	70
4.4	Modelos de pronóstico.....	71
4.4.1	Modelo ARIMA	71
4.4.2	Modelo KNN	73
4.4.3	Modelo MLP	74
4.4.4	Comparación de resultados.....	75
4.5	Elaboración del modelo de inventario	76
4.5.1	Modelos heurísticos de inventario.....	76
4.5.1.1	Aplicación del algoritmo de Silver & Meal	76
4.5.1.2	Aplicación del algoritmo de Wagner-Whitin.....	77
4.5.1.3	Evaluación y comparación de resultados	77
4.6	Planificación de inventarios.....	78
4.7	Costos de implementación	84
V	CONCLUSIONES.....	85
VI	RECOMENDACIONES	86
VII	BIBLIOGRAFÍA.....	87
VIII	ANEXOS.....	94

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diseño del sistema de control de inventarios.....	7
Figura 2. Clasificación ABC	16
Figura 3. Lote económico.....	24
Figura 4. Diagrama de modelo de inventario con faltantes planeados.....	27
Figura 5. Clasificación de pronóstico de inventario	35
Figura 6. Suavizamiento exponencial ajustada a la tendencia y a la variación estacional. 41	
Figura 7. Desviación estándar	47
Figura 8. Conceptos básicos para modelos Arima	49
Figura 9. Metodología Box y Jenkins.....	50
Figura 10. Ciclo de vida del inventario	54
Figura 11. Beneficios de la planificación de inventario.....	55
Figura 12. Ubicación MATBENDIS SAS.	57
Figura 13. Layout de MATBENDIS SAS.....	57
Figura 14. Organigrama MATBENDIS SAS.....	60
Figura 15. Clasificación ABC, MATBENDIS SAS.....	67
Figura 16. Codificación para el cálculo de coeficiente de variabilidad en R-studio.....	70
Figura 17. Codificación de ARIMA.....	71
Figura 18. Codificación Pronóstico con KNN	73
Figura 19. Codificación de Modelo MLP.....	74
Figura 20. Codificación Wagner y Whitin	77
Figura 21. Comparación de modelos heurísticos	77

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tipos de Inventario.....	9
Tabla 2. Clasificación inventario.....	10
Tabla 3. Inventario físico.....	11
Tabla 4. Factores por considerar en la gestión de inventarios.....	14
Tabla 5. Métodos de aplicación del coeficiente de variación.....	19
Tabla 6. Clasificación del modelo probabilístico.....	30
Tabla 7. Costos del modelo de inventario de periodo único con demanda probabilística..	30
Tabla 8. Modelos predictivos de análisis de series de tiempo.....	36
Tabla 9. Ponderación para distintos periodos en el suavizamiento exponencial.....	39
Tabla 10. Ventajas y desventajas del Modelo KNN.....	53
Tabla 11. Empleados MATBENDIS SAS.....	59
Tabla 12. SIPOC MATBENDIS SAS.....	61
Tabla 13. Modelo de Base de Datos del análisis de inventario MATBENDIS SAS.....	65
Tabla 14. Modelo de costos asociados a los inventarios de productos en bodega.....	65
Tabla 15. Resultados de clasificación ABC.....	68
Tabla 16. Cálculo del coeficiente de variabilidad y selección del modelo de inventario...	70
Tabla 17. Modelo ARIMA.....	72
Tabla 18. Comparación de resultados de pronósticos.....	75
Tabla 19. Comparación de resultados de los modelos heurísticos.....	78
Tabla 20. Proceso de sistema de inventario.....	79
Tabla 21. Formulario y registro de control MATBENDIS SAS.....	80
Tabla 22. Proceso de sistema de inventario MATBENDIS SAS.....	81
Tabla 23. Control de productos de manera mensual.....	82

Tabla 24. Control de productos de manera semanal.....	83
Tabla 25. Costos de la implementación.....	84

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Áreas de la curva normal	94
Anexo 2. Evolución de los inventarios	95
Anexo 3. Evolución de pronóstico	96
Anexo 4. Mapa de procesos MATBENDIS SAS	97
Anexo 5. Proceso de abastecimiento MATBENDIS SAS.	98
Anexo 6. Análisis de inventario	99
Anexo 7. Costos asociados a los inventarios de productos en bodega	100
Anexo 8. Índice de rotación.....	101
Anexo 9. Clasificación ABC MATBENDIS SAS.....	102
Anexo 10. Cálculo del coeficiente de variabilidad.....	105
Anexo 11. Resultados del pronóstico con KNN.....	106
Anexo 12. Resultados del Modelo MLP	108
Anexo 13. Base de datos	110
Anexo 14. Heurístico Silver Meal	112
Anexo 15. Planificación de Wagner y Whitin R-studio	114
Anexo 16. Comparación de costos de modelos heurísticos.....	114
Anexo 17. Sistema de inventario MATBENDIS SAS	115
Anexo 18. Planificación de inventarios MATBENDIS SAS	116
Anexo 19. Control de productos en bodega MATBENDIS SAS de manera semanal y mensual.....	118

RESUMEN

El presente trabajo de investigación fue realizado para la bodega en la empresa MATBENDIS SAS, con el objetivo de diseñar un sistema de inventario mediante la aplicación de modelos de inventario, logrando tener un control de productos almacenados. El desarrollo de la investigación inició con el estudio de la problemática existente, para lo cual se analizó la situación de la empresa con la obtención de datos históricos de pedidos, a continuación, se realizó la clasificación ABC de 146 SKU, de los cuales 39 pertenecen a la categoría A, 46 a la categoría B y 61 pertenecen a la categoría C.

Para el desarrollo del modelo de inventario se tomaron únicamente los productos de la clasificación A. Una vez analizado las categorías, se procedió a ejecutar los pronósticos en el software R-studio, con la finalidad de predecir el comportamiento para los siguientes 12 meses. Seguido se calculó el coeficiente de variabilidad para determinar qué modelo de inventario se ajusta a los datos de la empresa, dando como resultado el 100% de SKU con valores mayor a 0,2, lo cual se aplicó modelos heurísticos como: Silver Meal con un costo total de \$ 93,566 con un 45% de ahorro y Wagner Whitin siendo el mejor modelo de Sistema de Inventarios con \$ 8,654 correspondiente al 95% de ahorro, el cual logró una disminución en la gestión de abastecimiento de productos en almacén con un costo total de \$ 162.562, lo cual se muestra como un valor considerable, por lo cual la aplicación del modelo es viable.

El diseño de sistema de inventario se presenta en una herramienta Excel para controlar el proceso de abastecimiento, entradas y salidas de productos en bodega y con su respectiva planificación anual de cada SKU.

Palabras clave: Sistema de inventario, clasificación ABC, coeficiente de variabilidad, pronóstico de la demanda, costos de inventario, Silver Meal, Wagner Whitin.

ABSTRACT

The present research work was carried out for the warehouse in the company MATBENDIS SAS, with the objective of designing an inventory system through the application of inventory models, achieving control of stored products. The development of the investigation began with the study of the existing problems, for which the situation of the company was analyzed by obtaining historical data on orders, then the ABC classification of 146 SKUs was carried out, of which 39 belong to category A, 46 to category B and 61 belong to category C.

For the development of the inventory model, only the products of classification A were taken. Once the categories were analyzed, the forecasts were executed in the R-studio software, in order to predict the behavior for the following 12 months. Next, the variability coefficient was calculated to determine which inventory model fits the company's data, resulting in 100% of SKUs with values greater than 0.2, which applied heuristic models such as: Silver Meal with a total cost of \$93,566 with 45% savings and Wagner Within being the best Inventory System model with \$8,654 corresponding to 95% savings, which achieved a decrease in the management of supply of products in the warehouse with a total cost of \$162,562, which is shown as a considerable value, for which the application of the model is viable.

The inventory system design is presented in an Excel tool to control the supply process, inputs and outputs of products in the warehouse and with their respective annual planning for each SKU.

Keywords: Inventory system, ABC classification, variability coefficient, demand forecast, inventory costs, Silver Meal, Wagner Whitin

Capítulo I

INTRODUCCIÓN

1.1 Problema

MATBENDIS SAS es una empresa distribuidora, ubicada en Quito-Calderón-Sector Marianas, dedicada a la distribución de variedad de productos, entre ellos productos alimenticios, de limpieza, higiene personal y alimentos de cachorros. Cuenta con un total de 60 empleados y con aproximadamente 146 productos, donde presenta grandes problemas en el área del almacén, para lo cual es necesario un adecuado modelo de inventarios que permita cumplir con la demanda, evitando así disconformidad de los clientes. Sin embargo, al no contar con un modelo de sistema de inventario la empresa afronta problemas como:

La empresa no tiene determinado el stock de seguridad, dando a conocer que no existe ciencia cierta los porcentajes de stock de mínimos y máximos de las existencias generando pérdidas de flujo y desabastecimientos. No existen datos del nivel de rotación del inventario, impidiendo identificar a los productos de rápida y lenta rotación. Al existir desconocimiento de cantidades de productos sobresalientes (los artículos que más salidas tienen) en bodega, amerita que mejore el control de inventario debido a la variedad y cantidad existente de productos, lo que se considera necesario aplicar un método que permita conocer y manejar los productos existentes de la empresa.

Otro de los problemas son las entregas de pedidos incompletos poniendo como principal riesgo la operación por falta de conocimiento de la cantidad de productos que permanecen en bodega ya que presentan el desconocimiento de disponibilidad y flujos que tiene que ver con stock necesarios de productos, ocasionando pérdidas económicas por obsolescencia de inventario provocando pérdida de mercado al no contar con los productos necesarios e indispensables para la venta y distribución, los cuales son reflejados al no generar mayor capital de trabajo.

De esta manera se ve la necesidad que tiene MATBENDIS SAS, de contar con modelo de sistema de inventario para los productos en el almacén mediante el estudio del análisis de la situación actual hasta la determinación del modelo que se ajuste a las necesidades de la empresa y permita optimizar el sistema de abastecimiento.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

- Diseñar un sistema de inventario para la empresa MATBENDIS SAS, mediante la aplicación de modelos de inventario, logrando tener un control de productos almacenados.

1.2.2 Objetivos específicos

- Revisar bases teóricas acerca de los modelos de inventario que sirvan de sustento para la investigación.
- Diagnosticar el estado actual del manejo de inventario que realiza la empresa objeto de estudio, a través de técnicas de Gestión de la Calidad.
- Optimizar la gestión del abastecimiento de los productos del almacén, a través de modelos heurísticos de inventario, que disminuya costos totales de los artículos.

1.3 Alcance

La presente investigación se basa en el diseño de un sistema de inventarios, en el área de bodega de la empresa de distribución de alimentos MATBENDIS SAS, ubicada en Quito-Calderón-Sector Marianas: Huayna Cápac Oe9-104 y Amalia Uriguen. Se realizará el estudio con 146 *stock keeping unit* (sku) aproximadamente de productos con cuarenta y seis familias de productos entre ellos alimenticios, de limpieza, higiene personal y alimentos de cachorros, que se logrará a través de la tipificación de inventario mediante la identificación de diferentes indicadores como el stock disponible, precio del inventario, número de sku, nivel de rotación de productos, con el análisis de datos históricos de pedidos y la selección de un modelo que satisfaga las necesidades de la empresa, con un tiempo determinado de entre 2 a 3 años, este estudio garantizará un sistema de inventario seguro, eficiente y eficaz permitiendo la fidelidad y satisfacción de los clientes que actualmente tiene MATBENDIS SAS.

1.4 Justificación

El diseño de este sistema de inventario, es importante ya que se busca mejorar el manejo de las existencias que ofertan la empresa distribuidora “MATBENDIS SAS”, permitiendo que cada cierto tiempo se realice la constatación física de los productos, dando un número real de productos existentes

en bodega; además, permitiría realizar una clasificación para identificar cuáles son los productos más sobresalientes en el inventario y así conocer cuál de estos se debe adquirir para mantener los niveles de stock necesarios para satisfacer las necesidades de los clientes.

Con la aplicación del sistema de inventarios, se podrá conocer y manejar los inventarios de una manera eficiente, permitiendo menor desabastecimiento, control de productos y logrando a que los inventarios se encuentren disponibles con oportunidad y cantidades requeridas logrando tener una distribución y venta de manera eficaz y eficiente.

La propuesta del sistema de inventarios permitirá llevar una eficiente administración, almacenamiento y flujo de productos mediante la clasificación y la confiabilidad en los registros de inventario con la cantidad de existencias de cada producto.

Para la empresa MATBENDIS SAS, es de gran importancia que el área de bodega se encuentre bien estructurada, la cual permitirá la satisfacción al cliente y generando grandes beneficios.

1.5 Metodología

El actual trabajo de grado tiene la siguiente metodología como prueba de validez para su posterior investigación.

1.5.1 Tipo de investigación

- Investigación Documental

Se analizará y levantará la información necesaria con relación al tema de estudio para desarrollar el marco teórico, mediante la investigación en artículos científicos, tesis, libros, sitios web, etc.

- Investigación de campo

Es la que se efectúa en el lugar y tiempo en que ocurren los fenómenos objeto de estudio (Tevni, 2000)

La investigación de campo se enfoca en el estudio directo de los acontecimientos en el lugar y tiempo que ocurren, este diagnóstico se obtiene por recopilación y análisis de información de datos con un procedimiento técnico, analítico y sistemático de la situación actual y control de inventarios de la empresa MATBENDIS SAS.

- Descriptiva

Consiste en conocer con plenitud la situación, hábitos y actitudes sobresalientes, de cada objeto, actividad, proceso y personas, enfocadas en la predicción e identificación de las relaciones existentes entre dos o más variables.

En donde la tabulación permite recoger información partiendo del plan de investigación, donde cuyos datos se basan en una hipótesis, donde se diagnostica y se analiza minuciosamente los resultados de una manera significativa.

Consiente en tener un contacto con la realidad con la finalidad de profundizar hechos existentes mediante la observación y descripción para predecir y controlar cada uno de los fenómenos de la realidad. Mediante la cual esta investigación permitirá aplicar la metodología ABC para el control de inventarios, donde se iniciará realizando un levantamiento del inventario con el que cuenta la empresa.

1.5.2 Método de investigación

- Método inductivo

Este método será utilizado para el diseño del sistema de inventarios que mejor se adapte a los productos seleccionados de clasificación A, mediante el análisis realizado en el método cualitativo y método cuantitativo.

1.5.3 Técnica de Investigación.

Las técnicas de investigación son acciones para recolectar, procesar y analizar información, será pertinente comenzar por mencionar que son las fuentes de información.

- Técnica de campo

Permiten recabar información a partir del contacto directo con el objeto de investigación, se obtiene la información empírica.

- Método de análisis

Método cuantitativo que analiza los resultados de un grupo de estudios para producir un gran estimado (Hernández, 2013).

Método de Investigación

- Investigación Cuantitativa:

Es aquella en la que se recogen y analizan datos cuantitativos sobre variables.

Este método será utilizado en el capítulo de diagnóstico donde se describirá teóricamente la situación en la que se encuentra la empresa. También se dará a conocer la misión, visión, valores institucionales, filosofía de la empresa entre otros relacionados, en el caso de que la empresa no cuente con la información anteriormente.

- Investigación Cualitativa:

Son aquellos registros narrativos de las variables que son estudiadas mediante técnicas como la observación participante y las entrevistas no estructuradas que nos permite entender el significado de la situación (Cadena, 2017).

Este método será utilizado en el capítulo de diagnóstico y diseño donde se describirá la situación actual en la que se encuentra la empresa a nivel de inventarios del producto final, a través de la recolección y análisis de datos históricos de hace tres años (2018 – 2021), mediante la revisión de ventas dadas en unidades y dólares, con esta información se realizara la clasificación de inventarios ABC, una vez obtenida la clasificación A se procederá analizar los costos de los productos, en caso de que la empresa no cuente con esta información se procederá a calcularla, ya obtenidos los datos necesarios se verificará el desempeño pasado, presente y si es posible para el desempeño futuro se realizaría una proyección de datos en base a métodos de pronóstico, para finalmente elaborar los diferentes modelos de gestión inventarios y seleccionar el que mejor se adapte.

Instrumentos

- La observación directa, guía de observación, diario de campo.
- Programas para pronóstico de demanda.
- Programas para evaluar modelos y métodos de inventario.

Capítulo II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1 Sistema de inventario

De acuerdo con Defontana (2019), un sistema de inventario “es una herramienta imprescindible para mantener un nivel óptimo de stocks y, por tanto, para cuidar las finanzas” (pág. 2). Asimismo, se dice que es una herramienta de gestión que se utiliza para registrar las cantidades de bienes en una empresa, así como para determinar el costo de los bienes vendidos, con la finalidad de saber cuántos productos se tiene en un momento dado y cuales están a punto de agotarse (posiblemente agotados), así como determinar los niveles de rotación e identificar aquellos cerca de la expiración.

Por otra parte, Administración de la Producción (2016), indica que un sistema de inventario es el conjunto de políticas y controles mediante los cuales se monitorean los niveles de inventario y determinan cuáles conservar, cuándo es necesario reabastecerlo y el tamaño de los pedidos. Dicho de otras palabras, un sistema de inventario ayudará a mejorar, mantener y controlar los bienes en existencia, asimismo el sistema es responsable de pedir y recibir los bienes, con la finalidad de saber el momento de hacer los pedidos.

Como complemento se dice que, es un método de control de inventario, que le permite asegurar el abastecimiento de bienes y reducir los costos de pedidos y materiales faltantes, con la final de conocer la cantidad de artículos, estimar cuándo es necesario reponerlos y conciliar los stocks físicos con los registrados en la documentación.

A continuación, se muestra el proceso del diseño del sistema de control de inventarios, iniciando del análisis de artículos de inventario, la clasificación ABC, y los respectivos cálculos para cada uno de ellos, esto ayudará a tener una visión más ilustrativa como se presenta en la Figura 1.

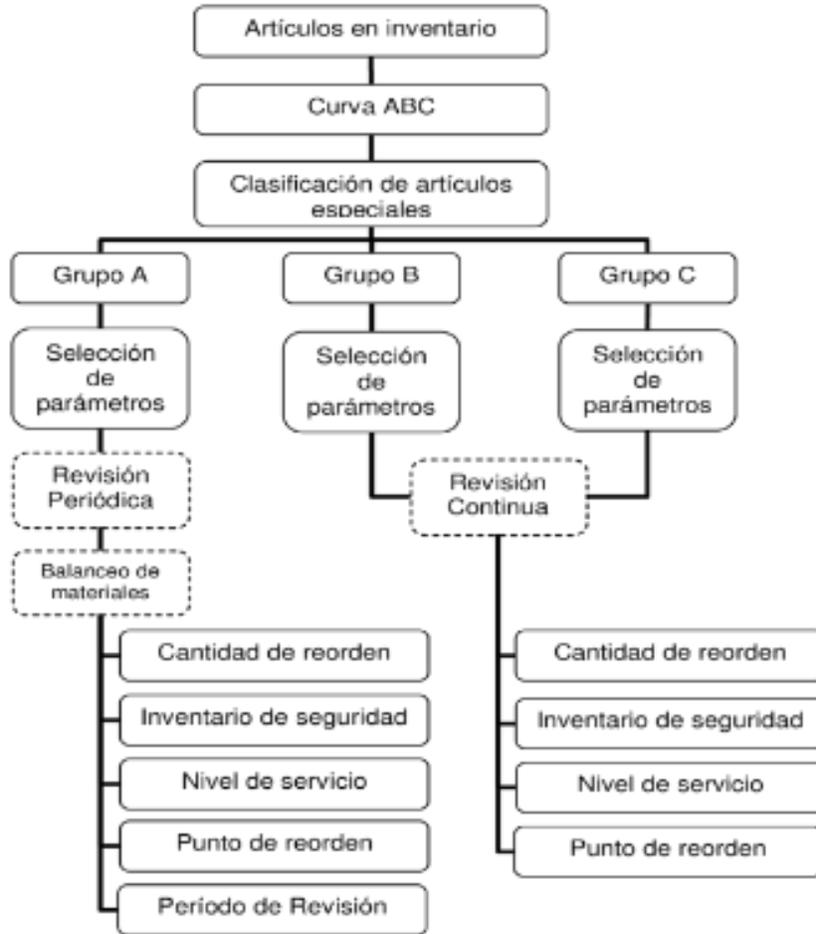


Figura 1. Diseño del sistema de control de inventarios

Fuente: Rodríguez (2008).

2.1.1 Inventario

Según Chase et al. (2014), el inventario se define como el stock de una pieza o recurso utilizado en una organización. Por otra parte, un inventario se crea cuando el volumen de materiales, piezas o productos terminados recibidos es mayor que el volumen de estos; de este modo el inventario se agota cuando la distribución es mayor que la recepción de materiales.

A esta idea, Krajewski et al. (2013), se suma al mencionar que “un inventario es una reserva de materiales que se utilizan para satisfacer la demanda del cliente o para apoyar la producción de bienes y servicios” (pág. 309).

Por otra parte, los inventarios son los bienes no manejados que se almacenan a la espera de ser utilizados. También es importante tener en cuenta que para realizar un excelente inventario su información debe ser íntegra, con mucha precisión y claridad de modo que sea eficiente para poder verificar y mediante la cual se mantenga la puntualidad para el registro individual de cada existencia.

2.1.2 Objetivos de inventario

Según Chase et al. (2014), los principales objetivos que persiguen los inventarios son los siguientes:

- Desafiar el cambio en los tiempos de entrega de materias primas.
- Aprovechar los descuentos en los pedidos.
- Mantener independencia entre operaciones.
- Acceso a la flexibilidad en la programación de la producción.
- Hacer frente al cambio de demanda (págs. 558-559).

Cabe mencionar que el objetivo principal es abastecer o distribuir adecuadamente los materiales que la empresa necesita, no sufrir desabastecimientos o tener excedentes en su almacén, poniéndolos a disposición en el momento oportuno, para evitar mayores pérdidas por los mismos.

Por otro lado, Villalobos (2015), identifica otros objetivos, considerando:

- Reducir el riesgo de escasez de productos en el mercado, reducir el riesgo de escasez de proveedores a la empresa y reducir el riesgo de escasez del proceso reproductivo de la empresa.
- Abaratar las compras y la fabricación.
- Anticipar los cambios esperados en la oferta y la demanda.
- Facilitar el transporte y distribución del producto (pág. 3).

Por lo tanto, es importante considerar que en todas las empresas se debe realizar inventarios periódicamente, con la finalidad de tener un conocimiento exacto de la mercadería almacenada para eliminar las rupturas de stock y así mejorar la planificación de compra de producto.

2.1.3 Tipos de inventario

De acuerdo con la revisión bibliográfica se ha identificado algunos tipos de inventario. En principio Arenal (2020), presenta tres tipos de inventario para empresas manufactureras que son: materias

primas, trabajo en proceso y productos terminados. Sin embargo, Heizer et al. (2009), complementa lo antes mencionado con los siguientes tipos de inventario que son:

- Inventario de Materias Primas: menciona que el inventario de materia prima existe, pero no ha sido procesado.
- Trabajo en Progreso (WIP): consta de componentes o materias primas que han sufrido ciertos cambios, pero aún no están listos.
- Inventario de Mantenimiento, Reparación y Operación (MRO): son inventarios para mantener las máquinas y procesos productivos.
- Inventario de Producto Terminado: consiste en el análisis de productos que esperan ser enviados, de esta manera los productos terminados pueden agregarse al inventario porque no se conocen los requisitos futuros del cliente (pág. 484).

A diferencia de lo reportado anteriormente, se caracteriza y aumenta los siguientes tipos de inventario como se presenta en la Tabla 1:

Tabla 1. Tipos de Inventario

TIPO DE INVENTARIO	DESCRIPCIÓN
Ciclo de inventario	Esta es la cantidad de inventario entre reaprovisionamientos.
Inventario de seguridad	Es el número esperado de unidades que estarán disponibles cuando lleguen los suministros y estén listos para su uso.
Inventario en tránsito	Es un inventario que no se guarda para uso posterior o venta, sino que se encuentra camino a un nodo de almacenamiento de inventario
Inventario publicitario	Se basa en dos categorías; el primero es un SKU promocional que siempre está en stock (o una selección) y un SKU promocional que no se mantiene a mano para aumentar la demanda.
Inventario de demostración	Realizado con fines de demostración o exhibición
Inventario minorista	Este es el inventario que se encuentra en la trastienda o almacén de una tienda minorista.
Reposición de inventario minorista en los estantes	Inventario que se encuentra en el estante y consta de inventarios de ciclo y seguridad.
Inventario estacional	Inventario que se mantiene durante parte del año y que puede o no reponerse durante la temporada.
Reposición de stock de compra impulsiva en múltiples ubicaciones	Cuando algunos artículos están en múltiples ubicaciones, que pueden estar agotados o disponibles en la tienda.
Inventario de materia prima	Inventario que se mantiene para la producción.

Inventario de producción en curso	Inventario en proceso de transformación en producto terminado.
Inventario de productos terminados	Inventario en su forma final después de la producción.
Inventario de repuestos	Inventario de componentes utilizados en productos terminados.

Fuente: Esper et al. (2017)

Elaborado por: Autor 2021

A este análisis, Cruz (2017), se suma al mencionar que los tipos de inventario se subdividen según la función de los materiales o productos a inventariar, como se presenta en la Tabla 2:

Tabla 2. Clasificación inventario

CLASIFICACIÓN INVENTARIO	
POSTERIOR AL MOMENTO	SEGÚN LA PERIODICIDAD
<ul style="list-style-type: none"> • Primer inventario • Inventario final 	<ul style="list-style-type: none"> • Inventario intermitente • Inventario continuo
DE ACUERDO CON EL FORMULARIO	SEGÚN SU FUNCIÓN Y OTROS TIPOS
<ul style="list-style-type: none"> • Inventario de materia prima • Inventario de ciclo • Inventario de seguridad • Inventario de pronóstico • Inventario de desacoplamiento 	<ul style="list-style-type: none"> • Inventario mínimo • Inventario máximo • Inventario disponible • Inventario en línea (pág. 26)

Fuente: Cruz (2017)

Elaborado por: Autor 2021

En este sentido se comprende que, la clasificación de inventarios son el medio por el cual se pueden recolectar y catalogar los bienes de una empresa, determinando así su función o destino, o indicando sus características como se indica anteriormente.

2.1.3.1 Inventario de productos alimenticios

Es el conjunto de mercancías o artículos que tiene la empresa para comerciar con aquellos, permitiendo la compra y venta o la fabricación primero antes de venderlos, en un periodo económico determinados. Deben aparecer en el grupo de activos circulantes (Martínez , 2009).

- **Inventario periódico:** Es un control periódico físico, que consiste en un conteo detallado de las mercancías existentes. Este tipo de inventario se debe efectuar en forma obligatoria por lo menos cada fin de mes.

Valuación de las salidas de almacén

Consiste en la forma o procedimiento de cómo los productos o insumos se utilizan en la producción, así como su valoración. Los sistemas de valuación de inventarios más comunes son:

- **Sistema FIFO (Primeras Entradas Primeras Salidas)**

Este método consiste en que los productos que primero ingresan al almacén son los primeros productos que se usan en la producción.

Para el negocio de comidas es muy importante desde el punto de gestión. Es decir, tomar en cuenta para el manejo de las salidas de los productos ya que se tratan de productos perecibles en su gran mayoría.

- **Sistema LIFO (Últimas Entradas Primeras Salidas)**

Este método consiste en que las mercancías últimas que se adquirieron son las primeras que salen. Este puede funcionar algunas empresas donde los productos no se puedan malograr o perder su valor por efecto de la obsolescencia.

- **Sistema PPP (Precio Promedio Ponderado)**

Este método perpetuo de control más usado y más común por la empresa y consiste en que los productos para su consumo o venta deben de tener un valor monetario uniforme.

El inventario físico debe ser controlado como mínimo de la siguiente manera:

Tabla 3. Inventario físico

INVENTARIO	PRODUCTO
Semanal	Abarrotes (enlatados, conservas), licores, cerveza, bebidas
Mensual	Dulces, productos de higiene personal, alimentos de cachorros

Fuente: (Martínez , 2009)

Elaborado por: Autor 2022

2.1.4 Beneficios de un sistema de inventario

Logística Pyme Hoy (2018) presenta algunos beneficios para tener un excelente sistema de inventario, lo cual menciona que se debe complementar con un personal que lleve e ingrese datos correctos, mantenga una buena organización de productos y realice periódicamente análisis para que la empresa pueda tomar decisiones, siendo los siguientes:

- Aumento de clientes recurrentes
- Compras más eficientes
- Aumento del control de stock estacional
- Reducción de pérdidas
- Reducción de costos de almacenamiento
- Disminución de riesgos de robo
- Reducción de la obsolescencia de inventarios
- Mejor valoración de activos
- Planeación de flujo de caja
- Conocimiento y control de flujos de inventario (págs. 2-10).

Del mismo modo, no es recomendable que la información quede en la cabeza de los vendedores o de la administración de bodega, ya que esto permite tener muchas falencias dentro del sistema de inventario.

2.2 Gestión de inventario

Según Arenal (2020), señala que “la gestión de inventario se relaciona con la determinación de los métodos de registro, los puntos de rotación, las formas de clasificación y los modelos de inventario, determinados por los métodos de control” (pág. 7). De ahí que, la gestión de inventario es el seguimiento de la mercancía desde el fabricante hasta el almacén y desde estas instalaciones hasta el punto de venta.

En este sentido, se comprende que la gestión de inventarios se debe mantenerse dentro de una organización para que estos artículos funcionen con la máxima eficiencia y al menor costo posible. Asimismo, se debe realizar un seguimiento exhaustivo de los artículos o materiales almacenados con un conocimiento profundo de la gestión adecuada de los registros de inventario, compras y producción.

2.2.1 Importancia de la gestión de inventario

Según Arenal (2020) menciona que es de vital importancia que las empresas lleven algún control de los inventarios para asegurar la continuidad del proceso productivo, en este sentido un control excesivo de todos y cada uno de los artículos tendrían un coste excesivo, cabe considerar por otra parte el hecho de determinar qué control se establece para evitar este sobre coste.

De este modo, la gestión de inventario es de gran importancia para mantener el orden en el almacén y el desarrollo correcto de la actividad, de modo que la compañía tenga el control de los bienes con los que pretende satisfacer la solicitud del producto. Es así que, al no gestionar adecuadamente la gestión de inventarios, la empresa podría asumir pérdidas por mala organización, por lo que es necesario contar con un sistema de control que ayude a revisar los recursos y poner en marcha técnicas que permitan una correcta valoración de los activos.

Por otra parte, la gestión de inventarios permite minimizar el manejo de inventarios para controlar la escasez de productos mediante los siguientes factores:

- No crear esperas al cliente
- Conservar un ritmo de producción
- Adquirir productos a precios bajos

Una buena gestión de inventarios consiste en definir perfectamente:

- Mercancía a pedir
- Plazos de pedido
- Lugar de acumulación
- Diseño de evaluación del nivel de stock
- Reaprovisionamiento

Es decir que va a permitir minimizar el impacto desfavorable encontrando un punto medio entre lo mínimo y exceso de reservas para no general altos costos de almacenamiento.

2.2.2 Objetivos de la gestión de inventario

Según Suarez (2012) y Danahé (2015) mencionan los dos objetivos más importantes para las empresas que son:

- Reducir los niveles de productos en stock.
- Asegúrese de que todos los productos estén disponibles en el momento adecuado.

En este sentido se comprende que se tendrá un inventario suficiente evitando que el área de producción se detenga por falta de productos. De modo que permita tener un nivel óptimo de pedidos, minimizando artículos caducados a fin de reducir los costos.

2.2.3 Administración de inventario

Céspedes (2017), especifica que la administración de inventario consiste en determinar la cantidad de stock a mantener, la fecha en la que se deben realizar los pedidos, las cantidades de unidades a ordenar, así como el tipo de control que se ejercerá, con el fin de contribuir al logro de los objetivos de la empresa.

En otras palabras, la administración de inventarios es la aplicación de procedimientos y técnicas que tienen como objetivo establecer, implementar y mantener las cantidades más ventajosas de las materias primas, trabajos en curso, productos terminados y otros stocks, minimizando los costos que conllevan su administración.

2.2.4 Factores o características por considerar en la gestión de inventario

Es importante señalar que para una administración eficiente se deben emplear diversas técnicas, mediante las cuales se consideran las descritas en la Tabla 4:

Tabla 4. Factores por considerar en la gestión de inventarios

TÉCNICA	DESCRIPCIÓN
Modelo de la cantidad económica de pedido “CEP”	<ul style="list-style-type: none"> • Controlar los productos del Grupo A. • Determina la mejor cantidad de producción. • Una mayor o menor inversión en inventario, produce un mayor costo total. • Se encuentra cuando se logra el costo mínimo total, que ocurren cuando se igualan el Costo Total de Pedido y el Costo Total de Mantenimiento.

Punto de Reorden	<ul style="list-style-type: none"> • Considera como supuesto que los pedidos son recibidos cuando el nivel de inventario llega a cero. • Es necesario establecer un punto de renovación de pedidos con intervalo necesario entre la colocación y recepción de pedidos. • Puede emplearse un inventario de seguridad • El punto de reorden se calcula: <p>El tiempo de anticipo en días por el uso diario.</p> <p>De la misma manera (el tiempo de anticipo en días por el uso diario) + inventario de seguridad en días.</p>
Método MRP	<ul style="list-style-type: none"> • Determina la cantidad y periodicidad para la adquisición de artículos dependientes de la demanda. • Identifica precisamente qué, cuánto y cuándo se necesitan los artículos. - Mejora el servicio al cliente - Reduce costos de inventario - Mejora la efectividad de la programación y planificación - Reduce el nivel de inventario
Método JAT	<ul style="list-style-type: none"> • Permite tener el inventario necesario • Los inventarios se reordenan y reabastecen con frecuencia • Para un buen funcionamiento y evitar faltantes, se necesita controlar la cooperación de los proveedores.

Fuente: Yosmary (2012)

Elaborado por: Autor 2021

2.2.5 Clasificación ABC

La clasificación ABC es una técnica que permite segmentar las referencias de productos en bodega según su importancia se divide en tres categorías (A, B y C).

Grupo A:

- Máxima inversión y mínimas cantidades (unidades)
- Representa el 20% del número de artículos y el 80% en inversión monetaria.
- Deben contar con un control exhaustivo y frecuente debido a la inversión considerable.

Grupo B:

- Sus precios y cantidades (unidades) son medias.
- Representa 30% en números de artículos y 15% en la inversión monetaria.
- Se controla utilizando técnicas menos sofisticadas y con menos frecuencia que los del grupo A.

Grupo C:

- Gran cantidad de productos que requieren de pequeña inversión y altas cantidades (unidades).
- Representa 50% en números de artículos y 5% en inversión monetaria.
- Puede recibir un mínimo de atención probablemente se pidan grandes cantidades para conseguirlos a precios más bajos.

En la Figura 2, se presenta una posible distribución de los tres segmentos, que permitirán identificar el grado de importancia partiendo desde la clasificación A. B y C.

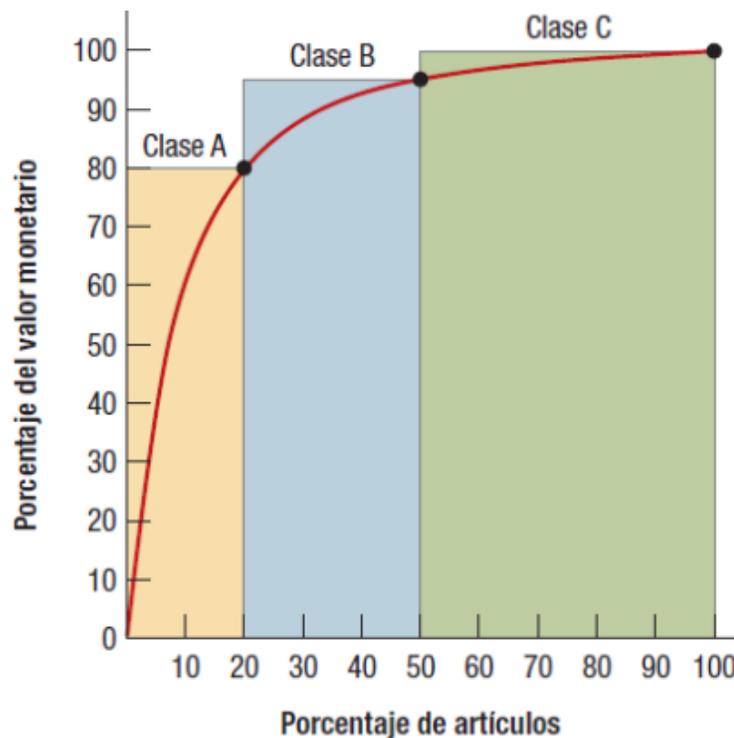


Figura 2. Clasificación ABC

Fuente: Handling (2021)

2.2.6 Control de inventario

Chase et al. (2014) establece que el control de inventarios tiene una relación directa con el desempeño económico de la empresa, por lo que sus gerentes son los encargados de realizar un adecuado control de inventarios, para lo cual se debe determinar el stock o rotación de inventarios, siendo esta una medida clave para su desarrollo.

Es así, que cuando se refiere al control de inventarios, se debe tomar en cuenta el ciclo que parte de la necesidad de comprar hasta la venta de los productos terminados, tomando en cuenta ciertos departamentos involucrados en este proceso como son: compras, finanzas, inventarios, producción y venta.

2.2.6.1 Rotación de inventarios

Gerencie (2020), menciona que la rotación de inventario es el indicador que le permite conocer la cantidad de veces que se realiza el inventario en un período determinado. De la misma manera le permite identificar cuántas veces su inventario se convierte en efectivo o créditos. Con esto determinamos la eficiencia en el uso del capital de trabajo de la empresa. Sin embargo, la rotación de inventario determina cuánto tiempo lleva construir el inventario, es decir, venderlo, es decir cuanto mayor sea la facturación, menor será el tiempo de almacenamiento de la mercancía, lo que se debe a una buena gestión y almacenamiento, pero cuanto menor sea el tiempo de almacenamiento, menor será el capital social.

Algunos de los beneficios de tener un almacén de alta rotación incluyen:

- Menor riesgo de tener productos caducados en los estantes
- Más espacio para almacenar productos
- Mayor rotación y,
- En caso de accidente o robo, menos daños.

Idealmente, la empresa debería estar siempre pendiente de la rotación de inventario de sus productos y ajustar constantemente su inventario al ritmo de las ventas. Esta es una métrica esencial para la salud de su negocio. Por otro lado, Management (2020) define que “la rotación de inventario se define como la cantidad de veces que se ha actualizado el inventario durante un período”. Por lo tanto, el cálculo de la rotación de inventario se presenta en la Ecuación 1:

$$\text{Índice de rotación} = \frac{\text{Demanda anual}}{\text{Inventario promedio}} \quad (1)$$

2.2.6.2 Coeficiente de rotación

El coeficiente de rotación de inventarios mide la actividad o liquidez del inventario o como alude Gitman (2003), determina la eficacia con la que la organización gestiona el inventario como se describe en la Ecuación 2.

$$CRI = \frac{\text{Costo de bienes vendidos}}{\text{Inventarios}} \quad (2)$$

Por otro lado, es necesario aplicar otro índice que permita determinar los días de persistencia del inventario en la organización, denominado edad media del inventario que es igual a los días de año, dividido al coeficiente de rotación.

Si bien es cierto el coeficiente de rotación es la cantidad de veces que se ha vendido el inventario promedio de un producto en un período determinado, asimismo para poder realizar esta medición correctamente, el cociente de las ventas en valores debe dividirse por el inventario actual en valores.

2.2.6.3 Coeficiente de variación (CV)

Según Sanjuán (2018), es importante subrayar que el coeficiente de variación es conocido como coeficiente de variación de Spearman, lo cual indica que es una medida estadística mediante el cual es relacionada de la dispersión relativa de un conjunto de datos. Sin embargo, el cálculo se obtiene dividiendo la varianza de la demanda por la demanda promedio y generalmente se expresa como un porcentaje para una mejor comprensión.

El coeficiente de variación es una variable aleatoria discreta sobre el período de análisis, cada una con probabilidad igual a $1/N$. Para el cálculo se utiliza la Ecuación 3.

$$CV = \frac{\text{Varianza de la demanda por período}}{\text{Cuadrado de la demanda media por período}} \quad (3)$$

En este sentido se comprende que el coeficiente de variación se utiliza para comparar conjuntos de datos que pertenecen a diferentes poblaciones. A continuación, se presenta Tabla 5, a fin de identificar cual método utilizar dependiendo de los resultados antes mencionados del coeficiente de variación.

Tabla 5. Métodos de aplicación del coeficiente de variación

Si $CV < 0.20$	Utilizar Métodos clásicas
Si $CV \geq 0.20$	Utilizar Métodos heurísticos

Fuente: Sanjuan (2018)

Elaborado por: Autor 2021

En consecuencia, Superprof (2020), define al “coeficiente de variación como la relación entre la desviación estándar de una muestra y su media” (pág. 1), esto comparará la dispersión (varianza) de conjuntos de datos de diferentes medidas o con diferentes medias aritméticas.

2.3 Costos de inventario

Según PRICING (2020) menciona que los costos de inventario dependen de la cantidad de inventario ordenado y mantenido en stock. Sin embargo, una adecuada gestión del inventario, para que no haya stock innecesario, es fundamental controlar los costos de inventario y optimizar las ganancias de la empresa para evitar ineficiencias.

Asimismo, Jaffe et al. (2012), plantea dos tipos básicos de costos para equilibrar la disponibilidad de artículos como son: 1) costos de mantener o almacenar y 2) costos por ordenar o escasez. Mediante los cuales facilitan un manejo y control eficaz de existencias, es decir un manejo efectivo de inventario con el fin de proporcionar el mejor servicio a los clientes.

2.3.1 Costos de mantener

Según Jaffe et al. (2012) señala que los costos de mantener representan los costos directos y de oportunidad de tener inventario a la mano, de igual manera se comprende los costos de almacenamiento y seguimiento, seguros e impuestos, perdidas debidas a obsolescencias, deterioro o robo, como también el costo de oportunidad del capital sobre el monto invertido.

Por otro lado, Yosmary (2012) menciona que mantener estos costos implica tener la existencia de un artículo durante un cierto período de tiempo, cabe considerar que la suma de estos costos puede variar entre el 20% y 40% del valor anual de inventario.

De acuerdo con los autores mencionados anteriormente se dice que, los costos de mantener están directamente relacionados con la cantidad que se mantiene en el inventario. Por lo tanto, cuanto más

inventario se almacena, mayores son los costos de almacenamiento, esto quiere decir que, son costos relacionados con almacenar o llevar el inventario a través del tiempo. Sin embargo, estos costos están relacionados con el almacenamiento y obsolescencias.

2.3.2 Costos de escasez

Este costo corresponde al número de ventas perdidas como resultado de la falta de inventario, el costo de la producción de producción, costos adicionales o el costo del trabajo administrativo adicional.

Según Jaffe et al. (2012) el costo de escasez se deriva por tener inventario insuficiente a la mano. Sin embargo, tienen dos componentes esenciales que son:

- Costos de reabastecimiento: son los costos de realizar un pedido a los proveedores o los costos de establecer un ciclo de producción.
- Costos vinculados a las reservas de seguridad: son una pérdida de oportunidad, como la pérdida de ventas (pág. 893).

Cuando no se puede satisfacer la demanda de un comprador, se dice que está agotado. En el caso de que el comprador acepte recibir sus artículos fuera de plazo, hablamos de pedidos en curso. Si acepta mantener los pedidos en espera, hay una escasez planificada. Si el comprador no acepta los productos después de la fecha límite, hay una pérdida de ventas.

2.4 Modelos de inventario

Según Krajewski et al. (2013) menciona que las organizaciones están constantemente bajo presión para mantener niveles adecuados de inventario, mantener los costos de mantenimiento lo suficientemente bajos como para reducir los costos de instalación bajo pedido, de modo que los modelos de inventario de la empresa o las decisiones permanezcan bajo control para aprovisionar activos.

De acuerdo con Chase et al. (2014), menciona que “los modelos de inventario son responsables de realizar pedidos y recibir materiales, dicho de otra manera, establecen un registro del momento adecuado para realizar los pedidos, la cantidad solicitada y el proveedor al que se compró” (pág. 561).

Cabe mencionar que presentan problemas, como: mantener el control de cada producto en el almacén y poder asegurar un adecuado registro de las cantidades disponibles.

Asimismo, es necesario que toda empresa tenga un modelo o sistema de gestión de inventario para ayudar a tomar decisiones sobre cuánto y cuándo realizar un pedido.

Por esta razón Alvarado (2013) menciona los siguientes dos modelos de inventario que son:

- Modelos Determinísticos
- Modelos Probabilísticos
- Modelos Heurísticos

2.4.1 Modelos Determinísticos

Son aquellos modelos en los que se asume como prerequisite tener la certeza de la demanda, que puede estar dada por las previsiones de demanda o por los pedidos reales de los clientes.

De acuerdo con estudios bibliográficos, cabe mencionar cuatro tipos de modelos determinísticos que se mencionan a continuación:

- Modelo de cantidad económica del pedido (EOQ)
- Modelo de tamaño de lote de producción económico
- Modelo de inventario con faltantes planeados
- Modelo de descuento por cantidad

2.4.1.1 Modelo de cantidad económica del pedido (EOQ)

También conocido como el modelo Harris - Wilson, el método EOQ equilibra los costos de instalación con los costos de inventario, fue un modelo que sirvió de base para el desarrollo de otras variantes de modelo, con descuentos por cantidad, desabastecimientos y otros.

Este tipo de modelo es útil cuando la demanda de un artículo es constante o casi constante y la cantidad requerida llega a la empresa en un momento específico. Sin embargo, para utilizar este modelo, es necesario considerar varias hipótesis.

- La demanda D es determinista y se produce a una tasa constante.
- La cantidad de pedido Q es la misma para todos los pedidos.
- El inventario se incrementa en Q unidades con cada pedido recibido.
- El precio por pedido C_o , es constante y no depende de la cantidad pedida.
- El precio de compra por unidad C es constante e independiente de la cantidad pedida.

- Los costos de almacenamiento Ch , son constantes.
- No se permiten elementos faltantes, como pedidos inexistentes o pendientes.
- El tiempo de espera de un pedido es constante.
- La situación de las existencias se controla continuamente. Como resultado, se realiza un pedido cuando el inventario llega al punto de reorden.

Sin embargo, Anderson et al. (2011) menciona que al decidir cuánto pedir, debe tener en cuenta un punto medio entre: mantener el inventario y realizar pedidos con frecuencia o mantener un gran stock y realizar pedidos de vez en cuando, es decir las dos opciones generan altos costos.

Para el análisis del modelo es necesario llevar una serie de cálculos que son los siguientes:

1. Se debe calcular el costo anual por mantener como se presenta en Ecuación 3.

$$Cam = \frac{1}{2}Q * Ch \quad (3)$$

Donde:

Cam: Costo por mantener

$\frac{1}{2} Q$: Inventario promedio

Ch: costo de retención anual por unidad

2. Calcular el costo anual por ordenar como en la Ecuación 4.

$$Cao = \left(\frac{D}{Q}\right) Co \quad (4)$$

Donde:

Cao: Costo anual por ordenar

(D/Q) : número de pedidos por año

Co: Costo por pedido

3. Calcular el costo anual total expresado TC, como en la Ecuación 5.

$$TC = Cam + Cao \quad (5)$$

4. Determinar el costo anual total, donde se necesita identificar la cantidad a ordenar, para minimizar el costo como la cantidad económica a pedir (EOQ), presente en la Ecuación 6.

$$Q^* = \sqrt{\frac{2DCo}{Ch}} \quad (6)$$

Inmediatamente es necesario identificar el momento del pedido para el cual se prioriza el concepto de posición de inventario, que según Anderson et al, (2011) se define como "la cantidad de inventario disponible más la cantidad de inventario pedido" (pág. 638).

5. Por otra parte, para tomar la decisión de cuándo realizar el pedido es necesario formular el punto de reorden, es decir el punto en donde se debe realizar un nuevo pedido, presente en la Ecuación 7.

$$r = dm \quad (7)$$

Donde

r: punto de reorden

d: demanda por día

m: tiempo de espera de un pedido nuevo

6. Por otra parte, Anderson et al, (2011) establece que se debe calcular el tiempo de ciclo (T) que se denomina período entre pedidos, como se presenta en la Ecuación 8.

$$T = \frac{Da}{\frac{D}{Q^*}} \quad (8)$$

Donde:

Da: representa los días hábiles de una empresa

D: demanda

Q*: cantidad a pedir

Del análisis realizado, podemos señalar que el modelo EOQ no es sensible a pequeñas fluctuaciones en la estimación de costos.

Esta insensibilidad es característica del modelo en general, lo que indica que, “dadas estimaciones de costos razonables, es probable que se obtengan buenas aproximaciones de la cantidad de pedido con el costo más bajo”, como menciona Anderson et al. (2011, pág. 639).

En la Figura 3, ilustra el costo de posesión de inventario y el costo de pedido, siendo el punto bajo el menor costo llamado EOQ.

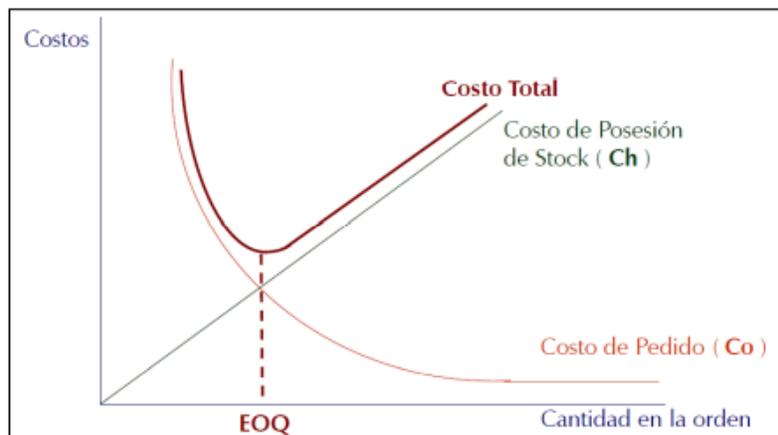


Figura 3. Lote económico

Fuente: Anderson (2011)

2.4.1.2 Modelo de tamaño de lote de producción económico

De acuerdo con Anderson et al. (2011) el modelo de inventario presentado anteriormente es similar al planteado a continuación. Sin embargo, en lugar de creer que el pedido llega en un envío de tamaño Q^* , asumimos que las unidades se suministran al inventario a un ritmo constante durante varios días o semanas. Por otra parte, debemos mencionar que “el modelo se aplique solo en situaciones donde la velocidad de producción sea superior a la demanda” (pág. 642). En otras palabras, este modelo está diseñado para situaciones de producción en las cuales, una vez que se hace un pedido, la producción y un número constante de unidades se agrega al inventario cada día hasta que la fase de producción se ha completado.

Dicho de la misma manera se menciona que al igual que con el modelo EOQ, los costos asociados con el modelo son los costos de pedido y los costos de almacenamiento, y los costos de pedido varían un poco.

Por lo tanto, se necesita calcular una serie de fórmulas que son:

1. El nivel máximo de existencias ya que la cantidad de producción Q no ingresa al inventario y por ende el inventario nunca alcanza un nivel de Q unidades, que se describe en la Ecuación 9.

$$\text{Inventario máximo} = (p - d)t \quad (9)$$

Donde:

d : tasa de demanda diaria

p : tasa de producción diaria

t : número de días de una fase de producción

2. Calcular el número de días de una fase de producción dividiendo un lote de Q unidades a una tasa de producción diaria de p unidades, como se detalla en la Ecuación 10.

$$t = \frac{Q}{p} \text{ días} \quad (10)$$

3. Calcular el inventario máximo como dice la Ecuación 11.

$$\text{Inventario máximo} = \left(1 - \frac{d}{p}\right)Q \quad (11)$$

4. Calcular el inventario promedio como muestra en la Ecuación 12.

$$\text{Inventario promedio} = \frac{1}{2} \left(1 - \frac{d}{p}\right)Q \quad (12)$$

5. Calcular el costo anual por mantener como indica la Ecuación 13.

$$Cam = \frac{1}{2} \left(1 - \frac{d}{p}\right)QCh \quad (13)$$

6. Calcular el costo anual por ordenar como se presenta en la Ecuación 14.

$$Cao = \left(\frac{D}{Q}\right)Co \quad (14)$$

7. A continuación, se calcula el costo anual total como muestra la Ecuación 15.

$$TC = \frac{1}{2} \left(1 - \frac{d}{p}\right)QCh + \frac{D}{Q}Co \quad (15)$$

Aunque, si describimos d en función de la demanda D y p en función de la producción P como indica la Ecuación 16, del costo anual total. Sin embargo, es necesario recordar que el análisis se debe hacerlo anual no diario (págs. 643-645).

$$TC = \frac{1}{2} \left(1 - \frac{D}{P}\right) QCh + \frac{D}{Q} Co \quad (16)$$

8. Mientras que dadas las estimaciones de los costos por ordenar y los costos por mantener, podemos utilizar la Ecuación 17, de costo mínimo para Q^* .

$$Q^* = \sqrt{\frac{2DCo}{\left(1 - \frac{D}{P}\right) Ch}} \quad (17)$$

9. De igual manera, Anderson et al. (2011, pág. 645), presenta la expresión general para un tiempo de ciclo T días presente en la Ecuación 18.

$$T = \frac{DaQ^*}{D} \quad (18)$$

2.4.1.3 Modelo de inventario con faltantes planeados

Según Anderson et al. (2011) señala que, este modelo es una extensión del modelo EOQ, pero se basa principalmente en pedidos pendientes, donde el cliente espera que llegue el pedido, también señala que en muchas ocasiones los desabastecimientos de inventarios son indeseables y se evitan en la medida de lo posible, pero en otros casos pueden considerarse necesarios porque económicamente evitan costos.

A continuación, se presenta el modelo de acuerdo a la Figura 4, sin embargo, al aplicar este modelo se debe asumir ciertas características que son:

- $Q-S$ es el inventario máximo, y S los pedidos pendientes
- El ciclo de inventario T , se divide en dos fases distintas:

t_1 : cuando las existencias están disponibles.

t_2 : cuando las existencias se agotan y todos los pedidos nuevos se ponen en espera.

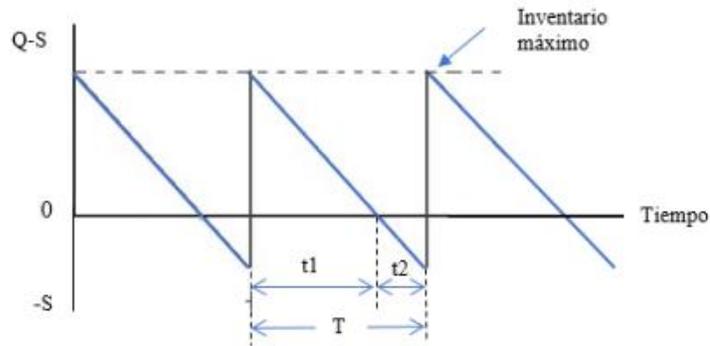


Figura 4. Diagrama de modelo de inventario con faltantes planeados

Fuente: Anderson (2011).

Por consiguiente, se plantea el cálculo del inventario promedio donde:

1. Primero se calcula los días cuando hay existencias disponibles como se presenta en la Ecuación 19.

$$t1 = \frac{Q - S}{d} \text{ Días} \quad (19)$$

2. A continuación, tenemos el cálculo del ciclo de inventario presente en la Ecuación 20.

$$T = \frac{Q}{d} \text{ Días} \quad (20)$$

3. Finalmente, al combinar estas dos ecuaciones anteriores tenemos la Ecuación 21, para el cálculo de inventario promedio, además, se expresa en función de la cantidad de pedido (Q) y el número máximo de reordenes (S).

$$I_p = \frac{1}{2} \left(\frac{(Q - S) \left(\frac{Q - S}{d} \right)}{\frac{Q}{d}} \right) = \frac{(Q - S)^2}{2Q} \quad (21)$$

Asimismo, se sigue una serie de cálculos de ecuaciones para aplicar el modelo siendo las siguientes:

1. Primero calcular el número anual de pedidos como se presenta en la Ecuación 22.

$$Np = \frac{D}{Q} \quad (22)$$

2. A continuación, se calcula el nivel promedio de pedidos pendientes o en espera; siendo S el número máximo de pedidos de acuerdo con la Ecuación 23.

$$Pep = \frac{\left(\frac{S}{2}\right) \left(\frac{S}{d}\right)}{\frac{Q}{d}} = \frac{s^2}{2Q} \quad (23)$$

3. Calcular el costo total anual después de saber las anteriores variables mencionadas para aplicar la Ecuación 24.

$$TC = \frac{(Q - S)^2}{2Q} Ch + \frac{D}{Q} Co + \frac{s^2}{2Q} Cb \quad (24)$$

Donde

Q: cantidad

S: número de pedidos en espera

Ch: Costo por mantener una unidad en el inventario durante un año

Co: Costo por pedido

Cb: Costo de mantener un pedido de una unidad en espera durante un año

Cabe mencionar que Ch, Co y Cb y la demanda anual D, accede al cálculo diferencial que puede usarse para demostrar que los costos mínimos de la cantidad de pedido Q * como se presenta en la Ecuación 25 y los pedidos pendientes o en espera S * en la Ecuación 26.

$$Q^* = \sqrt{\frac{2DCo}{Ch} \left(\frac{Ch + Cb}{Cb}\right)} \quad (25)$$

$$S^* = Q^* \left(\frac{Ch + Cb}{Cb}\right) \quad (26)$$

2.4.1.4 Modelo de descuento por cantidad

Este modelo se identifica por los descuentos que se producen en diversas situaciones en las que los proveedores ofrecen incentivos a los clientes por pedidos grandes como señala Anderson et al. (2011, pág. 650) . Además, este modelo considera reducir el costo de comprar un artículo cuando se compra al por mayor.

Para el progreso de este modelo es necesario seguir tres pasos:

1. Por cada categoría de descuento se debe calcular la cantidad óptima por pedir Q^* del EOQ como se presenta en la Ecuación 27, para luego realizar el cálculo de los costos por mantener como se presenta en la Ecuación 28, donde I es el descuento.

$$Q^* = \sqrt{\frac{2DCo}{Ch}} \quad (27)$$

$$Ch = IC \quad (28)$$

2. Ajustar Q^* Si el precio de descuento aceptado es muy bajo, la cantidad del pedido debe ajustarse para que el producto se pueda comprar al precio aceptado. La Ecuación 29, se utiliza para calcular los costos anuales totales.

$$TC = \frac{Q}{2}Ch + \frac{D}{Q}Co + DC \quad (29)$$

3. Finalmente se determina la cantidad de pedido óptima. Sustituimos las cantidades recibidas en el paso 1 en la ecuación de costo total y el costo más bajo que obtenemos es el costo óptimo como menciona Anderson et al. (2011).

2.4.2 Modelos Probabilísticos

Según Heizer et al. (2009), dice que “los modelos antes mencionados asumen demanda constante, los siguientes modelos se utilizan cuando se desconoce la demanda de un producto, por lo tanto, es posible especificar mediante una distribución de probabilidad” (pág. 494). Es decir, que es un modelo que estudia los productos de entrada y determina los tipos de información que es más probable que aparezcan en los valores.

Sin embargo, este modelo utiliza una distribución de posibilidad para detallar cualquier variable desconocida, debido a la incertidumbre y no a causas predecibles.

Es así como se identifica la clasificación para distinguir modelos como indica en la Tabla 6.

Tabla 6. Clasificación del modelo probabilístico

REVISIÓN CONTINUA	REVISIÓN PERIÓDICA
<ul style="list-style-type: none">• La cantidad es fija• El tiempo es variable	<ul style="list-style-type: none">• El tiempo es fijo• La cantidad es variable

Elaborado por: Autor 2021

Los modelos probabilísticos más comunes son los que se mencionan a continuación:

- Modelo de inventario de periodo único con demanda probabilística
- Modelo de punto de reorden con demanda probabilística

2.4.2.1 Modelo de inventario de periodo único con demanda probabilística

Según Anderson et al. (2011) plantea que el modelo se utiliza cuando es estacional o perecedero, es decir que no se puede almacenar y, por lo tanto, no se puede vender en el futuro. De esta manera el modelo presenta dos costos: 1) costo unitario de sobreestimar la demanda y 2) costo por unidad de subestimación de la demanda como se presentan en la Tabla 7:

Tabla 7. Costos del modelo de inventario de periodo único con demanda probabilística

VARIABLE	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
Co	Costo unitario de sobreestimar la demanda	Este costo considera la pérdida de ordenar una unidad adicional y verla sin vender; el Co es igual al costo de compra menos el precio de venta.
Cu	Costo por unidad de subestimación de la demanda	Este costo representa la pérdida de no ordenar una unidad adicional y ver si se podría haber vendido; Cu es igual a la diferencia entre el precio de venta y el costo de compra.

Elaborado por: Autor 2021

Una vez analizado los dos costos anteriores, se calcula la cantidad optima de pedido Q^* en la distribución de probabilidad como se presenta en la Ecuación 29.

$$P(\text{Demanda} \leq Q^*) = \frac{C_u}{C_u + C_o} \quad (29)$$

Utilizando el Anexo 1, se aplica en la Ecuación 30, donde se puede encontrar la distribución de la probabilidad normal z. con la cual podemos encontrar la cantidad optima de pedido Q*.

$$Q^* = \mu + z\sigma \quad (30)$$

Donde:

μ : demanda media

σ : desviación estándar

z: distribución de la probabilidad

2.4.2.2 Modelo de punto de reorden con demanda probabilística

Anderson et al. (2011) menciona que el modelo se representa como un sistema de períodos múltiples porque trabaja continuamente con muchos ciclos. Es así como, el inventario se puede mantener de un período a otro siempre que la línea de inventario haya llegado al punto de reorden.

Sin embargo, no existe una fórmula precisa para desarrollar y aplicar el modelo, pero se puede sugerir un método que genere pautas de solución.

1. Primero se debe definir la cantidad óptima de pedido, es decir, cuanto ordenar como se presenta en la Ecuación 31.

$$Q^* = \sqrt{\frac{2DC_o}{Ch}} \quad (31)$$

2. A continuación, necesitamos identificar el punto de reorden es decir cuando pedir, para lo cual utilizamos la Ecuación 32.

$$r = \mu + z\sigma \quad (32)$$

Donde:

r: punto de reorden

μ : demanda media

σ : desviación estándar

z: distribución de la probabilidad, ubicada en el 5% de agotamiento de existencias

2.4.3 Modelos Heurísticos

Los modelos heurísticos presentan un enfoque que mejora la forma del problema mediante el uso de un conjunto de reglas y procedimientos racionales, con el objetivo de minimizar el costo promedio mientras se mantiene un nivel suficiente de existencias para satisfacer la demanda de períodos; en la mayoría de los casos brindando una solución al problema que en ocasiones puede ser la solución óptima (Fernando, 2017). Asimismo, se dice que son técnicas heurísticas que proporcionan alta eficiencia y efectividad en la resolución de problemas para el área de inventarios con demanda variable.

2.4.3.1 Heurístico de Silver – Meal

Según Silver (1973), menciona que la heurística de Silver-Meal tiene como objetivo minimizar los costos de ordenar y mantener el inventario por período, es decir, para cada período analizado, la variable de decisión es el tiempo que durará el reabastecimiento.

Por otro lado, Muñoz (2009) plantea que para el desarrollo de este método se debe calcular el costo total con la relación de la suma de los costos del pedido más los costos de mantenimiento y se divide por el número de períodos de demanda, lo que da como resultado un precio promedio.

A continuación, se presentan las explicaciones de sus ecuaciones por período para la Aplicación del Heurístico de Silver – Meal, presente en las siguientes Ecuaciones, dependiendo el periodo a aplicar:

$$CT1 = S \quad (33)$$

$$CT2 = (S + (D2 * H * (T2 - 1))) \quad (34)$$

$$CT3 = CT2 + (D3 * H * (T3 - 1)) \quad (35)$$

$$CT4 = CT3 + (D4 * H * (T4 - 1)) \quad (36)$$

$$CTn = CTn + (Dn * H * (Tn - 1)) \quad (37)$$

$$CTUTi = \frac{CTi}{Ti} \quad (38)$$

Donde:

- T_i = período i , por ejemplo, $T_2=2$
- S = costo de ordenar
- D_i = Demanda del período i
- H = Costo de mantener el inventario
- CT_2 : costo total del período 2 (costo total del período 1 + costo de mantener la demanda del período 2 durante 1 ($T-1=1$) período en inventario)
- CT_3 : costo total del período 3 (costo total del período 2 + costo de mantener la demanda del período 3 durante 2 ($T-1=2$) períodos en inventario)
- CT_4 : costo total del período 4 (costo total del período 3 + costo de mantener la demanda del período 4 durante 3 ($T-1=3$) períodos en inventario)

El proceso se desarrolla sucesivamente de tal manera que el costo total se sigue calculando hasta que aumenta de un período a otro, en cuyo caso el cálculo se detiene y se define la cantidad óptima de pedido, que corresponde a la suma de los valores requeridos de los períodos en los que no se incrementaron los costos totales.

2.4.3.2 Algoritmo de Wagner y Whitin

Para Taha (2004), el algoritmo Wagner y Whitin es una metodología que utiliza programación dinámica para calcular la opción óptima, es decir, generar menores costos de almacenamiento. De esta manera se dice que, en cada período, se evalúan los costos de un nuevo pedido, se suman a los costos de la mejor opción del período anterior y se comparan con las demás opciones restantes hasta que se realiza un pedido en función de la demanda acumulada hasta el horizonte de planificación. Al contar el costo de todas las opciones, se toma la opción con el costo más bajo y se guarda para los siguientes pasos. En el último período se propone la estrategia de costo mínimo para los períodos analizados, es así que la planificación se realiza a lo largo de un año.

Además, Muñoz (2009), dice que el algoritmo de Wagner y Whitin tiene como objetivo determinar las cantidades a producir en un determinado período de tiempo de forma que se minimicen los costes totales. Mediante el cual se define como se presenta en la Ecuación 39.

$$C_i = C_o + \min_{j=i, j+1, \dots, n} \{C_{j+1} + C_I [Q_{i+1} + 2Q_{i+2} + \dots + (j-i)Q_j]\} \quad (39)$$

Como todo modelo matemático se debe seguir pasos para su desarrollo:

1. Definir el criterio de la función objetivo, el cual es minimizar costos de mantener y de ordenar.
2. Identificar y definir las variables además de las restricciones de balance, demanda, binaria, límite y no negatividad.

VARIABLES DE DECISIÓN:

$X_i =$ Cantidad de unidades a ordenar en el periodo i

$I_i =$ Inventario en unidades al final del periodo i

$W_i =$ ¿En el periodo i se ordena?

$i = \{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, \dots, n\}$

3. Formulación de la función objetivo en la Ecuación 40.

$$Z_{MIN} = S(W_1 + W_2 + W_3 + W_n) + H(I_1 + I_2 + I_3 + I_n) \quad (40)$$

4. Resolver utilizando el software Win QSB por medio de la herramienta *Linear and Integer Programming* se puede obtener la solución al modelo formulado.

En el Anexo 2, se presenta un cuadro resumen de la evolución de los inventarios con cada uno de ellos para tener un entendimiento de una forma dinámica para su entendimiento.

2.5 Pronóstico de inventario

Según Heizer et al. (2009), la predicción es un arte y una ciencia que hace posible adivinar eventos futuros, lo que puede implicar el uso de datos históricos y el uso de un modelo matemático para encontrar una proyección. Sin embargo, estas previsiones pueden ser a corto, medio o largo plazo.

Por otro lado, Chase et al. (2014) menciona que al elegir el método de pronóstico es vital considerar su propósito, ya que algunos métodos analizan altos niveles de demanda, mientras que otros contribuyen a la definición de estrategias de satisfacción de la demanda.

Sin embargo, una apreciación de la demanda futura es crítica a la hora de determinar el número y tipo de producto que la empresa debe producir, mantener o pedir para inventarios. En consecuencia, es importante definir un método de pronósticos a utilizarse, que se relacione con las diferentes

áreas de la organización, ya que un pronóstico erróneo puede implicar malas tomas de decisiones dentro la organización.

En la Figura 5, se presenta la clasificación de inventario donde se detalla cada una de las divisiones para un mejor entendimiento que presenta tanto para el método cuantitativo que es el método para analizar en la presente investigación.

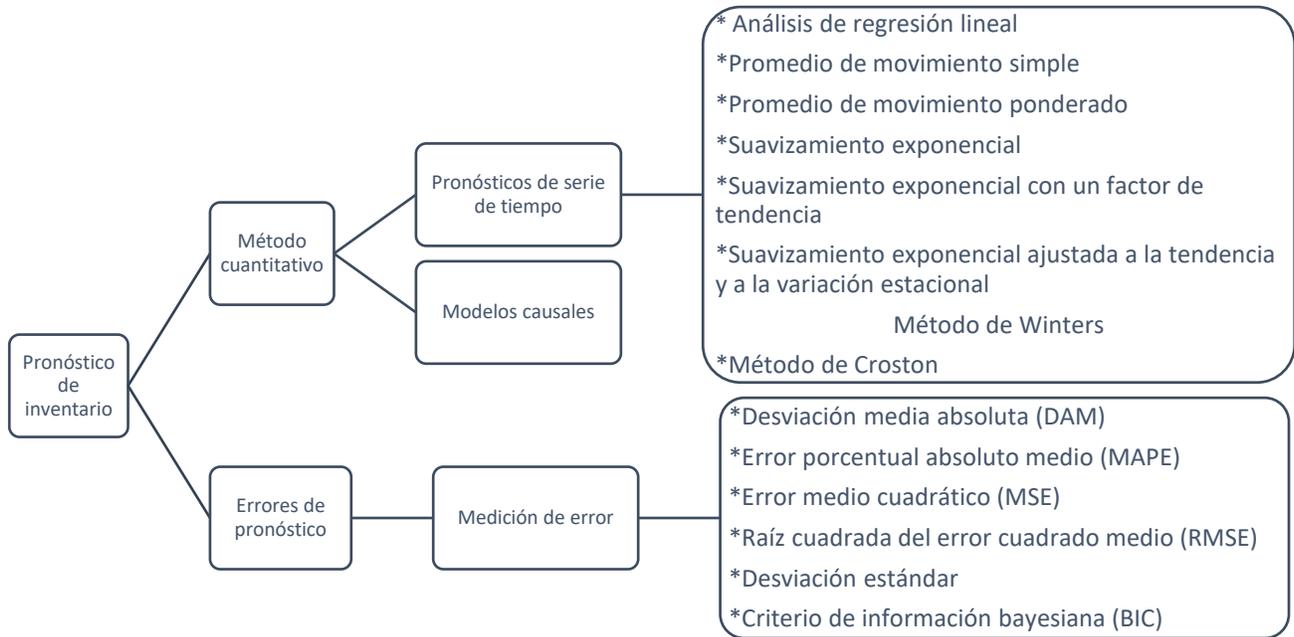


Figura 5. Clasificación de pronóstico de inventario

Fuente: Elaboración propia 2021

2.5.1 Método Cuantitativo

De acuerdo con Nahmias (2014) los métodos se denominan objetivos o cuantitativos ya que el pronóstico se basa en el análisis de datos. Sin embargo, tienen un error de pronóstico bajo ya que el pronóstico utiliza datos reales e internos. A continuación, se presentan los siguientes métodos:

2.5.1.1 Pronósticos de series de tiempo

Según Nahmias (2014), son aquellos pronósticos que usan solo valores pasados. Del mismo modo, los modelos de pronóstico de series de tiempo procuran predecir datos futuros basándose en información preliminar. De acuerdo con el análisis establecido se presenta tres modelos

predictivos de análisis de series de tiempo como se presenta en la Tabla 8:

Tabla 8. Modelos predictivos de análisis de series de tiempo

CORTO PLAZO	MEDIANO PLAZO	LARGO PLAZO
Menor de tres meses	Entre tres meses y dos años	Más de dos años

Elaborado por: Autor 2021

A continuación, se describen los métodos de pronóstico de análisis de series de tiempo.

2.5.1.1.1 *Análisis de regresión lineal*

De acuerdo con Chase et al. (2014), define a la regresión como una correlación entre dos o más variables. Esto predice una variable basada en otra. Muchas veces, la relación se construye a partir de datos anteriores. A modo que la regresión lineal refleja si la relación entre las variables forma una línea, mediante la cual se aplica en la Ecuación 41.

$$y = a + bx \quad (41)$$

Donde

a= Secante y.

b= Pendiente de la recta.

Para el cálculo de las variables anteriores a se emplea las siguientes ecuaciones, siendo la Ecuación 42 para la secante y, la Ecuación 43 para la pendiente de la recta.

$$a = \bar{y} - b\bar{x} \quad (42)$$

$$b = \frac{\sum xy - n\bar{x}.\bar{y}}{\sum x^2 - n\bar{x}^2} \quad (43)$$

Donde

\bar{y} = Promedio de todas las y.

\bar{x} = Promedio de todas las x.

x = Valor x de cada punto de datos.

y= Valor y de cada punto de datos.

n= Número de puntos de datos.

Y= valor de la variable dependiente calcula con la ecuación de regresión.

En efecto, para ajusta la línea a los datos o, en otras palabras, el error estándar de la estimación, se utiliza la Ecuación 44 del error estándar.

$$S_{xy} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - Y_i)^2}{n - 2}} \quad (44)$$

2.5.1.1.2 Promedio de movimiento simple

Según Hanke et al. (2010), define que los métodos de promedio generan pronósticos con base en un promedio de observaciones pasadas. También señala que el modelo de promedio móvil puede ser de gran utilidad cuando los datos de la demanda no suben o bajan de una forma rápida, y de tal manera que, si los mismos datos no presentan estacionalidad, este método sirve para eliminar las incertidumbres aleatorias de los pronósticos. A pesar de que los promedios de movimientos casi siempre son céntricos, es más conveniente utilizar datos preliminares para predecir el periodo siguiente de forma directa. La Ecuación 45, es para el cálculo de promedio móvil simple.

$$F_t = \frac{A_{t-1} + A_{t-2} + A_{t-3} + \dots + A_{t-n}}{n} \quad (45)$$

Donde:

F_t = Pronóstico para el periodo siguiente.

n= Número de periodos a promediar.

A_{t-1} = Suceso real en el periodo anterior.

A_{t-2} , A_{t-3} y A_{t-n} = Sucesos reales hace n periodos.

Visto de esta forma Chase et al. (2014) dice que la principal desventaja de usar una media móvil es que, cada elemento debe tratarse como información, ya que un nuevo período de pronóstico implica agregar nuevos datos y eliminar el anterior o el primero.

Además, indica que la media móvil simple da el mismo significado a todos los números de la base de datos.

2.5.1.1.3 Promedio de movimiento ponderado

Según Chase et al. (2014), indica que la media móvil ponderado permite que cada elemento tenga un significado diferente cuando la suma de todos es igual a uno. La expresión de este modelo se presenta en la Ecuación 46.

$$F_t = W_1A_{t-1} + W_2A_{t-2} + \dots + W_nA_{t-n} \quad (46)$$

Donde:

w_1 = Ponderación para el periodo t-1.

w_2 = Ponderación para el periodo t-2.

w_n = Ponderación para el periodo t-n.

n = Número total de periodos.

Asimismo, se dice que mediante este método se busca incorpora diferentes ponderaciones para predecir las futuras, sin embargo, permite un peso desigual de la demanda. Por otro lado, la media móvil ponderado final tiene una clara ventaja sobre la media móvil simple en que puede variar los efectos de los datos pasados.

2.5.1.1.4 Suavizamiento exponencial

Chase et al. (2014) confirma que, en la mayoría de los casos los eventos más recientes apuntan al futuro, es decir, cuando se agrega nueva información, se elimina la observación anterior y se calcula un nuevo pronóstico.

Sin embargo, el suavizado exponencial es de gran importancia, por lo que está presente en casi todos los softwares de pronóstico y se utiliza con mayor frecuencia en el orden de acciones por empresas de servicios, empresas minoristas y corporaciones.

En este sentido es que se llama suavizado exponencial porque cada incremento en el pasado se reduce $(1 - \alpha)$. Si la ponderación (α) es 0.05, en la Tabla 9, se describen las ponderaciones para los diferentes períodos:

Tabla 9. Ponderación para distintos periodos en el suavizamiento exponencial.

Ponderación más reciente = $\alpha (1 - \alpha)^0$	0.0500
Datos de un periodo anterior = $\alpha (1 - \alpha)^1$	0.0475
Datos de dos periodos anteriores = $\alpha (1 - \alpha)^2$	0.0451
Datos de tres periodos anteriores = $\alpha (1 - \alpha)^3$	0.0429

Fuente: Chase et al. (2014)

Elaborado por: Autor 2021

A continuación, se presenta diferentes técnicas de suavización exponencial:

- Son métodos extraordinariamente precisos.
- El usuario comprende cómo funciona el modelo.
- El uso limitado de datos históricos significa que el equipo informático requiere poca memoria.
- Para el desarrollo es necesario tener tres piezas importantes: el pronóstico más reciente, como también la demanda real del último periodo de pronóstico y una constante de suavización exponencial para un solo pronóstico cual se expresa en la Ecuación 47.

$$F_t = F_{t-1} + \alpha(A_{t-1} - F_{t-1}) \quad (47)$$

Donde:

F_t = Pronóstico suavizado exponencialmente para el periodo t

F_{t-1} = Pronóstico suavizado exponencialmente para el periodo anterior

A_{t-1} = Demanda real en el periodo anterior

α = Índice de respuesta deseado, o constante de suavización.

Por otro lado, se dice que la ecuación establece el nuevo pronóstico que es igual al pronóstico anterior más una parte del error.

2.5.1.1.5 Suavizamiento exponencial con un factor de tendencia

En cuanto a Chase et al. (2014), señala que una tendencia ascendente o descendente en los datos recopilados durante un rango de períodos de tiempo hará que el pronóstico esté por debajo de los

resultados reales, por lo que se debe agregar un ajuste de tendencia para corregirlo.

Cabe considerar por otra parte que, para corregir la tendencia, son necesarias dos constantes: el suavizamiento alfa (α) y la constante de suavizamiento (δ). Es decir que la función de la constante delta consiste en reducir el error entre la realidad y el pronóstico, de modo que, si no se incluye una de las constantes, la tendencia actúa de forma exagerada a los errores.

Por consiguiente, se debe calcular el pronóstico con factor de tendencia (PIT) como se muestra en la Ecuación 48.

$$PIT_t = F_t + T_t \quad (48)$$

A continuación, se detalla el cálculo de las variables anteriormente nombradas que son: F_t , el pronóstico de suavizamiento exponencial para el periodo t y T_t , el suavizamiento exponencial con factor de tendencia que se calculan de acuerdo con la Ecuación 49 y 50.

$$F_t = PIT_{t-1} + \alpha(A_{t-1} - FIT_{t-1}) \quad (49)$$

$$T_t = T_{t-1} + \delta(F_t - FIT_{t-1}) \quad (50)$$

Donde:

F_t = Pronóstico suavizado exponencialmente para el periodo t.

T_t = Tendencia suavizada exponencialmente para el periodo t

PIT_t = Pronóstico con la tendencia para el periodo t

PIT_{t-1} = Pronóstico con la tendencia hecha para el periodo anterior

A_{t-1} = Demanda real del periodo anterior

α = Constante de suavización

δ = Constante de suavización.

2.5.1.1.6 Suavizamiento exponencial ajustada a la tendencia y a la variación estacional

Sin duda, este método funciona mejor cuando la tendencia histórica de la demanda no muestra una marcada tendencia o estacionalidad como se muestra en la Figura 6. A continuación, especialmente en el caso de suavizado exponencial, si la serie histórica tiene una tendencia al alza, la demanda tenderá

a subestimarse, cuando la demanda muestra una tendencia a la baja, el suavizado exponencial tenderá a sobreestimar el valor de la demanda real.

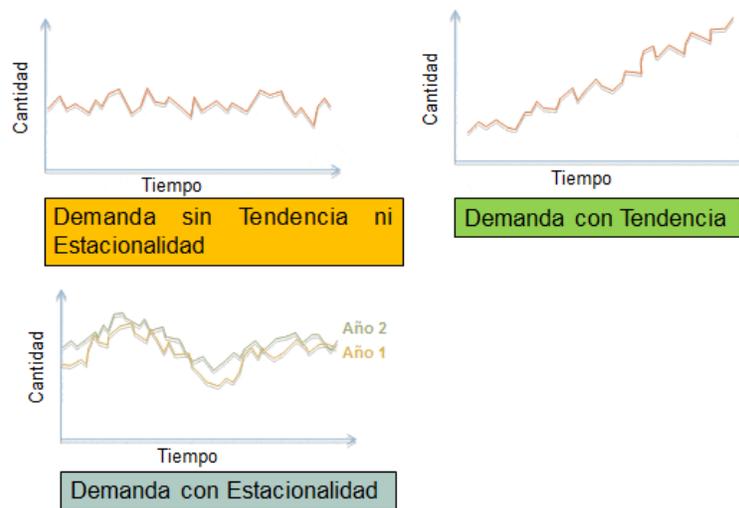


Figura 6. Suavizamiento exponencial ajustada a la tendencia y a la variación estacional

Fuente: Gestión de Operaciones (2015)

Para el suavizamiento exponencial se plantea el siguiente método descrito a continuación:

II.5.1.1.6.1 Método de Winters

Según Hanke et al. (2010) define que el método Winters, es una extensión del método de suavizado exponencial con un factor de tendencia de la misma forma se pueden representar mejor los datos y como también se puede reducir el error de pronóstico.

Para el desarrollo del método, se sugiere:

1. Principalmente tener las series suavizadas exponencialmente o nivel de estimación para aplicar en la Ecuación 51.

$$L_t = \alpha \frac{Y_t}{S_{t-s}} + (1 - \alpha)(L_{t-1} + T_{t-1}) \quad (51)$$

2. De la misma forma se procede a calcular la estimación de la tendencia como en la Ecuación 52.

$$T_t = \delta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \delta)T_{t-1} \quad (52)$$

3. A continuación, se calcula la estimación de la estacionalidad presente en la Ecuación 53.

$$S_t = \gamma \frac{Y_t}{L_t} + (1 - \gamma)S_{t-s} \quad (53)$$

4. Finalmente, se analiza el pronóstico de p periodos futuros, tal como se presenta en la Ecuación 54.

$$Y_{t+p} = (L_t + pT_t)S_{t-s+p} \quad (54)$$

Donde:

L_t = nuevo valor suavizado (estimado de nivel actual).

α = constante de suavización del nivel.

Y_t = nueva observación o valor real en el periodo t .

δ = constante de suavización para el estimado de tendencia.

T_t = estimado de tendencia.

γ = constante de suavización para el estimado de estacionalidad.

S_t = estimado de estacionalidad.

p = periodos futuros a pronosticarse.

s = longitud de la estacionalidad.

Y_{t+p} = el pronóstico para el periodo p en el futuro.

2.5.1.1.7 Método de Croston

Según Villareal (2016) indica que el modelo de Croston está diseñado específicamente para datos en los que la necesidad de un período de tiempo determinado suele ser nula. De ahí se plantea el siguiente modelo de acuerdo con las siguientes alternativas de acuerdo a sus comportamientos de demanda.

- Si la demanda es diferente de cero, aplicar las siguientes Ecuaciones:

$$\bar{z}_t = \alpha z_t + (1 - \alpha)\bar{z}_{t-1} \quad (55)$$

$$\bar{p}_t = \alpha p_t + (1 - \alpha)\bar{p}_{t-1} \quad (56)$$

$$\bar{y}_t = \frac{\bar{z}_t}{\bar{p}_t} \quad (57)$$

- Si la demanda es igual a cero, calcular las siguientes Ecuaciones:

$$\bar{z}_t = \overline{z_t - 1} \quad (58)$$

$$\bar{p}_t = \overline{p_t - 1} \quad (59)$$

$$\bar{y}_t = \frac{\bar{z}_t}{\bar{p}_t} \quad (60)$$

Donde:

\bar{y}_t : Estimación demanda promedio para el periodo t.

\bar{p}_t : Estimación de Croston del intervalo medio entre transacciones.

\bar{z}_t : Estimación de Croston del tamaño medio de la demanda.

\bar{y} : Estimación de Croston de la demanda media por período.

q : Intervalo de tiempo desde la última demanda

α : parámetro de suavizado entre 0 y 1

Por tal motivo cuando este requisito ya no es cero, el procedimiento se comporta como un simple suavizado exponencial.

2.5.1.2 Modelos causales

Según Nahmias (2014), define a “los modelos causales aquellos que usan datos de diferentes fuentes, por tal motivo manifiesta que puede haber otras variables con valores que de alguna manera estén relacionados con las predicciones”. (pág. 50)

A continuación, se explica el modelo causal que se presenta en la Ecuación 61.

$$Y = f(X1, X2, \dots, Xn) \quad (61)$$

- Cuando X1, X2, ..., Xn: son las variables que se cree que están relacionadas con Y, entonces se puede señalar que un modelo causal es aquel en el que la predicción de Y se basa en las variables correlacionadas.
- Así mismo es importante definir los modelos econométricos que son especiales en los que la

relación de Y, y las variables relacionadas (X_1, X_2, \dots, X_n) es lineal, de este modo se calcula en la Ecuación 62.

$$Y = \alpha_0 + \alpha_1 X_1 + \alpha_2 X_2 + \dots + \alpha_n X_n \quad (62)$$

- Además, se puede señalar que ($\alpha_0, \alpha_1, \alpha_2 \dots \alpha_n$) son constantes, por tal motivo el método más utilizado es el método de mínimos cuadrados para encontrar estimadores de constantes.

Por último, estos modelos se utilizan normalmente en finanzas y economía para predecir los valores de variables macroeconómicas, mientras que los modelos de series de tiempo se utilizan normalmente en operaciones de planificación.

2.5.2 Errores de pronóstico

Para Villareal (2016), el error de pronóstico es la diferencia numérica entre la demanda real y la prevista, sin embargo, es la medida que muestra la efectividad de utilizar uno de los métodos de pronóstico. Por otro lado, cuyo error debe calcularse, mediante la estimación del error con el fin de tener presente lo siguiente:

- Determine cuándo el método de pronóstico ya no rastrea la demanda real y, por lo tanto, debe configurarse nuevamente.
- Especifique los valores de los parámetros que dan la predicción con el menor error.
- Determine observaciones de demanda erráticas o valores atípicos que deben evaluarse cuidadosamente y, si es necesario, extraerse de los datos.
- Crear inventarios de seguridad o capacidades de seguridad y así asegurar la protección deseada contra cuellos de botella de inventario (pág. 250).

2.5.2.1 Medición de error

De acuerdo con Hanke et al. (2010), mencionan que existen varios métodos que tienen como objetivo resumir los errores generados por una técnica de pronóstico específica, la mayoría de estas mediciones son el promedio de una función de la diferencia entre su valor real y su valor predicho. Por otro lado, existen varias variables para describir el grado de error como son: 1) error estándar, 2) la varianza y 3) la desviación absoluta media.

Su cálculo nos permite decidir qué método de pronóstico es mejor y pueden detectar cuando algo en

nuestro pronóstico de demanda no está funcionando bien, de modo que podamos cambiar el curso de nuestras decisiones para tomar mejores decisiones. En otras palabras, siempre habrá un error al calcular un pronóstico de demanda, pero se trata de minimizar ambos tipos de errores eligiendo el mejor método de pronóstico. A continuación, se presentan los siguientes errores para la evaluación de pronósticos:

2.5.2.1.1 Desviación media absoluta (DAM)

Según Chase et al. (2014), define a la desviación media absoluta como un promedio de las desviaciones absolutas, es decir, no tiene en cuenta el signo, por lo que solo expresa el tamaño y no la dirección del error. Sin embargo, la DAM mide la dispersión de un valor observado en relación con un valor esperado, como se presenta en la Ecuación 63.

$$DAM = \frac{\sum_{i=1}^n |A_t - F_t|}{n} \quad (63)$$

Donde

t: Número del periodo.

A: Demanda real del periodo.

F: Demanda pronosticada para un periodo.

n: Número total de periodos.

En otras palabras, la medida de la magnitud del error esperado es el valor absoluto de la diferencia entre la demanda real y la demanda esperada, dividido por el número de períodos de tiempo.

2.5.2.1.2 Error porcentual absoluto medio (MAPE)

Este método determina el error relativo a la demanda promedio. En este sentido se calcula el MAPE, dividiendo el DAM por la demanda promedio como se presenta en la Ecuación 64.

$$MAPE = \frac{DAM}{Promedio\ de\ la\ demanda} \quad (64)$$

De igual manera el MAPE nos da la diferencia en porcentajes, mas no en unidades como las mediciones anteriores. Este es el error absoluto promedio o la diferencia entre la demanda real y la esperada.

Esta es una métrica útil porque es una estimación de la cantidad o el valor del error esperado con un pronóstico. Por lo cual se calcula obteniendo el error absoluto de cada período, dividiéndolo por el valor real observado en ese período y promediando estos errores absolutos como un porcentaje, el resultado final inmediatamente se multiplica por cien y se expresa como un porcentaje como se presenta en la Ecuación 65.

$$MAPE = \frac{[\sum |E_t| / D_t] * 100}{n} \quad (65)$$

Donde:

E_t = Error del pronóstico para el periodo t.

D_t = Demanda real para el periodo t.

n = Número de periodos pronosticados.

2.5.2.1.3 Error medio cuadrático (MSE)

Según Hanke et al. (2010), el método consiste en equilibrar cada error; luego estos se suman y se dividen por el número de observaciones, su fórmula se presenta en la Ecuación 66. Igualmente se dice que el MSE es una medida de la dispersión de un error de predicción, pero maximiza el error en un cuarto, penalizando los momentos en que la desviación es mayor que los otros errores. Por lo tanto, se recomienda aplicar el MSE para períodos con pequeñas desviaciones.

$$MSE = \frac{\sum E_t^2}{n} \quad (66)$$

Donde

E_t = Error del pronóstico para el period t.

n = Número de periodos pronosticados.

2.5.2.1.4 Raíz cuadrada del error cuadrado medio (RMSE)

Para Hanke et al. (2010), la raíz cuadrada del error cuadrado medio se detecta o penaliza grandes errores, pero se diferencia en que tiene las mismas unidades que la serie predicha, por tal motivo su magnitud se interpreta más fácilmente, como se presenta en la Ecuación 67.

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum E_t^2}{n}} \quad (67)$$

2.5.2.1.5 Desviación estándar

La desviación estándar mide la propagación de puntos de datos en la dirección Y, alrededor de la línea de ajuste, es decir, mide la propagación de errores de predicción. El error estándar se muestra y calcula como en la Ecuación 68.

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (E_t - \bar{E})^2}{n - 1}} \quad (68)$$

Donde:

σ = Desviación estándar.

E_t = Error del pronóstico para un periodo.

\bar{E} = Error del pronóstico promedio.

n = Número de periodos pronosticados

Por ello se hace necesario mencionar que la desviación estándar es la medida más común de dispersión, que muestra la desviación entre los datos y la media. Sin embargo, cuanto mayor sea la desviación estándar, más dispersos estarán los datos, como se muestra en la Figura 7.



Figura 7. Desviación estándar

Fuente: Minitab18 (2019)

2.5.2.1.6 Criterio de información bayesiana (BIC)

De acuerdo con Díaz et al. (2018) y Montesinos (2011), mencionan que “El Criterio de Información Bayesiano propuesto por Schwarz en (1978), fue uno de los métodos más populares utilizados para la selección de modelos. Por tal motivo se dice que es un criterio para evaluar modelos en términos de probabilidades posteriores”. (pág. 10)

Por otra parte, se refiere a los criterios utilizados para seleccionar un modelo de un conjunto específico de modelos. También se basa directamente en el funcionamiento de la probabilidad y, a su vez, está relacionado con el Estándar de información de Akaike (AIC). Lo cual a continuación, se presenta la ecuación el cual viene denotado por la Ecuación 69:

$$BIC = -2 * \ln L + K \ln(n) \quad (69)$$

Donde:

ln L: máximo valor de la función de verosimilitud.

K: el número de parámetros libres a ser estimados.

n: el número de datos u observaciones.

2.6 Modelo de pronósticos de inventario

Son modelos estadísticos para pronosticar el futuro, es decir sirven para detectar situaciones futuras y hacer proyecciones con base a la información analizada.

Es importante mencionar que para Hyndman et al. (2020) los modelos de pronóstico de inventario muestran un enfoque para el pronóstico de series de tiempo. Es decir que el suavizado exponencial y los modelos ARIMA son los dos enfoques más utilizados para predecir series de tiempo, que ofrecen los siguientes enfoques complementarios:

- Los modelos de suavizado exponencial se basan en una descripción de la tendencia y la estacionalidad de los datos.
- Los modelos ARIMA tienen como objetivo describir las autocorrelaciones en los datos.

Dentro de estos modelos de pronóstico se plantea tres modelos en relación con el tema de estudio, siendo los siguientes:

2.6.1 Modelo ARIMA

Primeramente, se presenta los conceptos básicos para trabajar con modelos ARIMA como se muestra en la Figura 8.

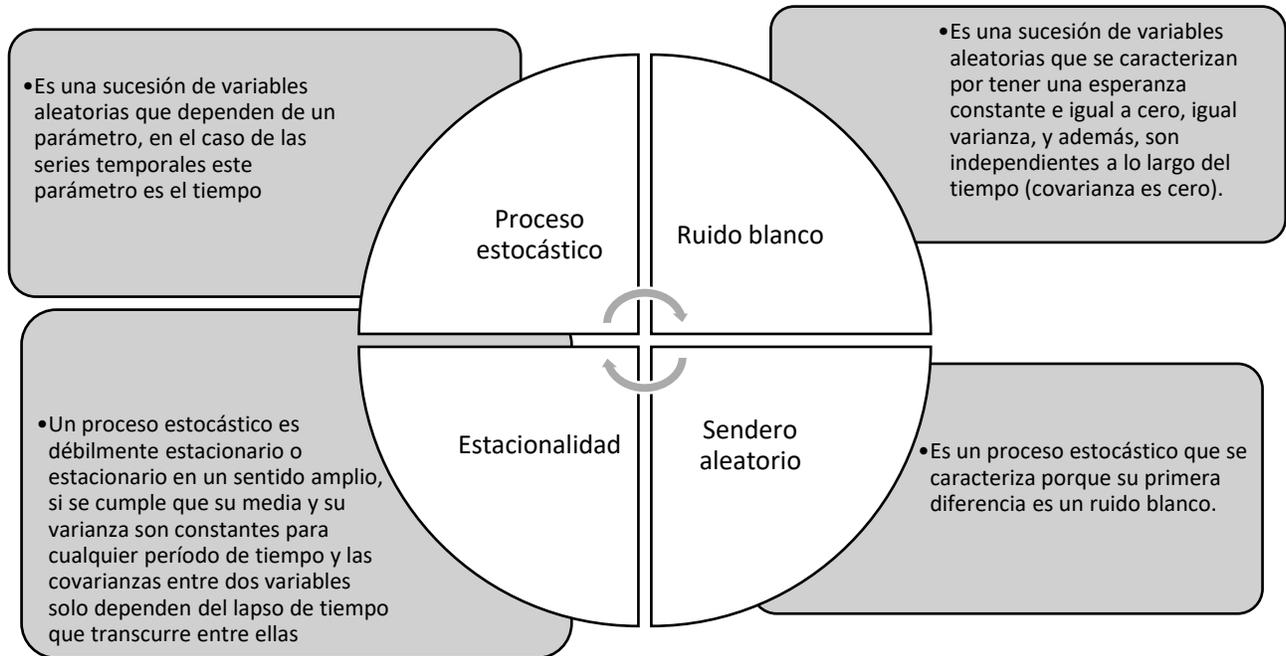


Figura 8. Conceptos básicos para modelos Arima

Elaborado por: Autor 2021

Según Angulo et al. (2021), menciona que el modelo ARIMA se basan en conjuntos de datos pasados para realizar predicciones, lo que les permite ser rápidas y económicas. También, permiten recopilar tendencias y estacionalidad. Asimismo, las predicciones ARIMA se aplican de acuerdo con la metodología de Box y Jenkins presente a continuación.

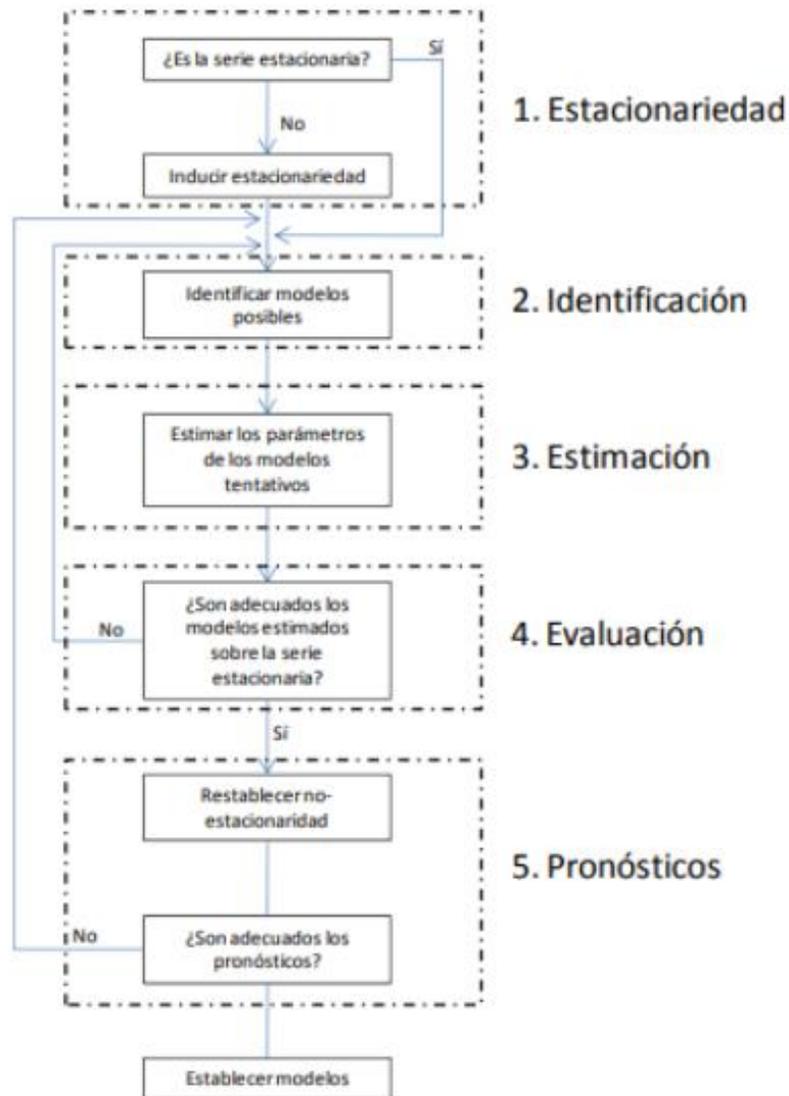


Figura 9. Metodología Box y Jenkins

Fuente: Angulo (2021, pág. 38)

En la Figura 9, se representa de una manera más ilustrativa las 5 fases de la metodología Box y Jenkins, las cuales cuyo objetivo es establecer el modelo adecuado, como se presenta a continuación:

1. Estacionariedad: Un proceso estacionario se describe como una secuencia de datos que no muestra un cambio sistemático en la media o varianza, es decir, cuando se dice que la serie es estable.

2. Identificación: Después de haber verificado la estacionariedad de la serie, es necesario identificar el modelo probable que rige el proceso de la serie temporal.
3. Estimación: Estimamos los coeficientes del modelo elegido provisionalmente en el paso anterior.
4. Evaluación: Luego de estimar los coeficientes del modelo propuesto, se verifica la eficiencia del modelo y se decide si es estadísticamente adecuado.
5. Pronóstico: Finalmente, se predicen los valores futuros de la serie de tiempo.

2.6.2 Modelo por Redes Neuronales

De acuerdo con Beale et al. (2019), define que es un modelo de computadora cuya estructura consiste en capas de nodos conectados. De la misma manera una red neuronal puede ilustrarse de los datos, de modo que pueda ser entrenada para reconocer patrones, clasificar datos y predecir eventos futuros.

Sin embargo, esta es la razón por la que las redes neuronales se han se utiliza para aprender estrategias de solución basadas en ejemplos de comportamiento de patrones típicos, debido a su alta eficiencia en el reconocimiento de patrones, ajustados o impulsados, de modo que una entrada articulada es lo que conduce a una salida objetivo-específica.

Por otro lado, Reyes et al. (2020) concluyen que “los modelos de redes neuronales artificiales son una herramienta de predicción impecable, especialmente frente a otros modelos”. (pág. 224)

2.6.2.1 Redes neuronales aplicadas a pronósticos

De acuerdo con el análisis bibliográfico las redes neuronales se definen por la forma en que se conectan sus elementos individuales, así como la importancia o el peso de esas conexiones. Es por ende que las empresas predicen la carga en sus redes con una precisión para garantizar la confiabilidad y optimizar la eficiencia como señala Morillo (2020).

2.6.2.2 Categorías de aplicación

Por otra parte, se dice que las redes neuronales artificiales son útiles para resolver una amplia gama de problemas presentados a continuación:

- Clasificación del modelo: Las redes neuronales artificiales pueden detectar patrones en un conjunto de datos a través del aprendizaje supervisado.

- Agrupación: Las similitudes o diferencias en los datos se identifican mediante el aprendizaje no supervisado. La red asignará datos similares al mismo grupo o conglomerado.
- Aproximación de funciones: Las redes neuronales artificiales se pueden aplicar a problemas donde no es posible aplicar un modelo teórico, pueden aproximar los datos de entrada a una función con cierto grado de detalle.
- Predicción: una red neuronal se puede entrenar utilizando series de tiempo para obtener una predicción del comportamiento futuro.
- Optimización: es posible encontrar una solución que maximice o minimice una función sujeta a diferentes restricciones.
- Asociación: se puede utilizar una red asociativa para reconstruir datos dañados mediante el desarrollo de un modelo asociativo.
- Control: Es posible determinar qué entradas determinarán el comportamiento deseado del sistema (pág. 23).

2.6.3 Modelo KNN (K-Nearest-Neighbor)

Según (Moreno, 2020), señala que es un modelo preciso debido a su técnica de vecino más cercano. Por otra parte, sirve esencialmente para clasificar valores buscando los puntos de datos “más similares” (por cercanía) aprendidos en la etapa de entrenamiento y haciendo conjeturas de nuevos puntos basado en esa clasificación.

Sin embargo, Bastarrica (2020), menciona que “el pronóstico corresponde al resultado de la función *knn_past*, empleando el entrenamiento conseguido mediante la función *knn_param_search* aplicada al intervalo de entrenamiento” (pág. 53).

A continuación, se presenta las ventajas y desventajas de utilizar el modelo KNN, como se presenta en la siguiente Tabla 10:

Tabla 10. Ventajas y desventajas del Modelo KNN

VENTAJAS	<ul style="list-style-type: none">• Es sencillo de aprender e implementar
DESVENTAJAS	<ul style="list-style-type: none">• Utiliza todo el <i>dataset</i> para entrenar “cada punto” y por eso requiere de uso de mucha memoria y recursos de procesamiento (CPU).• Por estas razones KNN tiende a funcionar mejor en <i>datasets</i> pequeños y sin una cantidad enorme de <i>features</i> (las columnas)

Elaborado por: Autor 2021

A continuación, se presentan dos problemas principales al momento de elegir la K como menciona Fernández (2021), que son los siguientes:

- Si la k es demasiado baja, el algoritmo utilizará muy pocos vecinos, lo que tenderá al overfitting.
- Si la k es demasiado alta, la predicción tenderá cada vez más a parecerse a la media, por lo que tendrás un problema de underfitting como menciona Fernández (pág. 38).

Por ende, la k se suele elegir aplicando la Ecuación 70, para luego comparar con su RMSE.

$$k = \sqrt{n} \quad (70)$$

En el Anexo 3, se presenta un cuadro resumen de la evolución del pronóstico de una manera dinámica para una mejor comprensión.

2.7 Planificación de inventario

Hyun (2020), señala que se trata de una gestión eficaz de los activos de una empresa. Es decir, se trata básicamente de un proceso que monitorea varios componentes de la cadena de suministro, como el abastecimiento de productos (materias primas, productos terminados), determina las cantidades óptimas de pedidos y la planificación de los requisitos.

Es decir que, la planificación de inventario es el proceso de determinar la cantidad y el momento óptimos del inventario con el fin de alinearlos con la capacidad de producción y ventas. Sin embargo, una planificación eficaz mejora el servicio al cliente, aumenta la eficiencia de la cadena de suministro y controla los costos de inventario.

2.7.1 Objetivos de la planificación de inventario

El objetivo número uno de cualquier negocio, además de ganar dinero, es la satisfacción del cliente. Es así como, en términos de existencias, si el producto adecuado en las mejores condiciones no está disponible en el momento adecuado, la fidelidad del cliente puede verse afectada. Por lo tanto, el cliente puede afectar su resultado final porque conseguir nuevos clientes cuesta más que mantenerlos y los clientes leales gastan más con el tiempo. Trubic (s.f.). A continuación, se presenta los tres objetivos principales:

- Pronóstico
- Control de costos
- Almacenamiento eficiente

Dicho de esta manera el flujo de proceso de inventario o ciclo de vida del inventario se aplica iniciando desde el proceso de compra hasta la realización de pronósticos como indica en la Figura 10 de la siguiente manera:

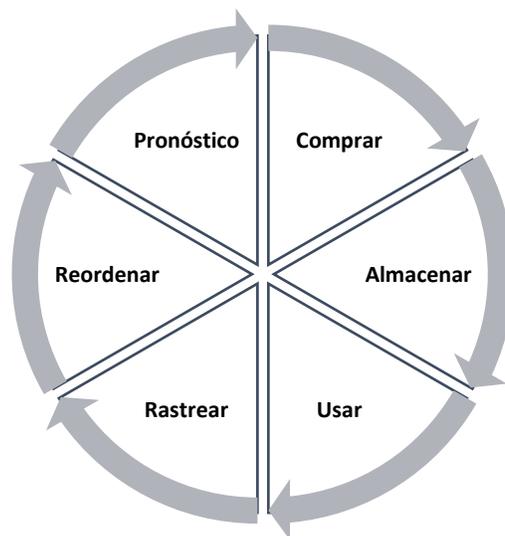


Figura 10. Ciclo de vida del inventario

Elaborado por: Autor 2021

2.7.2 Ventajas de la planificación de inventarios

Los costos asociados con una planificación deficiente del inventario pueden contribuir en gran medida a la rentabilidad de su negocio.

Cabe considerar que, para las tiendas minoristas y otras empresas orientadas a productos, simplemente resolver este costoso problema puede resultar en ahorros de costos significativos. Otros beneficios de la planificación eficaz se presentan en la siguiente Figura 11:

Mayor transparencia	Flujo de caja suave	Aumento de beneficios	Satisfacción mejorada del cliente
<ul style="list-style-type: none"> • Mayor control y claridad sobre lo que se almacena y vende. • Limitar riesgo de robos de empleados y otras vías para la reducción de inventario. 	<ul style="list-style-type: none"> • Reducir los costos en el exceso de pedidos. • Satisfacer la demanda para que el flujo de caja de ventas sea más consistente. 	<ul style="list-style-type: none"> • Desperdiciará menos capital en ordenar, almacenar y administrar el exceso de existencias. • Reducirá gastos de mano de obra, alquiler, seguridad, otros. 	<ul style="list-style-type: none"> • Tener optimas de existencias • Generar oportunidades de ventas • Fidelidad del cliente

Figura 11. Beneficios de la planificación de inventario

Fuente: Hyun (2020)

Elaborado por: Autor 2021

Por otro lado, planificar eficazmente el inventario, se dice que una empresa tendrá que elegir el método más eficaz que pueda realizar un seguimiento y una gestión eficiente del inventario con precisión. Es así que, para la mayoría de las empresas, puede ser beneficioso implementar los métodos que requiera necesarios y usarlos juntos para aumentar la precisión de sus procedimientos de control de inventario.

Capítulo III

SITUACIÓN ACTUAL

3.1 Descripción general de la empresa

MATBENDIS fue creada en el año 2018 como un emprendimiento familiar buscando satisfacer las necesidades del mercado de consumo masivo, basada en principios como el trabajo responsable, la honestidad y la ética. La operación comercial de la empresa inicio con la distribución de confites en el sector norte de la ciudad de Quito con un aproximado de 3000 clientes enfocados en el canal TAT (*tienda a tienda*), en vista de las oportunidades del mercado se robusteció el portafolio con aliados estratégicos como Conservas Isabel, Moderna Alimentos, Livza, Quaker, entre otras marcas líderes.

En enero del 2019 MATBENDIS es nombrado Distribuidor Autorizado de Productos Familia Sancela del Ecuador para el sector Nororiente de Quito. En la actualidad se cuenta con dos fuerzas de ventas una de siete vendedores y un supervisor dedicada para Productos Familia y una fuerza de ventas Multimarca de veinticuatro vendedores y dos supervisores. Por lo cual, el Universo de clientes ha aumentado a 7300, utilizamos tecnología de punta para la gestión de la distribución como Geoventas y Mobilvendedor. Dentro de la operación logística se cuenta con 8 camiones de entrega de 2.5 Ton.

El presente estudio se realizó en la empresa MATBENDIS SAS. Se encuentra ubicada en la provincia de Pichincha, cantón Quito, al norte de la ciudad de Quito, en la parroquia de Calderón Sector Marianas: Huayna Cápac Oe9-104 y Amalia Uriguen, como se presenta en la Figura 12.

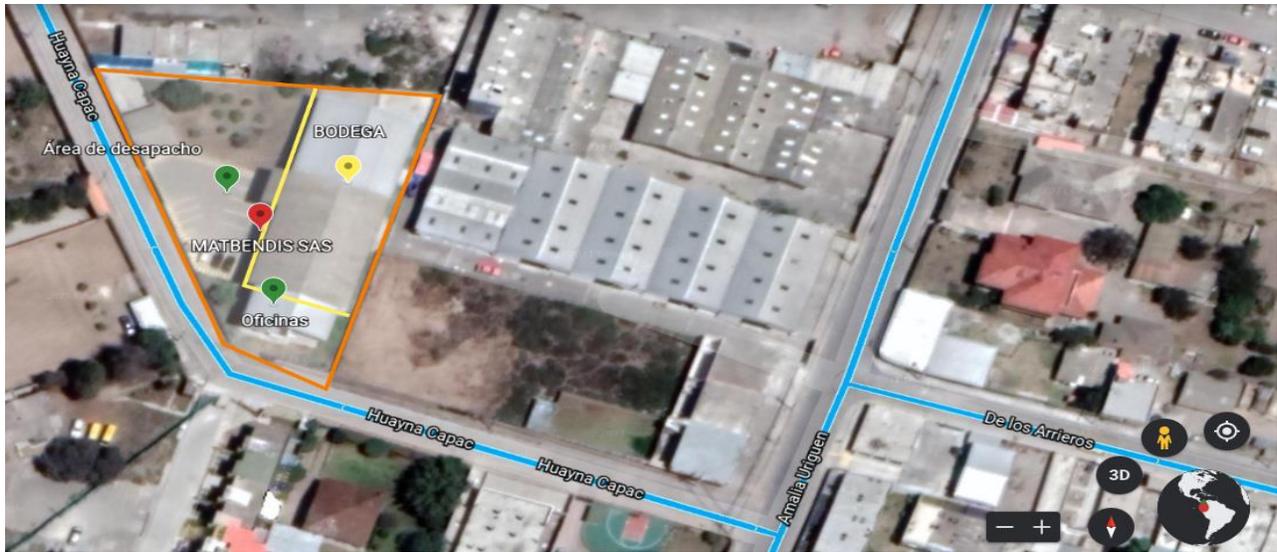


Figura 12. Ubicación MATBENDIS SAS.

Fuente: Elaboración propia 2021

A continuación, se presenta la Figura 13 Layout, para un mejor entendimiento ilustrativo. La empresa consta de 200000 m², entre ellos el área de bodega con paredes de bloque de 7m de alto, oficinas que consta área de gerencia, administración y facturación y el área de despacho de los 8 camiones que tiene MATBENDIS SAS.

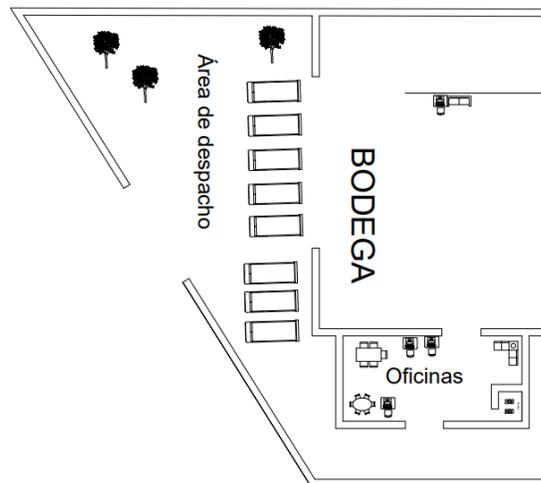


Figura 13. Layout de MATBENDIS SAS

Fuente: Elaboración propia 2021

3.2 Direccionamiento estratégico

Misión

Distribuir y comercializar productos de consumo masivo enfocado en el canal TAT, con un alto grado de satisfacción tanto para nuestros aliados estratégicos, quienes nos confían sus productos, como para nuestros clientes quienes los adquieren para hacerlos llegar al consumidor final. Con nuestro equipo de trabajo queremos cumplir y superar las expectativas y necesidades de nuestros aliados y clientes, brindando seguridad y confianza de que los productos que distribuimos son marcas líderes en el mercado que se comercializan a precio justo y con los más grandes estándares de calidad.

Visión

Ser líderes en la distribución y comercialización de productos de consumo a nivel nacional mediante alianzas con socios estratégicos, consolidándonos como una empresa sustentable y próspera en el tiempo. Enfocada al bienestar y desarrollo de su equipo de trabajo fomentando la bienandanza de la comunidad y comprometidos con mantener los más altos estándares de calidad y de mejora continua.

Valores

El valor agregado de MATBENDIS SAS, reside en la calidad humana y profesional, quienes todos los días dedican su mejor esfuerzo tanto empleados y clientes para satisfacer las necesidades del mercado, teniendo los siguientes valores institucionales:

- Responsabilidad: Se maneja con todos los trabajadores, para el cumplimiento de pedidos.
- Honestidad: Se realizan las actividades con sinceridad e integridad en la forma de ser y actuar.
- Colaboración: Los jefes y supervisores participan de manera grupal sin tener en cuenta el beneficio personal sino el beneficio para todo el grupo para el cumplimiento de las metas.
- Respeto: Aceptar la dignidad de otros para mantener un ambiente laboral adecuado, tanto trabajadores y clientes con el objetivo de tener armonía en la empresa.

Organigrama

Actualmente, la empresa cuenta con más o menos 60 trabajadores como se muestra en la Tabla 11, de los cuales los representantes principales son: 1) Gerente general, 2) Coordinador legal, 3) Coordinador de facturación, 4) jefe de bodega, 5) Supervisor de familia, 6) Supervisor multimarca norte y 7) Supervisor multimarca sur, cada uno con el personal responsable.

Tabla 11. Empleados MATBENDIS SAS

EMPLEADOS	NÚMERO DE TRABAJADORES	FUNCIONES
Gerente general	1	<ul style="list-style-type: none"> Planear, organizar, dirigir y controlar el trabajo de individuos, monitorear su desempeño y tomar acción correcta cuando es necesario.
<ul style="list-style-type: none"> Representante legal de gerencia general 	1	
Coordinador legal	1	<ul style="list-style-type: none"> Controlar el trabajo de individuos, monitorear su desempeño y tomar acción correcta cuando es necesario. Dirigir y controlar el proceso de desembarque. Dirigir y controlar el proceso de cobros de ventas. Dirigir y controlar el proceso de abastecimiento.
Coordinador de facturación	1	<ul style="list-style-type: none"> Dirigir y controlar el proceso de facturación que cada vendedor realiza en la plataforma. Realizar el proceso y control de facturación de acuerdo con existencias en bodega. Realizar el picking diario.
<ul style="list-style-type: none"> Asistente de facturación 	1	
Jefe de bodega	1	<ul style="list-style-type: none"> Supervisa y controla productos en bodega. Controla el proceso de entrega de inventario y entrega de productos de acuerdo con picking para cada camión. Los asistentes ayudan a entregar y controlar productos en buen estado de acuerdo a los picking establecidos para cada camión, con un aproximado de 250 pedidos por camión. Los ayudantes de camión ayudan a cargar los productos en los camiones y ayudan con la entrega de productos a los clientes.
<ul style="list-style-type: none"> Asistentes de bodega 	4	
<ul style="list-style-type: none"> Choferes 	8	
<ul style="list-style-type: none"> Ayudantes de camión 	8	
Supervisor de Familia	1	<ul style="list-style-type: none"> Liderar y motivar el equipo de trabajo de Familia. Los vendedores deben cumplir con sus actividades con un trabajo eficaz, cumpliendo con las 35 facturaciones diarias y \$590 diarios.
<ul style="list-style-type: none"> Vendedores 	7	
Supervisor Multimarca Norte	1	<ul style="list-style-type: none"> Liderar y motivar el equipo de trabajo Multimarca de la zona Norte de Quito. Los vendedores deben cumplir con sus actividades con un trabajo eficaz, cumpliendo con las 35 facturaciones diarias y \$590 diarios.
<ul style="list-style-type: none"> Vendedores 	12	

Supervisor Multimarca Sur <ul style="list-style-type: none"> Vendedores 	1 12	<ul style="list-style-type: none"> Liderar y motivar el equipo de trabajo Multimarca de la zona Sur de Quito. Los vendedores deben cumplir con sus actividades con un trabajo eficaz, cumpliendo con las 35 facturaciones diarias y \$590 diarios.
--	---------	--

Fuente: Elaboración propia 2021

A continuación, en la Figura 14, se muestra el organigrama de la empresa, con cada nombre de su responsable.

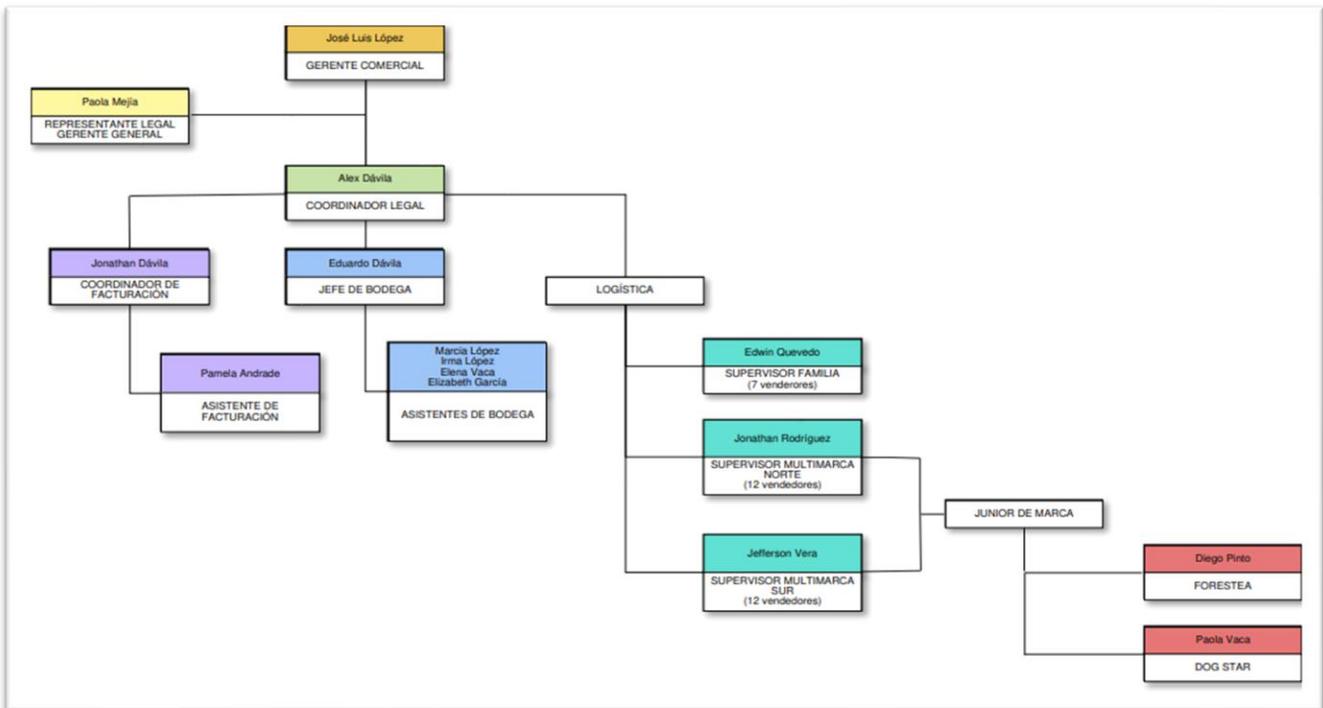


Figura 14. Organigrama MATBENDIS SAS

Fuente: Elaboración propia 2021

Clientes

MATBENDIS SAS, tiene gran variedad de productos entre ellos productos alimenticios, de limpieza, higiene personal y alimentos de cachorros, a nivel provincial, los cuales son distribuidos en los 52 centros, entre los principales clientes se tiene:

- Abarrotes
- Micro mercados

- Mayoristas
- Tiendas
- Comidas rápidas
- Restaurantes

Asimismo, se pretende analizar de una manera más dinámica e ilustrativa el proceso SIPOC que la empresa aplica. Como entrada realizan el proceso de recepción de inventario que es mediante el cual el proveedor entrega los productos, para realizar su proceso de gestión que es el almacenamiento y control de los mismos, finalizando con la entrega de productos a los clientes con sus respectivos canales de distribución como se presenta en la Tabla 12.

Tabla 12. SIPOC MATBENDIS SAS

ENTRADA		PRODUCTOS (SKU)	PROCESO		PRODUCTOS (SKU)	SALIDA	
Proveedor	• Entrega de inventario	Bodega (Gestión de inventario)	• Abastecimiento	Clientes	Distribución, mediante los canales de distribución:		
	• Recepción de inventario		• Almacenamiento		• Fabricante		
			• Control		• Mayorista		
					• Minorista		
					• Cliente final		

Fuente: Elaboración propia 2021

Proveedores

Los proveedores que la empresa MATBENDIS SAS, tiene a nivel nacional, los cuales distribuyen productos terminados para el consumo humano y de cachorros son 28 entre los más principales tiene:

- El Sabor
- Snob
- Valdez
- Nestlé

3.2.1 Análisis externo

- **Factor Económico**

Demanda estacional de ciertos productos

En el sector de los productos de consumo masivo se da la variación de la demanda por ser estacional. Por ejemplo, en campaña escolar, días festivos y feriados la demanda de golosinas y productos de primera necesidad es alta.

Actualmente dada la situación de la pandemia, se ha podido observar la disminución de la demanda con respecto a las golosinas, pues los centros educativos no están habilitados para atender en sus instalaciones. El consumo de papel higiénico, harinas, atún, avenas y productos de primera necesidad va en aumento.

Aumento de las inversiones de los principales competidores

Los competidores del sector buscan su constante crecimiento y para ello hay quienes prefieren adquirir vehículos para reparto de productos.

También se ha visto que hay clientes viajeros quienes adquieren productos en gran cantidad para luego comercializarlos en otras zonas. Asimismo, se ha podido identificar a negociantes que adquieren productos con fecha de vencimiento próxima a menor precio y aprovechan la oportunidad para comercializarlos.

Mayor capacidad adquisitiva por parte de la población

La capacidad de la población para poder acceder a una cantidad de productos se ve reflejado en el salario que adquieren de su fuente de trabajo. A lo largo de los años 30 estos ingresos han ido en aumento a nivel nacional, es así como los consumidores de la ciudad de Quito cuentan con mayor capacidad adquisitiva para satisfacer sus necesidades. A mayores ingresos los consumidores tienden a gastar e invertir más de lo normal lo cual favorece al desarrollo de la economía.

- **Factor Social**

Los clientes buscan diferenciación de precio

Se podría pensar que la mayoría de los clientes busca adquirir productos con los precios más bajos; sin embargo, el cliente actual no solo se basa en precios sino también en el valor del producto que está adquiriendo por el costo que está pagando. En Pichincha la situación es diferente, pues se ha podido

observar que la mayoría de los consumidores prefieren optar por los productos que tienen los precios más bajos.

Si bien es cierto que existen infinidad de marcas, la diferencia de precios no es relevante pues difiere en centavos. Este factor no se considera como amenaza, pues la marca está muy bien posicionada en el mercado.

- **Factor Tecnológico**

Nuevos sistemas tecnológicos para distribuidoras

La innovación de la tecnología no para con el transcurso del tiempo, en este sector existen empresas que ofrecen diversos ERPs exclusivamente para negocios dedicados al comercio de productos de consumo masivo.

Estos softwares plantean una alternativa de solución integral a las empresas distribuidoras en su gestión de ventas y gestionan toda la información para facilitar el control y administración de sus productos. Algunos de los softwares más conocidos son FlexDistribuidor, Soluflex ERP, RandomERP, GlobalTech, Inteliventas, entre otros.

- **Factor Ecológico o ambiental**

Muchas empresas están implementando políticas de sostenibilidad entre trabajadores y usuarios, así como campañas de reciclaje de plásticos, papel, cartones, entre otros y para ello generan áreas especializadas en la protección del medio ambiente. Para muchos consumidores es realmente importante saber que la empresa es responsable con el medio ambiente al momento de adquirir un producto, siendo responsable en el reciclaje de plástico y cartones, asimismo el transporte se optimiza en los viajes de camiones de distribución con el objetivo de disminuir el combustible de la misma, para llevar en alto la concientización hacia la huella de carbono.

3.3 Análisis y clasificación de los inventarios

El objetivo principal es mostrar de manera general la gestión de inventarios actual en la empresa, así como describir el proceso, su clasificación y los costos asociados al inventario de productos en bodega de la empresa MATBENDIS SAS.

3.3.1 Descripción del proceso

La empresa MATBENDIS SAS, no cuenta principalmente con un sistema formal de inventario, de igual manera no presentan ningún modelo de sistema de inventario, por otro lado, no cuentan con un diseño gráfico del mapa de procesos, ya que le hace falta algunas áreas para la estructuración de esta, ya que la empresa se maneja de manera empírica al no contar con una gestión de procesos. Para el levantamiento de información, el gerente general y el coordinador legal informan el proceso con la división del trabajo, con la persona o equipo responsable de cada actividad, dando como modelo al Anexo 4. A continuación se detalla los procesos que forman parte del mapa estratégico.

- **Procesos estratégicos:** Cuenta con la gerencia general, el coordinador legal y la investigación de mercado, que son los encargados de manejar el bienestar de la organización, para cumplir la meta.
- **Procesos Operacionales:** Inicia desde el pedido de los clientes, seguido de la planificación de productos existentes, ya sea para: compras, teniendo en cuenta el proceso de bodega donde se maneja el proceso de abastecimiento de productos para luego despachar en caso de ser necesario, como segundo, en el caso de ventas se realiza la recepción de pedidos, para continuar con la distribución de productos en los camiones, para llegar al cliente.
- **Procesos de Apoyo:** La empresa cuenta con administración y contabilidad que son los encargados de realizar la facturación, cobros y ventas, como también contratan personal de apoyo para marketing y talento humano.

De acuerdo con el estudio de investigación toma importancia el proceso de abastecimiento de inventarios en la empresa que comienza en el momento que el jefe de bodega solicita revisión de existencias en bodega, luego el coordinador legal revisa en bodega las existencias de cada producto y verifica si es necesario reabastecerlo, caso contrario se termina el proceso. En caso de ser reabastecido, el coordinador legal se contacta con el proveedor y emite la orden de compra. El proveedor recibe y acepta la orden de compra, y directamente envía los productos con facturación a la empresa.

El jefe de bodega es el encargado de recibir y verificar la factura con los correctos productos, si es correcto, los productos son recibidos y almacenados en bodega, por último, el coordinador de facturación ingresa al sistema los productos recibidos, caso contrario se contacta e informa con el proveedor. En el Anexo 5, se muestra el flujograma del proceso de abastecimiento.

3.3.2 Análisis de inventario

En el análisis de la situación actual de la empresa MATBENDIS SAS, se analizó cada producto SKU existentes en bodega y el proceso de control de inventarios, con la ayuda del gerente de la empresa y el coordinador legal quienes manejan el conocimiento de cómo se realizan cada una de las actividades de inventario.

Actualmente la empresa MATBENDIS SAS, cuenta con 146 productos SKU, los cuales están clasificados en 46 categorías, como se presenta en el Anexo 6, con la base de datos presente en el Anexo 11. Dando como ejemplar el SKU_1 como se presenta en la Tabla 13.

Tabla 13. Modelo de Base de Datos del análisis de inventario MATBENDIS SAS

PRODUCTO	CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN
SKU_1	AMOR	NE AMOR WAFER CHOCOLATE (60x100gr)

Fuente: Elaboración propia 2021

3.3.3 Costos asociados a los inventarios de productos en bodega

Los inventarios de productos en bodega de la empresa MATBENDIS SAS, se encuentran determinados por costos de adquisición, ordenar, mantener y faltantes como se muestra en la Tabla 14; siendo los costos de adquisición variables dependiendo del precio que se encuentre en el mercado. En el Anexo 7, se muestra la lista de los costos de cada producto.

SKU	Costo unitario	Costo de mantener	Costo por ordenar	Costo por falta de existencias
SKU_0	Depende del precio del producto	2%	20	1%

Tabla 14. Modelo de costos asociados a los inventarios de productos en bodega

Fuente: Elaboración propia 2021

3.3.4 Índice de rotación

En el Anexo 8, se muestra los resultados del índice de rotación para cada producto en bodega, lo cual permite identificar cuántas veces se renueva el inventario de productos en bodega o sale de bodega, es decir le permite determinar la eficiencia en el uso del capital. De esta forma se hace notar que el producto con mayor rotación es el SKU 13 con el índice de rotación de 504 y el producto de menor índice de rotación es el SKU 73 con el índice de rotación de 1. En otras palabras, cuanto mayor sea el valor obtenido, se puede considerar que dicho producto permanecerá en stock por menos tiempo e incurrirá en menores costes de almacenamiento.

3.3.5 Clasificación ABC

Mediante la aplicación de la metodología de clasificación y/o Pareto se realizó una clasificación de inventarios para los productos de MATBENDIS SAS, la intención es priorizar los productos que tienen más impacto y rentabilidad económica poseen, debido a que existen una gran variedad de productos sobre los objetivos de la empresa, esto se logró mediante la aplicación de la metodología de clasificación de inventarios ABC o Pareto.

Para la clasificación ABC se recolectó, procesó y analizó datos históricos de tres años de ventas, dado en unidades y en dinero, desde el 01 de septiembre del 2018 hasta el 30 de septiembre del 2021, esto nos permitió conocer qué productos necesitan más atención y cuáles ya no representan beneficios para la empresa.

A continuación, se presenta el proceso de la metodología utilizada para la clasificación ABC, con cada uno de sus pasos:

1. En una hoja Excel se organizó el número total de productos *SKU* existentes en bodega, siendo 146 productos detallados cada uno con su categoría y descripción. Véase el Anexo 6.
2. A continuación, se calculó el total de ventas en cantidad de cada uno de los *SKU* durante los últimos 37 meses, multiplicando el precio unitario por el total de artículos vendidos (unidades), para obtener el total de venta en dólares de cada *SKU*. Véase el Anexo 9.
3. También se ordenó todos los productos *SKU* de forma descendente con respecto al total de ventas (dólares). Véase el Anexo 9.

4. También se calculó el porcentaje acumulado de venta (dólares) del valor vendido, dividiendo el costo acumulado en dólares (por *SKU*) para el valor total del último *SKU* siendo (146). Véase el Anexo 9.
5. Se calculó el porcentaje de participación de artículos, esto se calcula dividiendo el número de rango de cada *SKU*, para el total de ítems existentes que es 146. Véase el Anexo 9.
6. A continuación, se procede a graficar en Excel con los datos calculados de: valor vendido y porcentaje acumulado de ventas con respecto a cada uno de los productos *SKU* existentes. Véase la Figura 15.
7. Luego se aplicó el principio de Pareto 80 – 20 para determinar el tipo de 146 productos dependiendo su porcentaje de participación de venta en dólares, A (0 a 80%), B (81 a 95%) y C (96 a 100%).
8. Finalmente, se calculó los porcentajes de los productos que corresponden en cada categoría anteriormente mencionada. Para la clasificación A, se toma el último valor del porcentaje de participación del último *SKU* de dicha categoría, para la clasificación B se toma el último valor del porcentaje de participación del último *SKU* de dicha categoría menos el porcentaje de los productos de la clasificación A, y los de la clasificación C, se toma el último valor del porcentaje de participación del último *SKU* de dicha categoría es decir 100% menos el porcentaje de participación de los productos de la clasificación A, menos el porcentaje de participación de los productos de la clasificación B Véase Anexo 9.

Dando como resultado la Figura 15, de una manera gráfica para mejor entendimiento.

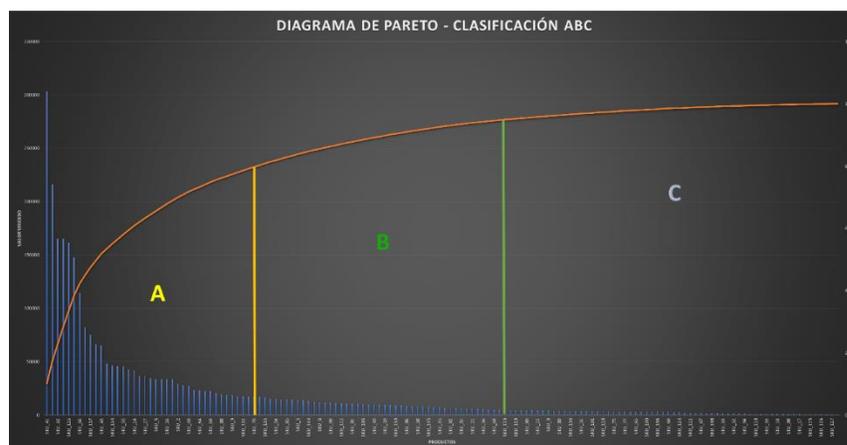


Figura 15. Clasificación ABC, MATBENDIS SAS

Elaborado por: Autor 2021

En la Tabla 15, se presenta un resumen global de la clasificación ABC realizada a los 146 productos, donde se estableció que para los productos tipo A tengan una participación estimada del 0 % al 80 % en las ventas monetarias (\$) lo que nos da un total de 39 artículos es decir el 80% de ganancias, siendo un total de \$1296056 lo que porcentualmente representa el 27 % en la participación global de todos los productos.

Para los artículos B tienen una participación estimada del 80 % al 95 % lo que nos da un total de 46 artículos es decir el 15 % de las ganancias monetarias (\$), siendo un total de \$429721 lo que porcentualmente representa el 32% en la participación global de los productos. Los artículos C tienen una participación estimada del 95% al 100 % lo que nos da un total de 61 artículos es decir el 5 % del total de ganancias (\$) de los artículos, con total de \$ 244695 que porcentualmente representa el 42 % en la participación global de todos los artículos.

Tabla 15. Resultados de clasificación ABC

REGLA DE PARETO-ANÁLISIS ABC					
ESTIMACIÓN	CLASIFICACIÓN	NÚMERO DE PRODUCTOS	VENTAS	PARTICIPACIÓN EN VENTAS	PARTICIPACIÓN DE ARTÍCULOS
0-80%	A	39	1296056	80%	27%
81-95%	B	46	429721	15%	32%
96-100%	C	61	244695	5%	42%
		146	1970472	100%	100%

Elaborado por: Autor 2021

CAPÍTULO IV

PROPUESTA DEL DISEÑO DEL SISTEMA DE INVENTARIO

En este capítulo se realizó el diseño de sistema de inventario para los productos de bodega de la empresa MATBENDIS SAS, utilizando herramientas para la clasificación de productos, pronósticos y métodos para la gestión de inventarios que se adapten a las necesidades de la empresa, con el fin de dar solución al problema identificado.

Para la elaboración del diseño del sistema de inventario de los productos de bodega, se obtuvo información histórica de las ventas de la empresa, se realizó el cálculo del coeficiente de variabilidad, pronóstico de la demanda, aplicación de métodos y comparación de los resultados obtenidos; dentro de los métodos aplicados están el Silver Meal (SM) y Wagner Whitin (WW).

4.1 Obtención de datos

La empresa MATBENDIS SAS utiliza el software Geoventas para sus procesos de administración entre los cuales está el registro de las ventas que realizan los clientes y vendedores, esta información se puede extraer en formato de Excel.

Con la información de las ventas se determinaron 46 familias de productos de los cuales se desglosan 146 productos las cuales están identificadas como SKU; esta información permitió el cálculo de las cantidades de productos requeridos para satisfacer estos pedidos, como se muestra en el Anexo 13, creando así una base de datos histórica con 37 meses, los cuales van desde septiembre del 2018 hasta septiembre 2021.

4.2 Cálculo del coeficiente de variabilidad (VC)

En el siguiente trabajo de grado tiene como fin identificar el tipo de modelo a utilizar en el sistema de inventarios donde se calcula el coeficiente de variabilidad, mediante el cual se identificó el tipo de inventario adecuado a aplicarse. Para los productos SKU que tienen un VC menor al 0,2, se aplicará el método de EOQ; y se aplicará modelos de inventario heurísticos a aquellos SKU que tengan un VC mayor o igual al 0,2; los métodos heurísticos a aplicar son:

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

Para la selección y diseño del modelo de inventario que se aplicó a la empresa, se calculó el coeficiente de variabilidad en el software R-studio con la siguiente codificación como se muestra en la Figura 16, que se presenta a continuación:

```

1 Datos <- read_excel("Base Datos.xlsx")
2 Datos
3
4 CV <- sd(Datos$SKU_146)/mean(Datos$SKU_146)
5 CV
6 if(CV>0.20) {
7   print("Heurístico")
8 } else {
9   print("Clásico")
10 }
11

```

Figura 16. Codificación para el cálculo de coeficiente de variabilidad en R-studio

Fuente: Elaboración propia 2021

A continuación, se obtuvo los resultados mostrados en el Anexo 10 y un ejemplar donde muestra la descripción o producto, el valor y el modelo a aplicar, como ejemplar en la Tabla 16.

Tabla 16. Cálculo del coeficiente de variabilidad y selección del modelo de inventario

Descripción	Valor	Modelo
SKU_1	1,31516	Heurístico
SKU_2	0,73147	Heurístico
SKU_3	0,94322	Heurístico
SKU_4	0,79882	Heurístico
SKU_5	1,34256	Heurístico

Fuente: Elaboración propia 2021

Mediante el análisis de los 146 SKU, dieron como resultado un 100% para la aplicación de modelos heurísticos ya que todos los valores arrojados del coeficiente de variabilidad son mayores al 0,2.

4.3 Pronóstico de ventas

Dentro del sistema de inventarios es fundamental realizar un pronóstico de ventas, con el fin de establecer los niveles adecuados de inventario de acuerdo con la demanda esperada, por medio del software R-studio, se determinó las ventas de cada producto (sku), desde el periodo Octubre-2021/Septiembre-2022, la base de datos utilizada se muestra en el Anexo 13 y se procede a realizar el pronóstico de los 146 SKU.

4.4 Modelos de pronóstico

4.4.1 Modelo ARIMA

Para la obtención de pronósticos mediante el Modelo ARIMA, se utilizó el software R-studio, habilitando los paquetes de forecast (series de tiempo y modelos lineales), ggfortify(creación de gráficos), ggplot2 (creación de gráficos) , astsa(análisis estadístico aplicado de series de tiempo) y tidyverse (hace que la ciencia de datos sea más rápida, fácil y divertida) como se muestra en la Figura 17.

Figura 17. Codificación de ARIMA

```
library(forecast)
library(ggfortify)
library(tseries)
library(astsa)
library(tidyverse)
library(xlsx)
library(readxl)

#Base_datos <- read.csv("Base Datos.csv")
#Base_datos
Base_datos <- read_excel("Base Datos.xlsx")
Base_datos

#convertir la base de datos en serie temporal(ts)
Base_datosts=ts(Base_datos$SKU_146,freq=12,start=c(2018,9))
boxplot(Base_datosts)

#Estacionariedad prueba dickey-fuller
adf.test(Base_datosts)

#Arima
modelo=arima(Base_datosts,order =c(1,0,0))
modelo
Box.test(residuals(modelo), type= "Ljung-Box")
error=residuals(modelo)

pronostico<- forecast(modelo,h=1)
pronostico

#Autoarima para comprobar
modelo1<- auto.arima(Base_datosts, seasonal=T, stepwise=T, approximation=T)
checkresiduals(modelo1)
```

Fuente: Elaboración propia 2021

Los resultados arrojados permiten analizar los respectivos resultados con Dickey-Fuller y Ljung-Box para cada SKU, como se presenta a continuación en la Tabla 17:

De acuerdo con los resultados arrojados en el software con la respectiva codificación, se identificó que de acuerdo con la base de datos todos los productos SKU, no puede ser estacional la serie por la cantidad de ceros que tiene, ya que la serie temporal es muy aleatoria ya que todos los valores son mayores a 0,01. Es por esta razón que no se tomó en cuenta al modelo para aplicación en el sistema de inventario.

4.4.2 Modelo KNN

Para la obtención de pronósticos mediante el método KNN se utilizó el software R-studio, habilitando los paquetes de nnfor (pronósticos con redes neuronales), forecast (series de tiempo y modelos lineales), ggplot2 (creación de gráficos), TSstudio (Análisis y predicción de series de tiempo) y tsfknn (Pronóstico de series de tiempo) como se muestra en la Figura 18; los cuales permiten que el solver analice los datos, determine la cantidad de capas de entrada y ocultas a evaluar, y finalmente arroje el pronóstico para el SKU con la siguiente codificación.

Figura 18. Codificación Pronóstico con KNN

```
library(nnfor)
library(ggplot2)
library(forecast)
library(TSstudio)
library(tsfknn)

Base_datos <- read_excel("Base Datos.xlsx")
Base_datos

#convertir la base de datos en serie temporal(ts)
Base_datos$ts=ts(Base_datos$SKU_146,freq=12,start=c(2018,9))

#calculando la estacionalidad
ts_seasonal(Base_datos$ts,type="all")

#pronosticar la serie
y <- Base_datos$ts
y

#las variables de entrada son 12 meses
h <- 1*frequency(y)
frequency(y)

# Time Series Forecasting Using Nearest Neighbors
pred <- knn_forecasting(y, h = 12, lags = NULL, k = 2)
autoplot(pred)
autoplot(pred, highlight = "neighbors")

pred <- knn_forecasting(y, h = 1, lags = NULL, k = 2)
knn_examples(pred)

pred <- knn_forecasting(y, h = 12, lags = NULL, k = 2)
pred$prediction # To see a time series with the forecasts
plot(pred) # To see a plot with the forecast

pred <- knn_forecasting(y, h = 4, lags = NULL, k = 2, msas = "MIMO")
nearest_neighbors(pred)

pred <- knn_forecasting(y, h = 4, k = 1, msas = "recursive")
new_pred <- predict(pred, h = 12)
print(new_pred$prediction)
plot(new_pred) # To see a plot with the forecast

pred <- knn_forecasting(y, h = 12, lags = NULL, k = 2)
ro <- rolling_origin(pred)
print(ro$global_accu)
summary(pred)
```

Fuente: Elaboración propia 2021

El software proporcionó el reporte de los resultados arrojados analizando los respectivos errores RMSE como se muestra en el Anexo 11, el cual se realizó el pronóstico para cada SKU.

4.4.3 Modelo MLP

Para la obtención de pronósticos mediante el método MLP se utilizó el software R-studio, habilitando los paquetes de nnfor (pronósticos con redes neuronales), forecast (series de tiempo y modelos lineales) y ggplot2 (creación de gráficos) los cuales permiten que el solver analice los datos, y finalmente arroje el pronóstico para el SKU con la siguiente codificación.

Figura 19. Codificación de Modelo MLP

```
library(nnfor)
library(ggplot2)
library(TSstudio)
library(forecast)

Datos <- read_excel("Base Datos.xlsx")
Datos

#convertir la base de datos en serie temporal(ts)
Datosts=ts(Datos$SKU_146,freq=12,start=c(2018,9))
Datosts
plot(Datosts)

#calculando la estacionalidad
ts_seasonal(Datosts,type="all")

#pronosticar la serie
y <- Datosts
y

#las variables de entrada son 12 meses
h <- 1*frequency(y)
frequency(y)

#Entrenamiento automático
Fit1<- mlp(y, reps = 200, lags =NULL,difforder = NULL,hd.max = NULL)
plot(Fit1)
forecast(Fit1)
print(Fit1)
plot(forecast(Fit1))

##Mejora de entrenamiento
Fit2<-mlp(y, model=Fit1,retrain=20)
print(Fit2)
plot(Fit2)
plot(forecast(Fit2,h=h))
summary(forecast(Fit2,h=h))
```

Fuente: Elaboración propia 2021

El software generó el reporte de los resultados arrojados de los 146 SKU con los respectivos errores RMSE como se muestra en el Anexo 12.

4.4.4 Comparación de resultados

Para esta fase del proyecto se utilizó el software R-studio, donde se procedió a realizar los pronósticos de los 146 SKU existentes. Para determinar el mejor modelo de pronóstico, se tomó en cuenta los datos de cada producto con respecto al error de pronóstico RMSE y con ello se hizo la comparación con los resultados arrojados de los dos modelos de pronósticos aplicados siendo los del modelo KNN y el modelo MLP, finalmente se hace una comparativa con los errores RMSE más bajos por modelo, como se presenta en la siguiente Tabla 18.

Tabla 18. Comparación de resultados de pronósticos

Descripción	Modelo KNN	Modelo MLP	SKU_51	532,537	126,171	SKU_101	236,868	29,384
	RMSE	RMSE						
SKU_1	395,669	82,792	SKU_53	1603,206	129,750	SKU_103	239,509	13,615
SKU_2	185,410	16,079	SKU_54	2049,718	215,706	SKU_104	222,104	19,271
SKU_3	493,434	60,876	SKU_55	2492,418	398,325	SKU_105	490,898	97,792
SKU_4	41,717	3,118	SKU_56	377,231	43,568	SKU_106	547,892	106,632
SKU_5	3201,834	675,743	SKU_57	128,349	25,665	SKU_107	409,740	79,367
SKU_6	1440,121	79,582	SKU_58	422,674	83,797	SKU_108	425,913	54,687
SKU_7	1684,362	235,441	SKU_59	307,883	61,565	SKU_109	316,703	59,414
SKU_8	306,246	42,743	SKU_60	70,748	10,341	SKU_110	24,401	4,869
SKU_9	5744,613	1259,356	SKU_61	170,439	37,079	SKU_111	141,349	23,668
SKU_10	153,501	3,518	SKU_62	258,931	82,858	SKU_112	123,455	16,979
SKU_11	53,869	8,789	SKU_63	2138,741	275,618	SKU_113	152,753	16,622
SKU_12	204,199	5,213	SKU_64	584,339	47,220	SKU_114	358,518	49,599
SKU_13	86,630	8,358	SKU_65	130,648	1,553	SKU_115	1921,588	574,232
SKU_14	377,391	21,245	SKU_66	206,632	1,418	SKU_116	6105,293	1461,379
SKU_15	92,442	13,721	SKU_67	117,289	3,910	SKU_117	273,374	59,497
SKU_16	95,146	10,183	SKU_68	353,195	81,645	SKU_118	302,727	51,478
SKU_17	99,356	8,029	SKU_69	4069,324	194,441	SKU_119	787,600	161,845
SKU_18	63,204	5,918	SKU_70	4050,238	150,115	SKU_120	765,715	158,049
SKU_19	190,907	47,048	SKU_71	213,053	17,473	SKU_121	249,370	58,595
SKU_20	350,524	21,442	SKU_72	737,685	1,930	SKU_122	465,800	185,100
SKU_21	303,683	3,594	SKU_73	664,141	52,941	SKU_123	1399,728	447,148
SKU_22	221,976	2,345	SKU_74	489,732	53,721	SKU_124	67,359	18,784
SKU_23	297,156	79,676	SKU_75	767,482	2,435	SKU_125	67,223	30,033
SKU_24	254,211	75,445	SKU_76	105,570	29,274	SKU_126	80,494	31,906
SKU_25	852,184	468,699	SKU_77	123,882	2,655	SKU_127	57,435	19,895
SKU_26	1433,343	508,098	SKU_78	244,043	53,576	SKU_128	117,153	13,483
SKU_27	1460,552	36,633	SKU_79	550,909	2,864	SKU_129	45,523	5,262
SKU_28	286,252	49,041	SKU_80	202,659	6,077	SKU_130	103,043	9,271
SKU_29	219,753	57,281	SKU_81	551,278	6,891	SKU_131	614,772	131,421
SKU_30	464,296	68,273	SKU_82	384,388	2,268	SKU_132	204,875	41,467
SKU_31	210,655	29,952	SKU_83	142,241	35,387	SKU_133	3604,864	565,902
SKU_32	156,882	28,360	SKU_84	113,722	25,865	SKU_134	1913,330	192,064
SKU_33	148,842	6,344	SKU_85	125,689	32,862	SKU_135	1342,873	205,562
SKU_34	106,069	10,501	SKU_86	180,043	209,331	SKU_136	634,906	170,994
SKU_35	140,464	3,133	SKU_87	1057,574	69,295	SKU_137	644,859	216,919
SKU_36	75,963	7,565	SKU_88	345,280	68,759	SKU_138	1136,052	407,577
SKU_37	79,061	6,552	SKU_89	287,947	37,733	SKU_139	269,528	28,341
SKU_38	708,055	124,059	SKU_90	953,699	165,821	SKU_140	861,937	262,483
SKU_39	379,411	57,280	SKU_91	210,523	33,744	SKU_141	204,950	41,853
SKU_40	2062,898	261,313	SKU_92	1145,365	387,699	SKU_142	2911,323	365,949
SKU_41	1563,981	131,114	SKU_93	1252,768	129,141	SKU_143	27795,773	13477,410
SKU_42	1557,728	232,536	SKU_94	150,725	43,984	SKU_144	377,186	89,610
SKU_43	2213,793	456,359	SKU_95	298,633	65,747	SKU_145	337,875	125,417
SKU_44	88,300	14,953	SKU_96	755,344	152,177	SKU_146	453,434	127,935
SKU_45	303,005	45,632	SKU_97	216,088	33,983			
SKU_46	223,752	19,644	SKU_98	210,814	39,477			
SKU_47	5914,415	94,396	SKU_99	874,415	138,268			
SKU_48	3715,612	1048,788	SKU_100	198,962	4,770			
SKU_49	280,324	86,372						
SKU_50	358,441	8,591						

Fuente: Elaboración propia 2021

Mediante los análisis de resultados expuestos anteriormente, se concluyó que el mejor modelo es el modelo MLP con respecto al modelo KNN con la comparación de errores RMSE de los dos modelos, donde se presenta los errores más bajos. Sin embargo, los errores nos permiten decidir el mejor método de previsión, y son capaces de detectar si algo en nuestra previsión de demanda es incorrecta, con lo que podemos cambiar el rumbo de su toma de decisiones para hacer la mejor elección. Teniendo en cuenta que no todos los productos son igualmente pronosticables, algunos son más difíciles que otros. De tal manera el error aumenta a medida que pronosticamos más a futuro.

4.5 Elaboración del modelo de inventario

De acuerdo con los resultados obtenidos en el Anexo 7, el 100% de los artículos requieren la aplicación de métodos heurísticos para la selección del modelo de inventarios, los modelos a aplicarse son el algoritmo de Silver & Meal, y Wagner Whitin.

4.5.1 Modelos heurísticos de inventario

Para los SKU que en el cálculo del VC obtuvieron un resultado mayor al 0,2 se aplican métodos heurísticos; la aplicación de estos métodos permite garantizar que el método de inventario seleccionado para el diseño del modelo de sistema de inventario de productos en bodega sea el que mejor resultado brinde a la empresa, se tomó la decisión de aplicar los dos modelos heurísticos de Silver Meal y Wagner Whitin.

Para la elaboración de estos métodos se procedió a recolectar información sobre ventas, costos de ordenar, costos de mantener inventario y el precio unitario de cada producto SKU; el objetivo de aplicar estos métodos es minimizar los costos de mantener y el costo de ordenar los productos, además de determinar las cantidades y los periodos necesarios a pedir para cada producto.

4.5.1.1 Aplicación del algoritmo de Silver & Meal

Mediante la utilización de hojas de cálculo en Excel, se tomó como ejemplo al SKU1, donde se realizó la aplicación de este modelo, el cual busca reducir los costos del inventario por medio del cálculo de pedidos óptimos tanto en cantidad como en periodo, como se lo muestra en el Anexo 14, en donde se utilizó las fórmulas descritas en el capítulo II; este algoritmo se aplicó a los 39 productos (SKU) correspondientes a la categoría A, para 12 meses utilizando el pronóstico del mejor modelo MLP.

4.5.1.2 Aplicación del algoritmo de Wagner-Whitin

Se tomó como ejemplo al SKU1, se aplicó de este método, el cual encuentra reducir los costos del inventario tanto en cantidad como en periodo, en donde se utiliza la codificación en R-studio como se muestra en la Figura 20; este algoritmo se aplicó a los 39 productos (SKU), para 12 meses pronosticados tomando como ejemplo el SKU_41, que arroja la planificación de la demanda como el Anexo 15.

```
1 library(ggplot2)
2
3 #41
4 help(ww)
5 x <- c(2946,4552,1243,743,4289,6337,1418,2210,2032,2063,1365,6650)
6 a <- 20
7 h <- 0.11
8 ww(x,a,h,method="backward")
9 ww(x,a,h,method="forward")
```

Figura 20. Codificación Wagner y Whitin

Fuente: Elaboración propia 2021

4.5.1.3 Evaluación y comparación de resultados

Esta comparación se realizó entre los métodos heurísticos aplicados, como se muestra en la figura 21, en la cual se comparan los costos totales de inventario que se muestran en el Anexo 16, en donde se puede observar que el método que mejor minimiza los costos es el modelo heurístico de Wagner Whitin (línea celeste).

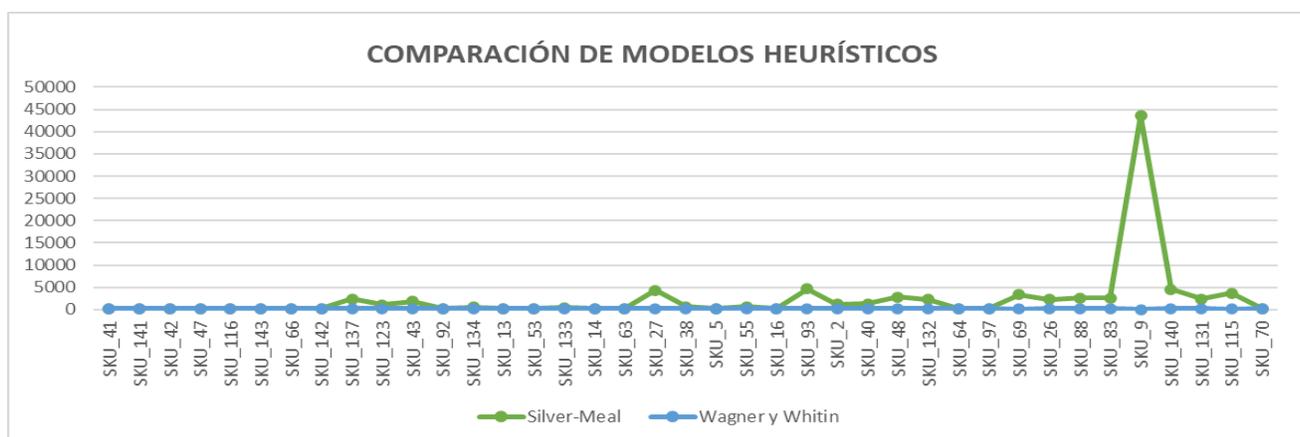


Figura 21. Comparación de modelos heurísticos

Fuente: Elaboración propia 2021

A continuación se presenta la tabla resumen de los datos obtenidos de la aplicación de los dos modelos heurísticos de los productos SKU de la clasificación A, se procedió a comparar los costos totales resultantes como se muestra en la Tabla 19, se puede observar que al aplicar el algoritmo de Wagner Whitin los datos obtenidos son menores con respecto al costo total y al modelo de Silver Meal, frente a los valores obtenidos del cálculo del costo total real es decir sin la aplicación de algún modelo de inventario.

Tabla 19. Comparación de resultados de los modelos heurísticos

	Costo total aplicando el modelo de Silver-Meal	Costo total aplicando el modelo de Wagner Whitin	Costo sin aplicar un modelo de inventario
	\$ 93.566	\$ 8.654	\$ 171.216
Ahorro (\$)	\$ 77.650	\$ 162.562	
Ahorro (%)	45%	95%	

Fuente: Elaboración propia 2021

Como se puede ver los ahorros generados por la aplicación del modelo de Wagner Whitin son de \$162.562 es decir, un 95% en comparación con el valor calculado sin la aplicación de un modelo de inventario. En el Anexo 16, se puede ver que los costos totales de los heurísticos Silver Meal y Wagner Whitin no son iguales, esto se debe a que todos los productos tienen costos diferentes.

Con la aplicación de los modelos heurísticos, la demanda se cumple con períodos programados, reduciendo los costos totales de inventario de los productos en bodega y mejorando la satisfacción del cliente.

4.6 Planificación de inventarios

Para la planificación de inventarios se realizó una herramienta en Excel con un diseño para el control y planificación de inventario lo cual consta en un control de entradas, salidas, consulta de productos en catálogo. Con dicha herramienta se podrá identificar que productos están abastecidos (color verde) y cuales están por abastecer (color rojo) mediante un control de semaforización. También, tiene un

control para revisar la planificación de cada producto de manera mensual, como se presenta en el Anexo 18.

El proceso de planificación del diseño de la herramienta consta principalmente de un estudio previo de una base de datos que consta 37 meses de ventas, para realizar una clasificación ABC, y con los resultados obtenido calcular el índice de rotación con los SKU que pertenezcan a la categoría A, para con ello realizar los pronósticos teniendo en cuenta el mejor modelo con un menor error, para último realizar un estudio de costos de los mismo y llevar a la plataforma dichas planificaciones anuales correspondientes a cada SKU. En el Anexo 17 se presenta un diagrama de flujo de dicha planificación correspondiente al proceso.

El proceso del sistema de inventario se realiza en un orden de gestión como indica en la Tabla 20, con cada uno de los procesos y pasos, teniendo en cuenta el ciclo PHVA.

Tabla 20. Proceso de sistema de inventario

		PROCESO DE SISTEMA DE INVENTARIO					
		Planificación de productos (sku), mediante el proceso de sistema de inventario					
Entrada	Proveedor	Control	PLANEAR	HACER	Salida	Cliente	Control
Entrega de productos (sku)	Abastecimiento	Verificación por parte del jefe de bodega	Planificación de productos, con la obtención de base histórica de ventas	-Clasificación ABC -Coeficiente de varianza -Pronóstico de la demanda	Distribución mediante canales :	- Fabricantes - Mayoristas - Minoristas - Cliente final	Formulario y registro de control de productos (sku)
	Almacenaje	Inventario de bodega	VERIFICAR - Importancia de productos por categoría - Comparación de resultados de pronóstico con errores	ACTUAR Mejora de costos con la elaboración del modelo de inventario: - Modelo Silver Meal - Modelo Wagner Whitin	Inventario de productos (sku)		Revisión por el Coordinador legal
Responsable:				Jefe de bodega			

Fuente: Elaboración propia 2022

Mediante la aplicación de este proceso de sistema de inventario se podrá tener una planificación de productos almacenados en bodega, y tener un control de abastecimiento de productos.

Para ello, es importante controlar el proceso de manera responsable con la colaboración del jefe de bodega el cuál realizará el registro de ingreso de productos con el Formato de control (*M.B.F.R.I*) presente en la Tabla 21 El formato se nombró con la siguiente codificación:

M: MATBENDIS SAS

B: bodega

F: formulario

R: registro

1: (número que corresponda el registro de control)

Tabla 21. Formulario y registro de control MATBENDIS SAS.

FORMULARIO Y REGISTRO DE CONTROL	
- Fecha de compra y/o servicio	
- Fecha de recibo de mercancía	
- Compañía	
- Descripción de la compra y/o servicio (explicación del uso y propósito de la Compra).	
- Precio/Costo	
- Justificación o Certificación	

Fuente: Elaboración propia 2022

Esta información ayudará a tener un mejor control dentro del sistema de inventario de la empresa para el abastecimiento de productos almacenados, siendo un requisito para respaldo de compra y control de productos tanto para la empresa como para el proveedor. Este formulario está presente en la herramienta de Excel que se brinda a la empresa.

De la misma manera se explica cómo administrar la gestión de inventario y cuál es el responsable de gestionar el proceso como nos indica la Tabla 22.

Tabla 22. Proceso de sistema de inventario MATBENDIS SAS.

		PROCESO DEL SISTEMA DE INVENTARIO
Obtención de datos		Se toma una base histórica mensual de ventas de tres años anteriores (36 periodos)
Índice de rotación		Calcular la demanda anual
		Calcular el inventario promedio
		Calcular el índice de rotación dividiendo la demanda sobre el inventario promedio
		Verificar cuantas veces se renueva el inventario
Clasificación ABC		Determinar el número total de productos SKU existentes en bodega.
		Calcular el total de ventas en cantidad de cada uno de los SKU durante los últimos 37 meses, multiplicando el precio unitario por el total de artículos vendidos (unidades), para obtener el total de venta en dólares de cada SKU.
		Ordenar todos los SKU de forma descendente con respecto al total de ventas (dólares)
		Calcular el porcentaje del total de ventas en dólares, dividiendo el total de ventas en dólares (por SKU) para el valor monetario total que representan todos los SKU.
		Calcular el porcentaje acumulado de venta (dólares).
		Calcular el porcentaje acumulativo del total del número de productos vendidos.
		Graficar estos datos en Excel
		Aplicar el principio de Pareto 80 – 20 para determinar el tipo de 146 productos dependiendo su porcentaje de participación de venta en dólares, A (0 a 80%), B (81 a 95%) y C (96 a 100%).
		Calcular los porcentajes de los ítems que participan en cada categoría anteriormente mencionada, de acuerdo con el número total de artículos y al total de ventas en dólares
		Calcular en el software R-studio con la respectiva codificación, para cada sku: si el valor arrojado es mayor a 0,20 se aplicará modelo heurístico y caso contrario se aplicará modelo clasico.
Pronóstico de la demanda	Modelo ARIMA	Se realiza en el software R-studio, con una base de datos de ventas mensuales de cada producto (sku).
	Modelo KNN	
	Modelo MLP	
	Comparación de resultados con errores	
Elaboración de modelo de inventario		Aplicar los modelos de acuerdo a los resultados obtenidos en el coeficiente de variación.
Modelos de inventario	Modelo Silver - Meal	Recolectar información de costos de ordenar, costos de mantener y el precio unitario de cada producto.
		Se realiza en el software Excel, con la demanda anual, correspondiente al mejor pronóstico
	Modelo de Wagner Whitin	Calcular cantidad de orden, inventario final, para obtener el costo total acumulado en la respectiva planificación de inventario.
		Se realiza en el software R-studio, con la respectiva codificación, aplicando a cada sku.
	Comparación de resultados con costos	Los resultados que arroja el programa son las planificaciones de cada sku. El mejor modelo a aplicar es el que tiene menor costo de acuerdo a las planificaciones aplicadas anteriormente.
Planificación de inventario	Resultados	Se realizó una herramienta en excel con un diseño para el control y planificación de inventario lo cual consta en un control de entradas, salidas, consulta de productos en catálogo. Con dicha herramienta se podrá identificar que productos están abastecidos (color verde) y cuales están por abastecer (color rojo) mediante un control de semaforización. También, tiene un control para revisar la planificación de cada producto de manera mensual.
Responsable:		Jefe de bodega

Fuente: Elaboración propia 2022

El proceso del sistema de inventario para la empresa MATBENDIS SAS, presenta una serie de pasos y actividades que se deben realizar de manera ordenada para tener un correcto sistema sin ninguna falencia con datos erróneos. Este proceso de control lo llevará a cabo el jefe de bodega. Si cualesquier paso o proceso del sistema tiene una incorrecta aplicación este no tendrá validez e incluso sus datos no serán adecuados y podrían generar pérdidas de productos como también pérdidas económicas a la empresa.

Control de productos en bodega

Para el control de productos en bodega se tomará la herramienta Excel, la cual permitirá tener inspecciones los cuales se representa mediante colores en donde se tendrá en cuenta el color celeste para revisión de productos de manera mensual como nos indica en la Tabla 23. y los de color naranja para revisión de productos de manera semanal como nos indica la Tabla 24.

Tabla 23. Control de productos de manera mensual

SKU	CATEGORIA	DESCRIPCION	CONTROL
SKU_1	AMOR	NE AMOR WAFER CHOCOLATE (60x100gr)	Mensual
SKU_2	AROMA DIVINO	TIRA CHOCOLATE AMBATENO 6X100GR	Mensual
SKU_5	CICLON	LF DETERGENTE CICLON FLORAL 350GR	Mensual
SKU_6	CICLON	LF DETERGENTE CICLON FRUTAL 350GR	Mensual
SKU_7	CICLON	LF DETERGENTE CICLON LIMON 350GR	Mensual
SKU_8	CICLON	LF DETERGENTE CICLON LIQUIDO DOYPACK 300ML	Mensual
SKU_9	CLOROX	LF CLOROX ORIGINA SACHET 60X270ML	Mensual
SKU_10	DELIGOMIS	DELIGOMIS GUSANITO ACIDO 12X22 GR	Mensual
SKU_11	DELIGOMIS	DELIGOMIS HUESITO ACIDO 12X22 GR	Mensual
SKU_12	DELIGOMIS	DELIGOMIS OSITOS 12X22 GR	Mensual
SKU_15	DOG STAR	DOG STAR ADULTOS 1LB	Mensual
SKU_16	DOG STAR	DOG STAR ADULTOS 30KG	Mensual
SKU_17	DOG STAR	DOG STAR CACHORROS 1LB	Mensual
SKU_18	FAMILY	LF SHAMPOO FAMILY CONTROL T 1000GR	Mensual
SKU_19	FAMILY	LF SHAMPOO FAMILY SABILA DOYPACK 180ML	Mensual
SKU_36	GALAK	NE GALAK BARRA BLANCO (21x20gr)	Mensual
SKU_37	GALAK	NE GALAK TUBITO (30x16gr)	Mensual
SKU_41	HADA	11504 PAP HIG ECONOMICO 8X6 16 5M 2H	Mensual
SKU_42	HADA	11505 PAP HIG ECONOMICO 12X4 16 5M 2H	Mensual
SKU_51	JOLLY	LF JABON JOLLY TRIPACK SURTIDO 3X100GR	Mensual
SKU_60	LA UNIVERSAL	LU CARAMELO DURO SURTIDO 420GR	Mensual
SKU_61	LA UNIVERSAL	LU CARAMELO LECHE MIEL 418GR	Mensual
SKU_62	LA UNIVERSAL	LU CARAMELO MENTA GLACIAL 400 GR	Mensual
SKU_66	LA UNIVERSAL	LU MANICHO DISPLAY (24X28GR)	Mensual
SKU_69	LAVA TODO	LF LAVA TODO FLORAL 255GR	Mensual
SKU_70	LAVA TODO	LF LAVA TODO LIMON 255GR	Mensual
SKU_72	LUMINUZ	ESPONJA MIXTA ESPECIAL x72	Mensual
SKU_73	LUMINUZ	ESPONJILLA DE ACERO ESPECIAL 3x1	Mensual
SKU_74	LUMINUZ	ESTROPAJA BRONCE 15 gr x 48	Mensual
SKU_75	LUMINUZ	FIBRA ABRASIVA ESPECIAL 10X13 6 X96 unds	Mensual
SKU_76	LUMINUZ	FUNDAS BASURA DOMESTICAx100Å Å 58cmx71cm	Mensual
SKU_77	LUMINUZ	FUNDAS BASURA INDUSTRIALX10 74cmx92cm	Mensual
SKU_78	LUMINUZ	SUPER GUANTE LUMINUZ # 7	Mensual
SKU_79	LUMINUZ	SUPER GUANTE LUMINUZ # 7 1 2	Mensual
SKU_80	LUMINUZ	SUPER GUANTE LUMINUZ # 9	Mensual
SKU_81	LUMINUZ	SUPER GUANTE LUMINUZ# 8	Mensual
SKU_82	LUMINUZ	SUPER GUANTE LUMINUZ# 8 1 2	Mensual
SKU_95	MAVIJU	FOCO MAVIJU LUZ BLANCA 9W	Mensual
SKU_98	NESTLE	NE NESTLE GALLETA SAL (28X135gr)	Mensual
SKU_106	OLIMPIA	LF DESINFECTANTE OLIMPIA EUCALIPTO 240ML	Mensual
SKU_107	OLIMPIA	LF DESINFECTANTE OLIMPIA FLORAL 240ML	Mensual
SKU_108	OLIMPIA	LF DESINFECTANTE OLIMPIA LAVANDA 240ML	Mensual
SKU_109	OLIMPIA	LF DESINFECTANTE OLIMPIA MANZANA 240ML	Mensual
SKU_110	OLIMPIA	LF TODO TERRENO OLIMPIA 240ML	Mensual
SKU_111	PERLA	LF SUAVIZANTE PERLA FRUTOS R DOYPACK 400ML	Mensual
SKU_112	PERLA	LF SUAVIZANTE PERLA PRIMAVERAL FLORAL 400ML	Mensual
SKU_113	PERLA	LF SUAVIZANTE PERLA VAINILLA DOYPACK 400ML	Mensual
SKU_114	POLAR	LF CREMA DENTAL POLAR 60ML	Mensual
SKU_117	RAYOMAX	PILAS ALCALINA RAYOMAX AA	Mensual
SKU_118	RAYOMAX	PILAS ALCALINA RAYOMAX AAA	Mensual
SKU_120	RICAS	NE RICAS GALLETA (48x67gr)	Mensual
SKU_125	SNOB	SNOB MERMELADA FRUTILLA SACHET 100GR	Mensual
SKU_126	SNOB	SNOB MERMELADA FRUTIMORA SACHET 100GR	Mensual
SKU_127	SNOB	SNOB MERMELADA MORA SACHET 100GR	Mensual
SKU_139	YA	CREMA CHANTILLI YA CHOCOLATE 100GRS	Mensual
SKU_140	YA	CREMA CHANTILLI YA VAINILLA 100GRS	Mensual
SKU_141	YA	GRANEL HARINA SUPER PANADERA 50 KG	Mensual
SKU_146	YA	TORTA YA VAINILLA 500GRS	Mensual

Fuente: Elaboración propia 2022

Tabla 24. Control de productos de manera semanal

SKU	CATEGORIA	DESCRIPCION	CONTROL
SKU_3	CAFE PRES 2	GN CAFE PRES 2 DOYPACK 50GR	Semanal
SKU_4	CAMINO DEL SOL	CERVEZA CAMINO DEL SOL IGUANA LATA 500ML (ARTESANAL)	Semanal
SKU_13	DOBLE A	DOBLE A ARROZ MACARENO 100LB	Semanal
SKU_14	DOBLE A	DOBLE A ARROZ MACARENO 25LB	Semanal
SKU_20	FIDEOS CAYAMBE	FIDEO CAYAMBE BROCA 400GRS	Semanal
SKU_21	FIDEOS CAYAMBE	FIDEO CAYAMBE CABELLO DE ANGEL 400GRS	Semanal
SKU_22	FIDEOS CAYAMBE	FIDEO CAYAMBE CONCHA CHICA 400GRS	Semanal
SKU_23	FIDEOS CAYAMBE	FIDEO CAYAMBE LAZO #3 AMARILLO 400GR	Semanal
SKU_24	FIDEOS CAYAMBE	FIDEO CAYAMBE LAZO CHICO AMARILLO 400GR	Semanal
SKU_25	FIDEOS CAYAMBE	FIDEO CAYAMBE MACARRON CHICO 400 GRS	Semanal
SKU_26	FIDEOS CAYAMBE	FIDEO CAYAMBE TALLARIN ESP 400GRS	Semanal
SKU_27	FIDEOS CAYAMBE	FIDEO CAYAMBE TALLARIN 87 400GRS	Semanal
SKU_28	FORESTEA	FORESTEA FRESA LIMON 300ML	Semanal
SKU_29	FORESTEA	FORESTEA FRUTOS TROPICALES 300 ML	Semanal
SKU_30	FORESTEA	FORESTEA HORCHATA 300ML	Semanal
SKU_31	FORESTEA	FORESTEA HORCHATA 475ML	Semanal
SKU_32	FORESTEA	FORESTEA MANZANILLA CEDRON FRUTOS TROPI 475ML	Semanal
SKU_33	FORESTEA	FORESTEA MENTA HIERBA LUISA LIMON FRESA 475ML	Semanal
SKU_34	FORESTEA	FORESTEA TE NEGRO MANDARINA VERDE 475ML	Semanal
SKU_35	FORESTEA	FORESTEA TE VERDE MANZANA VERDE 475ML	Semanal
SKU_38	GIRASOL	LF ACEITE GIRASOL 1L	Semanal
SKU_39	GIRASOL	LF ACEITE GIRASOL 500ML	Semanal
SKU_40	GIRASOL	LF MARGARINA GIRASOL 250GR	Semanal
SKU_43	ISABEL	ATUN ACEITE GIRASOL FOURPACK 20(4X80GR)	Semanal
SKU_44	ISABEL	ATUN ISABEL AGUA TRIPACK	Semanal
SKU_45	ISABEL	ATUN ISABEL LOMITOS EN AGUA 160G	Semanal
SKU_46	ISABEL	ATUN LOMITO ACEITE GIRASOL 354GR	Semanal
SKU_47	ISABEL	ATUN LOMITOS ACEITE GIRASOL 48X160+20gr	Semanal
SKU_48	ISABEL	ATUN LOMITOS ACEITE GIRASOL 48X160GR	Semanal
SKU_49	ISABEL	SARDINAS OVAL TOMATE 24X425GR	Semanal
SKU_50	ISABEL	SARDINAS TINAPA TOMATE 50X160GR	Semanal
SKU_52	LA FAVORITA	LF ACEITE LA FAVORITA 100ML	Semanal
SKU_53	LA FAVORITA	LF ACEITE LA FAVORITA 1L	Semanal
SKU_54	LA FAVORITA	LF ACEITE LA FAVORITA 250ML	Semanal
SKU_55	LA FAVORITA	LF ACEITE LA FAVORITA 365ML	Semanal
SKU_56	LA LECHERA	NE LA LECHERA LECHE CONDENSADA (96x100gr)	Semanal
SKU_57	LA LECHERA	NE LA LECHERA LECHE CONDENSADA 397GR	Semanal
SKU_58	LA LECHERA	NE LECHE LA LECHERA ENTERA (12x1L)	Semanal
SKU_59	LA LECHERA	NE LECHE LA LECHERA SEMIDESC (12x1L)	Semanal
SKU_63	LA UNIVERSAL	LU COCOA FUNDA 150GR	Semanal
SKU_64	LA UNIVERSAL	LU COCOA FUNDA 420GR	Semanal
SKU_65	LA UNIVERSAL	LU COCOA RISTRA (12X15GR)	Semanal
SKU_67	LA VAQUITA	NE LA VAQUITA INST RISTRA (8x31gr)	Semanal
SKU_68	LA VAQUITA	NE LA VAQUITA INST SACHET 100gr	Semanal
SKU_71	LIBRES	CERVEZA LIBRES LATA 500ML	Semanal
SKU_83	MAGGI	NE MAGGI CALDO DE GALLINA (26x20gr)	Semanal
SKU_84	MAGGI	NE MAGGI CALDO DE GALLINA 10(14X120GR)	Semanal
SKU_85	MAGGI	NE MAGGI CRIOLLITA (48x10gr)	Semanal
SKU_86	MAGGI	NE MAGGI LA SAZON (14x30gr)	Semanal
SKU_87	MAGGI	NE MAGGI MAYONESA DOYPACK 200GR	Semanal
SKU_88	MAGGI	NE MAGGI MAYONESA RISTRA (14x30gr)	Semanal
SKU_89	MAGGI	NE MAGGI MOSTAZA DOYPACK 200GR	Semanal
SKU_90	MAGGI	NE MAGGI SALSA DE TOMATE DOYPACK 200GR	Semanal
SKU_91	MAGGI	NE MAGGI SALSA DE TOMATE RISTRA (14x30gr)	Semanal
SKU_92	MAIZABROSA	GN MAIZABROSA 1000GR	Semanal
SKU_93	MAIZABROSA	GN MAIZABROSA 500GR	Semanal
SKU_94	MARIA	NE MARIA GALLETA TACO 36X172GR	Semanal
SKU_96	NESCAFE	NE NESCAFE TRADICION 75X25GR	Semanal
SKU_97	NESCAFE	NE NESCAFE TRADICION RISTRA (17x10gr)	Semanal
SKU_99	NUTRI	NUTRI LECHE ENTERA POLIETILENO 900ML	Semanal
SKU_100	NUTRI	NUTRI LECHE ENTERA TETRAFINO 900ML	Semanal
SKU_101	NUTRI	NUTRI LECHE ENTERA UHT 1L	Semanal
SKU_102	NUTRI	NUTRI LECHE SEMIDESCREMADA POLIETILENO 900ML	Semanal
SKU_103	NUTRI	NUTRI LECHE SEMIDESCREMADA TETRAFINO 900ML	Semanal
SKU_104	NUTRI	NUTRI LECHE SEMIDESCREMADA UHT 1L	Semanal
SKU_105	NUTRISOL	AN NUTRISOL 900ML	Semanal
SKU_115	QUAKER	GN AVENA QUAKER 250GR	Semanal
SKU_116	QUAKER	GN AVENA QUAKER 500GR	Semanal
SKU_119	RICACAO	NE RICACAO CHOCOLATE DOYPACK 150GR	Semanal
SKU_121	SABROSA	LF MANTECA LA SABROSA 454GR	Semanal
SKU_122	SI CAFE	GN SI CAFE DOYPACK 50GR	Semanal
SKU_123	SI CAFE	GN TIRA SI CAFE (10X10GR)	Semanal
SKU_124	SNOB	SNOB ACEITUNAS SIN HUESO DOYPACK 220GR	Semanal
SKU_128	SUPER EXTRA	ARROZ EXTRA VIEJO 1 LB	Semanal
SKU_129	SUPER EXTRA	ARROZ EXTRA VIEJO 2 LB	Semanal
SKU_130	SUPER EXTRA	ARROZ SUPER EXTRA INTEGRAL 1K	Semanal
SKU_131	VALDEZ	VALDEZ AZUCAR MORENA 2KG	Semanal
SKU_132	VALDEZ	VALDEZ AZUCAR 10KG	Semanal
SKU_133	VALDEZ	VALDEZ AZUCAR 1KG	Semanal
SKU_134	VALDEZ	VALDEZ AZUCAR 2KG	Semanal
SKU_135	VALDEZ	VALDEZ AZUCAR MORENA 1KG	Semanal
SKU_136	VALDEZ	VALDEZ SAL 1KG	Semanal
SKU_137	VARIOS	L GREEN MATE 750ML 1X12	Semanal
SKU_138	YA	AVENA YA 500 GRS	Semanal
SKU_142	YA	HARINA YA 1 KG	Semanal
SKU_143	YA	HARINA YA 500 KG	Semanal
SKU_144	YA	TORTA YA CHOCOLATE 500GRS	Semanal
SKU_145	YA	TORTA YA NARANJA 500GRS	Semanal

Fuente: Elaboración propia 2022

La revisión de cada producto en bodega tanto de forma mensual y semanal permitirá tener el control para evitar que los productos en stock se caduquen y así evitar pérdidas económicas a la empresa.

Es por ese motivo que este control se encuentra en la herramienta que se le propone a la empresa para el control de productos almacenados en bodega, que se encuentra en la parte de la hoja Excel en productos, como muestra el Anexo 19.

4.7 Costos de implementación

Según el análisis de costos de la implementación del trabajo de titulación en la empresa MATBENDIS SAS, a la empresa le costaría \$1700 mediante la cual se ejecutará el sistema de inventario para tener un control de productos almacenados en bodega. De esta manera se detalla a continuación como nos muestra la Tabla 25.

Tabla 25. Costos de la implementación

ARTÍCULO	PRECIO
Remuneración, transporte y alimentación	\$850
Codificación y programas para pronóstico, clasificación ABC y modelos de inventario	\$200
Evaluación de modelos	\$500
Instalación del sistema	\$100
Servicios eléctricos e Internet	\$50
TOTAL	\$1.700

Fuente: Elaboración propia 2022

CONCLUSIONES

1. Con el análisis de las bases teóricas acerca de diseño de los sistemas de inventario se determinó los pasos a seguir y la información precisa de los modelos de inventario necesarios para el sustento del trabajo de grado elaborado para la empresa MATBENDIS SAS.
2. Se diagnosticó la situación actual de la empresa, logrando conocer la descripción de la empresa, sus productos y el direccionamiento estratégico correspondiente. Para el desarrollo del modelo del sistema de inventario se diagnosticó el estado actual del manejo de inventario mediante flujograma de proceso de abastecimiento de productos en bodega, en el cual se determinó la existencia de 146 productos (SKU) en total, a los cuales se aplicó la clasificación ABC mediante el análisis del diagrama de Pareto, obteniendo 80% (39 SKU) corresponden a la categoría A, 15% (46 SKU) corresponden a la categoría B y un 5% (61 SKU) pertenecen a la categoría C respectivamente, los cuales permitieron tener una línea base para continuar con la propuesta.
 - Además, se calculó el coeficiente de variabilidad dando como resultado el 100% de SKU con un valor mayor a 0,2, es decir todos los productos tienen valores muy altos, para los cuales se aplicaron los 2 modelos heurísticos: Silver Meal y Wagner Whitin. También se realizó el pronóstico de la demanda para el próximo año.
3. Con el diseño del modelo de inventario realizado a la empresa MATBENDIS SAS, se utilizó a los 39 SKU de la categoría A, donde se aplicó los 2 modelos Heurísticos: Silver-Meal con un costo total de \$ 93,566 con un 45% de ahorro y el modelo de Wagner Whitin siendo el mejor modelo de Sistema de Inventarios con \$ 8,654 correspondiente al 95% de ahorro, el cual logró una disminución en la gestión de abastecimiento de productos en almacén con un costo total de \$ 162.562.

RECOMENDACIONES

- Implementar el modelo de inventario propuesto para todos los SKU, una vez que se ha verificado su beneficio que este sistema brindaría a la organización, ya que, permite una reducción de costos total.
- Calcular periódicamente el coeficiente de variabilidad, a fin de establecer cuál modelo de inventario es el recomendable a aplicar de acuerdo con los datos obtenidos.
- Controlar periódicamente el modelo de inventario para evitar pérdida para la empresa.

BIBLIOGRAFÍA

- Danahé , S. J. (2015). Gestión de Inventarios. *cero grados celsius*, 3.
- David R. Anderson, Dennis J. Sweeney, Thomas A. Williams, Jeffrey D. Camm, & Kipp Martin. (2011). *Métodos cuantitativos para los negocios*. Av. Santa Fe: CENGAGE Learning. Obtenido de MÉTODOS CUANTITATIVOS PARA LOS NEGOCIOS: https://frh.cvg.utn.edu.ar/pluginfile.php/23471/mod_resource/content/1/metodos-cuantitativos-para-los-negocios-anderson-11th.pdf
- Administración de inventario*. (2018). Obtenido de http://ual.dyndns.org/biblioteca/costos_ii/pdf/unidad_07.pdf
- Administración, d. O. (2018). *Administración de Operaciones Sesión 7: Administración de Inventarios*. Obtenido de cursos aiu: http://ual.dyndns.org/biblioteca/costos_ii/pdf/unidad_07.pdf
- Alvarado, W. W. (2013). *BIBDIGITAL*. Quito: Quito, 2013. Obtenido de Sistema de Aprovisionamiento de Inventarios Mediante la Filosofía PULL, caso de estudio: Línea de repuestos de la empresa ELECTROLUX C.A.: <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/7974/4/CD-4895.pdf>
- Angulo Baca, A., & Bernal Bazalar, M. S. (2021). *Propuesta de mejora en la gestión de inventarios de producto terminado en una pyme del sector calzadode cuero en Lima utilizando CPFY y pronóstico Arima*. Lima: Pepositorio aadémico UPC.
- Arenal Laza, C. (2020). *Gestión de Inventario UF0476*. Logroño: TUTOR FORMACIÓN. Obtenido de Inventarios -- Administración , Inventory control , Control de inventarios: <https://elibro.net/es/ereader/utnorte/126745?page=8>
- Armstrong, J., & Green, K. (2005). *Previsión de la demanda : la evidencia - métodos basados*. Monash University: Citeseer.
- Bastarrica, D. (2020). *Predicción de series temporales mediante el método k-NN: explicabilidad y algoritmos de ensamblado*. Madrid: eprints.
- Beale, M., & Demuth, H. (2019). *Neural network toolbox*. User's Guide.

- Cadena, P. (agosto de 2017). *redalyc*. Obtenido de Métodos cuantitativos, métodos cualitativos o su combinación en la investigación: <https://www.redalyc.org/pdf/2631/263153520009.pdf>
- Céspedes Trujillo, N. (2017). *LA ADMINISTRACIÓN DE LOS INVENTARIOS EN EL MARCO DE LA ADMINISTRACIÓN FINANCIERA A CORTO PLAZO*. Obtenido de Dialnet: <file:///C:/Users/User/Downloads/Dialnet-LaAdministracionDeLosInventariosEnElMarcoDeLaAdmin-6145627.pdf>
- Chase, R., & Jacobs, R. (2014). *Administracion de Operaciones: Produccion y Cadena de Suministros*. Delegación Álvaro Obregón: McGraw-Hill Educación. Obtenido de Administracion de Operaciones Produccion y Cadena de Suministro: <https://ucreanop.com/wp-content/uploads/2020/08/Administracion-de-Operaciones-Produccion-y-Cadena-de-Suministro-13edi-Chase.pdf>
- Cruz, F. A. (2017). *Gestión de inventarios. UF0476*. (U. I. Editorial, Ed.) Antequera: IC. Editorial. Obtenido de Gestión de inventarios: <https://elibro.net/es/lc/utnorte/titulos/59186>
- Defontana. (02 de Agosto de 2019). *defontana*. Obtenido de ¿Cómo funciona un sistema de inventario?: <https://www.defontana.com/cl/como-funciona-un-sistema-de-inventario/>
- Denise, R. (2008). *ResearchGate*. Obtenido de DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL DE INVENTARIOS: https://www.researchgate.net/figure/FIGURA-29-DISENO-DEL-SISTEMA-DE-CONTROL-DE-INVENTARIOS_fig4_28792820
- Díaz Rodríguez, M., León, Á., Henao, A., & Díaz Mora, M. E. (2018). *Introducción al análisis estadístico multivariado aplicado*. Colombia: Universidad del Norte . Obtenido de <https://books.google.com.ec/books?id=TTKjDwAAQBAJ&pg=PT202&lpg=PT202&dq=el+criterio+Bayesiano+favorece+la+selecci%C3%B3n+de+modelos,+dado+que+castiga+la+inclusi%C3%B3n+de+variables+que+no+sean+significativas+para+el+modelo%E2%80%9D,+el+cual+viene+denotado>
- Esper, T. L., Matthew, A. W., & Terry, L. E. (2017). *Administración de inventarios*. México: Pearson Educación. Obtenido de <https://elibro.net/es/lc/utnorte/titulos/38086>

- estandar?, ¿. e. (2019). ¿Qué es la desviación estandar? *Minitab 18*, 1. Obtenido de ¿Qué es desviación estandar?: <https://support.minitab.com/es-mx/minitab/18/help-and-how-to/statistics/basic-statistics/supporting-topics/data-concepts/what-is-the-standard-deviation/>
- Fernández, A. (2021). Programar algoritmo kNN, desde cero en R. *Data Scientist & Business Intelligence*, 16. Obtenido de <https://anderfernandez.com/blog/programar-knn-r/>
- Fernando, L. J. (2017). El enfoque heurístico aplicado a la resolución de problemas en la empresa: entre el método y la estrategia. *Redalyc*, 4-5. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/1995/199553113017.pdf>
- Gerencie. (25 de septiembre de 2020). *Rotación de Inventarios*. Obtenido de gerencie.com: <https://www.gerencie.com/rotacion-de-inventarios.html>
- Gitman, L. J. (2003). *Principios de Administración financiera*. Atlacomulco: Pearson Addison Wesley. Obtenido de [https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=KS_04zILe2gC&oi=fnd&pg=PA17&dq=Gitman,+L.,+%26+Zutter,+C.+\(2012\).+Principios+de+Administraci%C3%B3n+financiera+\(Decimosegunda+ed.\).+M%C3%A9xico:+Pearson+Educaci%C3%B3n&ots=Cz4ptkIrL3&sig=xehYtMvXwkuwfmoo9UYWs](https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=KS_04zILe2gC&oi=fnd&pg=PA17&dq=Gitman,+L.,+%26+Zutter,+C.+(2012).+Principios+de+Administraci%C3%B3n+financiera+(Decimosegunda+ed.).+M%C3%A9xico:+Pearson+Educaci%C3%B3n&ots=Cz4ptkIrL3&sig=xehYtMvXwkuwfmoo9UYWs)
- Handling, T. M. (2021). El método ABC de clasificación para optimizar el inventario. *Toyota Material Handling*, 1-3.
- Hanke, J., & Wichern, D. (2010). *Pronóstico en los negocios* (Novena ed.). México: Pearson. Obtenido de https://www.academia.edu/36280615/HANke_Wichern
- Heizer, J., & Render, B. (2009). *Principios De Administración De Operaciones*. Atlacomulco, Pearson Educacion: Pearson Prentice Hall. Obtenido de Principios De Administración De Operaciones: <https://clea.edu.mx/biblioteca/files/original/47cb70cab6ec78aa65b34e6c70ce8822.pdf>
- Hernández. (2013). Obtenido de METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/133491/METODOLOGIA_DE_INVESTIGACION.pdf
- Hoy, L. P. (2018). Beneficios Control de Inventarios. *logisticapymehoy*, 1.

- Hyndman , R., & Athanasopoulos, G. (2020). *Forecasting: Principles and Practice*, Segunda. Obtenido de <https://otexts.com/fpp2/>
- Hyun, J. (2020). Planificación de inventario . *ZIPinventory*, 1-4. Obtenido de <https://zipinventory.com/es/inventory-control/inventory-planning.html>
- Jaffe, J. F., Stephen A. Ross, & Randolph W. Westerfield. (2012). *Finanzas Corporativas* . Álvaro Obregón: Mc Graw Hill. Obtenido de *Finanzas corporativas*: <https://cucjonline.com/biblioteca/files/original/923fbd1a071a4533d1fa4b240c25592.pdf>
- James C, V. H., & John M, W. J. (2010). *Fundamentos de administración financiera*. Atlacomulco: Pearson. Obtenido de *catedrafinancierag*: <https://catedrafinancierags.files.wordpress.com/2014/09/fundamentos-de-administracion-financiera-13-van-horne.pdf>
- Krajewski, L., Ritzman, L., & Malhotra, M. (2013). *Administración de Operaciones: Procesos y cadena de suministros* . Naucalpan de Juárez: Pearson educación. Obtenido de *Administración de Operaciones Procesos y Cadena de Suministro*: <https://elibro.net/es/ereader/utnorte/37921>
- Management, P. -R. (2020). *PRICING - Revenue Management* . Obtenido de *Rotación de inventario*: <https://www.pricing.cl/conocimiento/rotacion-de-inventario/>
- Martínez , R. (2009). Los inventarios en los alimentos. *Rincón del universitario*, 3-4. Obtenido de <https://rincondeluniversitario.blogspot.com/2009/12/los-inventarios-en-los-alimentos.html>
- Montesinos López, A. (Agosto de 2011). *ESTUDIO DEL AIC Y BIC EN LA SELECCIÓN DE MODELOS DE VIDA CON DATOS CENSURADOS*. Guanajuato: CIMAT. Obtenido de *ESTUDIO DEL AIC Y BIC EN LA SELECCIÓN DE MODELOS DE VIDA CON DATOS CENSURADOS*: <https://probayestadistica.cimat.mx/sites/default/files/PDFs/TE414MontesinosLopez.pdf>
- Moreno, M. (2020). Análisis de incidentes de tránsito mediante la calidad del modelo KNN. *Dialnet*, 7.
- Morillo Tarapues, D. F. (2020). *MODELO PARA EL PRONÓSTICO DE LA DEMANDA DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE EMELNORTE S.A - IBARRA APLICANDO REDES NEURONALES ARTIFICIALES*. Ibarra: repositorio utn. Obtenido de

<http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/10658/2/04%20IND%20271%20TRABAJO%20GRADO.pdf>

Muñoz, D. F. (Enero de 2009). *ResearchGate*. Obtenido de Administracion de Operaciones Enfoque de Administracion de Procesos de Negocios: https://www.researchgate.net/publication/307858646_Administracion_de_Operaciones_Enfoque_de_Administracion_de_Procesos_de_Negocios

Nahmias, S. (2014). *Análisis de la producción y las operaciones*. México: The McGraw-Hill Company. Obtenido de https://www.academia.edu/37175608/Analisis_de_la_produccion_y_las_operaciones_5ta_Edicion_Sтивен_Nahmias

Ollague Valarezo, J. K., Ramón Ramón , D. I., Soto Gonzalez, C. O., & Novillo, E. F. (2017). Indicadores financieros de gestión: análisis e interpretación desde una visión retrospectiva y prospectiva. *INNOVA Research Journal*, 25. Obtenido de <https://revistas.uide.edu.ec/index.php/innova/article/view/328/1363>

Ollague Valarezo, J. K., Ramón Ramón , D. I., Soto Gonzalez, C. O., & Novillo, E. F. (2017). Indicadores financieros de gestión: análisis e interpretación desde una visión retrospectiva y prospectiva. *INNOVA Research Journal*, 25. Obtenido de <https://revistas.uide.edu.ec/index.php/innova/article/view/328/1363>

Operaciones, G. d. (24 de agosto de 2015). *Gestión de Operaciones*. Obtenido de Gestión de Operaciones: <https://www.gestiondeoperaciones.net/proyeccion-de-demanda/metodo-de-suavizamiento-exponencial-ajustado-a-la-tendencia-suavizacion-exponencial-doble/>

Paredes, R. J. (2001). *Planificación y control de la producción*. Cuenca: CLACSO, IDIUC, Instituto de Investigaciones, Universidad de Cuenca.

PRICING. (2020). Costos de Inventario. *PRICING*, 1. Obtenido de <https://www.pricing.cl/conocimiento/costos-de-inventario/>

Producción, A. d. (2016). Administración de Inventarios. *Investy24*, 1.

- Reyes Rodríguez, T. M., & Maximiliano, A. L. (2020). Modelos de pronóstico de caudales mensuales en el río Shullcas (Huancayo - Perú) con redes neuronales artificiales. *UNASAM*, 224. Obtenido de http://revistas.unasam.edu.pe/index.php/Aporte_Santiaguino/article/view/737/912
- Sanjuán, F. (2018). *economipedia*. Obtenido de <http://economipedia.com/definiciones/coeficiente-de-variacion.html>
- Silver, E. A., & Meal, H. C. (1973). *econbiz*. Obtenido de A Heuristic for Selecting Lot Size Quantities for the case of a Deterministic Time-Varying Demand Rate and Discrete Opportunities for Replenishment: <https://www.econbiz.de/Record/heuristic-selecting-lot-size-quantities-case-deterministic-time-varying-demand-rate-discrete-opportunities-replenishment-silver-edward/10002805845>
- Suárez Cerveza, M. L. (2012). *Gestión de Inventarios*. Ediciones de la U. Obtenido de Ediciones de la U: <https://edicionesdelau.com/producto/gestion-de-inventarios/>
- Superprof. (2020). *Coeficiente de variación y puntuaciones típicas*. Obtenido de <https://www.superprof.es/apuntes/escolar/matematicas/estadistica/descriptiva/coeficiente-de-variacion-y-puntuaciones-tipicas.html>
- Taha, H. (2004). *Investigación de Operaciones* (Vol. Séptima edición). México: Pearson Educación. Obtenido de <http://www.uenicmlk.edu.ni/img/biblioteca/Administraci%C3%B3n%20Investigaci%C3%B3n%20de%20Operaciones%20-%20Hamdy%20A.%20Taha%20-%207ma%20Edici%C3%B3n.pdf>
- Tevni, G. (27 de marzo de 2000). *avdiaz.files.wordpress*. Obtenido de TIPOS DE INVESTIGACIÓN: <https://avdiaz.files.wordpress.com/2010/09/tipos-de-investigacion3b3n.pdf>
- Trubic. (s.f.). *Planeación de Inventario*. Obtenido de Trubic: <https://trubic.app/articulo/planeacion-de-inventario>
- Villalobos, J. (2015). *Inventario*. Obtenido de DocPlayer: <https://docplayer.es/7752158-Objetivos-de-los-inventarios.html>
- Villarreal, F. (septiembre de 2016). *Introducción a los modelos de pronóstico*. Universidad Nacional del Sur: Pearson. Obtenido de “Introducción a los Modelos de Pronósticos”:

https://www.matematica.uns.edu.ar/uma2016/material/Introduccion_a_los_Modelos_de_Pro nosticos.pdf

Yosmary, D. (2012). *Administración de inventario: elemento clave para la optimización de las utilidades en las empresas*. Merida: Redalyc.

ANEXOS

Anexo 1. Áreas de la curva normal

ÁREAS DE LA CURVA NORMAL



Para encontrar el área bajo la curva normal, puede aplicarse la tabla I.1 o la tabla I.2. En la tabla I.1, es necesario saber a cuántas desviaciones estándar a la derecha de la media se encuentra ese punto. Después, el área bajo la curva normal se puede leer directamente de la tabla normal. Por ejemplo, el área total bajo la curva normal para un punto que está a 1.55 desviaciones estándar a la derecha de la media es de .93943.

TABLA I.1										
Z	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
.0	.50000	.50399	.50798	.51197	.51595	.51994	.52392	.52790	.53188	.53586
.1	.53983	.54380	.54776	.55172	.55567	.55962	.56356	.56749	.57142	.57535
.2	.57926	.58317	.58706	.59095	.59483	.59871	.60257	.60642	.61026	.61409
.3	.61791	.62172	.62552	.62930	.63307	.63683	.64058	.64431	.64803	.65173
.4	.65542	.65910	.66276	.66640	.67003	.67364	.67724	.68082	.68439	.68793
.5	.69146	.69497	.69847	.70194	.70540	.70884	.71226	.71566	.71904	.72240
.6	.72575	.72907	.73237	.73565	.73891	.74215	.74537	.74857	.75175	.75490
.7	.75804	.76115	.76424	.76730	.77035	.77337	.77637	.77935	.78230	.78524
.8	.78814	.79103	.79389	.79673	.79955	.80234	.80511	.80785	.81057	.81327
.9	.81594	.81859	.82121	.82381	.82639	.82894	.83147	.83398	.83646	.83891
1.0	.84134	.84375	.84614	.84849	.85083	.85314	.85543	.85769	.85993	.86214
1.1	.86433	.86650	.86864	.87076	.87286	.87493	.87698	.87900	.88100	.88298
1.2	.88493	.88686	.88877	.89065	.89251	.89435	.89617	.89796	.89973	.90147
1.3	.90320	.90490	.90658	.90824	.90988	.91149	.91309	.91466	.91621	.91774
1.4	.91924	.92073	.92220	.92364	.92507	.92647	.92785	.92922	.93056	.93189
1.5	.93319	.93448	.93574	.93699	.93822	.93943	.94062	.94179	.94295	.94408
1.6	.94520	.94630	.94738	.94845	.94950	.95053	.95154	.95254	.95352	.95449
1.7	.95543	.95637	.95728	.95818	.95907	.95994	.96080	.96164	.96246	.96327
1.8	.96407	.96485	.96562	.96638	.96712	.96784	.96856	.96926	.96995	.97062
1.9	.97128	.97193	.97257	.97320	.97381	.97441	.97500	.97558	.97615	.97670
2.0	.97725	.97784	.97831	.97882	.97932	.97982	.98030	.98077	.98124	.98169
2.1	.98214	.98257	.98300	.98341	.98382	.98422	.98461	.98500	.98537	.98574
2.2	.98610	.98645	.98679	.98713	.98745	.98778	.98809	.98840	.98870	.98899
2.3	.98928	.98956	.98983	.99010	.99036	.99061	.99086	.99111	.99134	.99158
2.4	.99180	.99202	.99224	.99245	.99266	.99286	.99305	.99324	.99343	.99361
2.5	.99379	.99396	.99413	.99430	.99446	.99461	.99477	.99492	.99506	.99520
2.6	.99534	.99547	.99560	.99573	.99585	.99598	.99609	.99621	.99632	.99643
2.7	.99653	.99664	.99674	.99683	.99693	.99702	.99711	.99720	.99728	.99736
2.8	.99744	.99752	.99760	.99767	.99774	.99781	.99788	.99795	.99801	.99807
2.9	.99813	.99819	.99825	.99831	.99836	.99841	.99846	.99851	.99856	.99861
3.0	.99865	.99869	.99874	.99878	.99882	.99886	.99890	.99893	.99896	.99900
3.1	.99903	.99906	.99910	.99913	.99916	.99918	.99921	.99924	.99926	.99929
3.2	.99931	.99934	.99936	.99938	.99940	.99942	.99944	.99946	.99948	.99950
3.3	.99952	.99953	.99955	.99957	.99958	.99960	.99961	.99962	.99964	.99965
3.4	.99966	.99968	.99969	.99970	.99971	.99972	.99973	.99974	.99975	.99976
3.5	.99977	.99978	.99978	.99979	.99980	.99981	.99981	.99982	.99983	.99983
3.6	.99984	.99985	.99985	.99986	.99986	.99987	.99987	.99988	.99988	.99989
3.7	.99989	.99990	.99990	.99990	.99991	.99991	.99992	.99992	.99992	.99992
3.8	.99993	.99993	.99993	.99994	.99994	.99994	.99994	.99995	.99995	.99995
3.9	.99995	.99995	.99996	.99996	.99996	.99996	.99996	.99996	.99997	.99997

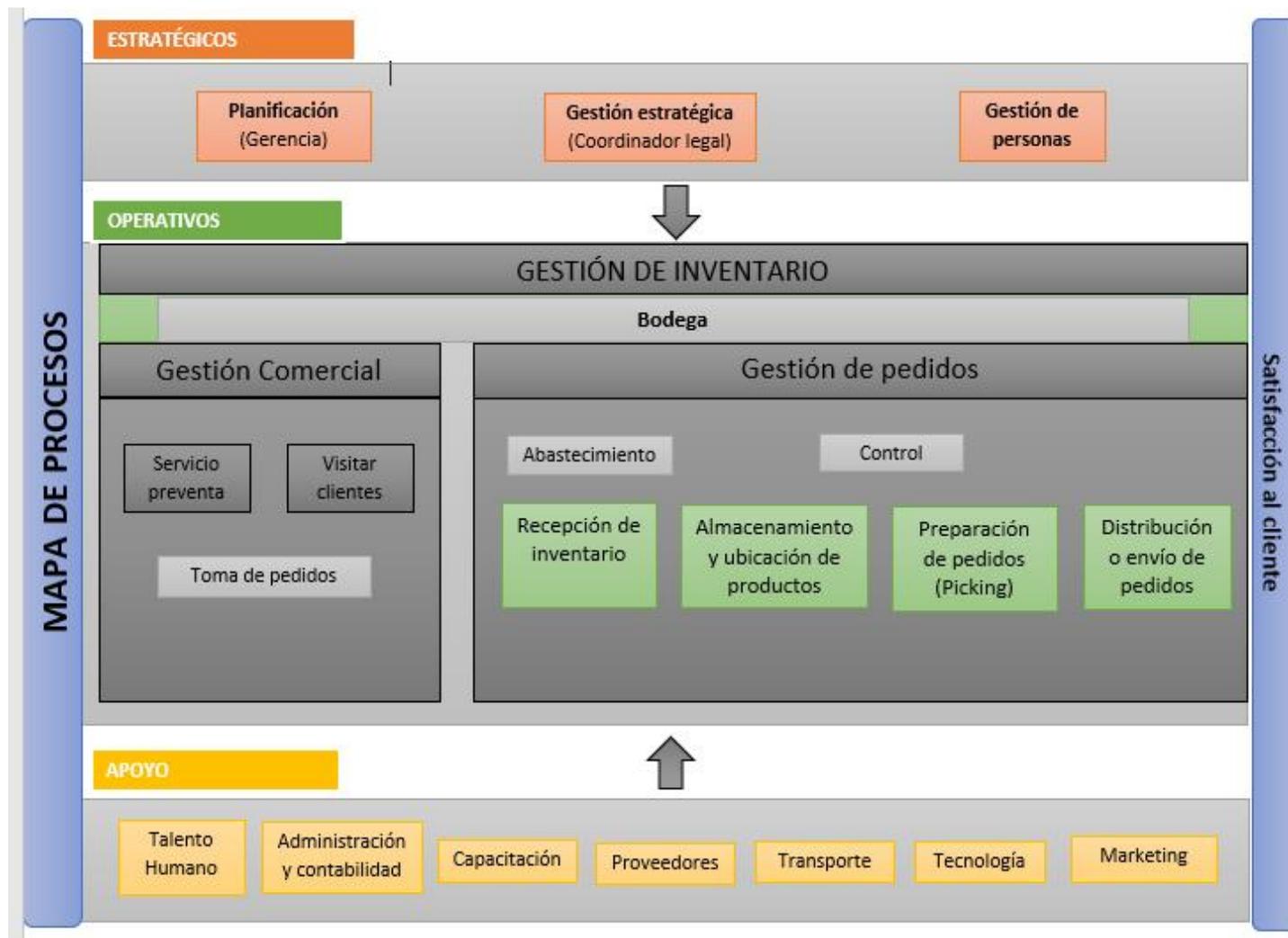
Anexo 2. Evolución de los inventarios

EVOLUCIÓN DE LOS INVENTARIOS							
Antigüedad	1945 50's	1960 70's	1980 80's	1990 90's	Actualidad		
		Mantener un inventario suficiente con el fin de no parar ningún proceso ni agotar un producto terminado. Se tenían altos márgenes de rentabilidad y se justifica tener altos niveles de inventario, con dos elementos a favor: A los índices de inflación y Restricción a las importaciones.	Se pensaba en tener un inventario suficiente e imprimirle cierta dinámica. Se empezó a hablar de flujo de inventarios. Ya se calculaba el índice de rotación (Ventas (consumo)/Valor inventario promedio) y posteriormente la velocidad del inventario. Incluso, se llegó a estudiar la forma de tener cero inventarios.	Se compra con más facilidad y los índices de inflación son bajos. Algunas empresas se aceleraron e incrementaron sus niveles de inventarios. Se incrementó el exceso de inventarios.	Mayor conciencia de lo que cuesta comprar para almacenar. Nadie quiere cargar con los costos de almacenamiento del inventario. Las empresas se preparan para recibir la mercadería con el fin de pasarlas rápidamente a los eslabones siguientes en la cadena.		
Los egipcios almacenaban semillas y toda clase de alimentos en tiempos de escases.	En la 2da guerra mundial se utilizaban programas especializados para almacenar y controlar los recursos materiales.	Se implementa la planificación de los requerimientos de materiales (MRP), donde se desvenvuelve el inventario.	Aplicación del sistema MRP, añadiendo un módulo para planificar los recursos producidos.	Se incrementa los sistemas de inventarios al observar su gran eficiencia, incluso se busca abarcar más áreas empresariales.	Se consolidan los módulos, enlazando las áreas de operación empresarial hasta el área de recursos humanos.		
MODELOS							
	EOQ	EOQ con tiempo de demora de pedido	EOQ con faltantes	EPQ o ELS	Repartidor de periódicos	(Q,R)	(s,S)
Demanda	Determinística	Determinística	Determinística	Determinística	Estocástica	Estocástica	Estocástica
Revisión	No se especifica	No se especifica	No se especifica	No se especifica	Peródica	Continua	Periódica
Faltantes	No se permiten	No se permiten	Si se permiten	No se permiten	Si se permiten	Si se permiten	Si se permiten
Lead Time	Sin	Con	Sin	Sin	Sin	Con	Con
Resultados	Q,T	Q,R	Q,T	Q,T	Q	Q,R,SS	s,S
Otro	Todo lote se entrega de una sola vez: tasa de producción > demanda	Todo lote se entrega de una sola vez: tasa de producción > demanda	Todo lote se entrega de una sola vez: tasa de producción > demanda	El lote se entrega en partes: tasa de producción < demanda			
Costo total	Costo de pedido + Costo de mantener el inventario	Costo de pedido + Costo de mantener el inventario	Costo de pedido + Costo de mantener el inventario	Costo de pedido + Costo de mantener el inventario	Costo de excedentes + Costo de faltantes	Costo de pedido + Costo de mantener el inventario + Costo de faltantes	Costo de pedido + Costo de mantener el inventario + Costo de faltantes
<p>EOQ: Economic Order Quantity, EPQ: Economic Production, ELS: Economic Lot Size Q: cantidad de pedido, T: tiempo de ciclo (cada cuánto se debe realizar un pedido), R: punto de reorden (nivel de inventario disponible en el que se debe realizar un pedido), SS: stock de seguridad, s: nivel de inventario mínimo permitido, S: nivel máximo de inventario permitido.</p>							

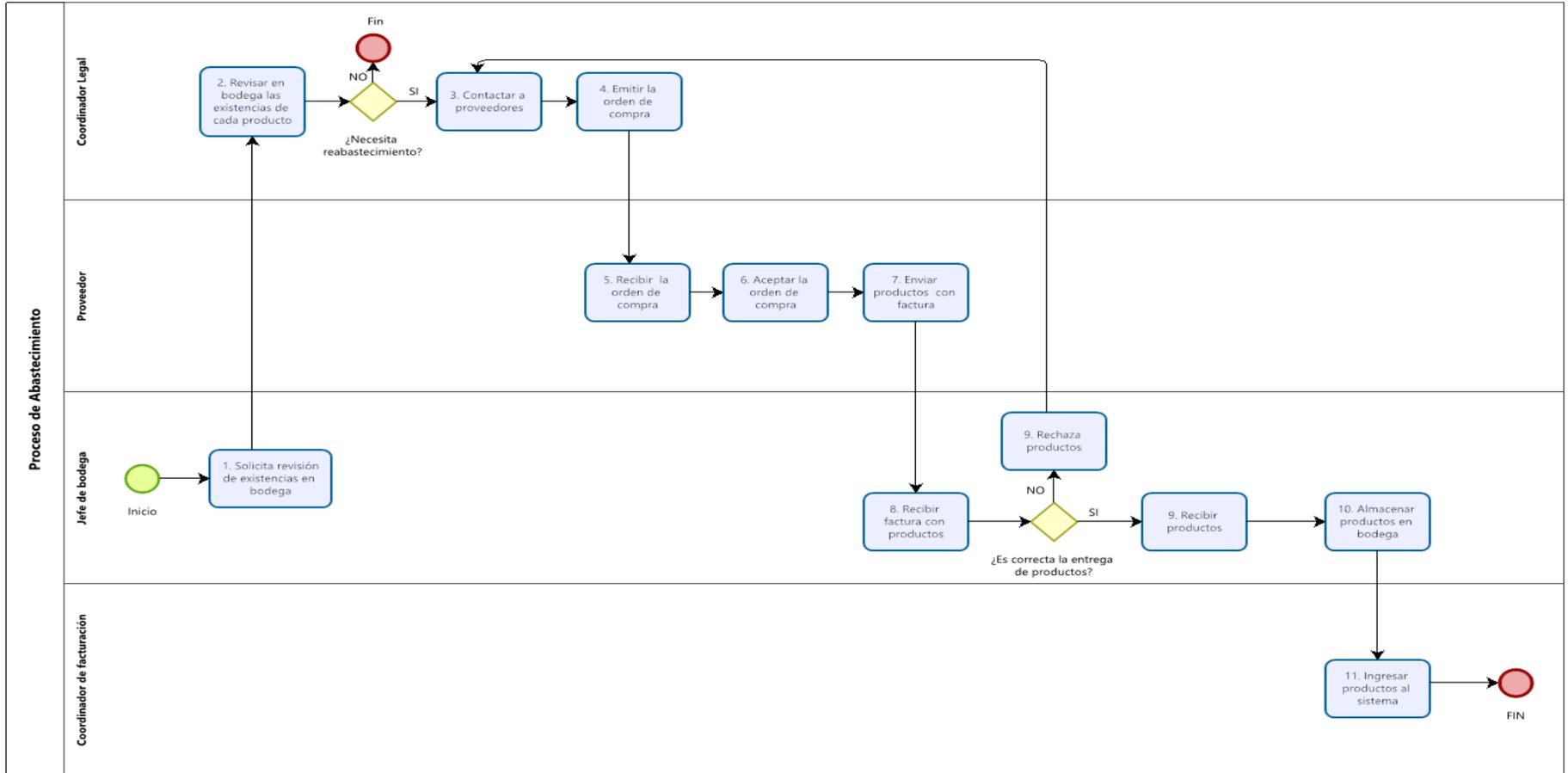
Anexo 3. Evolución de pronóstico

EVOLUCIÓN DEL PRONOSTICO											
Antigüedad	1945		1960		1980		1990		Actualidad		
	50's		70's		80's		90's				
Sin previsión	Pronóstico ingenuo		Pronóstico estadístico		Demanda planificada		Modelado de la demanda		Aprendizaje automático		
	Asume el año pasado o el último valor de la demanda donde la evaluación ocurrirá nuevamente este mes		Se ajusta a una curva de pronóstico a través de cantidades históricas de la demanda. Incorpora tendencia, estacionalidad y promedio móvil. Se realiza en Microsoft Excel.		Predecir estadísticamente de forma semanal, mensual o anual. Jerarquía y efectos causales están incorporados en el pronóstico. Se convierte en una pesadilla en Microsoft Excel.		Aprovecha más granular y más datos posteriores para obtener una señal de demanda más limpia y eliminar la volatilidad y efecto látigo.		Aprovecha datos extendidos e incluso grandes para aumentar aún más la precisión.		
											Incluye técnicas que son usualmente asociado con detección de demanda a corto plazo para aumentar drásticamente la precisión a largo plazo.
100%	0%	60%	40%	50%	50%	25%	75%	10%	90%	5%	95%
ERROR						EXACTITUD					
MODELOS											
	Ingenuo	Promedios móviles	Suavizamiento exponencial simple	De respuesta adaptada	De Holt	De Winters	Modelo de Bass	Basado en la regresión de tendencia	Casual	Descomposición en series de tiempo	ARIMA
Patrón de datos	Estacionario	Estacionario	Estacionario	Estacionario	De tendencia lineal	Tendencia y estacionalidad	Curva S	Tendencia lineal y no lineal con o sin estacionalidad	Puede manejar casi todos los patrones de datos	Puede manejar patrones de tendencia, estacionales y ciclos	Estacionario o transformado en estacionario
Cantidad de datos históricos (número de observaciones)	1 o 2	El número es igual a los...?	5 a 10	10 a 5	10 a 5	Cuando menos 4 o 5 por estación	Pequeño, 3 a 10	Un mínimo de 10 con 4 o 5 por estación si se incluye la estacionalidad	Un mínimo de 10 por variable independiente	Suficiente para ver dos picos y valles en el ciclo	Un mínimo de 50
Horizonte de pronóstico	Muy corto	Muy corto	Corto	Corto	Corto a medio	Corto a medio	Medio a largo	Corto a medio	Corto, medio y largo	Corto, medio y largo	Corto, medio y largo

Anexo 4. Mapa de procesos MATBENDIS SAS



Anexo 5. Proceso de abastecimiento MATBENDIS SAS.



Anexo 6. Análisis de inventario

SKU	CATEGORIA	DESCRIPCION
SKU_1	AMOR	NE AMOR WAFER CHOCOLATE (60x100gr)
SKU_2	AROMA DIVINO	TIRA CHOCOLATE AMBATENO 6X100GR
SKU_3	CAFE PRES 2	GN CAFE PRES 2 DOYPACK 50GR
SKU_4	CAMINO DEL SOL	CERVEZA CAMINO DEL SOL IGUANA LATA 500ML (ARTESANAL)
SKU_5	CICLON	LF DETERGENTE CICLON FLORAL 350GR
SKU_6	CICLON	LF DETERGENTE CICLON FRUTAL 350GR
SKU_7	CICLON	LF DETERGENTE CICLON LIMON 350GR
SKU_8	CICLON	LF DETERGENTE CICLON LIQUIDO DOYPACK 300ML
SKU_9	CLOROX	LF CLOROX ORIGINA SACHET 60X270ML
SKU_10	DELIGOMIS	DELIGOMIS GUSANITO ACIDO 12X22 GR
SKU_11	DELIGOMIS	DELIGOMIS HUESITO ACIDO 12X22 GR
SKU_12	DELIGOMIS	DELIGOMIS OSITOS 12X22 GR
SKU_13	DOBLE A	DOBLE A ARROZ MACARENO 100LB
SKU_14	DOBLE A	DOBLE A ARROZ MACARENO 25LB
SKU_15	DOG STAR	DOG STAR ADULTOS 1LB
SKU_16	DOG STAR	DOG STAR ADULTOS 30KG
SKU_17	DOG STAR	DOG STAR CACHORROS 1LB
SKU_18	FAMILY	LF SHAMPOO FAMILY CONTROL T 1000GR
SKU_19	FAMILY	LF SHAMPOO FAMILY SABILO DOYPACK 180ML
SKU_20	FIDEOS CAYAMBE	FIDEOS CAYAMBE BROCA 400GRS
SKU_21	FIDEOS CAYAMBE	FIDEOS CAYAMBE CABELLO DE ANGEL 400GRS
SKU_22	FIDEOS CAYAMBE	FIDEOS CAYAMBE CONCHA CHICA 400GRS
SKU_23	FIDEOS CAYAMBE	FIDEOS CAYAMBE LAZO #3 AMARILLO 400GR
SKU_24	FIDEOS CAYAMBE	FIDEOS CAYAMBE LAZO CHICO AMARILLO 400GR
SKU_25	FIDEOS CAYAMBE	FIDEOS CAYAMBE MACARRON CHICO 400 GRS
SKU_26	FIDEOS CAYAMBE	FIDEOS CAYAMBE TALLARIN ESP 400GRS
SKU_27	FIDEOS CAYAMBE	FIDEOS CAYAMBE TALLARIN 87 400GRS
SKU_28	FORESTEA	FORESTEA FRESA LIMON 300ML
SKU_29	FORESTEA	FORESTEA FRUTOS TROPICALES 300 ML
SKU_30	FORESTEA	FORESTEA HORCHATA 300ML
SKU_31	FORESTEA	FORESTEA HORCHATA 475ML
SKU_32	FORESTEA	FORESTEA MANZANILLA CEDRON FRUTOS TROPI 475ML
SKU_33	FORESTEA	FORESTEA MENTA HIERBA LUISA LIMON FRESA 475ML
SKU_34	FORESTEA	FORESTEA TE NEGRO MANDARINA VERDE 475ML
SKU_35	FORESTEA	FORESTEA TE VERDE MANZANA VERDE 475ML
SKU_36	GALAK	NE GALAK BARRA BLANCO (21x20gr)
SKU_37	GALAK	NE GALAK TUBITO (30x16gr)
SKU_38	GIRASOL	LF ACEITE GIRASOL 1L
SKU_39	GIRASOL	LF ACEITE GIRASOL 500ML
SKU_40	GIRASOL	LF MARGARINA GIRASOL 250GR
SKU_41	HADA	11504 PAP HIG ECONOMICO 8X6 16 5M 2H
SKU_42	HADA	11505 PAP HIG ECONOMICO 12X4 16 5M 2H
SKU_43	ISABEL	ATUN ACEITE GIRASOL FOURPACK 20(4X80GR)
SKU_44	ISABEL	ATUN ISABEL AGUA TRIPACK
SKU_45	ISABEL	ATUN ISABEL LOMITOS EN AGUA 160G
SKU_46	ISABEL	ATUN LOMITO ACEITE GIRASOL 354GR
SKU_47	ISABEL	ATUN LOMITOS ACEITE GIRASOL 48X160+20gr
SKU_48	ISABEL	ATUN LOMITOS ACEITE GIRASOL 48X160GR
SKU_49	ISABEL	SARDINAS OVAL TOMATE 24X425GR
SKU_50	ISABEL	SARDINAS TINAPA TOMATE 50X160GR
SKU_51	JOLLY	LF JABON JOLLY TRIPACK SURTIDO 3X100GR
SKU_52	LA FAVORITA	LF ACEITE LA FAVORITA 100ML
SKU_53	LA FAVORITA	LF ACEITE LA FAVORITA 1L
SKU_54	LA FAVORITA	LF ACEITE LA FAVORITA 250ML
SKU_55	LA FAVORITA	LF ACEITE LA FAVORITA 365ML
SKU_56	LA LECHERA	NE LA LECHERA LECHE CONDENSADA (96x100gr)
SKU_57	LA LECHERA	NE LA LECHERA LECHE CONDENSADA 397GR
SKU_58	LA LECHERA	NE LECHE LA LECHERA ENTERA (12x1L)
SKU_59	LA LECHERA	NE LECHE LA LECHERA SEMIDESC (12x1L)
SKU_60	LA UNIVERSAL	LU CARAMELO DURO SURTIDO 420GR
SKU_61	LA UNIVERSAL	LU CARAMELO LECHE MIEL 418GR
SKU_62	LA UNIVERSAL	LU CARAMELO MENTA GLACIAL 400 GR
SKU_63	LA UNIVERSAL	LU COCOA FUNDA 150GR
SKU_64	LA UNIVERSAL	LU COCOA FUNDA 420GR
SKU_65	LA UNIVERSAL	LU COCOA RISTRA (12X15GR)
SKU_66	LA UNIVERSAL	LU MANICHO DISPLAY (24X28GR)
SKU_67	LA VAQUITA	NE LA VAQUITA INST RISTRA (8x31gr)
SKU_68	LA VAQUITA	NE LA VAQUITA INST SACHET 100gr
SKU_69	LAVA TODO	LF LAVA TODO FLORAL 255GR
SKU_70	LAVA TODO	LF LAVA TODO LIMON 255GR
SKU_71	LIBRES	CERVEZA LIBRES LATA 500ML
SKU_72	LUMINUZ	ESPOÑILLA MIXTA ESPECIAL x72
SKU_73	LUMINUZ	ESPOÑILLA DE ACERO ESPECIAL 3x1
SKU_74	LUMINUZ	ESTROPAJO BRONCE 15 gr x 48

SKU_75	LUMINUZ	FIBRA ABRASIVA ESPECIAL 10X13 6 X96 unds
SKU_76	LUMINUZ	FUNDAS BASURA DOMESTICAx10AÑ AÑ 58cmx71cm
SKU_77	LUMINUZ	FUNDAS BASURA INDUSTRIALX10 74cmx92cm
SKU_78	LUMINUZ	SUPER GUANTE LUMINUZ # 7
SKU_79	LUMINUZ	SUPER GUANTE LUMINUZ # 7 1 2
SKU_80	LUMINUZ	SUPER GUANTE LUMINUZ # 9
SKU_81	LUMINUZ	SUPER GUANTE LUMINUZ# 8
SKU_82	LUMINUZ	SUPER GUANTE LUMINUZ# 8 1 2
SKU_83	MAGGI	NE MAGGI CALDO DE GALLINA (26x20gr)
SKU_84	MAGGI	NE MAGGI CALDO DE GALLINA 10(14X120GR)
SKU_85	MAGGI	NE MAGGI CRIOLLITA (48x10gr)
SKU_86	MAGGI	NE MAGGI LA SAZON (14x30gr)
SKU_87	MAGGI	NE MAGGI MAYONESA DOYPACK 200GR
SKU_88	MAGGI	NE MAGGI MAYONESA RISTRA (14x30gr)
SKU_89	MAGGI	NE MAGGI MOSTAZA DOYPACK 200GR
SKU_90	MAGGI	NE MAGGI SALSA DE TOMATE DOYPACK 200GR
SKU_91	MAGGI	NE MAGGI SALSA DE TOMATE RISTRA (14x30gr)
SKU_92	MAIZABROSA	GN MAIZABROSA 1000GR
SKU_93	MAIZABROSA	GN MAIZABROSA 500GR
SKU_94	MARIA	NE MARIA GALLETA TACO 36X172GR
SKU_95	MAVIJU	FOCO MAVIJU LUZ BLANCA 9W
SKU_96	NESCAFE	NE NESCAFE TRADICION 75X25GR
SKU_97	NESCAFE	NE NESCAFE TRADICION RISTRA (17x10gr)
SKU_98	NESTLE	NE NESTLE GALLETA SAL (28X135gr)
SKU_99	NUTRI	NUTRI LECHE ENTERA POLIETILENO 900ML
SKU_100	NUTRI	NUTRI LECHE ENTERA TETRAFINO 900ML
SKU_101	NUTRI	NUTRI LECHE ENTERA UHT 1L
SKU_102	NUTRI	NUTRI LECHE SEMIDESCREMADA POLIETILENO 900ML
SKU_103	NUTRI	NUTRI LECHE SEMIDESCREMADA TETRAFINO 900ML
SKU_104	NUTRI	NUTRI LECHE SEMIDESCREMADA UHT 1L
SKU_105	NUTRISOL	AN NUTRISOL 900ML
SKU_106	OLIMPIA	LF DESINFECTANTE OLIMPIA EUCLAIPTO 240ML
SKU_107	OLIMPIA	LF DESINFECTANTE OLIMPIA FLORAL 240ML
SKU_108	OLIMPIA	LF DESINFECTANTE OLIMPIA LAVANDA 240ML
SKU_109	OLIMPIA	LF DESINFECTANTE OLIMPIA MANZANA 240ML
SKU_110	OLIMPIA	LF TODO TERRENO OLIMPIA 240ML
SKU_111	PERLA	LF SUAVIZANTE PERLA FRUTOS R DOYPACK 400ML
SKU_112	PERLA	LF SUAVIZANTE PERLA PRIMAVERAL FLORAL 400ML
SKU_113	PERLA	LF SUAVIZANTE PERLA VAINILLA DOYPACK 400ML
SKU_114	POLAR	LF CREMA DENTAL POLAR 60ML
SKU_115	QUAKER	GN AVENA QUAKER 250GR
SKU_116	QUAKER	GN AVENA QUAKER 500GR
SKU_117	RAYOMAX	PILAS ALCALINA RAYOMAX AA
SKU_118	RAYOMAX	PILAS ALCALINA RAYOMAX AAA
SKU_119	RICACAO	NE RICACAO CHOCOLATE DOYPACK 150GR
SKU_120	RICAS	NE RICAS GALLETA (48x67gr)
SKU_121	SABROSA	LF MANTECA LA SABROSA 454GR
SKU_122	SI CAFE	GN SI CAFE DOYPACK 50GR
SKU_123	SI CAFE	GN TIRA SI CAFE (10X10GR)
SKU_124	SNOB	SNOB ACEITUNAS SIN HUESO DOYPACK 220GR
SKU_125	SNOB	SNOB MERMELADA FRUTILLA SACHET 100GR
SKU_126	SNOB	SNOB MERMELADA FRUTIMORA SACHET 100GR
SKU_127	SNOB	SNOB MERMELADA MORA SACHET 100GR
SKU_128	SUPER EXTRA	ARROZ EXTRA VIEJO 1 LB
SKU_129	SUPER EXTRA	ARROZ EXTRA VIEJO 2 LB
SKU_130	SUPER EXTRA	ARROZ SUPER EXTRA INTEGRAL 1K
SKU_131	VALDEZ	VALDEZ AZUCAR MORENA 2KG
SKU_132	VALDEZ	VALDEZ AZUCAR 10KG
SKU_133	VALDEZ	VALDEZ AZUCAR 1KG
SKU_134	VALDEZ	VALDEZ AZUCAR 2KG
SKU_135	VALDEZ	VALDEZ AZUCAR MORENA 1KG
SKU_136	VALDEZ	VALDEZ SAL 1KG
SKU_137	VARIOS	LGREEN MATE 750ML 1X12
SKU_138	YA	AVENA YA 500 GRS
SKU_139	YA	CREMA CHANTILLI YA CHOCOLATE 100GRS
SKU_140	YA	CREMA CHANTILLI YA VAINILLA 100GRS
SKU_141	YA	GRANEL HARINA SUPER PANADERA 50 KG
SKU_142	YA	HARINA YA 1 KG
SKU_143	YA	HARINA YA 500 KG
SKU_144	YA	TORTA YA CHOCOLATE 500GRS
SKU_145	YA	TORTA YA NARANJA 500GRS
SKU_146	YA	TORTA YA VAINILLA 500GRS

Anexo 7. Costos asociados a los inventarios de productos en bodega

SKU	P. Unitario	Costo de compra	Costo de mantener inventario (2%)	Costo por ordenar	Costo por falta de existencia	COSTO TOTAL
SKU 1	0,69	0,68	0,01	20	1%	\$ 319
SKU 2	4,75	3,80	0,08	20	1%	\$ 1.311
SKU 3	1,15	0,96	0,02	20	1%	\$ 713
SKU 4	1,61	1,12	0,02	20	1%	\$ 146
SKU 5	0,76	0,69	0,01	20	1%	\$ 2.452
SKU 6	0,76	0,69	0,01	20	1%	\$ 997
SKU 7	0,76	0,69	0,01	20	1%	\$ 1.238
SKU 8	0,82	0,76	0,02	20	1%	\$ 317
SKU 9	0,22	0,18	0,00	20	1%	\$ 1.319
SKU 10	2,22	1,77	0,04	20	1%	\$ 506
SKU 11	2,22	1,77	0,04	20	1%	\$ 194
SKU 12	2,22	1,77	0,04	20	1%	\$ 559
SKU 13	42,00	38,00	0,76	20	1%	\$ 4.141
SKU 14	10,5	9,21	0,18	20	1%	\$ 3.784
SKU 15	0,75	0,66	0,01	20	1%	\$ 108
SKU 16	33,50	28,06	0,56	20	1%	\$ 3.081
SKU 17	0,86	0,75	0,02	20	1%	\$ 115
SKU 18	2,44	2,03	0,04	20	1%	\$ 122
SKU 19	0,35	0,29	0,01	20	1%	\$ 56
SKU 20	0,90	0,51	0,01	20	1%	\$ 441
SKU 21	0,90	0,51	0,01	20	1%	\$ 415
SKU 22	0,71	0,72	0,01	20	1%	\$ 167
SKU 23	0,90	0,51	0,01	20	1%	\$ 243
SKU 24	0,71	0,51	0,01	20	1%	\$ 235
SKU 25	0,90	0,51	0,01	20	1%	\$ 271
SKU 26	0,90	0,51	0,01	20	1%	\$ 1.589
SKU 27	0,71	0,51	0,01	20	1%	\$ 1.372
SKU 28	0,36	0,29	0,01	20	1%	\$ 74
SKU 29	0,37	0,29	0,01	20	1%	\$ 64
SKU 30	0,36	0,29	0,01	20	1%	\$ 122
SKU 31	0,74	0,60	0,01	20	1%	\$ 203
SKU 32	0,74	0,60	0,01	20	1%	\$ 136
SKU 33	0,74	0,60	0,01	20	1%	\$ 134
SKU 34	0,74	0,60	0,01	20	1%	\$ 105
SKU 35	0,74	0,63	0,01	20	1%	\$ 111
SKU 36	7,50	6,30	0,13	20	1%	\$ 493
SKU 37	5,1	4,43	0,09	20	1%	\$ 468
SKU 38	3,64	3,16	0,06	20	1%	\$ 2.374
SKU 39	2,10	1,84	0,04	20	1%	\$ 689
SKU 40	1,06	0,91	0,02	20	1%	\$ 2.015
SKU 41	5,64	5,52	0,11	20	1%	\$ 17.895
SKU 42	5,64	5,53	0,11	20	1%	\$ 7.303
SKU 43	2,35	1,87	0,04	20	1%	\$ 4.316
SKU 44	2,03	1,66	0,03	20	1%	\$ 180
SKU 45	1,21	1,01	0,02	20	1%	\$ 323
SKU 46	2,53	2,13	0,04	20	1%	\$ 498
SKU 47	1,19	0,99	0,02	20	1%	\$ 8.366
SKU 48	1,19	0,99	0,02	20	1%	\$ 686
SKU 49	1,43	1,15	0,02	20	1%	\$ 332
SKU 50	0,76	0,64	0,01	20	1%	\$ 343
SKU 51	1,09	0,98	0,02	20	1%	\$ 418
SKU 52	0,21	0,17	0,00	20	1%	\$ 277
SKU 53	2,74	2,36	0,05	20	1%	\$ 2.832
SKU 54	0,42	0,36	0,01	20	1%	\$ 1.085
SKU 55	1,08	0,91	0,02	20	1%	\$ 2.305
SKU 56	0,86	0,72	0,01	20	1%	\$ 211
SKU 57	1,93	1,89	0,04	20	1%	\$ 242
SKU 58	1,23	1,17	0,02	20	1%	\$ 548
SKU 59	1,29	1,20	0,02	20	1%	\$ 474
SKU 60	1,61	1,33	0,03	20	1%	\$ 146
SKU 61	1,78	1,52	0,03	20	1%	\$ 283
SKU 62	1,78	1,43	0,03	20	1%	\$ 350
SKU 63	0,75	0,67	0,01	20	1%	\$ 1.713
SKU 64	1,85	1,69	0,03	20	1%	\$ 975
SKU 65	1,22	1,17	0,02	20	1%	\$ 164
SKU 66	7,99	6,93	0,14	20	1%	\$ 3.909
SKU 67	2,12	1,79	0,04	20	1%	\$ 208
SKU 68	0,88	0,86	0,02	20	1%	\$ 374
SKU 69	0,61	0,53	0,01	20	1%	\$ 1.522
SKU 70	0,61	0,53	0,01	20	1%	\$ 1.224
SKU 71	0,91	0,75	0,02	20	1%	\$ 190
SKU 72	0,35	0,29	0,01	20	1%	\$ 175
SKU 73	0,12	0,10	0,00	20	1%	\$ 84

SKU 74	0,34	0,28	0,01	20	1%	\$ 171
SKU 75	0,20	0,17	0,00	20	1%	\$ 123
SKU 76	0,52	0,42	0,01	20	1%	\$ 96
SKU 77	0,94	0,75	0,02	20	1%	\$ 149
SKU 78	0,89	0,99	0,02	20	1%	\$ 169
SKU 79	0,89	0,99	0,02	20	1%	\$ 371
SKU 80	0,89	0,99	0,02	20	1%	\$ 196
SKU 81	0,89	0,99	0,02	20	1%	\$ 449
SKU 82	0,89	0,99	0,02	20	1%	\$ 294
SKU 83	6,92	6,78	0,14	20	1%	\$ 1.358
SKU 84	1,82	1,68	0,03	20	1%	\$ 370
SKU 85	5,88	5,60	0,11	20	1%	\$ 1.092
SKU 86	2,66	2,60	0,05	20	1%	\$ 651
SKU 87	0,78	0,76	0,02	20	1%	\$ 1.089
SKU 88	3,21	2,67	0,05	20	1%	\$ 1.346
SKU 89	0,78	0,66	0,01	20	1%	\$ 332
SKU 90	0,73	0,61	0,01	20	1%	\$ 1.011
SKU 91	3,21	2,67	0,05	20	1%	\$ 832
SKU 92	2,25	1,95	0,04	20	1%	\$ 2.432
SKU 93	1,19	0,96	0,02	20	1%	\$ 1.614
SKU 94	0,65	0,63	0,01	20	1%	\$ 151
SKU 95	0,82	0,65	0,01	20	1%	\$ 274
SKU 96	0,54	0,45	0,01	20	1%	\$ 349
SKU 97	3,40	2,40	0,05	20	1%	\$ 1.595
SKU 98	0,43	0,36	0,01	20	1%	\$ 93
SKU 99	0,74	0,6	0,01	20	1%	\$ 560
SKU 100	0,87	0,71	0,01	20	1%	\$ 141
SKU 101	1,17	0,97	0,02	20	1%	\$ 152
SKU 102	0,79	0,65	0,01	20	1%	\$ 128
SKU 103	0,9	0,75	0,02	20	1%	\$ 185
SKU 104	1,25	1,03	0,02	20	1%	\$ 183
SKU 105	2,21	1,60	0,03	20	1%	\$ 1.188
SKU 106	0,36	0,28	0,01	20	1%	\$ 222
SKU 107	0,36	0,28	0,01	20	1%	\$ 166
SKU 108	0,36	0,28	0,01	20	1%	\$ 166
SKU 109	0,36	0,28	0,01	20	1%	\$ 133
SKU 110	0,48	0,43	0,01	20	1%	\$ 35
SKU 111	0,69	0,55	0,01	20	1%	\$ 127
SKU 112	4,96	4,14	0,08	20	1%	\$ 650
SKU 113	0,69	0,55	0,01	20	1%	\$ 157
SKU 114	0,52	0,43	0,01	20	1%	\$ 176
SKU 115	0,61	0,55	0,01	20	1%	\$ 539
SKU 116	1,17	0,89	0,02	20	1%	\$ 9.040
SKU 117	0,50	0,40	0,01	20	1%	\$ 99
SKU 118	0,50	0,40	0,01	20	1%	\$ 97
SKU 119	0,75	0,63	0,01	20	1%	\$ 577
SKU 120	0,30	0,29	0,01	20	1%	\$ 333
SKU 121	0,63	0,50	0,01	20	1%	\$ 185
SKU 122	1,15	0,96	0,02	20	1%	\$ 537
SKU 123	2,01	1,73	0,03	20	1%	\$ 4.394
SKU 124	1,73	1,44	0,03	20	1%	\$ 162
SKU 125	0,52	0,44	0,01	20	1%	\$ 74
SKU 126	0,52	0,44	0,01	20	1%	\$ 62
SKU 127	0,52	0,44	0,01	20	1%	\$ 53
SKU 128	0,47	0,40	0,01	20	1%	\$ 108
SKU 129	0,93	0,76	0,02	20	1%	\$ 132
SKU 130	1,50	1,20	0,02	20	1%	\$ 221
SKU 131	1,62	1,42	0,03	20	1%	\$ 1.305
SKU 132	7,95	6,97	0,14	20	1%	\$ 1.919
SKU 133	0,81	0,71	0,01	20	1%	\$ 3.382
SKU 134	1,61	1,41	0,03	20	1%	\$ 3.677
SKU 135	0,81	0,71	0,01	20	1%	\$ 1.233
SKU 136	0,42	0,35	0,01	20	1%	\$ 300
SKU 137	7,58	6,13	0,12	20	1%	\$ 3.970
SKU 138	0,94	0,75	0,02	20	1%	\$ 351
SKU 139	1,15	1,01	0,02	20	1%	\$ 461
SKU 140	1,15	1,01	0,02	20	1%	\$ 583
SKU 141	35,71	30,42	0,61	20	1%	\$ 10.135
SKU 142	1,99	1,66	0,03	20	1%	\$ 2.751
SKU 143	1,00	0,76	0,02	20	1%	\$ 9.420
SKU 144	2,01	1,61	0,03	20	1%	\$ 468
SKU 145	2,01	1,61	0,03	20	1%	\$ 281
SKU 146	2,01	1,61	0,03	20	1%	\$ 240
						\$ 171.216

Anexo 8. Índice de rotación

SKU	Demanda	Total de inventario	Inventario promedio	Índice de rotación
SKU_13	45318	1079	89,92	504
SKU_141	121378,29	3399	283,25	429
SKU_16	33667,5	1005	83,75	402
SKU_14	41401,5	3943	328,58	126
SKU_66	46669,59	5841	486,75	96
SKU_132	20884,65	2627	218,92	95
SKU_137	43448,56	5732	477,67	91
SKU_36	3780	504	42,00	90
SKU_83	14711,92	2126	177,17	83
SKU_85	11789,4	2005	167,08	71
SKU_41	214494,84	38031	3169,25	68
SKU_42	80110,56	14204	1183,67	68
SKU_37	5380,5	1055	87,92	61
SKU_112	6934,08	1398	116,50	60
SKU_2	14197,75	2989	249,08	57
SKU_38	25898,6	7115	592,92	44
SKU_97	18904	5560	463,33	41
SKU_88	15911,97	4957	413,08	39
SKU_91	8927,01	2781	231,75	39
SKU_53	30929,12	11288	940,67	33
SKU_86	6937,28	2608	217,33	32
SKU_46	5254,81	2077	173,08	30
SKU_18	1124,84	461	38,42	29
SKU_43	47258,5	20110	1675,83	28
SKU_92	26527,5	11790	982,50	27
SKU_10	5341,32	2406	200,50	27
SKU_11	1562,88	704	58,67	27
SKU_12	5931,84	2672	222,67	27
SKU_105	10512,97	4757	396,42	27
SKU_67	1314,4	620	51,67	25
SKU_39	7356,3	3503	291,92	25
SKU_44	1757,98	866	72,17	24
SKU_144	5380,77	2677	223,08	24
SKU_145	2870,28	1428	119,00	24
SKU_146	2639,13	1313	109,42	24
SKU_123	48117,39	23939	1994,92	24
SKU_142	32775,3	16470	1372,50	24
SKU_57	2669,19	1383	115,25	23
SKU_64	11464,45	6197	516,42	22
SKU_84	3854,76	2118	176,50	22
SKU_62	3634,76	2042	170,17	21
SKU_61	2888,94	1623	135,25	21
SKU_124	1704,05	985	82,08	21
SKU_131	14134,5	8725	727,08	19
SKU_60	1387,82	862	71,83	19
SKU_4	1382,99	859	71,58	19
SKU_134	40229,07	24987	2082,25	19
SKU_130	2413,5	1609	134,08	18
SKU_49	3430,57	2399	199,92	17
SKU_59	5450,25	4225	352,08	15
SKU_104	1632,5	1306	108,83	15
SKU_58	6340,65	5155	429,58	15
SKU_65	1583,56	1298	108,17	15
SKU_45	3337,18	2758	229,83	15
SKU_47	83463,03	70137	5844,75	14
SKU_48	6659,24	5596	466,33	14
SKU_93	17535,84	14736	1228,00	14
SKU_116	99218,34	84802	7066,83	14
SKU_101	1581,84	1352	112,67	14
SKU_122	5690,2	4948	412,33	14
SKU_3	7621,05	6627	552,25	14
SKU_139	5287,7	4598	383,17	14
SKU_140	6757,4	5876	489,67	14
SKU_51	4378,53	4017	334,75	13
SKU_55	25135,92	23274	1939,50	13
SKU_40	21946,24	20704	1725,33	13
SKU_143	112796	112796	9399,67	12
SKU_77	1415,64	1506	125,50	11
SKU_138	3636,86	3869	322,42	11
SKU_129	1341,06	1442	120,17	11
SKU_71	1873,69	2059	171,58	11
SKU_20	5047,2	5608	467,33	11
SKU_23	2673,9	2971	247,58	11
SKU_26	18827,1	20919	1743,25	11

SKU_103	1646,1	1829	152,42	11
SKU_21	4741,2	5268	439,00	11
SKU_25	2505,6	2784	232,00	11
SKU_78	1635,6096	1832	152,67	11
SKU_79	3863,1456	4327	360,58	11
SKU_81	4713,984	5280	440,00	11
SKU_82	3011,4144	3373	281,08	11
SKU_80	1932,0192	2164	180,33	11
SKU_68	3888,72	4419	368,25	11
SKU_100	1451,16	1668	139,00	10
SKU_17	1047,48	1218	101,50	10
SKU_56	1913,5	2225	185,42	10
SKU_95	2544,46	3103	258,58	10
SKU_8	3262,78	3979	331,58	10
SKU_135	13339,08	16468	1372,33	10
SKU_133	36985,41	45661	3805,08	10
SKU_102	1079,14	1366	113,83	9
SKU_89	3741,66	4797	399,75	9
SKU_87	12831,78	16451	1370,92	9
SKU_6	10744,88	14138	1178,17	9
SKU_5	26756,56	35206	2933,83	9
SKU_7	13401,08	17633	1469,42	9
SKU_50	3549,2	4670	389,17	9
SKU_15	963,75	1285	107,08	9
SKU_63	20316,75	27089	2257,42	9
SKU_119	6123	8164	680,33	9
SKU_32	1280,94	1731	144,25	9
SKU_33	1258	1700	141,67	9
SKU_31	1834,46	2479	206,58	9
SKU_34	930,18	1257	104,75	9
SKU_35	1005,66	1359	113,25	9
SKU_99	6476,48	8752	729,33	9
SKU_90	11896,08	16296	1358,00	9
SKU_22	1767,9	2490	207,50	9
SKU_24	2579,43	3633	302,75	9
SKU_27	16219,95	22845	1903,75	9
SKU_113	1092,27	1583	131,92	8
SKU_1	3287,85	4765	397,08	8
SKU_111	859,05	1245	103,75	8
SKU_94	1439,1	2214	184,50	8
SKU_121	1820,07	2889	240,75	8
SKU_69	16518,8	27080	2256,67	7
SKU_115	5710,82	9362	780,17	7
SKU_70	13249,2	21720	1810,00	7
SKU_96	3614,22	6693	557,75	6
SKU_126	463,84	892	74,33	6
SKU_127	395,72	761	63,42	6
SKU_76	837,72	1611	134,25	6
SKU_114	1712,88	3294	274,50	6
SKU_125	648,44	1247	103,92	6
SKU_117	942,5	1885	157,08	6
SKU_118	922,5	1845	153,75	6
SKU_110	165,12	344	28,67	6
SKU_128	1053,74	2242	186,83	6
SKU_98	878,06	2042	170,17	5
SKU_54	11720,1	27905	2325,42	5
SKU_136	3082,8	7340	611,67	5
SKU_29	486,18	1314	109,50	4
SKU_28	590,4	1640	136,67	4
SKU_30	1120,32	3112	259,33	4
SKU_106	2223,72	6177	514,75	4
SKU_107	1601,64	4449	370,75	4
SKU_108	1608,84	4469	372,42	4
SKU_109	1247,4	3465	288,75	4
SKU_72	1702,05	4863	405,25	4
SKU_19	396,55	1133	94,42	4
SKU_74	1660,22	4883	406,92	4
SKU_120	3752,4	12508	1042,33	4
SKU_9	14283,5	64925	5410,42	3
SKU_52	2826,6	13460	1121,67	3
SKU_75	1134,6	5673	472,75	2
SKU_73	704,88	5874	489,50	1

Anexo 9. Clasificación ABC MATBENDIS SAS

CLASIFICACIÓN ABC									
RANGO	PRODUCTO	COSTO UNITARIO	TOTAL VENTAS	VALOR VENDIDO	COSTO ACUMULADO EN VENTAS	POCENTAJE ACUMULADO EN VENTAS	CLASIFICACIÓN	PORCENTAJE DE PARTICIPACIÓN DE ARTÍCULOS	PORCENTAJE DE PRODUCTOS POR CATEGORÍA
1	SKU_41	5,64	53805	303460,2	303460,2	10,070%	A	0,68%	26,71%
2	SKU_141	35,71	6065	216581,15	520041,35	17,256%		1,37%	
3	SKU_42	5,64	29353	165550,92	685592,27	22,750%		2,05%	
4	SKU_47	1,19	138940	165338,6	850930,87	28,236%		2,74%	
5	SKU_116	1,17	137966	161420,22	1012351,09	33,593%		3,42%	
6	SKU_143	1,00	147762	147762	1160113,09	38,496%		4,11%	
7	SKU_66	7,99	14334	114528,66	1274641,75	42,296%		4,79%	
8	SKU_142	1,99	41284	82155,16	1356796,91	45,022%		5,48%	
9	SKU_137	7,58	9944	75375,52	1432172,43	47,524%		6,16%	
10	SKU_123	2,01	33241	66814,41	1498986,84	49,741%		6,85%	
11	SKU_43	2,35	27705	65106,75	1564093,59	51,901%		7,53%	
12	SKU_92	2,25	21431	48219,75	1612313,34	53,501%		8,22%	
13	SKU_134	1,61	28678	46171,58	1658484,92	55,033%		8,90%	
14	SKU_13	42,00	1089	45738	1704222,92	56,551%		9,59%	
15	SKU_53	2,74	16579	45426,46	1749649,38	58,058%		10,27%	
16	SKU_133	0,81	52624	42625,44	1792274,82	59,473%		10,96%	
17	SKU_14	10,5	4000	42000	1834274,82	60,867%		11,64%	
18	SKU_63	0,75	48993	36744,75	1871019,57	62,086%		12,33%	
19	SKU_27	0,71	51749	36741,79	1907761,36	63,305%		13,01%	
20	SKU_38	3,64	9493	34554,52	1942315,88	64,452%		13,70%	
21	SKU_5	0,76	44488	33810,88	1976126,76	65,574%		14,38%	
22	SKU_55	1,08	31274	33775,92	2009902,68	66,694%		15,07%	
23	SKU_16	33,50	1005	33667,5	2043570,18	67,812%		15,75%	
24	SKU_93	1,19	28231	33594,89	2077165,07	68,926%		16,44%	
25	SKU_2	4,75	6187	29388,25	2106553,32	69,901%		17,12%	
26	SKU_40	1,06	26489	28078,34	2134631,66	70,833%		17,81%	
27	SKU_48	1,19	23066	27448,54	2162080,2	71,744%		18,49%	
28	SKU_132	7,95	2979	23683,05	2185763,25	72,530%		19,18%	
29	SKU_64	1,85	12524	23169,4	2208932,65	73,299%		19,86%	
30	SKU_97	3,40	6689	22742,6	2231675,25	74,053%		20,55%	
31	SKU_69	0,61	36977	22555,97	2254231,22	74,802%		21,23%	
32	SKU_26	0,90	23453	21107,7	2275338,92	75,502%		21,92%	
33	SKU_88	3,21	6168	19799,28	2295138,2	76,159%		22,60%	
34	SKU_83	6,92	2723	18843,16	2313981,36	76,785%		23,29%	
35	SKU_9	0,22	85414	18791,08	2332772,44	77,408%		23,97%	
36	SKU_140	1,15	15577	17913,55	2350685,99	78,003%		24,66%	
37	SKU_131	1,62	10884	17632,08	2368318,07	78,588%		25,34%	
38	SKU_115	0,61	28796	17565,56	2385883,63	79,170%		26,03%	
39	SKU_70	0,61	28097	17139,17	2403022,8	79,739%		26,71%	

40	SKU_7	0,76	22228	16893,28	2419916,08	80,300%	B	27,40%	31,51%
41	SKU_135	0,81	20393	16518,33	2436434,41	80,848%		28,08%	
42	SKU_87	0,78	19583	15274,74	2451709,15	81,355%		28,77%	
43	SKU_54	0,42	36062	15146,04	2466855,19	81,857%		29,45%	
44	SKU_12	2,22	6763	15013,86	2481869,05	82,356%		30,14%	
45	SKU_85	5,88	2541	14941,08	2496810,13	82,851%		30,82%	
46	SKU_10	2,22	6627	14711,94	2511522,07	83,340%		31,51%	
47	SKU_3	1,15	12311	14157,65	2525679,72	83,809%		32,19%	
48	SKU_90	0,73	19049	13905,77	2539585,49	84,271%		32,88%	
49	SKU_144	2,01	6610	13286,1	2552871,59	84,712%		33,56%	
50	SKU_138	0,94	13117	12329,98	2565201,57	85,121%		34,25%	
51	SKU_6	0,76	15630	11878,8	2577080,37	85,515%		34,93%	
52	SKU_46	2,53	4652	11769,56	2588849,93	85,905%		35,62%	
53	SKU_99	0,74	15738	11646,12	2600496,05	86,292%		36,30%	
54	SKU_91	3,21	3537	11353,77	2611849,82	86,669%		36,99%	
55	SKU_122	1,15	9752	11214,8	2623064,62	87,041%		37,67%	
56	SKU_21	0,90	12394	11154,6	2634219,22	87,411%		38,36%	
57	SKU_81	0,89	12095	10798,416	2645017,636	87,769%		39,04%	
58	SKU_20	0,90	11986	10787,4	2655805,036	88,127%		39,73%	
59	SKU_105	2,21	4757	10512,97	2666318,006	88,476%		40,41%	
60	SKU_71	0,91	11070	10073,7	2676391,706	88,810%		41,10%	
61	SKU_49	1,43	6989	9994,27	2686385,976	89,142%		41,78%	
62	SKU_25	0,90	11094	9984,6	2696370,576	89,473%		42,47%	
63	SKU_39	2,10	4569	9594,9	2705965,476	89,792%		43,15%	
64	SKU_79	0,89	10587	9452,0736	2715417,55	90,105%		43,84%	
65	SKU_139	1,15	7928	9117,2	2724534,75	90,408%		44,52%	
66	SKU_146	2,01	4447	8938,47	2733473,22	90,704%		45,21%	
67	SKU_86	2,66	3274	8708,84	2742182,06	90,993%		45,89%	
68	SKU_62	1,78	4721	8403,38	2750585,44	91,272%		46,58%	
69	SKU_58	1,23	6798	8361,54	2758946,98	91,550%		47,26%	
70	SKU_50	0,76	10999	8359,24	2767306,22	91,827%		47,95%	
71	SKU_145	2,01	4093	8226,93	2775533,15	92,100%		48,63%	
72	SKU_112	4,96	1533	7603,68	2783136,83	92,352%		49,32%	
73	SKU_45	1,21	6196	7497,16	2790633,99	92,601%		50,00%	
74	SKU_37	5,1	1372	6997,2	2797631,19	92,833%		50,68%	
75	SKU_82	0,89	7770	6937,056	2804568,246	93,064%	51,37%		
76	SKU_59	1,29	5340	6888,6	2811456,846	93,292%	52,05%		
77	SKU_51	1,09	6047	6591,23	2818048,076	93,511%	52,74%		
78	SKU_119	0,75	8164	6123	2824171,076	93,714%	53,42%		
79	SKU_11	2,22	2741	6085,02	2830256,096	93,916%	54,11%		
80	SKU_61	1,78	3412	6073,36	2836329,456	94,118%	54,79%		
81	SKU_36	7,50	715	5362,5	2841691,956	94,296%	55,48%		
82	SKU_72	0,35	14493	5072,55	2846764,506	94,464%	56,16%		
83	SKU_68	0,88	5670	4989,6	2851754,106	94,629%	56,85%		
84	SKU_96	0,54	9206	4971,24	2856725,346	94,794%	57,53%		
85	SKU_120	0,30	14668	4400,4	2861125,746	94,940%	58,22%		

86	SKU_74	0,34	12923	4393,82	2865519,566	95,086%	C	58,90%	15,07%
87	SKU_129	0,93	4686	4357,98	2869877,546	95,231%		59,59%	
88	SKU_130	1,50	2890	4335	2874212,546	95,375%		60,27%	
89	SKU_80	0,89	4850	4330,08	2878542,626	95,518%		60,96%	
90	SKU_1	0,69	6215	4288,35	2882830,976	95,661%		61,64%	
91	SKU_22	0,71	6035	4284,85	2887115,826	95,803%		62,33%	
92	SKU_84	1,82	2286	4160,52	2891276,346	95,941%		63,01%	
93	SKU_8	0,82	4991	4092,62	2895368,966	96,077%		63,70%	
94	SKU_78	0,89	4392	3921,1776	2899290,143	96,207%		64,38%	
95	SKU_89	0,78	4975	3880,5	2903170,643	96,336%		65,07%	
96	SKU_4	1,61	2398	3860,78	2907031,423	96,464%		65,75%	
97	SKU_136	0,42	9136	3837,12	2910868,543	96,591%		66,44%	
98	SKU_44	2,03	1858	3771,74	2914640,283	96,716%		67,12%	
99	SKU_31	0,74	5058	3742,92	2918383,203	96,840%		67,81%	
100	SKU_23	0,90	4039	3635,1	2922018,303	96,961%		68,49%	
101	SKU_101	1,17	3091	3616,47	2925634,773	97,081%		69,18%	
102	SKU_95	0,82	4347	3564,54	2929199,313	97,199%		69,86%	
103	SKU_128	0,47	7568	3556,96	2932756,273	97,317%		70,55%	
104	SKU_104	1,25	2645	3306,25	2936062,523	97,427%		71,23%	
105	SKU_75	0,20	16132	3226,4	2939288,923	97,534%		71,92%	
106	SKU_103	0,9	3452	3106,8	2942395,723	97,637%		72,60%	
107	SKU_77	0,94	3289	3091,66	2945487,383	97,740%		73,29%	
108	SKU_57	1,93	1577	3043,61	2948530,993	97,841%		73,97%	
109	SKU_65	1,22	2451	2990,22	2951521,213	97,940%		74,66%	
110	SKU_52	0,21	13950	2929,5	2954450,713	98,037%		75,34%	
111	SKU_100	0,87	3350	2914,5	2957365,213	98,134%		76,03%	
112	SKU_56	0,86	3342	2874,12	2960239,333	98,229%		76,71%	
113	SKU_106	0,36	7945	2860,2	2963099,533	98,324%		77,40%	
114	SKU_24	0,71	4010	2847,1	2965946,633	98,419%		78,08%	
115	SKU_60	1,61	1736	2794,96	2968741,593	98,511%		78,77%	
116	SKU_102	0,79	3152	2490,08	2971231,673	98,594%		79,45%	
117	SKU_124	1,73	1345	2326,85	2973558,523	98,671%		80,14%	
118	SKU_114	0,52	4348	2260,96	2975819,483	98,746%		80,82%	
119	SKU_121	0,63	3545	2233,35	2978052,833	98,820%		81,51%	
120	SKU_107	0,36	5764	2075,04	2980127,873	98,889%		82,19%	
121	SKU_67	2,12	973	2062,76	2982190,633	98,958%		82,88%	
122	SKU_30	0,36	5677	2043,72	2984234,353	99,025%		83,56%	
123	SKU_108	0,36	5316	1913,76	2986148,113	99,089%		84,25%	
124	SKU_76	0,52	3501	1820,52	2987968,633	99,149%		84,93%	
125	SKU_33	0,74	2274	1682,76	2989651,393	99,205%		85,62%	
126	SKU_109	0,36	4602	1656,72	2991308,113	99,260%		86,30%	
127	SKU_32	0,74	2209	1634,66	2992942,773	99,314%		86,99%	
128	SKU_73	0,12	13480	1617,6	2994560,373	99,368%		87,67%	
129	SKU_94	0,65	2449	1591,85	2996152,223	99,421%		88,36%	
130	SKU_117	0,50	2828	1414	2997566,223	99,468%		89,04%	
131	SKU_118	0,50	2779	1389,5	2998955,723	99,514%		89,73%	
132	SKU_113	0,69	1990	1373,1	3000328,823	99,560%	90,41%		
133	SKU_35	0,74	1787	1322,38	3001651,203	99,603%	91,10%		
134	SKU_34	0,74	1765	1306,1	3002957,303	99,647%	91,78%		
135	SKU_18	2,44	528	1288,32	3004245,623	99,690%	92,47%		
136	SKU_111	0,69	1667	1150,23	3005395,853	99,728%	93,15%		
137	SKU_98	0,43	2657	1142,51	3006538,363	99,766%	93,84%		
138	SKU_28	0,36	3118	1122,48	3007660,843	99,803%	94,52%		
139	SKU_17	0,86	1218	1047,48	3008708,323	99,838%	95,21%		
140	SKU_15	0,75	1285	963,75	3009672,073	99,870%	95,89%		
141	SKU_125	0,52	1810	941,2	3010613,273	99,901%	96,58%		
142	SKU_29	0,37	2354	870,98	3011484,253	99,930%	97,26%		
143	SKU_126	0,52	1444	750,88	3012235,133	99,955%	97,95%		
144	SKU_19	0,35	1685	589,75	3012824,883	99,974%	98,63%		
145	SKU_127	0,52	1111	577,72	3013402,603	99,993%	99,32%		
146	SKU_110	0,48	417	200,16	3013602,763	100,000%	100,00%		

Anexo 10. Cálculo del coeficiente de variabilidad

Descripción	Valor	Modelo
SKU_1	1,31516	Heurístico
SKU_2	0,73147	Heurístico
SKU_3	0,94322	Heurístico
SKU_4	0,79882	Heurístico
SKU_5	1,34256	Heurístico
SKU_6	1,51477	Heurístico
SKU_7	1,33362	Heurístico
SKU_8	1,29963	Heurístico
SKU_9	1,29413	Heurístico
SKU_10	0,58145	Heurístico
SKU_11	0,68256	Heurístico
SKU_12	0,62831	Heurístico
SKU_13	1,83945	Heurístico
SKU_14	1,91408	Heurístico
SKU_15	1,77472	Heurístico
SKU_16	2,07805	Heurístico
SKU_17	1,88151	Heurístico
SKU_18	2,33181	Heurístico
SKU_19	1,41325	Heurístico
SKU_20	0,69977	Heurístico
SKU_21	0,53801	Heurístico
SKU_22	0,60762	Heurístico
SKU_23	1,27630	Heurístico
SKU_24	1,46031	Heurístico
SKU_25	1,61466	Heurístico
SKU_26	1,55420	Heurístico
SKU_27	0,67905	Heurístico
SKU_28	1,45698	Heurístico
SKU_29	1,45993	Heurístico
SKU_30	1,26225	Heurístico
SKU_31	0,85729	Heurístico
SKU_32	1,45095	Heurístico
SKU_33	1,31981	Heurístico
SKU_34	1,16709	Heurístico
SKU_35	1,44724	Heurístico
SKU_36	1,64522	Heurístico
SKU_37	1,28339	Heurístico
SKU_38	1,31691	Heurístico
SKU_39	1,36975	Heurístico
SKU_40	1,37631	Heurístico
SKU_41	1,04164	Heurístico
SKU_42	0,98444	Heurístico
SKU_43	1,46557	Heurístico
SKU_44	0,85622	Heurístico
SKU_45	0,83485	Heurístico
SKU_46	0,80757	Heurístico
SKU_47	0,86279	Heurístico
SKU_48	2,50767	Heurístico
SKU_49	0,73965	Heurístico
SKU_50	0,75429	Heurístico

SKU_51	1,33676	Heurístico
SKU_52	1,65738	Heurístico
SKU_53	1,41362	Heurístico
SKU_54	1,39112	Heurístico
SKU_55	1,59210	Heurístico
SKU_56	1,56327	Heurístico
SKU_57	1,53264	Heurístico
SKU_58	1,34465	Heurístico
SKU_59	1,43092	Heurístico
SKU_60	1,00488	Heurístico
SKU_61	0,87267	Heurístico
SKU_62	0,93956	Heurístico
SKU_63	0,93929	Heurístico
SKU_64	0,85361	Heurístico
SKU_65	1,06478	Heurístico
SKU_66	0,47050	Heurístico
SKU_67	1,72725	Heurístico
SKU_68	1,28828	Heurístico
SKU_69	1,43951	Heurístico
SKU_70	1,58549	Heurístico
SKU_71	0,97890	Heurístico
SKU_72	0,73614	Heurístico
SKU_73	0,79275	Heurístico
SKU_74	0,66624	Heurístico
SKU_75	0,70922	Heurístico
SKU_76	0,68043	Heurístico
SKU_77	0,76023	Heurístico
SKU_78	0,82635	Heurístico
SKU_79	0,80196	Heurístico
SKU_80	0,85317	Heurístico
SKU_81	0,78025	Heurístico
SKU_82	0,81509	Heurístico
SKU_83	1,30543	Heurístico
SKU_84	1,52276	Heurístico
SKU_85	1,36068	Heurístico
SKU_86	1,29634	Heurístico
SKU_87	1,32849	Heurístico
SKU_88	1,31959	Heurístico
SKU_89	1,61595	Heurístico
SKU_90	1,34973	Heurístico
SKU_91	1,29744	Heurístico
SKU_92	0,99030	Heurístico
SKU_93	0,89167	Heurístico
SKU_94	1,68820	Heurístico
SKU_95	1,54861	Heurístico
SKU_96	1,44504	Heurístico
SKU_97	1,25689	Heurístico
SKU_98	1,31233	Heurístico
SKU_99	1,01111	Heurístico
SKU_100	0,99748	Heurístico

SKU_101	1,13649	Heurístico
SKU_102	0,76239	Heurístico
SKU_103	1,16469	Heurístico
SKU_104	1,17053	Heurístico
SKU_105	2,22073	Heurístico
SKU_106	1,29947	Heurístico
SKU_107	1,30692	Heurístico
SKU_108	1,39260	Heurístico
SKU_109	1,28268	Heurístico
SKU_110	1,40785	Heurístico
SKU_111	1,57815	Heurístico
SKU_112	1,82826	Heurístico
SKU_113	1,66204	Heurístico
SKU_114	1,29983	Heurístico
SKU_115	1,05203	Heurístico
SKU_116	0,96402	Heurístico
SKU_117	1,34299	Heurístico
SKU_118	1,38441	Heurístico
SKU_119	1,77434	Heurístico
SKU_120	1,33024	Heurístico
SKU_121	1,72334	Heurístico
SKU_122	0,94644	Heurístico
SKU_123	1,21702	Heurístico
SKU_124	1,30022	Heurístico
SKU_125	1,21838	Heurístico
SKU_126	1,35840	Heurístico
SKU_127	1,25003	Heurístico
SKU_128	0,86340	Heurístico
SKU_129	0,78681	Heurístico
SKU_130	0,88839	Heurístico
SKU_131	1,29560	Heurístico
SKU_132	1,40972	Heurístico
SKU_133	1,44359	Heurístico
SKU_134	1,42338	Heurístico
SKU_135	1,30859	Heurístico
SKU_136	1,33447	Heurístico
SKU_137	1,09514	Heurístico
SKU_138	1,29509	Heurístico
SKU_139	0,99476	Heurístico
SKU_140	0,89773	Heurístico
SKU_141	0,90500	Heurístico
SKU_142	1,22048	Heurístico
SKU_143	3,32069	Heurístico
SKU_144	1,11716	Heurístico
SKU_145	1,34867	Heurístico
SKU_146	1,68855	Heurístico

Anexo 11. Resultados del pronóstico con KNN

Descripción	RMSE	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre
SKU_1	395,669	612	820	850	818	826	865	726	664	742	862	940	683
SKU_2	185,4102	100	104	233	210	64	67	187	166	12	30	149	134
SKU_3	493,4337	416	702	622	526	156	636	479	687	111	618	494	723
SKU_4	41,71651	24	58	79	83	18	53	75	103	27	54	77	105
SKU_5	3201,834	2934	2916	2874	2777	2698	2558	2461	2392	777	2419	2428	2434
SKU_6	1440,121	1178	1202	1128	1105	1078	1015	978	968	934	1012	1014	1034
SKU_7	1684,362	1469	1491	1410	1386	1348	1297	1277	1248	1195	1294	1267	1286
SKU_8	306,2459	472	656	673	639	641	700	699	652	656	663	701	540
SKU_9	5744,613	5410	5460	5501	5381	5364	5322	5288	5123	1933	5012	4976	4966
SKU_10	153,5011	52	80	176	174	153	186	196	158	85	-18	168	117
SKU_11	53,86925	41	87	60	5	-10	35	39	17	57	37	-14	-25
SKU_12	204,1986	23	174	239	224	135	175	252	243	275	161	170	148
SKU_13	86,62953	159	162	77	169	183	211	211	207	155	212	246	292
SKU_14	377,3914	843	1005	598	538	757	1085	1245	804	719	933	802	1160
SKU_15	92,44167	186	209	207	231	298	213	304	235	276	226	349	242
SKU_16	95,14557	125	135	101	188	187	157	249	203	204	219	218	178
SKU_17	99,35647	103	234	226	142	271	261	211	303	291	216	345	335
SKU_18	63,2036	85	54	62	63	56	56	62	68	63	84	169	195
SKU_19	190,907	94	94	92	92	89	85	82	82	78	85	88	88
SKU_20	350,524	542	635	842	486	654	515	499	711	541	585	689	517
SKU_21	303,68259	542	672	468	645	692	654	672	561	590	617	744	803
SKU_22	221,9758	167	127	215	147	102	92	122	97	145	211	115	262
SKU_23	297,1562	248	250	241	233	238	240	227	227	222	223	225	229
SKU_24	254,2108	303	308	305	297	297	306	291	288	286	276	280	285
SKU_25	852,1841	430	393	300	1517	585	556	529	577	693	666	573	1797
SKU_26	1433,34295	1743	1795	1800	1848	1902	1966	1862	1818	1788	1687	1694	1778
SKU_27	1460,5521	1719	2399	2660	2486	2558	2420	2978	2626	3484	4053	2989	3528
SKU_28	286,252	395	472	263	280	255	224	237	302	333	295	296	301
SKU_29	219,7527	320	196	205	194	210	234	209	154	150	248	276	264
SKU_30	464,2964	282	355	295	346	364	378	373	447	828	375	491	452
SKU_31	210,6547	357	318	371	361	418	380	382	313	282	214	264	291
SKU_32	156,8822	150	153	180	198	199	184	149	326	262	383	252	275
SKU_33	148,8422	138	135	254	272	370	245	146	21	257	348	234	222
SKU_34	106,06938	132	137	132	160	153	150	105	200	213	227	182	191
SKU_35	140,464	116	109	191	239	312	294	155	198	260	381	282	216
SKU_36	75,96324	109	89	94	82	41	18	16	18	19	59	89	103
SKU_37	79,06066	126	177	189	171	169	189	170	151	170	186	182	135
SKU_38	708,0545	593	592	592	577	567	548	510	518	169	515	515	521
SKU_39	379,4106	292	286	286	283	283	279	255	252	235	255	254	256
SKU_40	2062,898	1725	2745	1757	1710	1637	1555	1399	1395	1346	1459	1493	1536
SKU_41	1563,98117	3169	3248	3336	3381	3396	3432	3780	4327	4542	4641	4136	4677
SKU_42	1557,728	1184	1175	1148	1274	889	328	566	848	919	866	855	877
SKU_43	2213,793	1650	1643	1657	1639	1546	1520	1553	1501	2625	3510	3574	3426
SKU_44	88,29997	120	103	90	62	60	91	114	108	72	124	124	91
SKU_45	303,0053	404	375	382	306	404	383	447	361	255	169	284	316
SKU_46	223,7515	134	179	249	246	173	173	241	307	209	184	212	244
SKU_47	5914,415	9764	13099	12306	11674	10342	4661	2077	3367	6710	6316	6347	6393
SKU_48	3715,612	466	309	3224	506	3495	790	3823	1146	4220	1585	4658	2039
SKU_49	280,3244	350	480	519	474	198	314	393	325	388	295	304	253
SKU_50	358,4406	625	541	273	473	579	231	617	563	568	805	598	588
SKU_51	532,5372	335	327	318	317	314	312	302	294	285	309	312	316
SKU_52	1262,8842	1122	1125	1075	1071	1103	1115	1056	987	950	1029	1006	984
SKU_53	1603,206	941	887	838	248	862	840	765	751	680	737	738	755
SKU_54	2049,718	2713	3260	4749	4474	2765	2682	4423	3440	3544	3750	5431	5260
SKU_55	2492,418	1939	1934	1920	1926	1960	1958	1555	1563	4204	4065	3897	3825
SKU_56	377,2312	485	528	441	411	381	324	350	219	144	151	136	287
SKU_57	128,3489	192	258	245	229	217	209	222	270	269	181	122	171
SKU_58	422,67357	655	961	984	902	835	775	774	826	862	812	799	1099
SKU_59	307,88273	482	470	470	517	478	772	630	855	850	710	687	745
SKU_60	70,74754	150	103	77	65	79	68	52	79	68	101	141	144
SKU_61	170,4394	265	267	230	203	198	162	143	172	183	132	271	243
SKU_62	258,931	204	211	77	-37	42	99	5	8	169	164	161	148
SKU_63	2138,7406	2952	3430	3298	3379	3518	4234	3653	3149	4746	4328	5125	4036
SKU_64	584,3393	835	809	842	930	1184	1245	947	911	1094	1093	1063	1062
SKU_65	130,6477	169	176	187	168	128	104	140	204	308	294	162	162
SKU_66	206,63223	765	505	607	591	542	486	365	422	424	444	917	567
SKU_67	117,28891	145	129	113	76	31	15	16	17	19	67	110	141
SKU_68	353,1945	581	754	721	753	741	696	694	710	766	819	801	582
SKU_69	4069,324	1579	1649	1882	1767	1692	1578	1413	1406	1387	1502	1534	1561
SKU_70	4050,238	1299	1707	1405	1332	1275	1151	1042	1062	1072	1161	1190	1215
SKU_71	213,0525	136	122	161	129	67	35	-17	-119	-53	-31	-52	-70
SKU_72	737,6852	-6	118	67	103	-182	-42	-90	-57	-388	-197	-250	-210
SKU_73	664,1407	325	64	8	181	-90	197	64	-111	19	-10	-40	-309

SKU_74	489,7319	83	189	209	146	-77	61	51	-162	-221	-7	-10	-276
SKU_75	767,4824	238	-17	-83	-131	173	87	-27	-285	-366	-123	-79	-184
SKU_76	105,57031	97	232	145	112	182	160	150	164	161	235	179	128
SKU_77	123,8821	262	296	175	128	168	198	200	207	181	188	200	184
SKU_78	244,0434	5	38	-36	-27	37	32	-4	-112	-105	-28	-34	-73
SKU_79	550,9093	29	122	-28	99	-47	62	43	-74	-170	-211	-38	-199
SKU_80	202,6588	179	139	159	80	199	205	186	301	273	221	206	228
SKU_81	551,278	67	284	19	245	-46	169	-139	73	-220	36	-54	-75
SKU_82	384,3881	55	-12	14	155	120	78	12	-149	-123	28	-7	-57
SKU_83	142,241	363	337	309	309	330	338	348	358	357	381	275	333
SKU_84	113,7218	301	288	314	379	356	285	186	219	361	391	412	436
SKU_85	125,68891	331	291	293	284	304	313	300	322	339	446	288	319
SKU_86	180,0428	311	417	435	422	418	446	435	412	422	470	498	363
SKU_87	1057,5741	1371	1367	1371	1343	1351	1358	1348	1340	721	1357	1342	1328
SKU_88	345,2803	413	426	426	420	427	424	417	409	224	418	403	392
SKU_89	287,9472	651	464	566	682	703	868	682	697	904	1003	943	939
SKU_90	953,6988	1884	2354	2449	2662	2789	2733	2443	2606	1888	2980	2944	2322
SKU_91	210,5232	333	344	470	492	467	452	496	488	438	493	518	520
SKU_92	1145,3654	1308	1348	1376	1481	1537	1549	2334	2106	1585	1827	2596	2875
SKU_93	1252,768	1897	2318	1795	1710	805	1386	1084	1733	17950	2568	2069	2192
SKU_94	150,725	319	310	301	294	304	320	352	262	278	365	441	624
SKU_95	298,6328	473	538	523	162	328	331	680	597	665	662	287	436
SKU_96	755,3438	558	525	510	493	471	467	294	158	168	478	449	442
SKU_97	216,0876	608	664	719	762	898	910	860	973	1024	935	953	1021
SKU_98	210,8142	252	343	385	341	337	324	288	283	314	308	212	242
SKU_99	874,4154	707	672	358	145	284	272	324	428	92	-94	55	39
SKU_100	198,9621	97	51	81	70	25	60	48	2	36	25	-20	12
SKU_101	236,8679	39	74	47	93	56	35	-18	0	119	165	325	344
SKU_102	140,9187	-25	-14	-52	-75	-91	-112	-130	-154	-178	-203	-225	-244
SKU_103	239,5088	37	22	-75	47	54	-116	-65	-8	-171	-41	-54	-220
SKU_104	222,1043	112	31	81	50	-15	93	137	232	284	293	229	154
SKU_105	490,8976	635	1250	440	521	661	423	842	1181	593	714	832	547
SKU_106	547,8915	515	521	514	498	481	472	462	455	215	463	471	465
SKU_107	409,7402	371	377	375	357	341	332	324	321	113	323	322	321
SKU_108	425,9125	372	378	374	357	341	337	328	322	128	322	330	329
SKU_109	316,7028	289	290	291	284	272	263	256	254	94	260	259	258
SKU_110	24,40083	50	52	58	57	47	45	51	55	55	45	50	52
SKU_111	141,3486	209	182	183	217	227	126	49	53	57	148	252	250
SKU_112	123,455	212	222	232	230	161	112	122	116	208	375	384	317
SKU_113	152,7529	230	217	243	280	296	187	82	89	97	197	335	393
SKU_114	358,5181	274	271	270	265	261	256	252	250	91	247	245	243
SKU_115	1921,588	1935	2312	2108	2307	2470	2712	2580	1423	970	2532	3082	2494
SKU_116	6105,293	9291	9396	9467	9887	9675	10309	10121	8158	9883	12336	12784	7720
SKU_117	273,3744	157	159	160	154	150	149	146	145	146	142	143	145
SKU_118	302,7273	154	153	154	148	150	148	146	145	143	137	141	144
SKU_119	787,6001	680	725	710	698	687	685	662	637	602	650	614	612
SKU_120	765,715	1698	1722	1850	2080	2106	2068	1931	1923	2149	2252	1575	1607
SKU_121	249,3702	392	325	349	344	351	393	449	461	354	588	611	710
SKU_122	465,7995	298	602	693	530	598	886	803	668	708	713	1102	1185
SKU_123	1399,728	2282	2352	2530	3917	3910	3156	3288	3170	3184	3514	3370	3511
SKU_124	67,35858	82	85	87	79	82	81	83	82	83	82	83	84
SKU_125	67,22315	104	105	105	107	108	111	110	111	111	109	109	112
SKU_126	80,49447	137	144	145	145	98	108	92	89	97	102	102	63
SKU_127	57,43476	103	148	145	135	129	120	110	101	105	98	94	131
SKU_128	117,15306	142	8	-23	-53	33	48	-6	46	129	37	-112	46
SKU_129	45,52262	83	47	93	45	86	33	75	18	62	8	50	-3
SKU_130	103,0431	207	147	97	137	173	220	102	140	164	218	161	112
SKU_131	614,7719	727	734	704	698	688	681	654	644	275	662	649	645
SKU_132	204,8754	219	214	212	206	207	209	201	195	189	204	208	203
SKU_133	3604,864	3805	3782	3845	3787	3745	3801	3443	3320	3214	3482	3509	3483
SKU_134	1913,33	2082	2084	2174	2130	2063	2066	1920	1852	1804	1854	1980	2008
SKU_135	1342,873	1372	1360	1318	1307	1256	1234	1179	1155	429	1171	1189	1196
SKU_136	634,9064	612	611	990	1285	1080	1066	1230	1301	1269	1282	1265	1253
SKU_137	644,8593	376	527	476	458	464	470	518	640	446	595	719	761
SKU_138	1136,0519	801	498	461	472	495	521	565	494	1223	1748	1860	959
SKU_139	269,52803	456	423	436	459	425	468	485	644	568	394	541	601
SKU_140	861,9366	533	534	509	532	586	597	604	626	1189	1249	1159	802
SKU_141	204,9499	387	302	209	187	228	252	279	392	478	409	387	336
SKU_142	2911,323	1460	2291	5072	5034	5948	2949	2731	2438	2119	1981	2292	2387
SKU_143	27795,728	9870	9912	10114	10695	11642	12472	13152	14283	15115	16463	12159	11913
SKU_144	377,1862	219	262	270	281	287	281	291	355	611	894	978	773
SKU_145	337,8746	162	428	460	662	456	449	292	262	196	196	184	183
SKU_146	453,4338	117	137	143	142	137	143	144	179	582	618	213	219

Anexo 12. Resultados del Modelo MLP

Descripción	RMSE	ACF1	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre
SKU 1	82,79227	-0,2029837	323	414	1062	1397	902	927	1034	1934	1277	1117	1536	2300
SKU 2	16,07936	-0,1833902	154	243	249	214	96	277	231	209	105	285	292	259
SKU 3	60,87606	0,05672129	235	409	129	850	434	569	164	729	408	586	129	534
SKU 4	3,118267	-0,5433585	-9	50	69	96	-4	20	82	79	4	-1	68	52
SKU 5	675,7431	0,03538774	1957	1676	2604	1798	3053	3057	3200	5296	1482	3455	3984	3766
SKU 6	79,58184	0,1710357	2239	1822	2178	3669	2678	3863	3591	2629	3196	2581	1896	2782
SKU 7	235,4407	0,2775086	2678	749	3087	3270	2731	3864	3898	2889	5827	4318	4385	5715
SKU 8	42,74348	0,1051675	575	21	708	241	675	624	211	999	223	1043	404	720
SKU 9	1259,356	-0,08326099	5265	1158	5232	4697	5353	3832	-2760	9524	-515	-47	1944	-2211
SKU 10	3,518237	-0,1355207	86	-140	88	115	97	117	-98	-64	70	-261	38	-162
SKU 11	8,788848	-0,09970238	106	-8	28	88	23	21	45	57	89	71	47	-18
SKU 12	5,21317	-0,105186	138	-72	-56	140	-113	144	-18	-115	175	-177	112	108
SKU 13	8,357757	0,2292388	325	239	-35	220	94	152	397	198	57	260	116	254
SKU 14	21,24541	0,0935089	210	-1210	-899	-1113	-1575	-1427	-2865	-2852	-2828	-3216	-2958	-3788
SKU 15	13,72145	0,08356591	90	265	-26	34	251	252	2	179	90	-11	132	235
SKU 16	10,18347	0,3361806	291	362	218	227	709	516	572	993	986	880	1076	1463
SKU 17	8,028677	-0,04057718	339	662	451	677	832	590	577	546	660	385	818	601
SKU 18	5,917542	-0,3466724	38	91	191	193	87	15	249	263	128	264	510	481
SKU 19	47,04769	0,6716914	73	97	77	85	91	129	98	173	154	116	139	150
SKU 20	21,44152	0,005255573	98	706	632	928	843	564	462	830	472	1264	1527	967
SKU 21	3,593502	-0,4301237	446	395	404	312	334	450	36	320	-44	5	103	63
SKU 22	2,344982	0,2781636	231	240	162	221	212	206	248	267	308	294	251	287
SKU 23	79,67576	-0,122427	194	299	245	277	241	245	232	226	238	296	273	289
SKU 24	75,44463	-0,05066015	175	157	452	189	400	360	310	223	513	323	544	503
SKU 25	468,6988	-0,4100222	239	294	326	363	413	465	491	530	576	624	655	695
SKU 26	508,0976	0,01708759	1976	948	2579	874	-878	-766	326	-1407	74	278	-2079	-2519
SKU 27	36,63262	-0,2189601	810	2692	2342	1751	1577	1221	1066	1894	2419	2146	2031	949
SKU 28	49,0407	0,02510052	653	728	701	596	447	237	77	77	73	114	293	412
SKU 29	57,28087	0,1511001	386	429	322	213	209	238	224	274	274	346	343	369
SKU 30	68,27321	-0,13926	106	641	1270	806	384	1342	2080	1490	1821	2320	2340	2083
SKU 31	29,95209	-0,3798582	459	337	554	391	222	89	8	90	41	139	63	186
SKU 32	28,35983	0,0502082	341	419	612	645	562	756	580	1333	1215	1697	1867	2147
SKU 33	6,343701	-0,1806918	122	177	243	335	378	294	233	363	301	401	405	384
SKU 34	10,50145	0,147799	192	214	261	325	253	232	340	381	380	407	349	414
SKU 35	3,133494	-0,335201	315	296	384	447	471	529	496	547	578	656	642	663
SKU 36	7,564715	0,1256159	198	125	106	86	14	-27	-50	-56	-97	2	121	85
SKU 37	6,552244	0,1997393	199	141	254	182	142	277	166	260	193	192	334	211
SKU 38	124,0589	-0,1405393	531	806	112	1294	352	1823	975	1864	115	1919	1041	2447
SKU 39	57,28047	0,05598174	499	455	163	546	-7	794	449	975	913	642	842	712
SKU 40	261,3127	0,1749358	-804	1568	-2092	2334	-1411	3592	109	4576	875	5506	1546	6187
SKU 41	131,1136	0,06258281	2946	4552	1243	743	4289	6337	1418	-2210	-2032	2063	-1365	-6650
SKU 42	232,5355	-0,1136646	-185	1010	-614	1679	1935	2208	2858	3520	3481	3080	5239	4880
SKU 43	456,3591	-0,07824748	1215	4658	1782	-399	4307	7906	275	4326	9027	4306	3969	10023
SKU 44	14,95305	0,07529843	92	85	100	102	100	107	110	118	118	120	121	129
SKU 45	45,6319	-0,1316472	244	271	232	337	337	388	398	432	360	415	414	429
SKU 46	19,64385	-0,2114437	111	192	168	186	113	198	220	107	35	78	0	48
SKU 47	94,3962	-0,2044282	14514	15589	12656	10830	9660	10325	9514	12989	15507	16947	16784	15683
SKU 48	1048,788	0,1093765	355	568	568	685	742	905	879	1076	1023	1175	1179	1174
SKU 49	86,37183	-0,1549415	172	148	157	237	243	266	304	290	308	366	378	411
SKU 50	8,590903	0,1072409	990	374	253	141	246	494	467	463	289	516	270	535
SKU 51	126,1709	-0,01781471	396	498	514	555	513	559	591	875	684	719	669	677
SKU 52	96,8628	0,1120323	-2605	-1810	509	1618	-1170	-2228	-1098	673	-831	-2623	-1799	1532
SKU 53	129,7496	0,03806952	1781	5888	6623	5750	9172	7553	5521	6979	8818	8185	11145	8704
SKU 54	215,7057	0,3202673	2250	4159	5658	6109	864	4222	6168	3023	2853	4471	6254	6774
SKU 55	398,3251	0,1581316	-1041	9848	1686	-405	4884	1810	11616	7502	5716	14729	11169	2969
SKU 56	43,56821	0,3332011	453	482	711	821	385	309	196	-240	-104	-316	-705	-403
SKU 57	25,66514	0,01456426	200	225	118	-26	63	284	338	183	77	16	0	188
SKU 58	83,79725	0,1881259	587	691	889	956	837	940	1318	2110	902	1961	2032	1343
SKU 59	61,56506	0,3696484	-99	937	644	-46	1203	485	62	1723	137	1570	2395	815
SKU 60	10,34062	-0,01098528	128	136	39	15	65	-5	0	33	-44	-30	42	21
SKU 61	37,07933	0,008842305	413	430	396	417	413	407	393	397	412	428	443	444
SKU 62	82,85811	-0,0687495	297	389	318	305	282	270	233	284	300	322	339	370
SKU 63	275,6177	0,08676268	2565	2490	2447	2532	2528	2610	2688	2891	2983	2986	2728	3003
SKU 64	47,2198	-0,4684352	610	1086	977	1138	860	1121	915	1073	685	861	714	992
SKU 65	1,552991	-0,2209108	8	-18	86	100	48	-15	23	46	74	7	-7	21
SKU 66	1,418495	0,1069396	693	743	578	469	540	482	431	420	568	619	642	625
SKU 67	3,910052	0,1238838	267	263	223	159	182	97	45	36	26	28	9	101
SKU 68	81,64528	-0,1174391	667	618	646	662	574	730	709	1239	605	955	805	984
SKU 69	194,4406	0,02141243	-604	1883	505	1326	310	1565	918	2052	366	1273	717	1673
SKU 70	150,1147	0,1274772	5397	2487	4708	6312	5354	6171	5084	4407	3975	4193	2053	2765
SKU 71	17,47332	-0,1220852	231	144	204	170	-23	97	12	7	0	-81	-22	-29
SKU 72	1,930291	-0,02184277	-145	190	165	424	-145	248	304	452	41	328	380	526
SKU 73	52,94089	-0,1364956	667	527	567	464	575	642	675	202	603	403	517	383

SKU_74	53,7213	-0,05068508	310	392	393	301	221	345	319	259	-73	106	191	74
SKU_75	2,435268	0,08275504	-134	-262	-135	56	208	-118	-246	-395	-304	-275	-322	-741
SKU_76	29,27372	-0,05992328	263	176	140	141	113	241	176	152	107	95	65	47
SKU_77	2,6554492	-0,2693283	95	95	61	72	75	0	47	3	-49	54	48	-26
SKU_78	53,57575	-0,2227744	-5	-43	-55	0	-66	-69	-105	-148	-283	-276	-271	-292
SKU_79	2,864205	-0,3227166	77	195	289	233	-52	57	262	146	-139	215	247	138
SKU_80	6,076648	0,1616818	307	233	125	255	232	379	400	553	431	491	413	379
SKU_81	6,891039	0,1283831	38	280	-73	258	-49	90	-91	32	-662	-121	-272	-187
SKU_82	2,267554	-0,1112203	261	353	213	403	180	156	181	142	-7	291	296	281
SKU_83	35,3867	0,05539079	217	207	233	217	272	267	140	464	85	372	123	421
SKU_84	25,86491	0,1819416	194	-57	192	360	364	271	-57	203	448	580	451	92
SKU_85	32,86177	0,1827552	116	75	262	173	150	119	-131	507	-230	240	110	126
SKU_86	209,3306	-0,04072342	1510	1330	3445	1393	3158	1117	3445	3561	948	3554	1396	4373
SKU_87	69,29535	-0,05440317	597	242	726	307	-294	685	-90	127	168	-405	488	-446
SKU_88	68,7593	-0,04782434	595	250	721	276	-312	648	-131	49	77	-397	435	-594
SKU_89	37,73326	0,2171787	1439	787	1428	1042	1024	1996	1247	2090	1307	1525	2220	1434
SKU_90	165,8209	0,07704841	1063	1512	3469	1114	2199	792	3496	1864	-458	1912	430	3259
SKU_91	33,74361	0,3106859	245	237	515	378	34	555	124	604	74	415	598	304
SKU_92	387,6986	-0,06287059	797	889	974	1052	1134	1216	1298	1382	1466	1550	1634	1718
SKU_93	129,1414	-0,1454523	1136	1806	357	973	974	1898	483	2040	931	1948	953	2377
SKU_94	43,98403	-0,1480444	510	429	495	406	448	697	365	775	285	855	719	1124
SKU_95	65,74701	-0,06533646	-125	94	428	193	673	423	-91	-565	78	579	173	525
SKU_96	152,1774	-0,03500685	572	515	612	387	580	832	530	190	480	491	472	630
SKU_97	33,98342	0,416594	697	778	653	767	773	867	727	831	904	833	804	1066
SKU_98	39,47721	0,06840434	228	213	242	240	196	208	256	271	72	286	233	286
SKU_99	138,2684	0,2458154	512	669	469	680	669	878	872	878	872	726	704	959
SKU_100	4,769672	0,1257655	138	34	66	65	19	48	39	-47	-27	0	-63	6
SKU_101	29,38438	-0,01694919	-18	-37	-42	-48	-52	-50	-46	-46	-42	-42	-34	-27
SKU_102	12,69297	0,03659445	28	-5	-39	-58	-56	-43	-45	-93	-97	-97	-80	-90
SKU_103	13,6149	0,4016739	74	140	115	94	153	164	171	314	231	192	312	292
SKU_104	19,27111	0,6248039	42	-129	58	-41	-132	-8	-309	-73	-338	-275	-249	-514
SKU_105	97,79176	0,1434833	-599	642	-642	-651	857	-1490	-2317	-1398	-1497	-4120	-2429	-4145
SKU_106	106,6317	-0,1170736	390	530	599	805	770	1368	1251	1371	1036	1129	1240	1300
SKU_107	79,36685	-0,1222759	145	-110	219	500	374	564	279	867	491	610	975	889
SKU_108	54,68738	0,2537078	-282	130	337	208	-214	-90	138	-230	-493	-644	-216	-871
SKU_109	59,41409	0,03043749	282	219	236	395	422	677	443	787	528	555	697	678
SKU_110	4,86925	-0,0629563	5	51	70	100	47	90	63	122	81	98	61	137
SKU_111	23,66812	-0,08076198	164	374	373	426	546	242	116	214	169	47	162	120
SKU_112	16,97879	-0,06880178	450	561	460	547	288	130	308	207	222	675	724	897
SKU_113	16,62187	0,0428564	68	349	397	413	713	651	598	472	677	538	550	837
SKU_114	49,59868	0,1939115	473	311	423	544	399	937	527	808	802	598	1072	714
SKU_115	574,2318	0,04591961	772	773	824	686	508	511	612	454	209	246	396	193
SKU_116	1461,379	-0,03692389	5510	6020	5845	6812	6756	6864	7041	11003	11621	4984	10620	11166
SKU_117	59,49657	0,1891711	103	111	122	132	143	154	165	175	186	196	206	217
SKU_118	51,47782	-0,01577588	125	136	148	159	170	182	193	205	216	228	239	251
SKU_119	161,8447	-0,001443526	-727	-98	338	1679	-245	1048	2405	1830	726	1444	1759	4014
SKU_120	158,0489	0,07475608	1252	645	1862	1765	2330	169	2652	1349	2424	2170	278	2540
SKU_121	58,59507	-0,09388554	417	914	525	727	385	1131	651	1114	589	1390	871	1579
SKU_122	185,0995	-0,05567799	604	638	650	668	685	702	719	736	752	769	786	803
SKU_123	447,1482	-0,130215	5272	412	3986	6053	3438	6303	1627	5355	8170	2615	7122	3444
SKU_124	18,78384	-0,03215995	320	65	231	127	122	235	225	126	271	116	356	127
SKU_125	30,03315	-0,09491765	138	149	145	152	149	156	155	161	162	167	168	173
SKU_126	31,90554	0,000342781	82	164	86	155	100	91	62	65	169	106	189	58
SKU_127	19,8946	-0,02390046	99	103	105	108	111	113	116	119	121	124	127	129
SKU_128	13,483	-0,1782435	181	128	61	64	120	160	33	32	190	58	-29	48
SKU_129	5,262445	-0,118556	59	43	52	13	54	17	3	-14	-1	-31	-20	-48
SKU_130	9,27144	-0,08534619	261	308	151	186	231	318	174	203	227	313	316	154
SKU_131	131,4209	0,00719791	-437	887	465	850	-32	1222	408	1688	464	1643	759	2285
SKU_132	41,46718	-0,2164462	255	-40	4	309	175	205	-118	66	301	100	196	-157
SKU_133	565,902	-0,02292986	-1861	-4056	3280	-1117	-5138	-15787	-5107	-256	-2207	-10861	-13487	-2854
SKU_134	192,0642	0,3530249	2730	1989	1921	712	2286	196	2210	2139	2403	2584	1889	2536
SKU_135	205,5624	0,2444261	116	1722	643	1675	1298	2821	1258	3234	1521	2952	1823	3603
SKU_136	170,9941	-0,03705644	416	412	547	535	650	616	604	1398	740	905	1080	1108
SKU_137	216,9186	-0,1301082	94	-169	-69	37	118	55	-299	-203	-96	-429	-362	-322
SKU_138	407,5772	-0,0421995	573	577	602	626	657	681	705	739	764	809	835	861
SKU_139	28,34068	-0,1160733	106	755	625	1170	707	1047	709	924	879	948	975	1510
SKU_140	262,4832	0,03582258	692	699	714	733	751	768	785	800	808	820	816	810
SKU_141	41,85298	-0,1554494	364	608	587	480	514	233	429	428	593	635	613	654
SKU_142	365,9485	-0,2431078	909	863	1058	960	1128	1048	1205	1146	1295	1245	1391	1349
SKU_143	13477,41	-0,01013223	58643	13566	2741	46469	18226	5318	40954	22589	9148	39254	26727	13243
SKU_144	89,61022	0,3782228	279	367	240	345	351	247	415	368	346	504	395	415
SKU_145	125,4173	0,01973111	110	99	107	108	112	115	118	122	125	128	131	134
SKU_146	127,9353	0,007871139	57	72	111	149	198	228	264	300	335	374	409	446

Anexo 14. Heurístico Silver Meal

Modelo de Silver Meal																
0,11	H	S	D2*H*(1)	D3*H*(2)	D4*H*(3)	D5*H*(4)	D6*H*(5)	D7*H*(6)	D8*H*(7)	D9*H*(8)	D10*H*(9)	D11*H*(10)	D12*H*(11)	SUMA FILA	CT	CTUT
T	DEMANDA	20												20	20	20
1	2946		500,72											500,72	520,72	260,36
2	4552			273,46										273,46	794,18	264,7266667
3	1243				245,19									245,19	1039,37	259,8425
4	743					1887,16								1887,16	2926,53	585,306
5	4289						3485,35							3485,35	6411,88	1068,646667
6	6337							935,88						935,88	7347,76	1049,68
7	1418								1701,7					1701,7	9049,46	1131,1825
8	2210									1788,16				1788,16	10837,62	1204,18
9	2032										2042,37			2042,37	12879,99	1287,999
10	2063											1501,5		1501,5	14381,49	1307,408182
11	1365												8046,5	8046,5	22427,99	1868,999167
12	6650															
T	DEMANDA	20												20	20	20
1	4552		136,73											136,73	156,73	78,365
2	1243			163,46										163,46	320,19	106,73
3	743				1415,37									1415,37	1735,56	433,89
4	4289					2788,28								2788,28	4523,84	904,768
5	6337						779,9							779,9	5303,74	883,9566667
6	1418							1458,6						1458,6	6762,34	966,0485714
7	2210								1564,64					1564,64	8326,98	1040,8725
8	2032									1815,44				1815,44	10142,42	1126,935556
9	2063										1351,35			1351,35	11493,77	1149,377
10	1365											7315		7315	18808,77	1709,888182
11	6650															
T	DEMANDA	20												20	20	20
1	743		81,73											81,73	101,73	50,865
2	4289			943,58										943,58	1045,31	348,4366667
3	6337				2091,21									2091,21	3136,52	784,13
4	1418					623,92								623,92	3760,44	752,088
5	2210						1215,5							1215,5	4975,94	829,3233333
6	2032							1341,12						1341,12	6317,06	902,4371429
7	2063								1588,51					1588,51	7905,57	988,19625
8	1365									1201,2				1201,2	9106,77	1011,8633333
9	6650										6583,5			6583,5	15690,27	1569,027
10																
T	DEMANDA	20												20	20	20
1	743		471,79											471,79	491,79	245,895
2	4289			1394,14										1394,14	1885,93	628,6433333
3	6337				467,94									467,94	2353,87	588,4675
4	1418					972,4								972,4	3326,27	665,254
5	2210						1117,6							1117,6	4443,87	740,645
6	2032							1361,58						1361,58	5805,45	829,35
7	2063								1051,05					1051,05	6856,5	857,0625
8	1365									5852				5852	12708,5	1412,055556
9	6650															
T	DEMANDA	20												20	20	20
1	4289		697,07											697,07	717,07	358,535
2	6337			311,96										311,96	1029,03	343,01
3	1418				729,3									729,3	1758,33	439,5825
4	2210					894,08								894,08	2652,41	530,482
5	2032						1134,65							1134,65	3787,06	631,1766667
6	2063							900,9						900,9	4687,96	669,7085714
7	1365								5120,5					5120,5	9808,46	1226,0575
8	6650															
T	DEMANDA	20												20	20	20
1	6337		155,98											155,98	175,98	87,99
2	1418			486,2										486,2	662,18	220,7266667
3	2210				670,56									670,56	1332,74	333,185
4	2032					907,72								907,72	2240,46	448,092
5	2063						750,75							750,75	2991,21	498,535
6	1365							4389						4389	7380,21	1054,315714
7	6650															

T	DEMANDA	S	D2*H*(1)	D3*H*(2)	D4*H*(3)	D5*H*(4)	D6*H*(5)	D7*H*(6)	D8*H*(7)				SUMA FILA	CT	CTUT
1	1418	20											20	20	20
2	2210		243,1										243,1	263,1	131,55
3	2032			447,04									447,04	710,14	236,7133333
4	2063				680,79								680,79	1390,93	347,7325
5	1365					600,6							600,6	1991,53	398,306
6	6650						3657,5						3657,5	5649,03	941,505
T	DEMANDA	S	D2*H*(1)	D3*H*(2)	D4*H*(3)	D5*H*(4)	D6*H*(5)	D7*H*(6)	D8*H*(7)				SUMA FILA	CT	CTUT
1	2210	20											20	20	20
2	2032		223,52										223,52	243,52	121,76
3	2063			453,86									453,86	697,38	232,46
4	1365				450,45								450,45	1147,83	286,9575
5	6650					2926							2926	4073,83	814,766
T	DEMANDA	S	D2*H*(1)	D3*H*(2)	D4*H*(3)	D5*H*(4)	D6*H*(5)	D7*H*(6)	D8*H*(7)				SUMA FILA	CT	CTUT
1	2032	20											20	20	20
2	2063		226,93										226,93	246,93	123,465
3	1365			300,3									300,3	547,23	182,41
4	6650				2194,5								2194,5	2741,73	685,4325
T	DEMANDA	S	D2*H*(1)	D3*H*(2)	D4*H*(3)	D5*H*(4)	D6*H*(5)	D7*H*(6)	D8*H*(7)				SUMA FILA	CT	CTUT
1	2063	20											20	20	20
2	1365		150,15										150,15	170,15	85,075
3	6650			1463									1463	1633,15	544,3833333
T	DEMANDA	S	D2*H*(1)	D3*H*(2)	D4*H*(3)	D5*H*(4)	D6*H*(5)	D7*H*(6)	D8*H*(7)				SUMA FILA	CT	CTUT
1	1365	20											20	20	20
2	6650		731,5										731,5	751,5	375,75
T	DEMANDA	S	D2*H*(1)	D3*H*(2)	D4*H*(3)	D5*H*(4)	D6*H*(5)	D7*H*(6)	D8*H*(7)				SUMA FILA	CT	CTUT
1	6650	20											20	20	20

PLANIFICACIÓN

MES	Requerimientos	cantidad de orden	Costo unitario	Inventario final	Costo artículo	Costo de mtto	Costo de preparación	COSTO TOTAL
1	2946	2946	5,64	0	0	0	20	20
2	4552	4552	5,64	0	0	0	20	20
3	1243	1243	5,64	0	0	0	20	20
4	743	743	5,64	0	0	0	20	20
5	4289	4289	5,64	0	0	0	20	20
6	6337	6337	5,64	0	0	0	20	20
7	1418	1418	5,64	0	0	0	20	20
8	2210	2210	5,64	0	0	0	20	20
9	2032	2032	5,64	0	0	0	20	20
10	2063	2063	5,64	0	0	0	20	20
11	1365	1365	5,64	0	0	0	20	20
12	6650	6650	5,64	0	0	0	20	20
								240

Anexo 15. Planificación de Wagner y Whitin R-studio

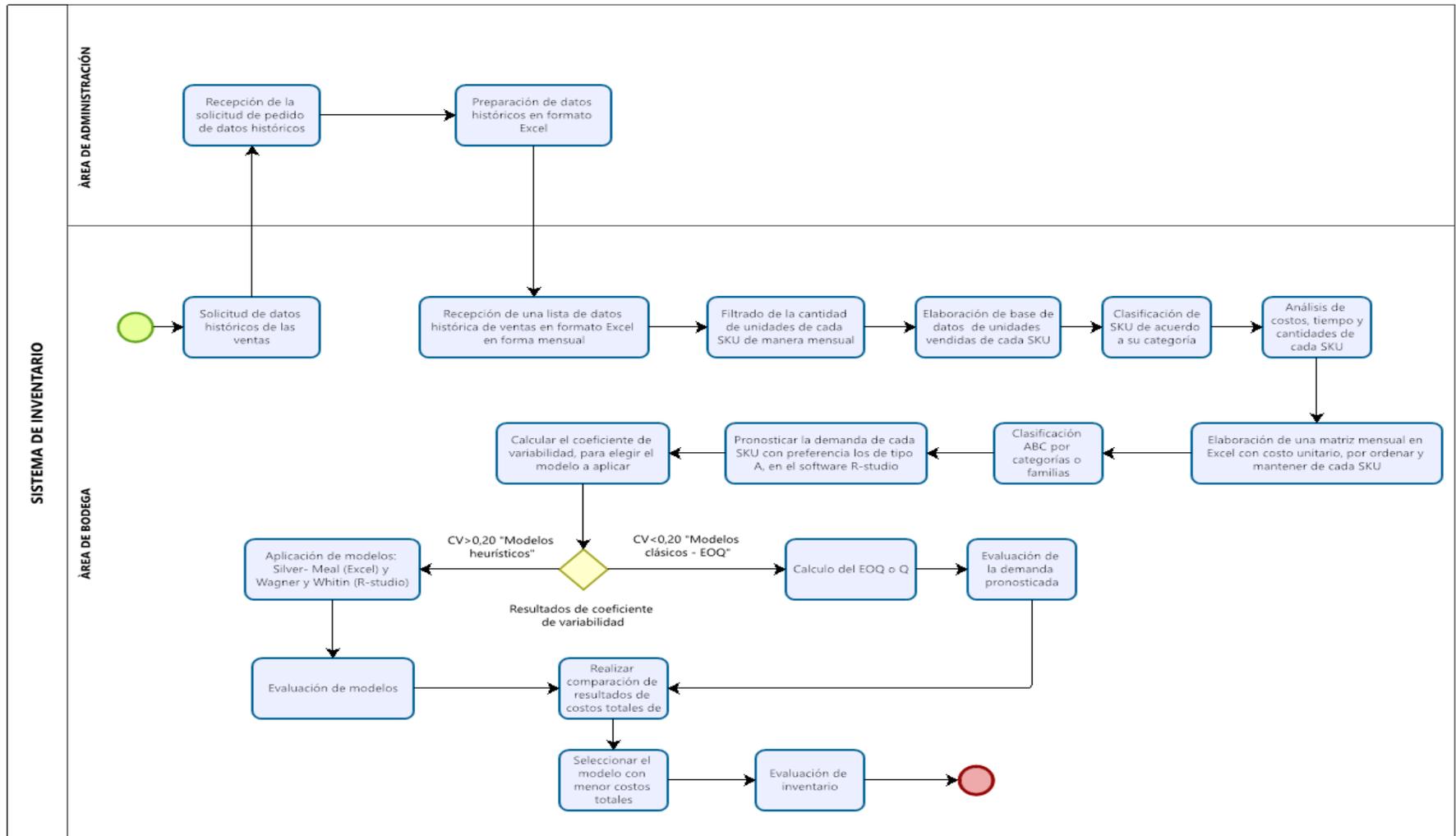
PLANIFICACIÓN R-studio												
Octubre	20											
Noviembre	520,72	40										
Diciembre	794,18	176,73	60									
Enero	1039,37	340,19	141,73	80								
Febrero	2926,53	1755,56	1085,31	551,79	100							
Marzo	6411,88	4543,84	3176,52	1945,93	797,07	120						
Abril	7347,76	5323,74	3800,44	2413,87	1109,03	275,98	140					
Mayo	9049,46	6782,34	5015,94	3386,27	1838,33	762,18	383,1	160				
Junio	10837,62	8346,98	6357,06	4503,87	2732,41	1432,74	830,14	383,52	180			
Julio	12879,99	10162,42	7945,57	5865,45	3867,06	2340,46	1510,93	837,38	406,93	200		
Agosto	14381,49	11513,77	9146,77	6916,5	4767,96	3091,21	2111,53	1287,83	707,23	350,15	220	
Septiembre	22427,99	18828,77	15730,27	12768,5	9888,46	7480,21	5769,03	4213,83	2901,73	1813,15	951,5	240

Anexo 16. Comparación de costos de modelos heurísticos

COMPARACIÓN DE COSTOS		
PRODUCTO	HEURÍSTICOS	
	Silver-Meal	Wagner y Whitin
SKU_41	240	240
SKU_141	240	240
SKU_42	240	240
SKU_47	240	240
SKU_116	240	240
SKU_143	240	240
SKU_66	240	240
SKU_142	240	240
SKU_137	2432,62	240,1
SKU_123	1064,6	236,48
SKU_43	1817,6	233,7
SKU_92	240	240
SKU_134	541,44	255,88
SKU_13	240	240
SKU_53	240	240
SKU_133	432,48	255,12
SKU_14	240	240
SKU_63	240	240

SKU_27	4346,8	226,43
SKU_38	635,52	215,89
SKU_5	240	240
SKU_55	665,5	240
SKU_16	240	240
SKU_93	4614,58	213,96
SKU_2	1174,85	220,1
SKU_40	1262,72	219,68
SKU_48	2791,18	222,64
SKU_132	2317,26	194,24
SKU_64	240	240
SKU_97	240	240
SKU_69	3346,48	168,16
SKU_26	2316,72	195,56
SKU_88	2628,85	199,16
SKU_83	2636,88	228,72
SKU_9	43539,74	20
SKU_140	4584,72	212,6
SKU_131	2418,85	201,07
SKU_115	3675,38	134,04
SKU_70	240	240
SKU_7	804,22	234,98

Anexo 17. Sistema de inventario MATBENDIS SAS



Anexo 18. Planificación de inventarios MATBENDIS SAS

REGISTROS DE INVENTARIO

CODIGO	CATEGORIA	ARTICULO	CANTIDAD	COSTO
OL0146	OLIMPIA	LF TODO TERRENO OLIMPIA 240ML	0	\$ 0,43

CLIENTE:

PRESENTACION: UNIDADES

PRECIO: \$ 0,48

FECHA: 22/12/2021



LIMPIAR

IR ENTRADAS

INGRESAR

IR SALIDAS

SACAR PROD

NUEVO PROD

BUSCAR COD

NUEVO CLIENTE

BUSQUEDA GENERAL

CONSECUTIVO:	14 /	GUARDAR			
CATEGORIA:		VOLVER	NUEVA CATEGORIA	NUEVA PRESENTACION	
ARTICULO:		LIMPIAR			
PRESENTACION:					
COSTO:					
PRECIO DE VENTA:					

CODIGO	N°	CATEGORIA	ARTICULO	PRESENTACION	COSTO	PRECIO DE VENTA	CANTIDAD	PLANIFICACIONES
OL0146	146	OLIMPIA	LF TODO TERRENO OLIMPIA 240ML	UNIDADES	\$ 0,43	\$ 0,48	0	IR
SN0145	145	SNOB	SNOB MERMELADA MORA SACHET 100GR	UNIDADES	\$ 0,44	\$ 0,52	0	IR
FA0144	144	FAMILY	LF SHAMPOO FAMILY SABILA DOYPACK 180ML	UNIDADES	\$ 0,29	\$ 0,35	500	IR
SN0143	143	SNOB	SNOB MERMELADA FRUTIMORA SACHET 100GR	UNIDADES	\$ 0,44	\$ 0,52	0	IR
FO0142	142	FORESTEA	FORESTEA FRUTOS TROPICALES 300 ML	UNIDADES	\$ 0,29	\$ 0,37	0	IR
SN0141	141	SNOB	SNOB MERMELADA FRUTILLA SACHET 100GR	UNIDADES	\$ 0,44	\$ 0,52	0	IR
DO0140	140	DOG STAR	DOG STAR ADULTOS 1LB	UNIDADES	\$ 0,66	\$ 0,75	0	IR
DO0139	139	DOG STAR	DOG STAR CACHORROS 1LB	UNIDADES	\$ 0,75	\$ 0,86	0	IR
FO0138	138	FORESTEA	FORESTEA FRESA LIMON 300ML	UNIDADES	\$ 0,29	\$ 0,36	0	IR
NE0137	137	NESTLE	NE NESTLE GALLETA SAL (28X135gr)	UNIDADES	\$ 0,36	\$ 0,43	0	IR
PE0136	136	PERLA	LF SUAVIZANTE PERLA FRUTOS R DOYPACK 400ML	UNIDADES	\$ 0,55	\$ 0,69	0	IR
FA0135	135	FAMILY	LF SHAMPOO FAMILY CONTROL T 1000GR	UNIDADES	\$ 2,03	\$ 2,44	0	IR
FO0134	134	FORESTEA	FORESTEA TE NEGRO MANDARINA VERDE 475ML	UNIDADES	\$ 0,60	\$ 0,74	0	IR
FO0133	133	FORESTEA	FORESTEA TE VERDE MANZANA VERDE 475ML	UNIDADES	\$ 0,63	\$ 0,74	0	IR
PE0132	132	PERLA	LF SUAVIZANTE PERLA VAINILLA DOYPACK 400ML	UNIDADES	\$ 0,55	\$ 0,69	0	IR
RI0131	131	RICACAO	NE RICACAO CHOCOLATE DOYPACK 150GR	UNIDADES	\$ 0,63	\$ 0,75	0	IR
RA0130	130	RAYOMAX	PILAS ALCALINA RAYOMAX AA	UNIDADES	\$ 0,40	\$ 0,50	0	IR
MA0129	129	MARIA	NE MARIA GALLETA TACO 36X172GR	UNIDADES	\$ 0,63	\$ 0,65	0	IR
LU0128	128	LUMINUZ	ESPONJILLA DE ACERO ESPECIAL 3x1	UNIDADES	\$ 0,10	\$ 0,12	0	IR
FO0127	127	FORESTEA	FORESTEA MANZANILLA CFRDROM FRUTOS TROP 475MI	UNIDADES	\$ 0,60	\$ 0,74	0	IR

REGISTROS
DATO
PRODUCTOS
ENTRADA
SALIDAS
CLIENTES
PLANIFICACIONES

SKU	Modelo de Wagner Whitin												
1	PLANIFICACIÓN												
	Octubre	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Noviembre	520,72	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Diciembre	794,18	176,73	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Enero	1039,37	340,19	141,73	80	0	0	0	0	0	0	0	0
	Febrero	2926,53	1755,56	1085,31	551,79	100	0	0	0	0	0	0	0
	Marzo	6411,88	4543,84	3176,52	1945,93	797,07	120	0	0	0	0	0	0
	Abril	7347,76	5323,74	3800,44	2413,87	1109,03	275,98	140	0	0	0	0	0
	Mayo	9049,46	6782,34	5015,94	3386,27	1838,33	762,18	383,1	160	0	0	0	0
	Junio	10837,62	8346,98	6357,06	4503,87	2732,41	1432,74	830,14	383,52	180	0	0	0
	Julio	12879,99	10162,42	7945,57	5865,45	3867,06	2340,46	1510,93	837,38	406,93	200	0	0
	Agosto	14381,49	11513,77	9146,77	6916,5	4767,96	3091,21	2111,53	1287,83	707,23	350,15	220	0
	Septiembre	22427,99	18828,77	15730,27	12768,5	9888,46	7480,21	5769,03	4213,83	2901,73	1813,15	951,5	240
2	PLANIFICACIÓN												
	Octubre	20											
	Noviembre	451,68	40										
	Diciembre	1285,22	456,77	60									
	Enero	2307,62	1138,37	400,8	80								
	Febrero	3767,38	2233,19	1130,68	444,94	100							
	Marzo	4594,53	2894,91	1626,97	775,8	265,43	120						
	Abril	6422,07	4417,86	2864,73	1689,57	874,61	424,59	140					
	Mayo	8549,23	6241,14	4364,73	2905,09	1786,25	1032,35	443,88	160				
	Junio	11917,47	9188,35	6890,91	5010,24	3470,37	2295,44	1285,94	581,03	180			
	Julio	15975,12	12795,15	10046,86	7715,34	5724,62	4098,84	2638,49	1482,73	630,85	200		
	Agosto	20327,42	16712,22	13528,7	10761,95	8336	6274,99	4379,41	2788,42	1501,31	635,23	220	
	Septiembre	25435,16	21355,63	17783,76	14476,67	11596,38	8961,93	6781,11	4645,78	3004,33	1563,91	684,34	240
<div style="display: flex; justify-content: space-between; border-top: 1px solid black; padding-top: 5px;"> REGISTROS DATO PRODUCTOS ENTRADA SALIDAS CLIENTES PLANIFICACIONES + : ◀ </div>													

Anexo 19. Control de productos en bodega MATBENDIS SAS de manera semanal y mensual

CODIGO	N°	CATEGORIA	ARTICULO	PRESENTACION	COSTO	PRECIO DE VENTA	CANTIDAD	PLANIFICACIÓN	CONTROL
OLO146	146	OLIMPIA	LF TODO TERRENO OLIMPIA 240ML	UNIDADES	\$ 0,43	\$ 0,48	0	IK	Mensual
SN0145	145	SNOB	SNOB MERMELADA MORA SACHET 100GR	UNIDADES	\$ 0,44	\$ 0,52	480	IK	Mensual
FA0144	144	FAMILY	LF SHAMPOO FAMILY SABILA DOYPACK 180ML	UNIDADES	\$ 0,29	\$ 0,35	500	IK	Mensual
SN0143	143	SNOB	SNOB MERMELADA FRUTIMORA SACHET 100GR	UNIDADES	\$ 0,44	\$ 0,52	0	IK	Mensual
FO0142	142	FORESTEA	FORESTEA FRUTOS TROPICALES 300 ML	UNIDADES	\$ 0,29	\$ 0,37	0	IK	Semanal
SN0141	141	SNOB	SNOB MERMELADA FRUTILLA SACHET 100GR	UNIDADES	\$ 0,44	\$ 0,52	1000	IK	Mensual
DO0140	140	DOG STAR	DOG STAR ADULTOS 1LB	UNIDADES	\$ 0,66	\$ 0,75	0	IK	Mensual
DO0139	139	DOG STAR	DOG STAR CACHORROS 1LB	UNIDADES	\$ 0,75	\$ 0,86	0	IK	Mensual
FO0138	138	FORESTEA	FORESTEA FRESA LIMON 300ML	UNIDADES	\$ 0,29	\$ 0,36	0	IK	Semanal
NE0137	137	NESTLE	NE NESTLE GALLETA SAL (28X135gr)	UNIDADES	\$ 0,36	\$ 0,43	0	IK	Mensual
PE0136	136	PERLA	LF SUAVIZANTE PERLA FRUTOS R DOYPACK 400ML	UNIDADES	\$ 0,55	\$ 0,69	0	IK	Mensual
FA0135	135	FAMILY	LF SHAMPOO FAMILY CONTROL T 1000GR	UNIDADES	\$ 2,03	\$ 2,44	0	IK	Mensual
FO0134	134	FORESTEA	FORESTEA TE NEGRO MANDARINA VERDE 475ML	UNIDADES	\$ 0,60	\$ 0,74	0	IK	Semanal
FO0133	133	FORESTEA	FORESTEA TE VERDE MANZANA VERDE 475ML	UNIDADES	\$ 0,63	\$ 0,74	0	IK	Semanal
PE0132	132	PERLA	LF SUAVIZANTE PERLA VAINILLA DOYPACK 400ML	UNIDADES	\$ 0,55	\$ 0,69	0	IK	Mensual
RI0131	131	RICACAO	NE RICACAO CHOCOLATE DOYPACK 150GR	UNIDADES	\$ 0,63	\$ 0,75	0	IK	Semanal
RA0130	130	RAYOMAX	PILAS ALCALINA RAYOMAX AA	UNIDADES	\$ 0,40	\$ 0,50	0	IK	Mensual
MA0129	129	MARIA	NE MARIA GALLETA TACO 36X172GR	UNIDADES	\$ 0,63	\$ 0,65	0	IK	Mensual
LU0128	128	LUMINUZ	ESPONJILLA DE ACERO ESPECIAL 3x1	UNIDADES	\$ 0,10	\$ 0,12	0	IK	Mensual
FO0127	127	FORESTEA	FORESTEA MANZANILLA CEDRON FRUTOS TROPI 475ML	UNIDADES	\$ 0,60	\$ 0,74	0	IK	Semanal
OLO126	126	OLIMPIA	LF DESINFECTANTE OLIMPIA MANZANA 240ML	UNIDADES	\$ 0,28	\$ 0,36	0	IK	Mensual
FO0125	125	FORESTEA	FORESTEA MENTA HIERBA LUISA LIMON FRESA 475ML	UNIDADES	\$ 0,60	\$ 0,74	0	IK	Semanal
LU0124	124	LUMINUZ	FUNDAS BASURA DOMESTICAx10AA AÅ 58cmx71cm	UNIDADES	\$ 0,42	\$ 0,52	0	IK	Mensual
OLO123	123	OLIMPIA	LF DESINFECTANTE OLIMPIA LAVANDA 240ML	UNIDADES	\$ 0,28	\$ 0,36	0	IK	Mensual
FO0122	122	FORESTEA	FORESTEA HORCHATA 300ML	UNIDADES	\$ 0,29	\$ 0,36	0	IK	Semanal
IA0121	121	IA VAQUITA	NE IA VAQUITA INST RISTRA (8x31er)	TIRAS	\$ 1,79	\$ 2,12	0	IK	Semanal

110	DE0046	46	DELIGOMIS	DELIGOMIS GUSANITO ACIDO 12X22 GR	TIRAS	\$	1,77	\$	2,22	0	Menrual
111	MA0045	45	MAGGI	NE MAGGI CRIOLLITA (48x10qr)	CAJA	\$	4,70	\$	5,88	0	Somonal
112	DE0044	44	DELIGOMIS	DELIGOMIS OSITOS 12X22 GR	TIRAS	\$	1,77	\$	2,22	0	Menrual
113	LA0043	43	LA FAVORITA	LF ACEITE LA FAVORITA 250ML	UNIDADES	\$	0,36	\$	0,42	0	Somonal
114	MA0042	42	MAGGI	NE MAGGI MAYONESA DOYPACK 200GR	TIRAS	\$	0,76	\$	0,78	0	Somonal
115	VA0041	41	VALDEZ	VALDEZ AZUCAR MORENA 1KG	UNIDADES	\$	0,71	\$	0,81	0	Somonal
116	CI0040	40	CICLON	LF DETERGENTE CICLON LIMON 350GR	UNIDADES	\$	0,69	\$	0,76	0	Menrual
117	LA0039	39	LAVA TODO	LF LAVA TODO LIMON 255GR	UNIDADES	\$	0,53	\$	0,61	0	Menrual
118	QU0038	38	QUAKER	GN AVENA QUAKER 250GR	UNIDADES	\$	0,55	\$	0,61	0	Somonal
119	VA0037	37	VALDEZ	VALDEZ AZUCAR MORENA 2KG	UNIDADES	\$	1,42	\$	1,62	0	Somonal
120	YA0036	36	YA	CREMA CHANTILLI YA VAINILLA 100GRS	UNIDADES	\$	1,01	\$	1,15	0	Somonal
121	CL0035	35	CLOROX	LF CLOROX ORIGINA SACHET 60X270ML	UNIDADES	\$	0,18	\$	0,22	0	Menrual
122	MA0034	34	MAGGI	NE MAGGI CALDO DE GALLINA (26x20qr)	CAJA	\$	6,78	\$	6,92	0	Somonal
123	MA0033	33	MAGGI	NE MAGGI MAYONESA RISTRA (14x30qr)	TIRAS	\$	2,67	\$	3,21	0	Somonal
124	FI0032	32	FIDEOS CAYAMBE	FIDEO CAYAMBE TALLARIN ESP 400GRS	UNIDADES	\$	0,51	\$	0,90	0	Somonal
125	LA0031	31	LAVA TODO	LF LAVA TODO FLORAL 255GR	UNIDADES	\$	0,53	\$	0,61	0	Menrual
126	NE0030	30	NESCAFE	NE NESCAFE TRADICION RISTRA (17x30qr)	TIRAS	\$	2,40	\$	3,40	0	Somonal
127	LA0029	29	LA UNIVERSAL	LU COCOA FUNDA 420GR	UNIDADES	\$	1,69	\$	1,85	0	Somonal
128	VA0028	28	VALDEZ	VALDEZ AZUCAR 10KG	UNIDADES	\$	6,97	\$	7,95	0	Somonal
129	IS0027	27	ISABEL	ATUN LOMITOS ACEITE GIRASOL 48X160GR	UNIDADES	\$	0,99	\$	1,19	0	Somonal
130	GI0026	26	GIRASOL	LF MARGARINA GIRASOL 250GR	UNIDADES	\$	0,91	\$	1,06	0	Somonal
131	AR0025	25	AROMA DIVINO	TIRA CHOCOLATE AMBATENO 6X100GR	TIRAS	\$	3,80	\$	4,75	0	Menrual
132	MA0024	24	MAIZABROSA	GN MAIZABROSA 500GR	UNIDADES	\$	0,96	\$	1,19	0	Somonal
133	DO0023	23	DOG STAR	DOG STAR ADULTOS 30KG	UNIDADES	\$	28,00	\$	33,55	0	Menrual
134	LA0022	22	LA FAVORITA	LF ACEITE LA FAVORITA 365ML	UNIDADES	\$	0,91	\$	1,08	0	Somonal
135	CI0021	21	CICLON	LF DETERGENTE CICLON FLORAL 350GR	UNIDADES	\$	0,69	\$	0,76	0	Menrual
136	GI0020	20	GIRASOL	LF ACEITE GIRASOL 1L	UNIDADES	\$	3,16	\$	3,64	0	Somonal
137	FI0019	19	FIDEOS CAYAMBE	FIDEO CAYAMBE TALLARIN 87 400GRS	UNIDADES	\$	0,51	\$	0,71	0	Somonal
138	LA0018	18	LA UNIVERSAL	LU COCOA FUNDA 150GR	UNIDADES	\$	0,67	\$	0,75	0	Somonal
139	DO0017	17	DOBLE A	DOBLE A ARROZ MACARENO 25LB	UNIDADES	\$	9,21	\$	10,50	0	Somonal
140	VA0016	16	VALDEZ	VALDEZ AZUCAR 1KG	UNIDADES	\$	0,71	\$	0,81	0	Somonal
141	LA0015	15	LA FAVORITA	LF ACEITE LA FAVORITA 1L	UNIDADES	\$	2,36	\$	2,74	0	Somonal
142	DO0014	14	DOBLE A	DOBLE A ARROZ MACARENO 100LB	UNIDADES	\$	38,00	\$	42,00	0	Somonal
143	VA0013	13	VALDEZ	VALDEZ AZUCAR 2KG	UNIDADES	\$	1,41	\$	1,61	0	Somonal
144	MA0012	12	MAIZABROSA	GN MAIZABROSA 1000GR	UNIDADES	\$	1,95	\$	2,25	0	Somonal
145	IS0011	11	ISABEL	ATUN ACEITE GIRASOL FOURPACK 20(4X30GR)	CAJA	\$	1,87	\$	2,35	0	Somonal
146	SI0010	10	SICAFE	GN TIRA SICAFE (10X10GR)	TIRAS	\$	1,73	\$	2,01	0	Somonal
147	VA0009	9	VARIOS	L GREEN MATE 750ML 1X12	UNIDADES	\$	6,13	\$	7,58	0	Menrual
148	YA0008	8	YA	HARINA YA 1KG	UNIDADES	\$	1,66	\$	1,99	0	Somonal
149	LA0007	7	LA UNIVERSAL	LU MANICHO DISPLAY (24X20GR)	CAJA	\$	6,93	\$	7,99	0	Menrual
150	YA0006	6	YA	HARINA YA 500 KG	UNIDADES	\$	0,76	\$	1,00	0	Somonal
151	QU0005	5	QUAKER	GN AVENA QUAKER 500GR	UNIDADES	\$	0,89	\$	1,17	0	Somonal
152	IS0004	4	ISABEL	ATUN LOMITOS ACEITE GIRASOL 48X160+20qr	UNIDADES	\$	0,99	\$	1,19	0	Somonal
153	HA0003	3	HADA	11505 PAP HIG ECONOMICO 12X4 16 5M2H	BLOQUE	\$	5,52	\$	5,64	0	Menrual
154	YA0002	2	YA	GRANEL HARINA SUPER PANADERA 50 KG	UNIDADES	\$	30,42	\$	35,71	1010	Somonal
155	HA0001	1	HADA	11504 PAP HIG ECONOMICO 8X6 16 5M2H	BLOQUE	\$	5,52	\$	5,64	1000	Menrual

REGISTROS

DATO

PRODUCTOS

ENTRADA

SALIDAS

CLIENTES

PLANIFICACIONES

