

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



TEMA:

“MODELO DE GESTIÓN DE INVENTARIO APLICANDO MÉTODOS HEURÍSTICOS
PARA LA IMPORTADORA PINEDA CIA. LTDA.”

TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERÍA
INDUSTRIAL

AUTORA:

DOMÉNICA STEFANIA CERVANTES MENDOZA

DIRECTOR:

ING. SARAGURO PIARPUEZAN RAMIRO VICENTE, MSC.

IBARRA, 2023



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 DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	0850147174		
APELLIDOS Y NOMBRES:	CERVANTES MENDOZA DOMÉNICA STEFANIA		
DIRECCIÓN:	IBARRA – EL OLIVO		
EMAIL:	dscervantesm@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:	N/A	TELÉFONO MÓVIL:	0981550517

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	MODELO DE GESTIÓN DE INVENTARIO APLICANDO MÉTODOS HEURÍSTICOS PARA LA IMPORTADORA PINEDA CIA. LTDA.
AUTOR (ES):	CERVANTES MENDOZA DOMÉNICA STEFANIA
FECHA DE APROBACIÓN:	07 de septiembre de 2023
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	INGENIERÍA INDUSTRIAL
ASESOR /DIRECTOR:	ING. RAMIRO SARAGURO, MSC

2. CONSTANCIAS

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

Ibarra, a los siete días del mes de septiembre de 2023

EL AUTOR:

DOMÉNICA CERVANTES M.

Doménica Stefania Cervantes Mendoza

CI. 0850147174



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

CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR

Ingeniero Ramiro Vicente Saraguro Piarpuezán director de Trabajo de Grado desarrollado por la señorita estudiante **DOMÉNICA STEFANIA CERVANTES MENDOZA**

CERTIFICA

Que, el Proyecto de Trabajo de grado titulado “**MODELO DE GESTIÓN DE INVENTARIO APLICANDO MÉTODOS HEURÍSTICOS PARA LA IMPORTADORA PINEDA CÍA. LTDA.**”, ha sido elaborado en su totalidad por la señorita estudiante Doménica Stefania Cervantes Mendoza, bajo mi dirección, para la obtención del título de Ingeniera Industrial. Luego de ser revisada, considerando que se encuentra concluido y cumple con las exigencias y requisitos académicos de la Facultad de Ingenierías en Ciencias Aplicadas, Carrera de Ingeniería Industrial, autoriza su presentación y defensa para que pueda ser juzgado por el tribunal correspondiente.

Ibarra, 7 de septiembre de 2023

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Saraguro", is written over a horizontal line.

ING. RAMIRO SARAGURO, MSc.
DIRECTOR DEL TRABAJO DE GRADO

DEDICATORIA

Dedico este proyecto de investigación a mi madre, Sulay Mendoza, sin ella no hubiera sido posible este gran logro, por su amor, paciencia, comprensión, confianza, sus esfuerzos con sacrificios y apoyo incondicional siempre que lo necesitaba tanto en el ámbito moral como económico que permitieron la culminación de mis estudios universitarios, guiándome siempre por el camino del bien y enseñándome que la constancia y dedicación nunca es en vano, trabajando duro de la mano de mis valores conseguiré todo lo que me proponga.

Con mucho amor,

Doménica Cervantes

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, por bendecirme en todo momento y brindarme amor, paciencia, y sabiduría en los momentos que más necesité, guiándome y fortaleciendo mis pasos hacia la culminación del proceso universitario.

A mi madre, Sulay Mendoza, por haberme acompañado durante este proceso, en los buenos y malos momentos, por el apoyo incondicional económico-moral e inculcarme principios y valores que a lo largo de mi vida me enseñaron a ser mejor persona y profesional.

A mi padre, Marco Tulio Cervantes, por los consejos brindados para el ámbito personal y profesional durante mi trayectoria y el apoyo económico-moral para la finalización de mis estudios.

A mi familia, Joel, Elbi, Beyi, Huguito, Jorge y Patty por haber confiado en mí y brindarme su apoyo siempre que lo necesité.

A mis amigos, Jairo, Guillermo, Pao, Melanny, Leslye y Abigail que complementaron mi trayectoria universitaria con su apoyo moral en los momentos difíciles.

Al Ing. Ramiro Saraguro y el Ing. Robert Valencia por su paciencia, compartir sus conocimientos y guiarme en todo momento durante el proceso de mi investigación.

A la Sra. Mariela Vázquez, Sra. Ana Pineda y demás colaboradores por su ayuda al momento de brindarme la información necesaria que hizo posible la realización de este proyecto en la Importadora Pineda Cía. Ltda.

Finalmente, a la Universidad Técnica del Norte y docentes de la carrera de Ingeniería Industrial que me capacitaron de la mejor manera posible, llenándome de conocimientos nuevos para conseguir este logro final en mi carrera universitaria.

Con mucho cariño, Doménica Cervantes

RESUMEN

Importadora Pineda Cía. Ltda. realiza sus operaciones de abastecimiento y se diagnostican demoras en el servicio a los clientes, costos elevados de ordenar y mantener el inventario; por ello, el presente trabajo de investigación tiene como objetivo optimizar los costos y mejorar el nivel de servicio de la organización.

Primero se recopiló la información referente al manejo del inventario para repuestos de vehículos. Durante el análisis de la situación actual se aplicó la clasificación ABC en base a la matriz triple criterio dando un total de 16 familias de categoría triple A (AAA) y se obtuvo el nivel de servicio de los últimos 5 años con un valor promedio de 70%.

El diseño de gestión de inventarios mediante modelos heurísticos se basó en el ciclo de Deming (PHVA). En la fase planificar se estableció los objetivos, medidas de desempeño y recursos para lograr una gestión de stocks eficiente. En la fase hacer se tomaron únicamente las familias obtenidas con triple A (AAA), se normalizaron los datos mediante el software Minitab y se aplicó los métodos de pronósticos ARIMA, RNA's y k-NN para los siguientes 12 meses mediante el software R Studio, se determinó que el de redes neuronales es óptimo con menor error. Mediante el coeficiente de variabilidad (CV) se identificó que todos los SKU deben utilizar los métodos heurísticos (Silver-Meal y Wagner Whitin), y se obtuvo el nivel de servicio mejorado en un 93,75%. En la fase verificar se evaluó la eficiencia del pronóstico y en la fase actuar se presentan propuestas de mejora a los problemas de gestión del inventario.

Finalmente, se identificó que el modelo Wagner Whitin es óptimo minimizando los costos a un valor de USD 1.864,52 con un ahorro del 58,29%; por lo tanto, se determina que al aplicar este modelo se gestiona de manera eficiente los niveles de stock almacenados, además se define las cantidades óptimas de pedido y se mejora el nivel de servicio de medio a muy alto.

ABSTRACT

Importadora Pineda Cía. Ltda. manages its supply operations in an empirical way causing delays in customer service, high costs of ordering and maintaining inventory; therefore, this research work aimed to optimize costs and improve the level of service of the organization.

First, information was collected on the inventory management for vehicle spare parts. During the analysis of the current situation the ABC classification was applied based on the triple criteria matrix giving a total of 16 triple A (AAA) families and the service level of the last 5 years was obtained with an average value of 70%.

The design of inventory management using heuristic models was based on the Deming cycle (PHVA). In the planning phase, the objectives, performance measures and resources for efficient inventory management were established. In the planning phase, only the families obtained with triple A (AAA) were taken, the data were normalised using Minitab software and the ARIMA, ANNs and k-NN forecasting methods were applied for the following 12 months using R Studio software, it was determined that the neural network method was optimal with the lowest error. The coefficient of variability (CV) identified that all SKUs should use the heuristic methods (Silver-Meal and Wagner Whitin), and the improved service level was 93.75%. In the verify phase, the efficiency of the forecast was evaluated and in the act phase, proposals for improvement to the inventory management problems are presented.

Finally, it was identified that the Wagner Whitin model is optimal by minimising costs to a value of USD 1,864.52 with a saving of 58.29%; therefore, it is determined that by applying this model, stock levels are efficiently managed, optimal order quantities are defined and the service level is improved from medium to very high.

ÍNDICE

CONSTANCIAS.....	iii
CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	15
ÍNDICE DE TABLAS	17
ÍNDICE DE ANEXOS	19
CAPÍTULO 1.....	22
1. GENERALIDADES	22
1.1. Planteamiento del Problema.....	22
1.2. Objetivos	23
1.2.1. Objetivo General.....	23
1.2.2. Objetivos Específicos.....	23
1.3. Alcance.....	23
1.4. Justificación.....	24
CAPÍTULO 2.....	26
2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	26
2.1. Inventario	26
2.1.1. Tipos de inventario	26

	10
2.1.1.1. Inventario de materia prima.....	26
2.1.1.2. Inventario de productos en proceso	26
2.1.1.3. Inventario de productos terminados	27
2.1.2. Control de inventario	27
2.1.3. Costos de inventario.....	27
2.1.3.1. Costos de ordenar un pedido	27
2.1.3.2. Costos de mantener el inventario.....	28
2.1.3.3. Costos de falta de existencia.....	28
2.2. Clasificación ABC.....	29
2.2.1. Índice de rotación.....	29
2.2.2. Cálculo del método ABC	29
2.3. Demanda.....	31
2.4. Estacionalidad	31
2.5. Pronóstico.....	32
2.5.1. Pronóstico de la demanda	32
2.5.2. Modelos de pronóstico	32
2.5.2.1. Modelo de Series Temporales con Redes Neuronales (MLP).....	32
2.5.2.2. Modelo autorregresivo integrado de media móvil (ARIMA).....	33
2.5.3. Errores de pronóstico	34
2.6. Coeficiente de variación.....	35
2.7. Modelos de inventario.....	36

2.7.1.	Modelos clásicos de inventario	36
2.7.1.1.	Sistema de Revisión Continua (Q)	36
2.7.1.2.	Sistema de Revisión Periódica (P).....	38
2.7.2.	Modelos heurísticos de inventario	38
2.7.2.1.	Algoritmo Silver-Meal	39
2.7.2.2.	Algoritmo Wagner Whitin.....	39
2.8.	Nivel de Servicio	40
2.9.	Ciclo de Deming (PHVA).....	42
2.9.1.	Fase Planificar.....	42
2.9.2.	Fase Hacer.....	43
2.9.3.	Fase Verificar.....	43
2.9.4.	Fase Actuar	43
2.10.	Inventario de repuestos.....	43
CAPÍTULO 3.....		45
3.	DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL	45
3.1.	Metodología	45
3.1.1.	Tipo de investigación.....	45
3.1.1.1.	Investigación documental	45
3.1.1.2.	Investigación de campo	45
3.1.2.	Método de investigación	46
3.1.2.1.	Método Analítico	46

3.1.3.	Técnicas de investigación	46
3.1.3.1.	Observación	46
3.1.3.2.	Entrevista	47
3.1.4.	Instrumentos.....	47
3.1.4.1.	Matriz FODA.....	47
3.1.4.2.	Diagrama de Ishikawa	47
3.1.4.3.	Diagrama de Pareto	48
3.2.	Caracterización General de la Empresa	48
3.2.1.	Antecedentes	48
3.2.2.	Datos generales de la organización.....	49
3.2.3.	Misión	49
3.2.4.	Visión.....	50
3.2.5.	Valores empresariales	50
3.2.5.1.	Calidad.....	50
3.2.5.2.	Compromiso con el cliente.....	50
3.2.5.3.	Ética.....	50
3.2.5.4.	Honestidad.....	50
3.2.5.5.	Responsabilidad.....	51
3.2.5.6.	Respeto.....	51
3.2.6.	Ubicación geográfica	51
3.2.7.	Estructura organizacional.....	52

	13
3.2.8. Objetivos estratégicos	52
3.2.9. Proveedores.....	53
3.2.10. Clientes.....	53
3.3. Matriz FODA	54
3.4. Análisis de la situación actual del inventario.....	55
3.4.1. Diagnóstico del proceso de adquisición y entrega de productos.	55
3.4.2. Clasificación del inventario por marcas.....	58
3.4.3. Clasificación del inventario por familias	59
3.4.4. Costos de inventario.....	60
3.4.5. Índice de rotación.....	61
3.4.6. Clasificación ABC	62
3.4.7. Nivel de servicio actual.....	63
3.5. Diagrama de Ishikawa.....	64
3.6. Resultados del Diagnóstico	66
CAPÍTULO 4.....	68
4. PROPUESTA DE LA INVESTIGACIÓN	68
4.1. Introducción	68
4.2. Fase Planificar	69
4.3. Fase Hacer	70
4.3.1. Análisis de los datos.....	70
4.3.1.1. Análisis de la estacionariedad.....	73

	14
4.3.1.2. Cálculo de pronósticos.....	77
4.3.1.3. Comparación de errores de pronósticos.....	86
4.3.2. Modelos de inventario.....	87
4.3.2.1. Coeficiente de variación	87
4.3.2.2. Modelos heurísticos de inventario	88
4.3.3. Nivel de servicio mejorado	93
4.4. Fase Verificar	93
4.4.1. Cálculo de la eficiencia de los pronósticos	93
4.5. Fase Actuar.....	95
4.6. Análisis y comparación de resultados	98
4.6.1. Comparación resultados Métodos Heurísticos vs Método Actual.	98
4.6.2. Comparación resultados Nivel de servicio mejorado vs actual.	99
CONCLUSIONES	100
RECOMENDACIONES.....	101
REFERENCIAS.....	102
ANEXOS	107

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Clasificación ABC.....	30
Figura 2. Redes neuronales.....	33
Figura 3. Ejemplo de la aplicación del modelo.	34
Figura 4. Ciclo de Deming (PHVA).	42
Figura 5. Ubicación de la Importadora Pineda Cía. Ltda.	51
Figura 6. Estructura Organizacional de Importadora Pineda Cía. Ltda.....	52
Figura 7. Matriz FODA.	55
Figura 8. Flujograma adquisición de repuestos para vehículos automotores.	56
Figura 9. Flujograma entrega del pedido al cliente.	57
Figura 10. Ventas marzo 2022 – marzo 2023.....	58
Figura 11. Ventas marzo 2022 – marzo 2023.....	59
Figura 12. Clasificación ABC mediante el método Pareto.....	62
Figura 13. Hoja de diagnóstico y análisis.....	65
Figura 14. Diagrama de Ishikawa.....	65
Figura 15. Resumen Ciclo de Deming (PHVA) aplicado.....	68
Figura 16. Aspectos de la fase planificar.....	69
Figura 17. Histograma del SKU_3.	70
Figura 18. Diagrama de cajas con valores atípicos del SKU_3.....	71
Figura 19. Diagrama de cajas final sin valores atípicos en el SKU_3.....	73
Figura 20. Gráfico del comportamiento que tienen los datos del SKU_3.....	74
Figura 21. Datos SKU_3 ajustados con diferenciación.....	76
Figura 22. Gráfico de autocorrelación parcial SKU_3.	77
Figura 23. Gráfico de Medias móviles SKU_3.....	78
Figura 24. Pronóstico modelo ARIMA SKU_3.	79

Figura 25. Comportamiento de los datos modelo RNA's para el SKU_3.....	81
Figura 26. Red neuronal obtenida para el SKU_3.....	82
Figura 27. Gráfica de demanda pronosticada con modelo RNA's para el SKU_3.	82
Figura 28. Iteraciones obtenidas del modelo k-NN para el SKU_3.	84
Figura 29. Gráfica pronóstico de la demanda vs demanda real.	87
Figura 30. Código en R Studio para el cálculo del coeficiente de variación.....	87
Figura 31. Resultados de la aplicación del Modelo Silver-Meal para el SKU_3.	89
Figura 32. Resultados de la aplicación del Modelo Wagner Whitin para el SKU_3.	91
Figura 33. Planificación obtenida mediante el Modelo Wagner Whitin para el SKU_3.....	92
Figura 34. Gráfico comparativa demanda real vs proyectada SKU_3.	95

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Medidas de error para el pronóstico de la demanda.	35
Tabla 2. Datos generales de la empresa.	49
Tabla 3. Proveedores de la empresa.	53
Tabla 4. Familias de la marca Chevrolet.	60
Tabla 5. Datos para la obtención de los costos de mantener el inventario.	60
Tabla 6. Costos asociados al inventario.	61
Tabla 7. Índice de rotación promedio anual 2022 – 2023.	61
Tabla 8. Análisis clasificación ABC.	63
Tabla 9. Histórico del nivel de servicio.	64
Tabla 10. Familias categoría A de la Clasificación ABC.	66
Tabla 11. Clasificación cualitativa del NSC.	67
Tabla 12. Clasificación cualitativa de los resultados obtenidos.	67
Tabla 13. Valores del promedio de cada SKU.	72
Tabla 14. Estacionalidad de los datos.	75
Tabla 15. Estacionalidad de los datos aplicada la diferenciación.	76
Tabla 16. Pronóstico de la demanda Método ARIMA.	79
Tabla 17. Promedio errores de pronósticos (Método ARIMA).	80
Tabla 18. Pronóstico de la demanda Método RNA's.	83
Tabla 19. Promedio errores de pronósticos (Método RNA's).	83
Tabla 20. Pronóstico de la demanda Método k-NN.	85
Tabla 21. Promedio errores de pronósticos (Método k-NN).	85
Tabla 22. Comparativa errores de pronóstico para cada SKU.	86
Tabla 23. Resultados del coeficiente de variación.	88
Tabla 24. Planificación obtenida mediante el Modelo Silver-Meal para el SKU_3.	90

Tabla 25. Resumen de los costos totales del modelo Silver-Meal para cada SKU.....	90
Tabla 26. Resumen de los costos totales del modelo Wagner Whitin para cada SKU.....	92
Tabla 27. Mejora del nivel de servicio.....	93
Tabla 28. Eficiencia del pronóstico.....	94
Tabla 29. Plan de Acción.ZWzw	96
Tabla 30. Comparativa entre los modelos Silver Meal vs Wagner Whitin.....	98
Tabla 31. Comparativa Costo del modelo vs Costo real.....	99
Tabla 32. Comparativa Nivel de servicio actual vs mejora.	99

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Ingresos generados enero 2018 – marzo 2023 por marcas.	107
Anexo 2. Clasificación del inventario por familias.	108
Anexo 3. Costos asociados al inventario.	113
Anexo 4. Índice de rotación.	115
Anexo 5. Clasificación ABC bajo el Criterio de Ventas.	117
Anexo 6. Clasificación ABC bajo el Criterio de Utilidad.	119
Anexo 7. Clasificación ABC bajo el Criterio de Volumen.	121
Anexo 8. Nivel de servicio 2018 – 2022.	123
Anexo 9. Hoja de diagnóstico y análisis condiciones industriales.	125
Anexo 10. Código utilizado para el análisis de estacionariedad.	126
Anexo 11. Código utilizado para el método ARIMA.	126
Anexo 12. Comportamiento de los datos Modelo Redes neuronales SKU_73.	127
Anexo 13. Comportamiento de los datos Modelo Redes neuronales SKU_84.	127
Anexo 14. Comportamiento de los datos Modelo Redes neuronales SKU_15.	128
Anexo 15. Comportamiento de los datos Modelo Redes neuronales SKU_11.	128
Anexo 16. Comportamiento de los datos Modelo Redes neuronales SKU_31.	129
Anexo 17. Comportamiento de los datos Modelo Redes neuronales SKU_74.	129
Anexo 18. Comportamiento de los datos Modelo Redes neuronales SKU_8.	130
Anexo 19. Comportamiento de los datos Modelo Redes neuronales SKU_17.	130
Anexo 20. Comportamiento de los datos Modelo Redes neuronales SKU_35.	131
Anexo 21. Comportamiento de los datos Modelo Redes neuronales SKU_52.	131
Anexo 22. Comportamiento de los datos Modelo Redes neuronales SKU_95.	132
Anexo 23. Comportamiento de los datos Modelo Redes neuronales SKU_9.	132
Anexo 24. Comportamiento de los datos Modelo Redes neuronales SKU_58.	133

Anexo 25. Comportamiento de los datos Modelo Redes neuronales SKU_40.	133
Anexo 26. Comportamiento de los datos Modelo Redes neuronales SKU_27.	134
Anexo 27. Código utilizado para el método de Redes Neuronales.	135
Anexo 28. Código utilizado para el método de k-NN.	136
Anexo 29. Modelo Silver-Meal para el SKU_73.	137
Anexo 30. Modelo Silver-Meal para el SKU_84.	138
Anexo 31. Modelo Silver-Meal para el SKU_15.	139
Anexo 32. Modelo Silver-Meal para el SKU_11.	140
Anexo 33. Modelo Silver-Meal para el SKU_31.	141
Anexo 34. Modelo Silver-Meal para el SKU_74.	142
Anexo 35. Modelo Silver-Meal para el SKU_8.	143
Anexo 36. Modelo Silver-Meal para el SKU_17.	144
Anexo 37. Modelo Silver-Meal para el SKU_35.	145
Anexo 38. Modelo Silver-Meal para el SKU_52.	146
Anexo 39. Modelo Silver-Meal para el SKU_95.	148
Anexo 40. Modelo Silver-Meal para el SKU_9.	149
Anexo 41. Modelo Silver-Meal para el SKU_58.	150
Anexo 42. Modelo Silver-Meal para el SKU_40.	151
Anexo 43. Modelo Silver-Meal para el SKU_27.	152
Anexo 44. Código utilizado para la aplicación del modelo Wagner Whitin.	153
Anexo 45. Modelo Wagner Whitin para el SKU_73.	153
Anexo 46. Modelo Wagner Whitin para el SKU_84.	154
Anexo 47. Modelo Wagner Whitin para el SKU_15.	154
Anexo 48. Modelo Wagner Whitin para el SKU_11.	154
Anexo 49. Modelo Wagner Whitin para el SKU_31.	155

Anexo 50. Modelo Wagner Whitin para el SKU_74.....	155
Anexo 51. Modelo Wagner Whitin para el SKU_8.....	155
Anexo 52. Modelo Wagner Whitin para el SKU_17.....	156
Anexo 53. Modelo Wagner Whitin para el SKU_35.....	156
Anexo 54. Modelo Wagner Whitin para el SKU_52.....	156
Anexo 55. Modelo Wagner Whitin para el SKU_95.....	157
Anexo 56. Modelo Wagner Whitin para el SKU_9.....	157
Anexo 57. Modelo Wagner Whitin para el SKU_58.....	157
Anexo 58. Modelo Wagner Whitin para el SKU_40.....	158
Anexo 59. Modelo Wagner Whitin para el SKU_27.....	158

CAPÍTULO 1

1. GENERALIDADES

1.1. Planteamiento del Problema

Importadora Pineda Cía. Ltda. es una microempresa que se dedica a la venta al por mayor y menor de todo tipo de partes, componentes, repuestos y accesorios para vehículos automotores. Así mismo, incluye bujías, baterías, equipo de iluminación, partes y piezas eléctricas (EMIS, 2021).

A raíz de la pandemia del COVID-19, la empresa ha reducido sus ventas considerablemente y el stock de los productos almacenados en bodega; es su estrategia principal realizar pedidos una vez terminados los productos en inventario.

Los artículos se distribuyen en la bodega en base a la experiencia y el registro se realiza en un sistema administrativo contable que crea un Kardex de los productos en el momento que entran y salen, indicando principalmente si hay stock o no, el software “SACVISUAL”. La empresa con este sistema de gestión automatizado no realiza reportes de inventario mensuales, contemplándose un mal manejo del inventario que también ocasiona un desabastecimiento de los productos, costos elevados de mantenerlo y demoras mientras se brinda el servicio a los clientes, por lo tanto, esto dificulta el tiempo de entrega de la mercancía. Así mismo, se ha determinado que la empresa al mantener actualmente un stock mínimo ha provocado que sufra falta de liquidez debido a las bajas ventas que ocasiona dicha estrategia.

Por ello, la empresa ve la necesidad de contar con el modelo de gestión de inventario basado en el control y manejo de los productos que se encuentran almacenados en el área de bodega con la finalidad de mejorar el nivel de servicio y los costos de inventario que se realiza al cliente.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General

Diseñar un modelo de gestión de inventario aplicando métodos heurísticos que permitan mejorar el nivel de servicio en la IMPORTADORA PINEDA Cía. Ltda.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Fundamentar la base teórica y legal del proyecto mediante el uso de fuentes bibliográficas que permita sustentar la investigación.
- Realizar el diagnóstico de la situación actual de la empresa mediante el uso de herramientas estratégicas y de calidad que permitan detectar las falencias presentadas en la gestión de inventario en el área de bodega.
- Optimizar costos de inventario mediante un sistema de gestión que permita mejorar el nivel de servicio de la empresa.

1.3. Alcance

El presente trabajo de investigación se va a encargar de diseñar un sistema de gestión de inventarios mediante el uso de los modelos heurísticos Silver-Meal y Wagner Whitin, enfocada en el manejo y control del inventario del área de bodega para los repuestos de la marca Chevrolet en la IMPORTADORA PINEDA Cía. Ltda., la cual cuenta con cuatro operarios y se encuentra ubicada en la Av. Jaime Rivadeneira y Av. Mariano Acosta de la ciudad de Ibarra, provincia de Imbabura.

1.4. Justificación

La administración del inventario es de suma importancia dentro de una empresa para permitir que los productos que se almacenan en el área de bodega se mantengan de forma ordenada y coordinada, garantizando la cantidad óptima a ordenar de los productos basados en la demanda del cliente y manteniendo las operaciones al costo más bajo posible evitando una escasez de stock. Por ello, se ha tomado como referencia que desde el 2016 el índice de desempeño logístico (IDL) del Ecuador ha sido considerado como aceptable, sin embargo, para el último IDL del año 2018 ha mejorado notablemente con un puntaje de 2.88, encontrándose dentro del ranking en la posición 62 de 160 países, por debajo de Argentina. Así mismo, cabe mencionar que la aduana en base a la eficiencia de despacho se encuentra en el puesto 48; la infraestructura comercial y el transporte en el 69; los envíos internacionales en el puesto 80; la competencia de servicios logísticos en el puesto 70; el seguimiento y rastreo en el puesto 55, y la puntualidad de entrega del producto en el puesto 75 (Consejo Nacional de Competitividad [CNC], 2018).

En cuanto a los criterios analizados dentro del índice, se determinó que en Ecuador las empresas están empezando a implementar dentro de su sistema productivo y de servicio una gestión de inventario para mejorar su cadena de suministro y esto ha permitido que se genere el abastecimiento en la producción, mejora de la productividad, disminución de los costos de inventario y aumento del nivel de servicio. Por ello, la IMPORTADORA PINEDA con la finalidad de obtener estos beneficios, busca incluir el manejo y control de inventario dentro de su sistema administrativo contable, específicamente para el área de bodega, la cual maneja el inventario en base a la experiencia y con un stock mínimo.

Por lo tanto, esta investigación se va a llevar a cabo para diseñar un modelo de gestión que dé como resultado la mejora del manejo y control de inventario, costos de inventario, nivel

de servicio al cliente, localización, abastecimiento y almacenamiento de los productos mediante el uso de los modelos heurísticos Silver-Meal y Wagner Whitin que permiten conseguir una cantidad óptima por ordenar de artículos en el almacén, evitando que se generen costos elevados y un desabastecimiento de la mercancía que no permita cumplir con los pedidos de los clientes, dando como consecuencia una baja demanda por parte de los consumidores.

CAPÍTULO 2

2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. Inventario

Los inventarios o stocks según Díaz (1999) “son la cantidad de bienes que una empresa mantiene en existencia en un momento dado” (p-3), bien sea por la venta ordinaria del negocio o ser consumidos en la producción de bienes o servicios para su posterior comercialización (Erazo Portilla et al., 2021).

El inventario es un registro de todos los insumos o productos que hay dentro de una empresa, este sirve para identificar si no existen pérdidas de los materiales almacenados y corregir errores en base a la demanda con el objeto de obtener bajos costos de pedido.

2.1.1. Tipos de inventario

Existen diversos tipos de inventario, sin embargo, para este caso se va a tomar en cuenta el inventario según su forma. Estos se clasifican de la siguiente manera:

2.1.1.1. Inventario de materia prima

Este tipo de inventario es utilizado para contabilizar cuáles son los insumos o materiales que se tienen en stock y que luego van a ser utilizados en el proceso productivo que elabore el producto final (Weistreicher, 2021).

2.1.1.2. Inventario de productos en proceso

Este incluye a los productos que se encuentran dentro del proceso productivo de la cadena de suministro, durante su fabricación y que no se encuentran completamente terminados para llevar al almacén final (Weistreicher, 2021).

2.1.1.3. Inventario de productos terminados

Este se encarga de contabilizar los productos terminados que ya están listos para ser enviados al cliente (Weistreicher, 2021).

2.1.2. Control de inventario

De acuerdo con Erazo Portilla (2021) el control de inventarios es considerado como una herramienta que aporta de manera esencial en la administración moderna debido a que permite conocer la cantidad de existencias de los productos de una empresa disponible para ventas y las condiciones en las que se encuentra el almacén.

Un control de inventario es fundamental para mantener el orden dentro de una organización en base a los insumos y el stock del producto terminado, esto permite mejorar la cadena de suministro de la empresa a la que se aplique.

2.1.3. Costos de inventario

Los costos de inventario están relacionados con el almacenamiento, orden, suministros y otros costos como los de mantenimiento y funcionamiento del área de bodega en un determinado periodo de tiempo. Existen tres tipos de costos de inventario, entre ellos están:

2.1.3.1. Costos de ordenar un pedido

Es el costo total que se genera cada vez que se realiza un pedido de un artículo. Así mismo, abarca desde el gasto administrativo en el departamento de compras y varía de acuerdo con el tipo de proveedor. A dichos costos, se realiza la suma del envío, recepción, impuestos, entre otros (Equipo Evidence, 2021).

2.1.3.2. Costos de mantener el inventario

Son costos generados al mantener stock en el almacén, se calcula utilizando un índice I en %, multiplicándolo por el costo unitario del producto. Para el cálculo del índice se hace uso de los siguientes tipos de costos:

2.1.3.2.1. Costos de capital

Es el dinero requerido para poder mantener el inventario y se relaciona con el costo de oportunidad, debido a que este es posible de invertirlo o utilizarlo con otros fines.

2.1.3.2.2. Costos de almacén

Son los costos fijos y variables como el costo de alquiler en el caso de ser, el mantenimiento del inventario, impuestos, transporte y pagos de servicios que necesita para su operación.

2.1.3.2.3. Costos de riesgo

Son considerados como costos por pérdidas en la producción, daños, depreciaciones o cuando el producto se encuentra obsoleto, como ciertos casos de productos tecnológicos que se encuentran innovando constantemente y por ello, con el paso del tiempo ya no son necesarios para los clientes y pasan a ser obsoletos por completo (Equipo Evidence, 2021).

2.1.3.3. Costos de falta de existencia

Estos costos son producidos cuando se realiza la solicitud para realizar un pedido de los artículos debido a que no hay existencias en stock. Existen 2 tipos de costos que influyen: costos por pérdidas de ventas y costo por pedido pendiente. El primero se presenta cuando no hay stock disponible, en esos casos, el cliente suele cancelar la compra y buscar otros proveedores ocasionando el costo de pérdida de venta. El segundo, se presenta cuando no hay

existencia de producto y al intentar conseguirla aparte de la cadena de suministro, influyendo en la parte de distribución de los artículos, ocasionando costos extras debido a que se implementa transporte, personal, etc. (Equipo Evidence, 2021).

2.2. Clasificación ABC

2.2.1. Índice de rotación

La rotación de stock es considerada como un indicador que se encarga de informar las veces que el inventario necesita ser abastecido para poder contar con nuevas existencias en el almacén alcanzando una eficiencia en la gestión del stock (Mira Galiana, 2021).

Así mismo, la rotación de stock es importante al permitir manejar y controlar la logística y gestión de los almacenes. Por lo tanto, debe ser calculado correctamente para poder identificar las estrategias que se van a implementar en la empresa mejorando su nivel de eficiencia. El índice de la rotación del inventario se calcula con la siguiente fórmula:

$$\text{Rotación} = \frac{\text{Ventas del periodo (precio de coste)}}{\text{Stock medio del periodo}}$$

El resultado al aplicar dicha fórmula indicará la cantidad de veces que el inventario va a reabastecerse. Entre más alto el valor, la empresa se beneficiará notablemente ya que con ello se indica que el producto entra y sale con facilidad hacia el mercado objetivo y provoca que se obtenga mayor aceptación e ingresos (Mira Galiana, 2021).

2.2.2. Cálculo del método ABC

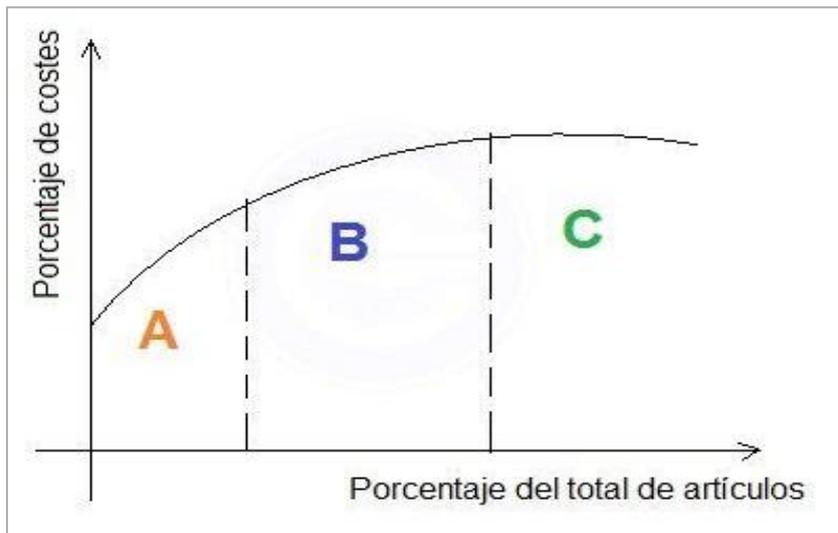
Es considerado como un método de análisis que se divide en tres categorías (A, B y C) y se utiliza para determinar mediante un diagrama de Pareto 80/20, cada categoría representa un porcentaje distinto y por cada % de productos se genera un % de ventas:

- **Categoría A.** Esta categoría representa a los productos que son más valiosos para el inventario y los que más rotan.
- **Categoría B.** Estos representan a los productos que son menos aceptados, pero igual de valiosos y requieren alguna mejora.
- **Categoría C.** Este último, representa la mayoría de los productos, los cuales, no aportan ningún valor individual a la empresa. Por lo tanto, requieren mejoras para poder subir de categoría.

El análisis ABC es un método que permitirá determinar el valor de cada producto que se encuentre en el inventario para luego clasificarlo según su importancia en base al índice de rotación de Stock (IMF Smart Education, 2018).

Figura 1.

Clasificación ABC.



Nota. La figura 1 muestra la representación gráfica del análisis ABC que se realiza relacionando los porcentajes de costos vs porcentajes del total de artículos.

2.3. Demanda

Los autores del libro “Mercadotecnia”, Laura Fisher y Jorge Espejo, hacen referencia al concepto de demanda como "las cantidades de un producto que los consumidores están dispuestos a comprar a los posibles precios del mercado" (Díaz, 2017).

Por otro lado, Simón Andrade, autor del libro "Diccionario de Economía", proporciona la siguiente definición de demanda: "Cantidad de bienes y/o servicios que el comprador se encuentra dispuesto a adquirir al precio y lugar establecido permitiendo la satisfacción parcial o total de sus necesidades" (DocerArgentina, 2019).

En base a lo citado anteriormente, la demanda es considerada como la cantidad de personas o clientes que buscan adquirir el producto o servicio de una empresa. Dentro de una empresa se puede establecer la cantidad que los clientes estarán dispuestos a comprar durante un periodo de tiempo determinado que permita beneficiar a la empresa directamente y también a los consumidores. Los clientes son la parte fundamental dentro de una empresa, por lo tanto, sin ellos no existirían los ingresos pertinentes para continuar funcionando un negocio.

2.4. Estacionalidad

La estacionalidad es considerada la variación periódica y predecible del comportamiento que toman los consumidores o clientes al momento de la compra de un producto o servicio cada cierto período de tiempo, en este caso, normalmente se realiza en periodos de 1 año o menos (Tenorio, 2019).

2.5. Pronóstico

El pronóstico es considerado como la estimación acerca de lo que se espera obtener o lo que va a suceder a futuro dentro de una empresa, en base a los datos proporcionados de información. Algunos autores con experiencia indican: "Si la demanda se encuentra menor al pronóstico, el proveedor o empleador sospechará que el pronóstico inicial se realizó con el fin de obtener algún beneficio propio. Si la demanda es mayor que el pronóstico, los costos del proveedor o empleador probablemente aumenten debido al estado de emergencia por altas compras y cambios en la producción" (Rigoberto, 2009).

2.5.1. Pronóstico de la demanda

Un pronóstico de demanda es considerado una estimación de las ventas de un producto durante un determinado tiempo a futuro (Equipo de redacción de Drew, 2021). Este pronóstico siempre genera proyecciones sobre la demanda estimada para controlar la producción, es decir, las cantidades que deben adquirir que permitía cubrir la demanda de los consumidores.

2.5.2. Modelos de pronóstico

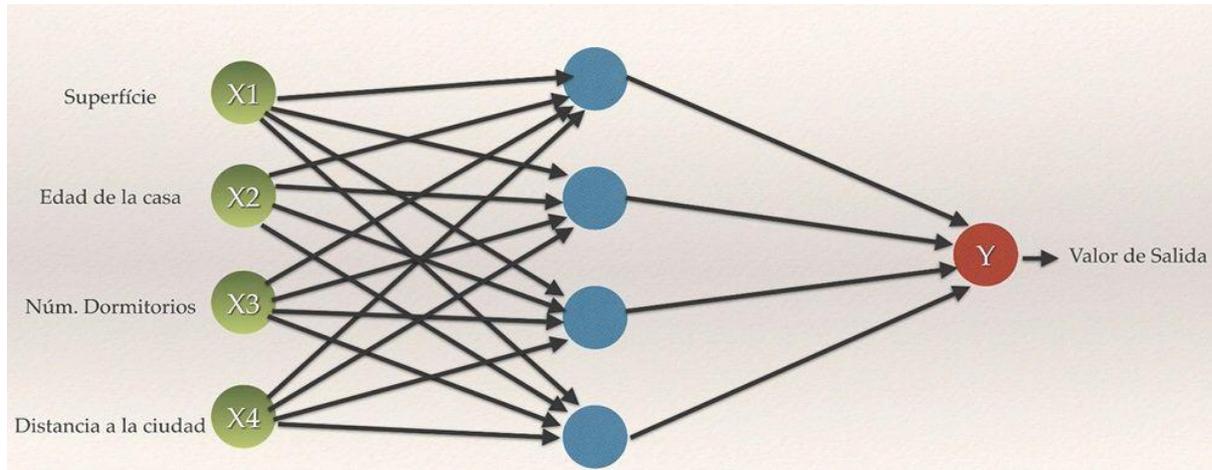
Los modelos de pronóstico son modelos estadísticos que se utilizan para identificar el futuro de los datos, permitiendo realizar proyecciones de la toma de decisiones (Mayorquin, 2020). En este trabajo se ha hecho uso de los siguientes modelos:

2.5.2.1. Modelo de Series Temporales con Redes Neuronales (MLP)

Las redes neuronales son consideradas un modelo computacional que tiene como base el conjunto de unidades simples o neuronas artificiales, en este caso, los sistemas trabajan de manera independiente y con la capacidad de aprender dado el comportamiento observado del evento. El sistema se compone de varias capas (Támara et al., 2019).

Figura 2.

Redes neuronales.



Nota. La figura 2 muestra la representación gráfica de las redes neuronales entre los valores que entran y finalmente los que salen.

2.5.2.2. Modelo autorregresivo integrado de media móvil (ARIMA)

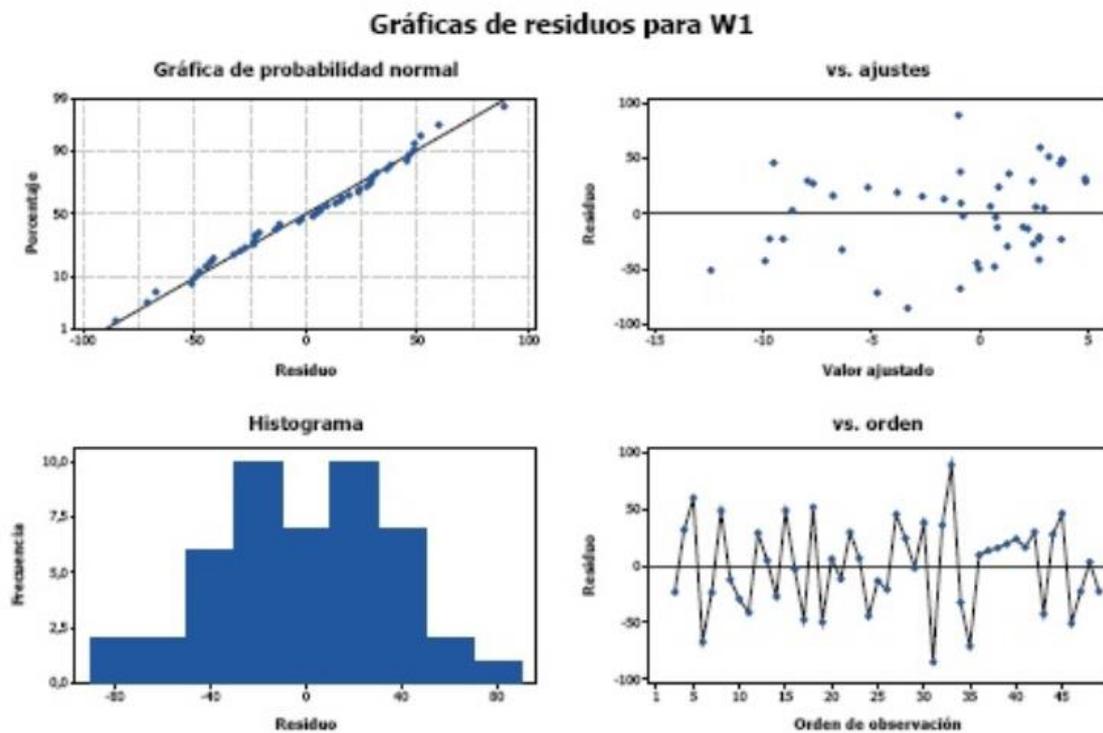
Es un modelo estadístico que utiliza algunas variaciones y regresiones de datos con el fin de identificar si existen patrones que puedan ayudar a la predicción hacia el futuro de lo que le espera a la empresa y permitir la toma de decisiones. Es considerado también como un modelo dinámico de series temporales, es decir, las predicciones que se realizan son basadas en datos históricos y no por variables aleatorias. Para calcularlo se necesita los coeficientes y números de regresiones que van a implementarse, aplicando la siguiente fórmula (Rivera, 2017):

$$Y_t = -(\Delta^d Y_t - Y_t) + \phi_0 + \sum_{i=1}^p \phi_i \Delta^d Y_{t-1} - \sum_{i=1}^p \theta_i \varepsilon_{t-1} + \varepsilon_t$$

A continuación, se puede observar un ejemplo de la aplicación del modelo:

Figura 3.

Ejemplo de la aplicación del modelo.



Nota. La figura muestra la representación gráfica de los residuos para W1, como ejemplo de la aplicación del método ARIMA.

2.5.3. Errores de pronóstico

El error de pronóstico o precisión es considerado como la diferencia entre el valor real y el valor que se encuentra pronosticado dentro de un periodo determinado. Se aplica la siguiente fórmula (PRICING, s.f.).

$$E_t = Y_t - T_t$$

E_t = Es el error del pronóstico del período t

Y_t = Es el valor real para ese periodo

T_t = Es el valor que se pronosticó

Así mismo, existen las medidas de error que se utilizan en este caso para determinar si el pronóstico es confiable o no:

Tabla 1.

Medidas de error para el pronóstico de la demanda.

Error absoluto de la media (MAD)	$MAD = \frac{\sum_{t=1}^N E_t }{N}$
Error absoluto porcentual de la media (MAPE)	$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^N \frac{E_t}{Y_t} }{N}$
Desviación porcentual absoluta de la media (PMAD)	$PMAD = \frac{\sum_{t=1}^N E_t }{\sum_{t=1}^N Y_t }$
Error cuadrático de la media (MSE)	$MSE = \frac{\sum_{t=1}^N E_t^2}{N}$
Raíz de error cuadrático de la media (RMSE)	$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^N E_t^2}{N}}$

Nota. Se identifica cada una de las medidas de error que se van a implementar para determinar cuál pronóstico es el más adecuado (PRICING, s.f.).

2.6. Coeficiente de variación

El Coeficiente de Variación es un conjunto de datos con medidas de dispersión que permiten analizar las diferentes desviaciones que presentan los datos respecto a las medias aritméticas y comparar la variación de los datos que se encuentran dispersos entre sí (Hernández Cruz, 2020).

Es una excelente herramienta para la comparación de situaciones y/o eventos, permitiendo la toma de decisiones de cualquier situación de la vida cotidiana. Así mismo, es utilizada para identificar en base a la demanda pronosticada el modelo de inventario que se va

a utilizar, en este caso, se tienen los clásicos y heurísticos. Por ello se utiliza la siguiente fórmula:

$$CV = \frac{S}{\bar{X}}$$

CV = Coeficiente de Variación

S = Desviación estándar de la demanda

\bar{X} = Media de la demanda

2.7. Modelos de inventario

Los modelos de inventario son métodos que ayudan a mejorar la empresa al mantener la cantidad óptima de inventario y al mismo tiempo permite disminuir los costos de inventario requeridos para la producción y/o prestación de servicio (Serrato, 2021). Entre estos se encuentran:

2.7.1. Modelos clásicos de inventario

Son también considerados como modelos determinísticos de inventario. Este tipo de modelo tiene certeza de la demanda ya que esta es conocida y constante, obtenida por la realización de pronósticos o los pedidos reales de los clientes (Betancourt, 2017).

2.7.1.1. Sistema de Revisión Continua (Q)

Se denomina también sistema Q, sistema de punto de reorden o sistema de cantidad de pedido fija. En este tipo de sistema, cada vez que se retira un artículo, se controla el inventario que queda como restante, es decir, se realiza una revisión para determinar el nivel del inventario resultante, tomando en cuenta si este es menor que el rango establecido para colocar una nueva orden y si no está menor del rango, se mantiene su consumo (Betancourt, Sistema de revisión continua de inventarios: Definición, métodos y ejemplos, 2018).

Dicho esto, se debe revisar de forma constante el inventario debido a la variabilidad de la demanda y el tiempo de entrega. Por ello, un sistema de revisión continua (Q) puede tener tres casos: demanda variable y tiempo de entrega (lead time) constante, demanda constante y tiempo de entrega variable, y demanda variable y tiempo de entrega variable. Se utiliza la siguiente fórmula para calcular la cantidad de pedidos en la que el costo total es lo mínimo (EOQ):

$$EOQ = \sqrt{\frac{2 * D * S}{H}}$$

D = Demanda anual

S = Costo de realizar un pedido

H = Costo anual de mantenimiento y almacenamiento

Así mismo, para este modelo de inventario se calcula el punto de reorden y el inventario de seguridad, los cuáles manejan las siguientes fórmulas:

$$R = \bar{d} * L$$

R = Punto de reorden

L = Lead time

\bar{d} = Demanda diaria promedio

$$SS = z * \sigma_L$$

SS = Inventario de seguridad

z = Número de desviaciones estándar

σ_L = Desviación estándar de la demanda durante el tiempo de entrega

2.7.1.2. Sistema de Revisión Periódica (P)

Este modelo de inventario es conocido como sistema de reorden a intervalos fijos o sistema de reorden periódica. Este sistema se encarga de una revisión periódica del inventario, los nuevos pedidos son colocados siempre al final de cada revisión y el tiempo entre pedidos tiene un valor fijo de P. La demanda se considera una variable aleatoria, en un sistema P el tamaño del lote (Q), puede variar de un pedido a otro, pero el tiempo entre pedidos es fijo (Betancourt, Sistema de revisión continua de inventarios: Definición, métodos y ejemplos, 2018). Para este modelo se utilizan las siguientes fórmulas:

$$P = \frac{Q}{D}$$

$$Q = EOQ$$

$D =$ Demanda promedio diaria

$$T = m' + s'$$

$T =$ nivel del inventario fijado como meta

$m' =$ demanda promedio a lo largo del periodo $P + L$

$s' =$ inventario de seguridad

$$s' = z * \sigma'$$

$z =$ factor de seguridad

$\sigma' =$ desviación estándar de la demanda

2.7.2. Modelos heurísticos de inventario

Estos modelos comprenden dos submodelos, el primero realiza solo un despacho al inicio de las ventas cuando es temporada y el otro cuenta con múltiples despachos a lo largo de la temporada (Rodríguez & Vidal, 2011).

2.7.2.1. Algoritmo Silver-Meal

El algoritmo Silver–Meal (SM), denominado así por Halan Meal y Edward Silver, es un método heurístico que obtiene el costo mínimo promedio para realizar las órdenes de compra sumándole el costo de mantener el inventario basados en un periodo futuro de tiempo determinado (Bustos & Chacón, 2012). El cálculo se detendrá cada que el resultado del costo se incremente. Este algoritmo se basa en la ecuación siguiente:

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

$m = 1, 2, \dots, n$ Se detiene el procedimiento cuando $k(m + 1) > k(m)$

$K(m)$: Costo variable promedio por periodo

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

H : Costo de mantenimiento del inventario por periodo

D_m : Demanda por periodo

2.7.2.2. Algoritmo Wagner Whitin

El algoritmo de Wagner Whitin (WW) también como el SM tiene la finalidad de minimizar costos de ordenar (preparar) y mantener el inventario. Este método da como resultado el costo mínimo con su respectiva cantidad por ordenar óptima. La optimización evalúa todas las maneras posibles de realizar la orden que permita cubrir la demanda para cada periodo planificado. Matemáticamente, el algoritmo se puede escribir de la siguiente manera (Bustos & Chacón, 2012):

$$K_{e,i} = A + H \left[\sum_{j=e+1}^i (j-t)D_j \right] \quad j \geq l$$

$$t = 1, 2, \dots, n; l = t + 1, t + 2, \dots, n$$

$$K_l^* = \min_{t=1,2,\dots,l} \{K_{t-1}^* + K_{t,l}\}$$

$$t = 1, 2, \dots, N$$

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

H: Costo de mantenimiento del inventario por periodo

D_j: Demanda por periodo j

K_l^{}: Costo mínimo del periodo 1 al l con inventario cero al final del periodo l*

K₀^{}: Se define como cero y la solución de costo mínimo está dado por K_N^{*}*

2.8. Nivel de Servicio

El nivel de servicio en logística es considerado también como ciclo del nivel de servicio, se utiliza como un indicador para señalar cuál es la probabilidad de disponer del stock suficiente y poder abastecer a la demanda o mercado objetivo, no permite que se llegue a una situación en la que haya falta de existencias que impida la entrega del producto a los clientes en el tiempo acordado.

Por lo tanto, se entiende que si el porcentaje del nivel de servicio es alto, supone que la demanda del producto no excede la oferta que hay disponible en stock (MECALUX ESMENA, 2021). Existen diversas formas de calcular el nivel de servicio. La más utilizada es la siguiente:

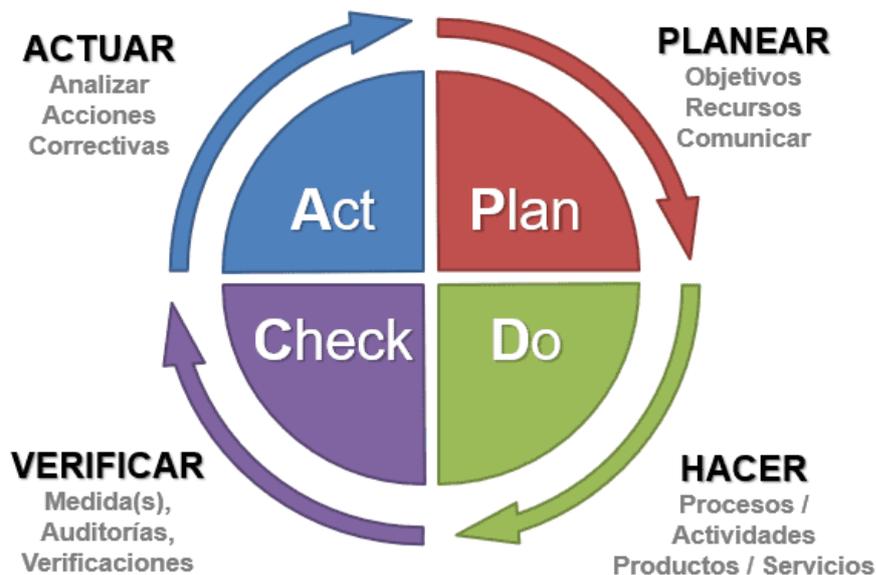
$$\text{Nivel de servicio (\%)} = \frac{\text{Demanda atendida}}{(\text{Demanda atendida} + \text{Demanda perdida})} \times 100$$

2.9. Ciclo de Deming (PHVA)

El ciclo de Planificar, Hacer, Verificar y Actuar (PHVA) es una herramienta que se utiliza para la implementación de mejora continua, la cual, es de gran utilidad en cualquiera de los procedimientos en los que se quiera utilizar y permite la obtención una mejora integral del proceso que se está analizando (Aguero Zardón et al., 2016).

Figura 4.

Ciclo de Deming (PHVA).



Nota. La figura 4 indica qué representa cada parte del Ciclo de Deming (PHVA).

A continuación, se presenta cada una de las fases con su respectiva descripción basado en lo mencionado por DispatchTrack (2020) que indica:

2.9.1. Fase Planificar

Esta es la primera etapa y es en donde se realiza la identificación del problema mediante herramientas estratégicas y de calidad que permitan crear distintos objetivos para solucionarlo.

2.9.2. Fase Hacer

Una vez planificado las mejoras de dichos problemas, se realiza el diseño y se desarrollan todas las actividades correspondientes para lograr los objetivos planteados.

2.9.3. Fase Verificar

En esta fase, se realiza la evaluación de los resultados con base a los indicadores que se seleccionaron anteriormente para cada objetivo.

2.9.4. Fase Actuar

Finalmente, en esta última etapa se realiza la toma de decisiones con base en el aprendizaje obtenido y se implementan acciones correctivas, en el caso de que existan fallas. Esto permitirá la mejora continua de los procesos de inventario.

2.10. Inventario de repuestos

Los almacenes de repuestos son caracterizados por la variedad y gran cantidad de productos como principal fuente de capital. Esta característica necesita que se mantenga un diseño efectivo y práctico en el almacén. De igual modo, incluye factores de optimización del espacio, tratamiento de productos mientras se realiza el almacenaje y/o diseño propio del centro logístico (ACACIA Technologies, 2019).

De acuerdo con los objetivos fijados por el almacén de repuestos, se mantienen diversas formas de organización, pero las principales para su correcta administración son:

- Mantener limpio el almacén
- Organizar el almacén según la empresa
- Reducir el número de envíos
- Manejar un Sistema de Control de inventarios

- Implementar etiquetas de ubicación
- Maximizar el espacio de utilidad
- Clasificación del inventario

El Sistema de Inventario de Repuestos permite controlar en forma eficiente existencias de materiales y repuestos, movimientos de entradas y salidas, Kardex, evaluación del inventario por diferentes métodos, cálculo del abastecimiento, proveedores, compras, entre otros (MPsoftware, 2022).

CAPÍTULO 3

3. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

3.1. Metodología

3.1.1. Tipo de investigación

Los tipos de investigación mejoran la comprensión del proyecto durante el proceso de recopilar la información necesaria para sustentarlo, conocer las causas raíz y llevarlo a cabo. A continuación, se presentan los tipos utilizados para el levantamiento de los datos:

3.1.1.1. Investigación documental

Se llevó a cabo una investigación documental para realizar el levantamiento de la información necesaria que sustente el marco teórico y los diversos conceptos presentados durante este proyecto de investigación, permitiendo solventar dudas a las problemáticas presentadas en el diagnóstico inicial de la empresa y la respectiva investigación de los distintos métodos heurísticos que permitan realizar la gestión de inventarios en la empresa Importadora Pineda Cía. Ltda.

3.1.1.2. Investigación de campo

Se realizó una investigación de campo en el área de bodega, recopilando la información necesaria de manera presencial permitiendo que exista confiabilidad de los datos durante el proceso investigativo del proyecto.

3.1.2. Método de investigación

El método de investigación engloba procedimientos y técnicas basadas en el tema aplicando las herramientas necesarias que permitan identificar la orientación del proyecto y los métodos a trabajar para obtener el resultado óptimo. A continuación se detalla el método utilizado:

3.1.2.1. Método Analítico

Este método está basado en el análisis, es un procedimiento que consiste en la separación de las partes del tema en específico que se pretende estudiar, aplicando la observación, partiendo de lo general a lo particular para definir las causas y efectos que generan el problema central del tema de investigación. Esto permitió conocer y comprender la naturaleza del objeto de estudio, poder describirlo y explicarlo de una forma más detallada (Lemus Osorio, 2020).

3.1.3. Técnicas de investigación

Las técnicas de investigación son un conjunto de procedimientos sistemáticos que apoyan y facilitan la adquisición de conocimiento a profundidad identificando la relación existente con el objetivo del proyecto. A continuación, se detallan las técnicas utilizadas:

3.1.3.1. Observación

Esta técnica es utilizada principalmente para observar de cerca el objeto de estudio, permitiendo la recopilación de la mayor cantidad de información, luego registrarla y poder realizarle un análisis. Esta es considerada fundamental en todo tipo de investigación, debido a que de esta se obtiene mayor cantidad de datos logrados mediante la observación.

3.1.3.2. Entrevista

Esta técnica consiste en realizar preguntas acerca del tema de investigación de manera directa al objeto de estudio, en este caso, se recopila la información de manera verbal y se obtiene mayor confiabilidad de la información obtenida, debido a que es oficial por la persona

3.1.4. Instrumentos

Los instrumentos son los mecanismos que se utilizan para el levantamiento y registro de datos, permitiendo una mejor comprensión del tema de investigación. A continuación, se detallan los instrumentos utilizados:

3.1.4.1. Matriz FODA

Se considera como una herramienta de análisis estratégico que se aplica a cualquier objeto de estudio, capaz de determinar las debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades, permitiendo obtener un diagnóstico preciso que mejore la toma de decisiones acorde a los objetivos del proyecto de investigación.

3.1.4.2. Diagrama de Ishikawa

Es una herramienta de calidad que identifica las causas y efectos del problema central de manera visual, representado en la cabeza del pescado y sus espinas grandes como las causas principales. Así mismo, cada causa va a tener sus sub-causas permitiendo una toma de decisiones correctivas más precisas para abordar un desempeño deficiente basado en el objeto de estudio.

3.1.4.3. Diagrama de Pareto

Esta herramienta de calidad se complementa con el diagrama de Ishikawa y está relacionada con la clasificación ABC. Es utilizada principalmente para organizar prioridades en la toma de decisiones dentro de una empresa y permite identificar cuáles son los problemas más graves e importantes que se deben resolver antes que los demás. Así mismo, este representa la regla del 80/20, lo que significa que el 80% de los defectos se deben al 20% de las causas del objeto de estudio.

3.2. Caracterización General de la Empresa

3.2.1. Antecedentes

En el año 1969, se creó la empresa bajo el nombre de PROVEEDORA AUTOMOTRIZ, como propietario el Sr. Plutarco Pineda. La empresa al ser una de las pocas en el mercado, tuvo gran apertura económica y mayor crecimiento permitiendo obtener proveedores de más localizaciones a nivel internacional. Por ello, el 24 de diciembre de 1979, se constituyó legalmente en sociedad con el nombre de IMPORTADORA PINEDA CÍA. LTDA.

Actualmente, la empresa con 44 años en el mercado ha brindado un servicio de venta al por mayor y menor con una amplia gama de partes, componentes, repuestos y accesorios para vehículos automotores de manera eficiente, asegurando un servicio de calidad y satisfaciendo en todo momento las necesidades del cliente.

En la actualidad, Importadora Pineda Cía. Ltda. cuenta con 4 operarios y se proyecta a futuro como una de las empresas más reconocidas de la ciudad de Ibarra en el mercado de repuestos automotrices, por mantener una amplia gama de productos de calidad, infraestructura adecuada, credibilidad, confianza, rentabilidad y capacidad financiera, mejorando las expectativas de los proveedores y clientes.

3.2.2. Datos generales de la organización

Tabla 2.

Datos generales de la empresa.

Nombre de la empresa:	IMPORTADORA PINEDA CÍA. LTDA.	Logotipo:	
Representante:	Sra. Mariela Vázquez		
Tamaño:	Microempresa		
Tipo:	Servicio		
Número de trabajadores:	4 operarios		
Actividad:	Se dedica a la venta de repuestos de vehículos.		
Dirección:	Av. Jaime Rivadeneira y Av. Mariano Acosta		
Parroquia:	El Sagrario		
Ciudad:	Ibarra		
Provincia:	Imbabura		
Zona:	1 – Norte		
Teléfonos:	(06) 2951 440 – 0999440168		
Correo electrónico:	imp.pineda1@gmail.com		

Nota. Fuente: Elaboración propia.

3.2.3. Misión

IMPORTADORA PINEDA CÍA. LTDA. se encarga de proveer, al por mayor y menor, todo tipo de partes, componentes, repuestos y accesorios para vehículos automotores de manera eficiente, asegurando un servicio y productos de calidad que permitan la satisfacción del cliente.

3.2.4. Visión

IMPORTADORA PINEDA CÍA. LTDA. tiene como visión ser una empresa líder y reconocida a nivel nacional en el mercado de repuestos automotrices, por dotar de productos de calidad, infraestructura adecuada, credibilidad, confianza, rentabilidad y capacidad financiera, mejorando las expectativas de los clientes, empleados y proveedores.

3.2.5. Valores empresariales

3.2.5.1. Calidad.

Es el grado de excelencia garantizado por la percepción del cliente de los servicios brindados durante el proceso de compra de los productos que maneja la organización.

3.2.5.2. Compromiso con el cliente.

Se cultiva la relación entre empresa y consumidor de manera continua, más allá de una transacción. En este caso, la empresa se encarga de manejar una credibilidad en su palabra, demostrando que cuando no haya existencias se busca la manera de encontrar el producto para la satisfacción del cliente al tiempo solicitado.

3.2.5.3. Ética.

Grupo de valores y normas que surgen desde la alta dirección hacia todos los niveles de la organización para mejorar la expectativa del cliente sobre la empresa.

3.2.5.4. Honestidad.

Promueve la verdad, lealtad, normas éticas y conducta moral, respetando los valores empresariales y al conocer los procedimientos de la empresa permite manejar la información con confidencialidad.

3.2.5.5. Responsabilidad.

Compromiso y obligaciones con la que asume la empresa, ante la sociedad en general, sus actividades y objetivos, haciéndose cargo de las consecuencias de sus actos durante el cumplimiento de estos.

3.2.5.6. Respeto.

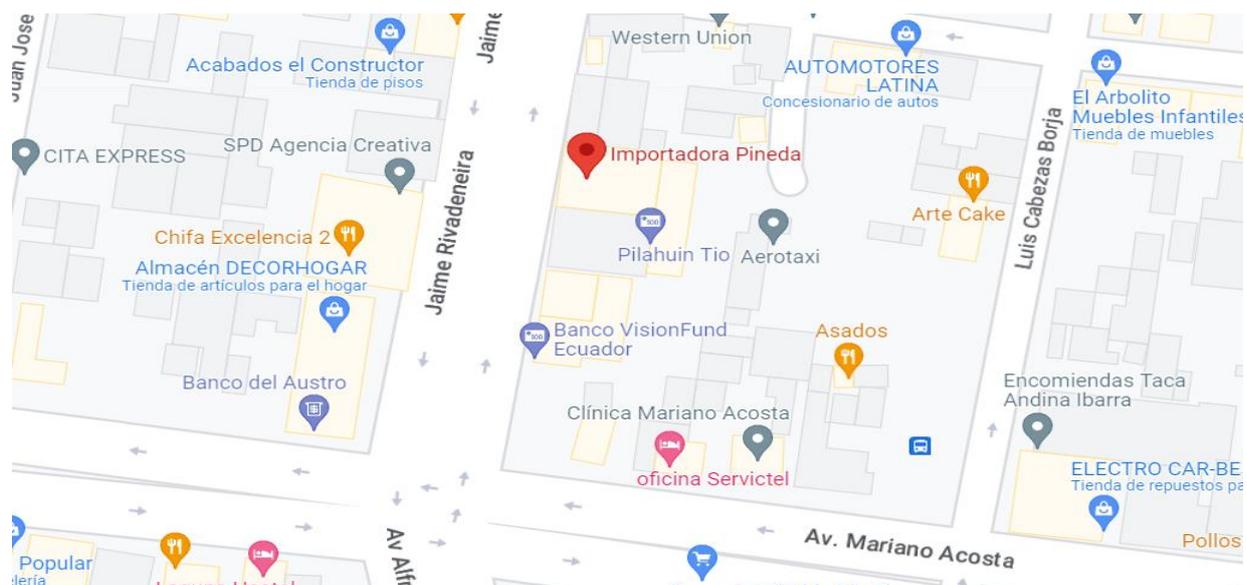
Sentimiento que fomenta la igualdad, tolerancia, amabilidad y cumplimiento de normas que garanticen la paz y armonía entre los clientes y los trabajadores de la empresa.

3.2.6. Ubicación geográfica

La empresa se encuentra ubicada en la parroquia ‘El Sagrario’, de la ciudad de Ibarra, provincia de Imbabura, en la dirección Av. Jaime Rivadeneira y Av. Mariano Acosta, como se muestra a continuación en la figura 5:

Figura 5.

Ubicación de la Importadora Pineda Cía. Ltda.



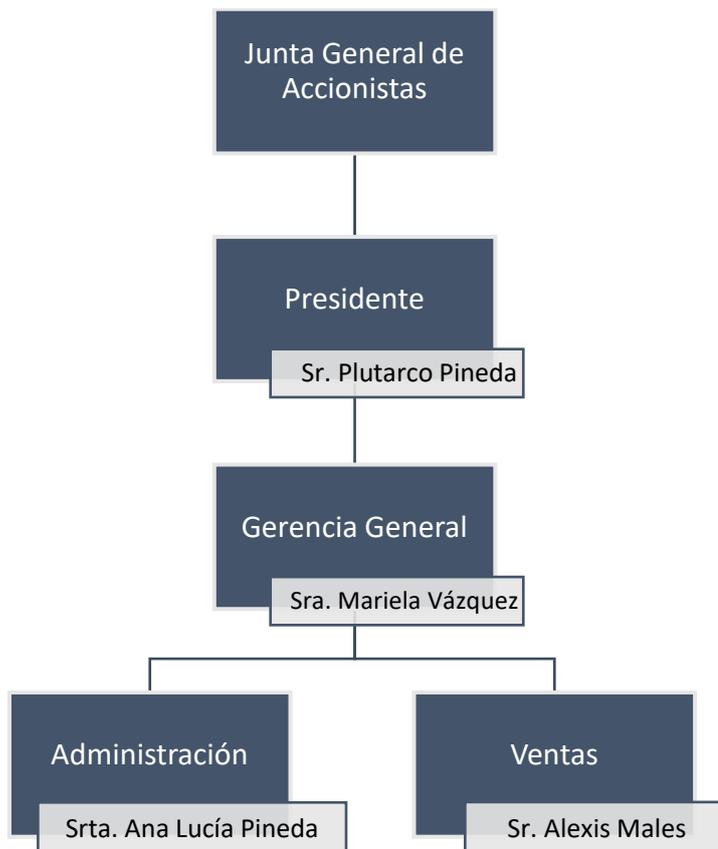
Nota. Tomado de Google Maps, obtenido de: <https://goo.gl/maps/p2WA4auBhreRLW8SA>

3.2.7. Estructura organizacional

A continuación, en la figura 6, se presenta la estructura organizacional que maneja la Importadora Pineda Cía. Ltda.

Figura 6.

Estructura Organizacional de Importadora Pineda Cía. Ltda.



Nota. Fuente: Elaboración propia.

3.2.8. Objetivos estratégicos

Aumentar la rentabilidad mediante el incremento de las ventas y reducción de costos, posicionando la empresa en un mercado favorable con la finalidad de ser la mejor importadora de repuestos automóbiles de la ciudad.

Mejorar el nivel de servicio otorgado a la sociedad en general, mediante capacitaciones al personal y rigiéndose por la normativa legal para ser una empresa más reconocida a nivel nacional e internacional.

3.2.9. Proveedores

Importadora Pineda Cía. Ltda. cuenta con proveedores de distintas localizaciones a nivel nacional e internacional. A continuación, se puede observar en la siguiente tabla detalladamente los proveedores de la empresa:

Tabla 3.

Proveedores de la empresa.

Proveedores	Descripción
Nacionales	Cuentan con alrededor de 40 proveedores.
Internacionales	Cuentan con 10 proveedores, sin embargo, actualmente no se les realiza compras.

Nota. La Tabla 3 detalla los proveedores identificados de manera confidencial.

3.2.10. Clientes

Importadora Pineda Cía. Ltda. cuenta con variedad de clientes desde locales hasta nivel nacional, una cierta cantidad reconoce a la empresa por anuncios de internet en el que se proporciona la información necesaria para realizar la compra. A continuación, se detallan los clientes que mantiene la empresa actualmente:

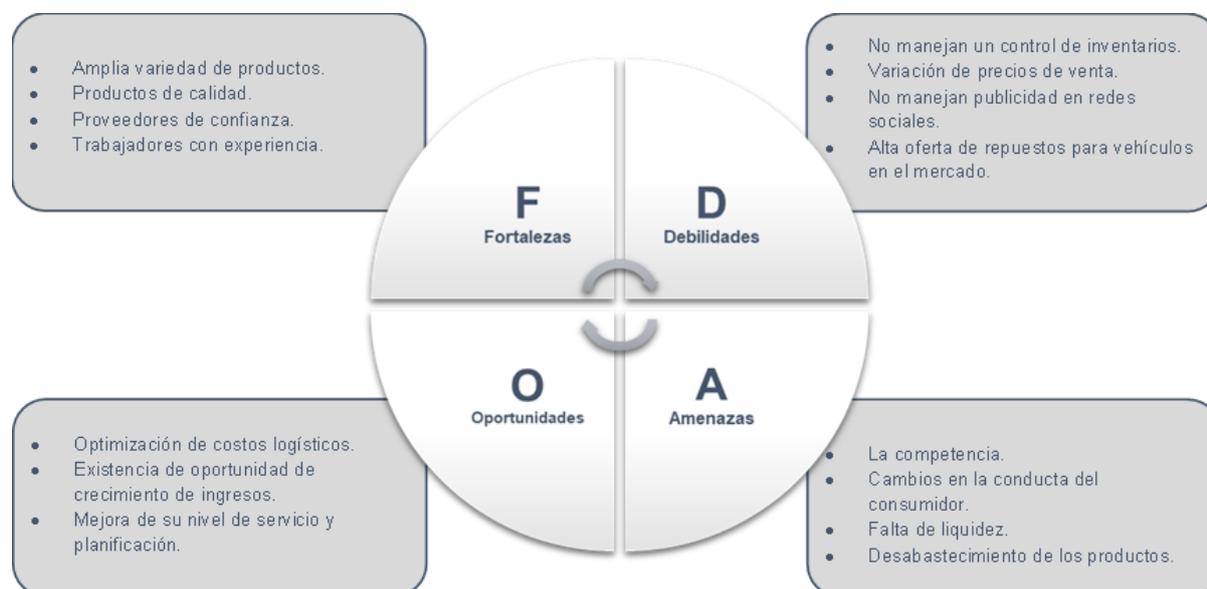
- Municipios de la provincia de Imbabura
- Universidad Técnica del Norte
- Mecánicas

- Concesionarios
- Empresas de transporte
- Cuerpo de bomberos de Ibarra
- Almacenes de los alrededores
- Clientes a nivel nacional (redes sociales)
- Consumidor final

3.3. Matriz FODA

Importadora Pineda Cía. Ltda. es una empresa que lleva algunos años en el mercado de repuestos. Por lo tanto, ha sufrido grandes cambios a lo largo del tiempo en sus actividades y el nivel de servicio proporcionado al cliente. Para identificar las limitaciones que la empresa está teniendo actualmente y poderlas transformar en oportunidades de mejora, se utilizó como herramienta el análisis FODA.

En la figura 7, muestra las características internas (debilidades y fortalezas) y la situación externa de la empresa (amenazas y oportunidades).

Figura 7.*Matriz FODA.*

Nota. Fuente: Elaboración propia.

3.4. Análisis de la situación actual del inventario.

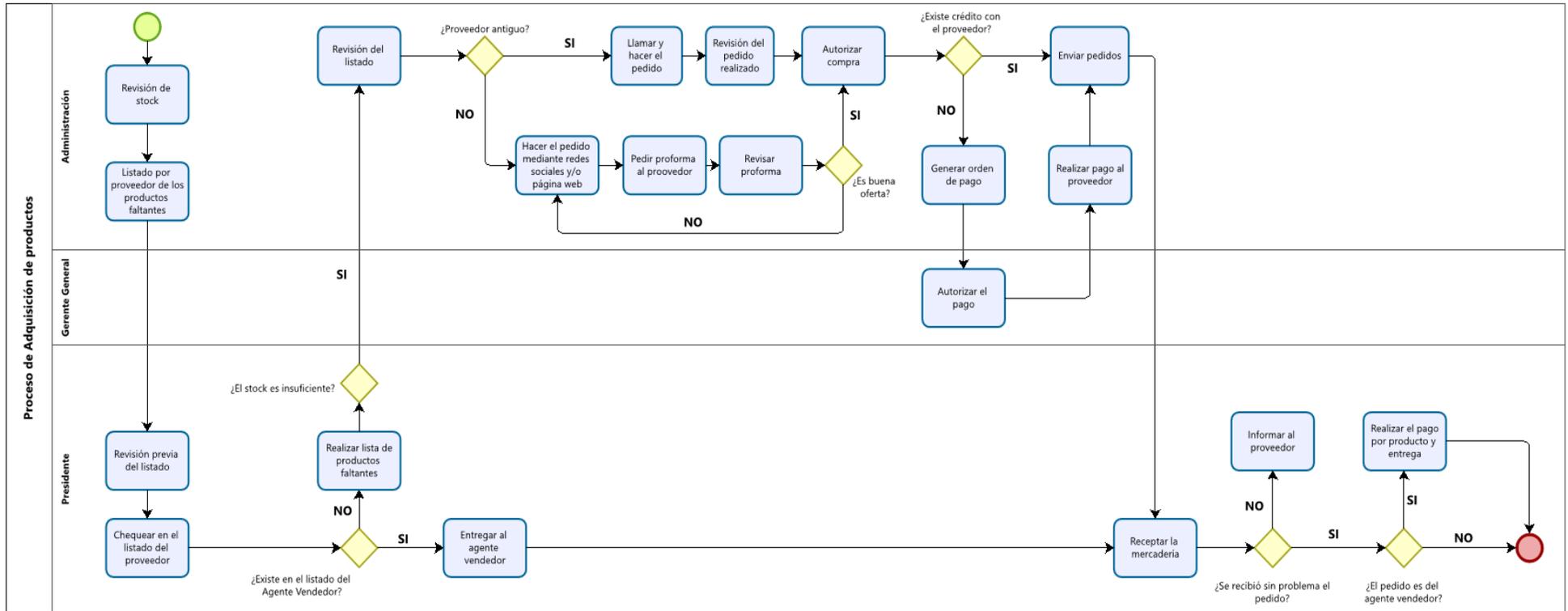
El análisis de la situación actual del inventario se realizó mediante investigación documental recolectando los datos históricos de las ventas y pedidos desde enero 2018 – abril 2023, estos datos fueron tomados mediante libros de Excel en el que se especifican los productos, demanda, costos unitarios, costos totales, precio de venta sin IVA, precio de venta con IVA 12% y stock. Con estos datos disponibles, se obtuvo el cálculo del índice de rotación, clasificación ABC y nivel de servicio actual.

3.4.1. Diagnóstico del proceso de adquisición y entrega de productos.

Importadora Pineda Cía. Ltda. al ser una empresa de repuestos para vehículos automotores, maneja 2 tipos de procesos: adquisición de productos y entrega de pedido al cliente. En la figura 7 y 8 muestra cada una de las actividades que se realizan de cada proceso y su responsable.

Figura 8.

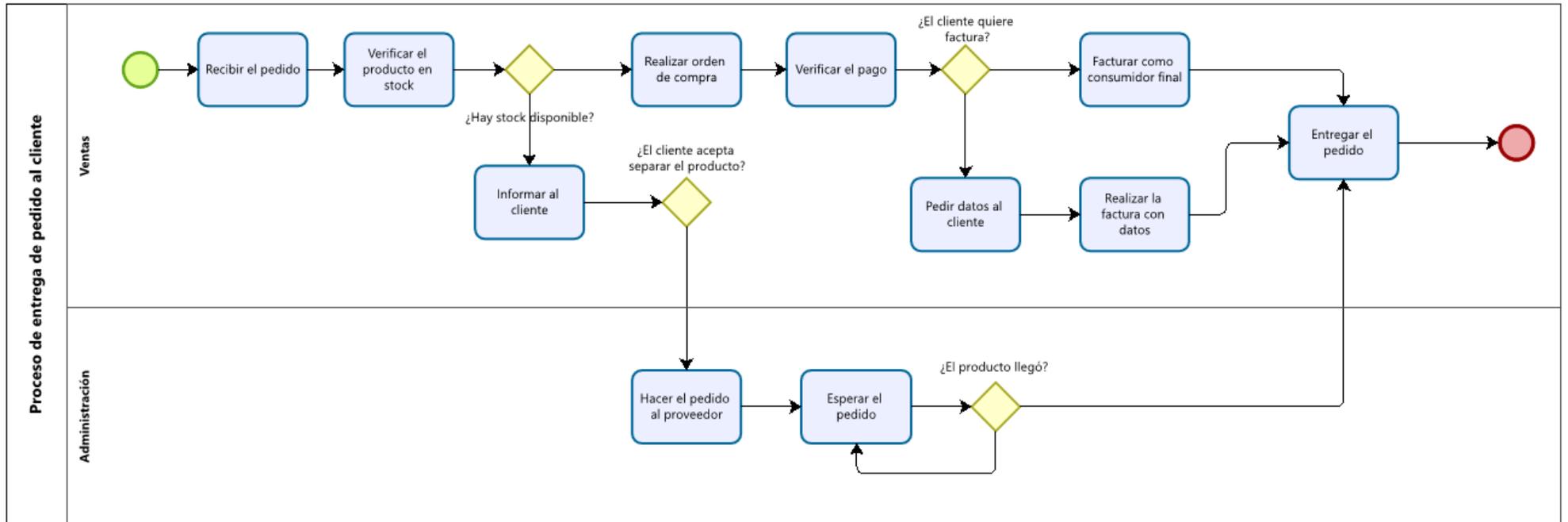
Flujograma adquisición de repuestos para vehículos automotores.



Nota. Fuente: Elaboración propia, obtenido de: Bizagi Studio.

Figura 9.

Flujograma entrega del pedido al cliente.



Nota. Fuente: Elaboración propia, obtenido de: Bizagi Studio.

3.4.2. Clasificación del inventario por marcas

Importadora Pineda Cía. Ltda. suministra todo tipo de partes, repuestos y accesorios para vehículos, manejan 34 marcas diferentes, entre ellas las más importantes son: Chevrolet, Mazda, Toyota, Ford y los artículos varios. Se ha clasificado las marcas identificando cuál de ellas ha generado más ingresos y mayor demanda tomando como referencia las ventas facturadas desde enero 2018 – abril 2023.

En la figura 10 se muestra un diagrama de barras tomando como referencia las primeras 5 marcas que aportan mayor ganancia a la empresa, liderando significativamente Chevrolet. En el anexo 1, se puede observar la tabla completa que comprende todas las marcas.

Figura 10.

Ingresos enero 2018 – abril 2023



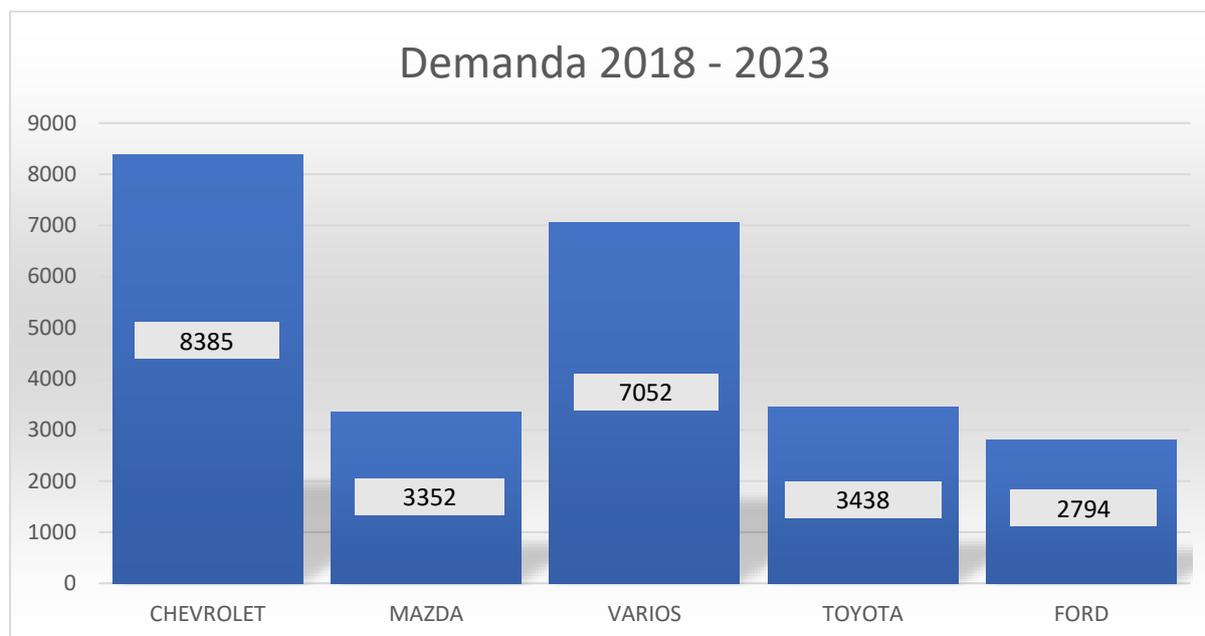
Nota. Fuente: Elaboración propia.

Así mismo, se identificó en base a la demanda las 5 primeras marcas como muestra en la figura 11, también se logró divisar que Chevrolet es la marca más reconocida de la empresa,

por lo tanto, todos los cálculos respectivos se realizarán con los productos en stock de dicha marca.

Figura 11.

Demanda enero 2018 – abril 2023



Nota. Fuente: Elaboración propia.

3.4.3. Clasificación del inventario por familias

Actualmente, la empresa cuenta con 2.144 productos clasificados según el tipo de repuesto. En el anexo 2, se puede observar detalladamente la clasificación por familias de la marca Chevrolet, en este caso, la empresa cuenta con 95 familias que se han codificado para que sea más entendible al realizar los cálculos respectivos.

En la Tabla 4, se puede observar la clasificación resumida con el total de familias, cantidad e ingresos obtenidos desde enero 2018 – abril 2023.

Tabla 4.*Familias de la marca Chevrolet.*

TOTAL FAMILIAS	CANTIDAD ARTÍCULOS	DEMANDA	VENTAS
95	2.144	7.154	USD 202.741,65

Nota. Fuente: Elaboración propia.

3.4.4. Costos de inventario

Los costos de inventario incluyen principalmente los costos de ordenar, adquisición y mantener el inventario. Debido a que la empresa no cuenta con un control de inventario, no tienen la información necesaria acerca de los costos asociados; se tomó como referencia el criterio de acuerdo con Bowersox, Closs & Cooper (2007) indicando que en la Tabla 5 se muestra los componentes que se utilizarán en base a un rango establecido para el cálculo del costo anual por mantener el inventario (p. 137).

Tabla 5.*Criterios para la obtención de los costos de mantener el inventario.*

CONCEPTO	PORCENTAJE PROMEDIO	RANGO DEL PORCENTAJE
Costo de Capital	10.00%	4 – 40%
Impuestos	1.00%	0,5 – 2%
Seguro	0,05%	0 – 2%
Obsolencia	1,20%	0.5 – 2 %
Almacenamiento	2.00%	0 – 4 %
TOTAL	14,25%	5 – 50%

Nota. Fuente: (Bowersox et al., 2007).

En este caso, los criterios a utilizar en el cálculo del costo de mantener son de costo de capital (4%), impuestos (0,5%), seguros (0,5%), obsolencia (0,5%) y almacenamiento (2%), obteniendo un índice $h=7\%$. En el anexo 3, se puede observar la tabla completa de los costos

de inventario obtenidos del año anterior 2022 para cada familia de productos marca Chevrolet y en la Tabla 6 muestra de manera resumida un valor promedio de los costos totales obtenidos.

Tabla 6.

Costos asociados al inventario.

COD	COSTO TOTAL PEDIDOS	COSTOS DE MANTENER	COSTOS DE ORDENAR	COSTOS DE ADQUISICIÓN
SKU	USD 169.049,07	USD 2,23	USD 21,54	USD 30,01

Nota. Fuente: Elaboración propia.

3.4.5. Índice de rotación

El índice de rotación es importante en el análisis actual de la empresa, este factor indica la frecuencia de salida con la que se están manejando los productos almacenados en bodega y su reposición, entre mayor sea el índice de rotación obtenido más rápido será el retorno de la inversión. El anexo 4 contiene detallado los criterios para el cálculo del índice con sus respectivos resultados tomado como referencia el año anterior 2022 y en la Tabla 7, muestra a modo de resumen el índice de rotación promedio anual dando como resultado un valor de 2,32, redondeando el valor a 2 significará que cada año se recupera la inversión 2 veces.

Tabla 7.

Índice de rotación promedio anual.

COD	COSTO MERCANCÍA VENDIDA TOTAL	INVENTARIO PROMEDIO	ÍNDICE ROTACIÓN PROMEDIO
SKU	USD 15.263,24	USD 4.674,83	2,32

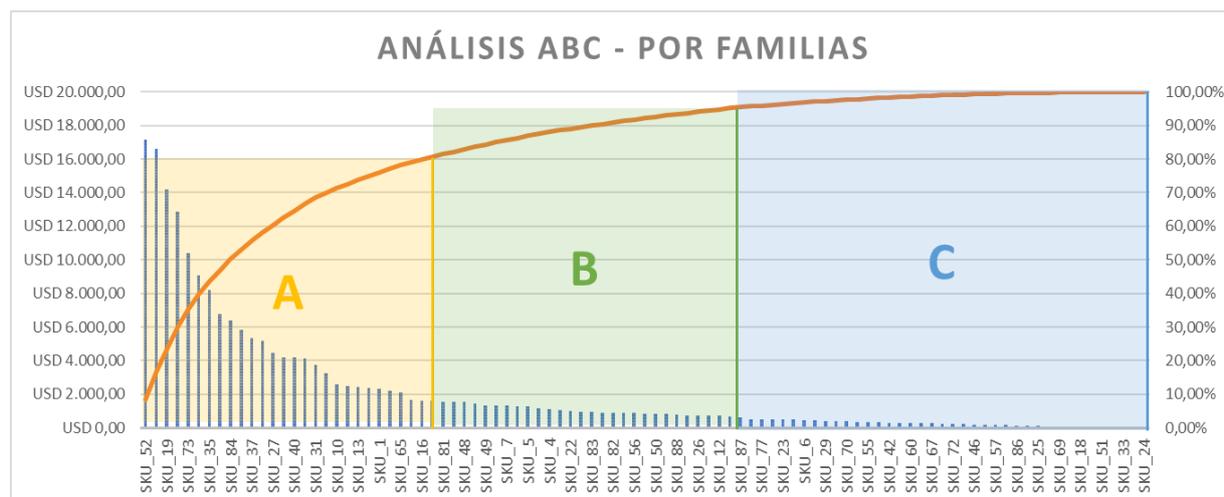
Nota. Fuente: Elaboración propia.

3.4.6. Clasificación ABC

Para la clasificación ABC se tomaron como referencia los datos históricos de las ventas desde el 01 de enero de 2018 hasta el 30 de abril de 2023 y se la realizó a las 95 familias que conforman la marca Chevrolet en base a la matriz triple criterio aplicando el análisis de la demanda, margen de utilidad y volumen de producción. Del anexo 5 al 7 se puede observar con más detalle cada uno de los análisis de la matriz; en la figura 12 se representa la clasificación de inventarios elaborada a la empresa bajo el criterio de ventas y se observa que existen familias con mayor participación y otras que no generan ingresos significativos.

Figura 12.

Clasificación ABC mediante el método Pareto.



Nota. Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 8, se presenta el análisis ABC de forma resumida en base al triple criterio, se ha determinado que el 28% en la categoría A generan el 80% de las ventas, es decir, que 27 familias han generado USD 161.959,05 durante los últimos 5 años bajo el criterio de las ventas. Así mismo, se determinó el criterio de utilidad indicando que el 34% de las familias generan el 80% de los ingresos anuales, es decir, 32 familias tienen una utilidad de USD 18.383,38. Finalmente, bajo el criterio de volumen, el 26% de las familias generan el 80% de las unidades

demandadas, es decir, 25 familias suponen un volumen de 5.720 artículos. Este análisis permitió priorizar las familias que generan mayor rentabilidad económica y suponen el 80% de los ingresos de la empresa (categoría A).

Tabla 8.

Análisis clasificación ABC.

ANÁLISIS ABC VENTAS				
	CANTIDAD	VENTAS	% FAMILIAS	% VOLUMEN ANUAL (\$)
CATEGORÍA A	27	USD 161.959,05	28%	80%
CATEGORÍA B	28	USD 30.244,89	29%	15%
CATEGORÍA C	40	USD 10.537,71	42%	5%
TOTAL	95	USD 202.741,65	100%	100%

ANÁLISIS ABC UTILIDAD				
	CANTIDAD	UTILIDAD	% FAMILIAS	% VOLUMEN ANUAL (\$)
CATEGORÍA A	32	USD 18.383,38	34%	80%
CATEGORÍA B	28	USD 3.440,51	29%	15%
CATEGORÍA C	35	USD 1.214,20	37%	5%
TOTAL	95	USD 23.038,08	100%	100%

ANÁLISIS ABC VOLUMEN				
	CANTIDAD	VOLUMEN	% FAMILIAS	% VOLUMEN ANUAL (UNIDADES)
CATEGORÍA A	25	5720	26%	80%
CATEGORÍA B	27	1062	28%	15%
CATEGORÍA C	43	372	45%	5%
TOTAL	95	7.154	100%	100%

Nota. Fuente: Elaboración propia.

3.4.7. Nivel de servicio actual

Se ha determinado el nivel de servicio que actualmente maneja la empresa basada en las unidades solicitadas y cumplidas, en este caso, se ha utilizado los datos históricos durante enero 2018 – diciembre 2022, para determinar el nivel de servicio a lo largo de esos años en la empresa. En el anexo 8 se puede observar mensualmente de cada año los datos, en la Tabla 9, muestra el resultado obtenido de forma resumida anualmente.

Tabla 9.*Histórico del nivel de servicio.*

AÑO	UNIDADES SOLICITADAS	UNIDADES CUMPLIDAS	%
2018	5068	3366	70,79%
2019	3572	2746	80,06%
2020	1260	873	75,80%
2021	829	361	49,14%
2022	1121	832	74,19%

Nota. Fuente: Elaboración propia.

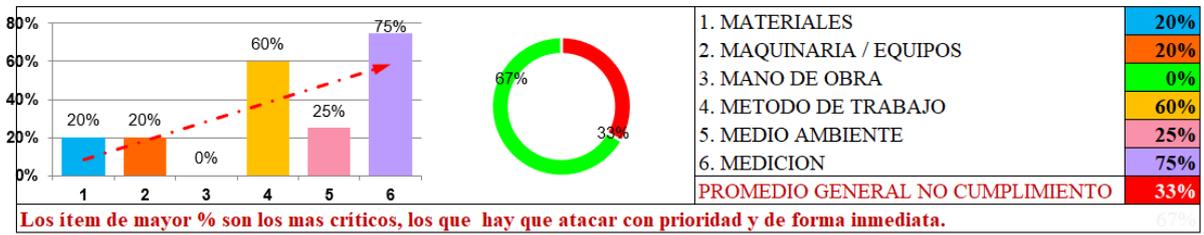
3.5. Diagrama de Ishikawa

Para el presente proyecto de investigación, se utilizó como formato una hoja de diagnóstico aplicando la 6M (Materiales, Maquinaria/Equipos, Mano de obra, Método de trabajo, Medio ambiente y Medición), verificando si cumplen o no con las especificaciones solicitadas en cada uno de los ámbitos.

En el anexo 9 se encuentra el check list completo con los resultados obtenidos y en la figura 13 se tiene como resultado un promedio de 33% de no cumplimiento, obteniendo mayor porcentaje en el Método de Trabajo (60%) y Medición (75%). Así mismo, se observa en el gráfico una tendencia creciente, es decir, el incumplimiento tiende a ser mayor, por lo tanto, se debe buscar la manera de cumplir que la tendencia sea neutral o tienda hacia abajo para poder mejorar los procesos de gestión de inventario que maneja la empresa.

Figura 13.

Hoja de diagnóstico y análisis.

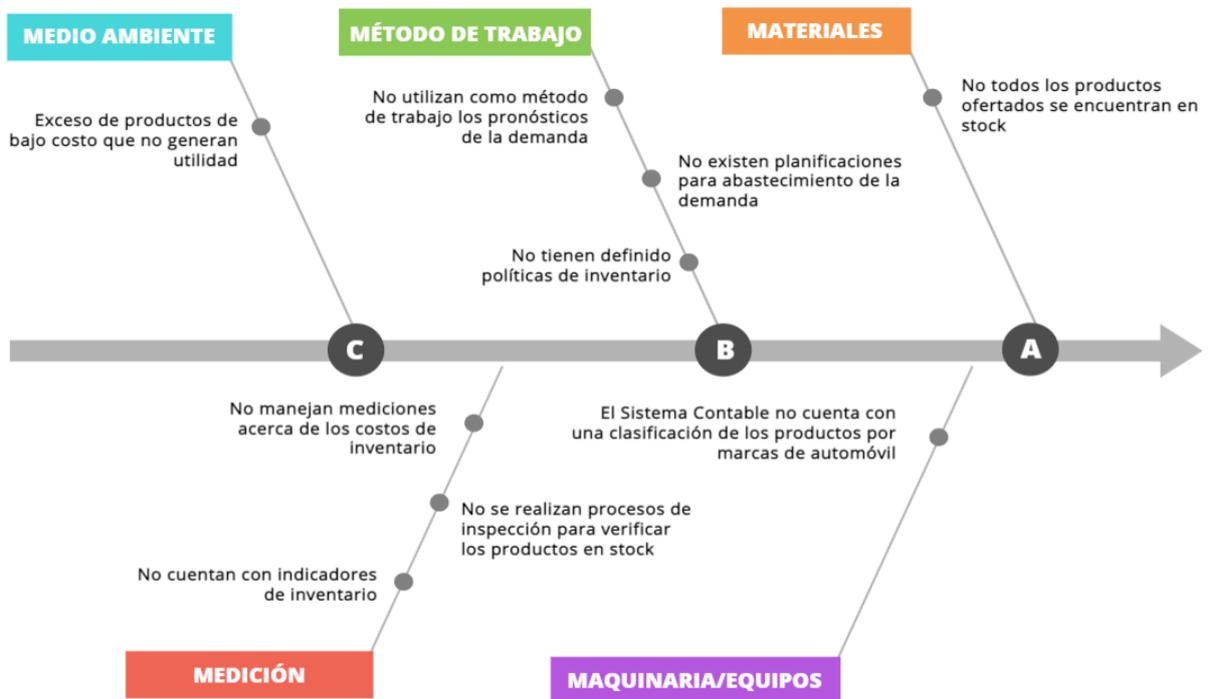


Nota. Fuente: Elaboración propia, formato tomado de: (Martínez Pérez, 2020).

Finalmente, en la figura 14 se ha utilizado el diagrama de Ishikawa para visualizar a manera de resumen las causas de los porcentajes de incumplimiento que se obtuvieron en la hoja de diagnóstico.

Figura 14.

Diagrama de Ishikawa.



Nota. Fuente: Elaboración propia.

3.6. Resultados del Diagnóstico

Mediante el análisis de la situación actual de la empresa se obtuvo la información necesaria de las ventas anuales proporcionadas de enero 2018 – abril 2023 para la aplicación de la clasificación ABC, esto permitió determinar los artículos que pertenecen a la categoría A (Tabla 10) los mismos que generan mayores ingresos, mayor utilidad y mayor demanda (AAA) en la empresa, por lo que se realizará el diseño de la gestión de inventarios mediante modelos heurísticos basado en las 16 familias obtenidas.

Tabla 10.

Familias categoría A de la Clasificación ABC.

COD	VENTAS	UTILIDAD	VOLUMEN	TOTAL	CATEGORÍA	DEMANDA
SKU_3	A	A	A	AAA	A	537
SKU_73	A	A	A	AAA	A	481
SKU_84	A	A	A	AAA	A	401
SKU_15	A	A	A	AAA	A	379
SKU_11	A	A	A	AAA	A	291
SKU_31	A	A	A	AAA	A	290
SKU_74	A	A	A	AAA	A	255
SKU_8	A	A	A	AAA	A	245
SKU_17	A	A	A	AAA	A	241
SKU_35	A	A	A	AAA	A	241
SKU_52	A	A	A	AAA	A	206
SKU_95	A	A	A	AAA	A	190
SKU_9	A	A	A	AAA	A	183
SKU_58	A	A	A	AAA	A	176
SKU_40	A	A	A	AAA	A	142
SKU_27	A	A	A	AAA	A	128
TOTAL						4.385

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Así mismo, con los resultados obtenidos del nivel de servicio de la empresa de 2018 – 2022 se realizó una comparación en base a los intervalos de medición indicando que la organización deberá tomar como patrón para la calificación de los resultados obtenidos del NS la tabla siguiente:

Tabla 11.*Clasificación cualitativa del NSC.*

INTERVALOS INS(D) (%)	CATEGORÍAS CUALITATIVAS DEL NIVEL DE SERVICIO AL CLIENTE	INTERVALOS INS(D) (PUNTOS)
(INS _(d) >90)	Nivel de servicio muy alto	(INS _(d) >4.)
(80<INS _(d) 90)	Nivel de servicio alto	(4.00<INS _(d) 4.5)
(70<INS _(d) 80)	Nivel de servicio medio	(3.50<INS _(d) 4.0)
(50<INS _(d) 70)	Nivel de servicio débil / bajo	(2.50<INS _(d) 3.5)
(INS _(d) 50)	Nivel de servicio pobre / muy bajo	(INS _(d) 2.5)

Nota. Fuente: (Calzado, 2020, p. 9).

Por lo tanto, se determinó en la Tabla 12 que el intervalo del NS de los 5 años anteriores están entre medio y alto. Se identificó que existe un año deficiente con un nivel de servicio pobre / muy bajo, el cuál es el año 2021 de la pandemia ocasionando una pérdida significativa de proveedores para la empresa, observando que las ventas decayeron notoriamente.

Tabla 12.*Clasificación cualitativa de los resultados obtenidos.*

AÑO	%	CATEGORÍA CUALITATIVA DEL NSC
2018	70.79%	Nivel de servicio medio
2019	80.06%	Nivel de servicio alto
2020	75,80%	Nivel de servicio medio
2021	49.14%	Nivel de servicio pobre / muy bajo
2022	74.19%	Nivel de servicio medio

Nota. Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO 4

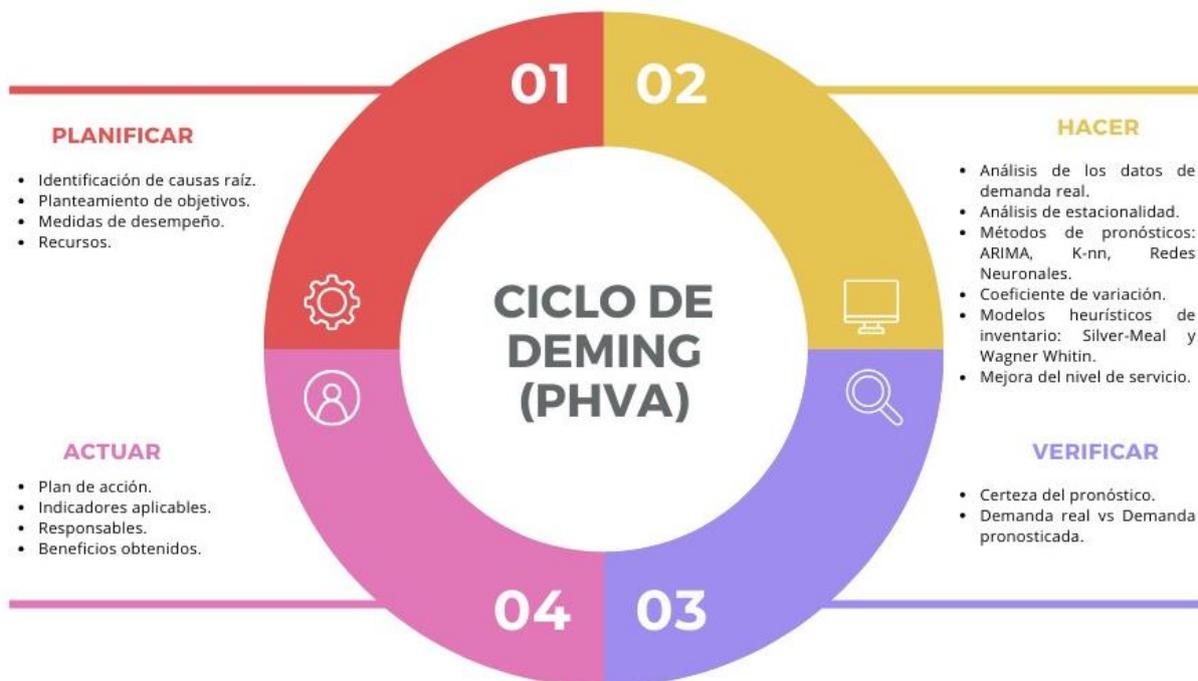
4. PROPUESTA DE LA INVESTIGACIÓN

4.1. Introducción

En el presente capítulo se realiza el modelo de gestión de inventarios para Importadora Pineda Cía. Ltda., previamente se realizó la validación y depuración de los datos históricos desde enero 2018 – abril 2023, de ahí se parte al desarrollo del modelo basado en el ciclo de Deming (PHVA) detallado en la Figura 15. El principal objetivo de este diseño es optimizar los costos logísticos, mejorar el nivel de servicio y obtener una cantidad óptima a ordenar dando como resultado los modelos de inventarios adecuados para las 16 familias de productos de la marca Chevrolet generados en el software Minitab y R Studio.

Figura 15.

Resumen Ciclo de Deming (PHVA) aplicado.



Nota. Fuente: (Cervantes, 2023), obtenido de: Canva.

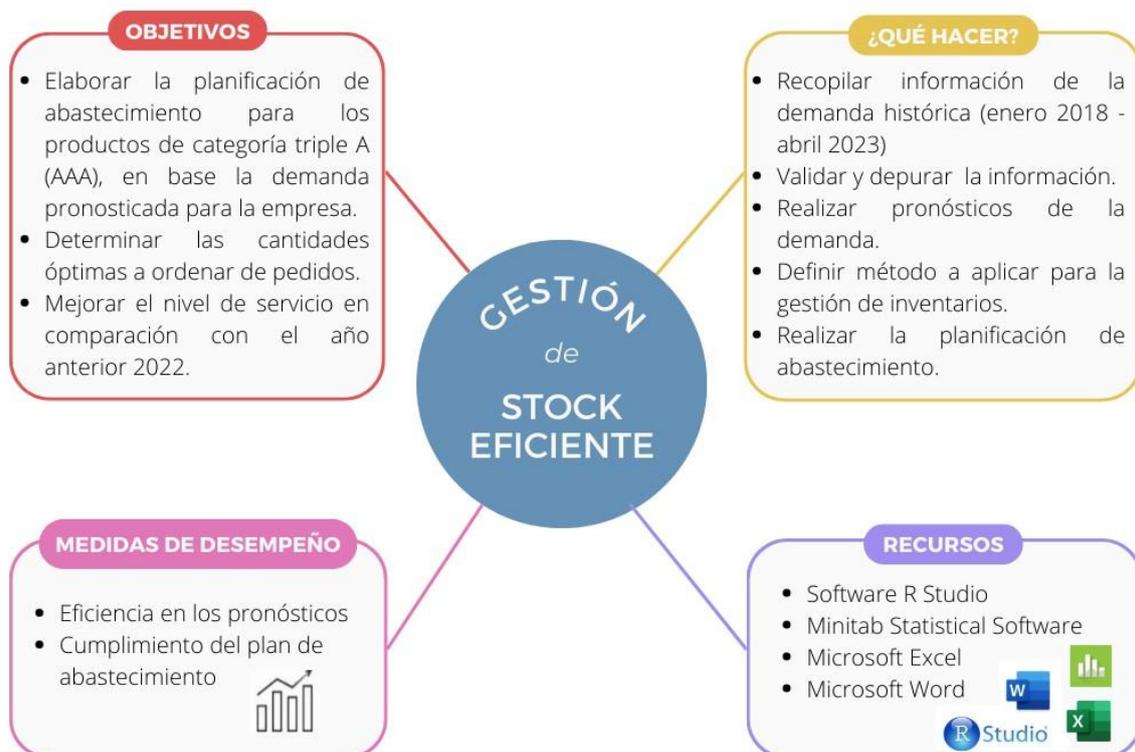
4.2. Fase Planificar

En la fase planificar se realizó la identificación de las causas raíz que se han generado en la gestión de inventarios de la empresa mediante un diagrama de Ishikawa (Figura 14) catalogándola como ineficiente e identificando que los problemas potenciales se ocasionan en el método de la gestión y mediciones. Esto se da por no manejar planificaciones que permitan abastecer la demanda, no trabajar con pronósticos de la demanda, no definir las políticas de inventario, no manejar mediciones acerca de los costos de inventario y no realizar procesos de inspección para verificar productos en stock.

Para el desarrollo del modelo de gestión de inventarios se ha realizado un diagrama en la figura 16, definiendo los objetivos a realizar, las actividades que permitirán conseguir dichos objetivos, los recursos a utilizar y las medidas de desempeño respectivas.

Figura 16.

Aspectos de la fase planificar.



Nota. Fuente: (Cervantes, 2023), obtenido de: Canva.

4.3. Fase Hacer

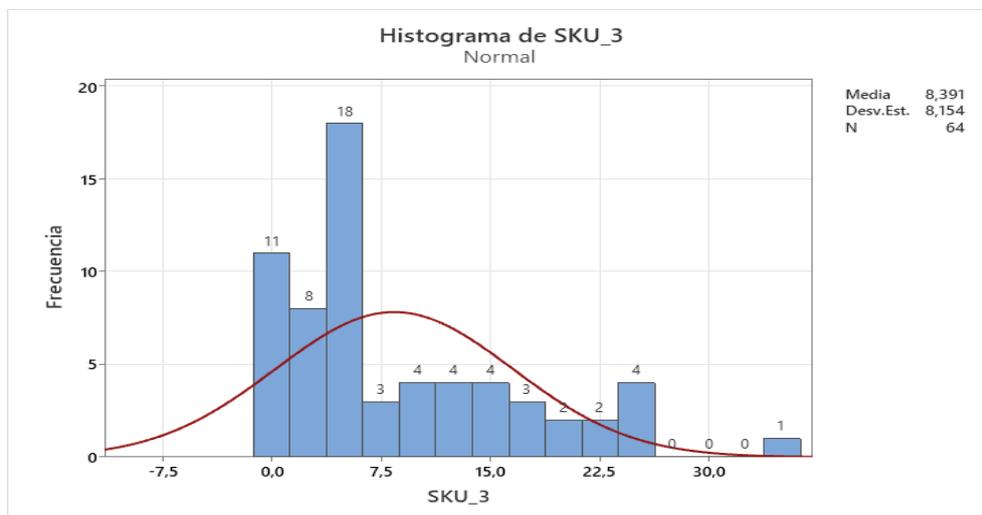
En la fase hacer, se busca cumplir con los objetivos planteados de la elaboración del diseño. Para ello, se realizó la recopilación de los datos históricos de la demanda y un análisis que permitió normalizar los datos implementando el software Minitab, el cálculo del pronóstico de la demanda, la aplicación de los modelos y la mejora del nivel de servicio mediante el software R Studio.

4.3.1. Análisis de los datos

Para el análisis de los datos, la empresa utiliza el software ‘SACVISUAL’, considerado como un Sistema de Administración Contable que guarda todos los registros de entradas y salidas del inventario. En la figura 17 se realizó un histograma permitiendo identificar como se están comportando los datos de la demanda histórica obtenida de 2018 – 2023 del SKU_3. En este caso, los datos se encuentran dentro de los límites de especificación, sin embargo, se determinó 11 valores de cero que aportan variabilidad en los datos y al reemplazarlos se utiliza el promedio de todos los datos excluyendo dichos valores, dando un total de 9.

Figura 17.

Histograma del SKU_3.

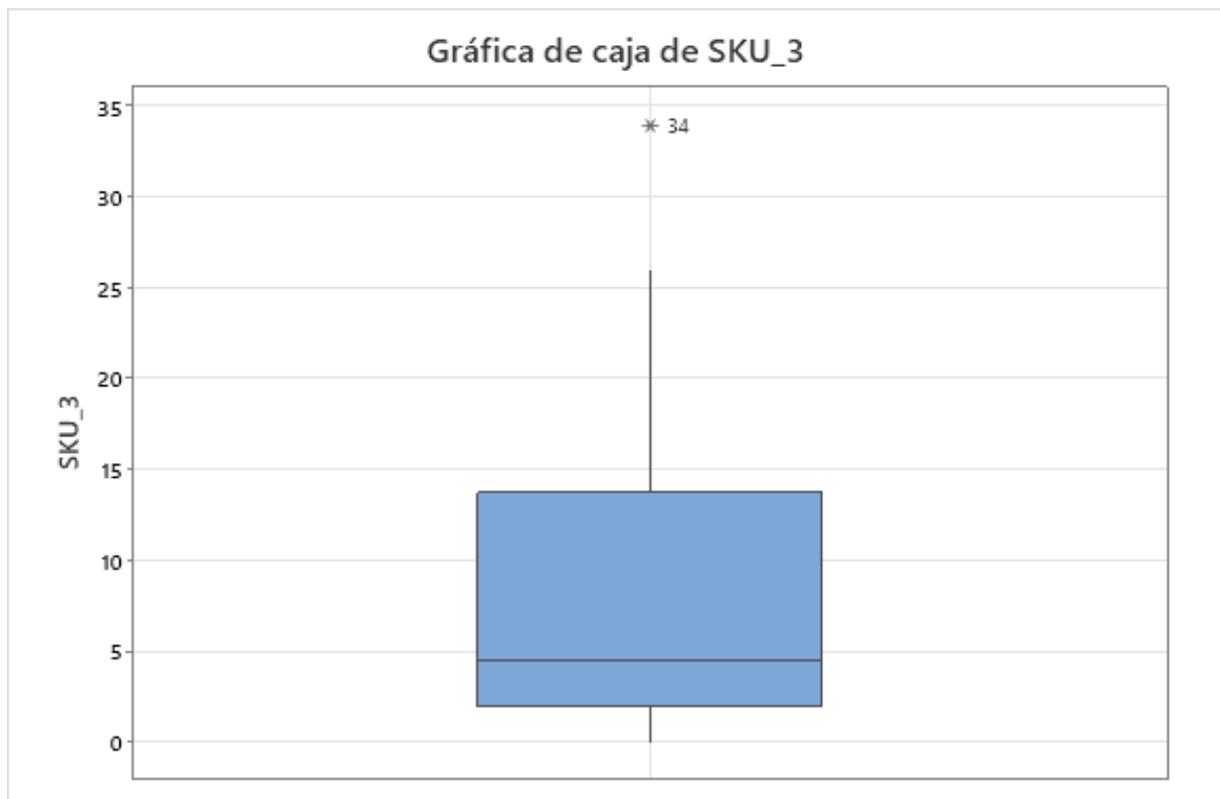


Nota. Fuente: Elaboración propia, obtenido de: Minitab Statistical Software.

Seguido de esto, se realizó un diagrama de cajas identificando la existencia de datos atípicos, en este caso, se encuentra 1 valor fuera de rango. Se reemplaza este dato como anteriormente se realizó con valores de cero, este proceso se repite para los datos de todos los SKU. En la figura 18 se puede observar el diagrama y el valor atípico del SKU_3.

Figura 18.

Diagrama de cajas con valores atípicos del SKU_3.



Nota. Fuente: Elaboración propia, obtenido de: Minitab Statistical Software.

A continuación, en la Tabla 13 se presentan los valores promedio obtenidos de cada SKU y por los cuales se reemplazaron en cada dato atípico identificado.

Tabla 13.*Valores del promedio de cada SKU*

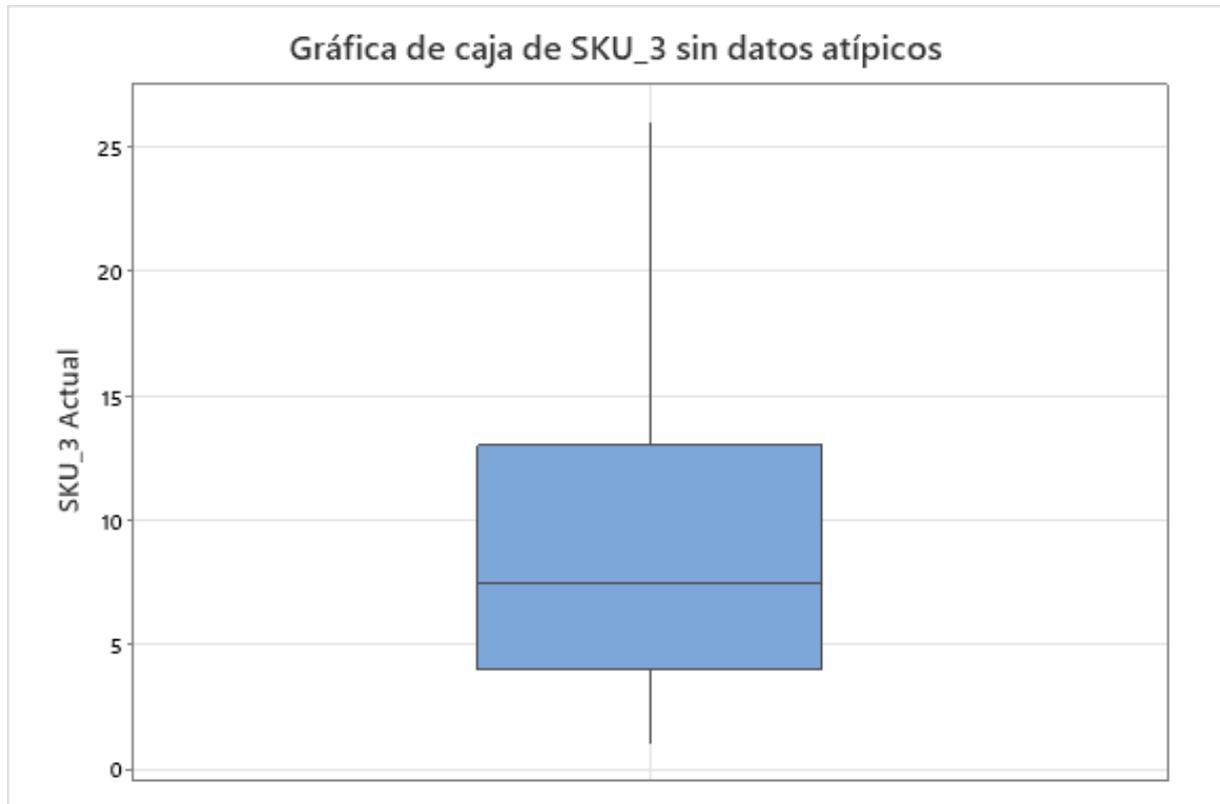
SKU	PROMEDIO OBTENIDO	CANTIDAD DE VALORES ATÍPICOS
SKU_3	9	1
SKU_73	9	7
SKU_84	8	6
SKU_15	9	5
SKU_11	5	15
SKU_31	6	5
SKU_74	5	9
SKU_8	5	10
SKU_17	4	2
SKU_35	4	9
SKU_52	3	7
SKU_95	3	5
SKU_9	4	8
SKU_58	4	2
SKU_40	3	15
SKU_27	3	10

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Una vez reemplazados los datos se realizó nuevamente un diagrama de cajas para identificar si todavía existen valores que reemplazar, si es así, repetimos el proceso. En este caso, en la figura 19 se identifica que en el SKU_3 ya no existen datos atípicos.

Figura 19.

Diagrama de cajas final sin valores atípicos en el SKU_3.



Nota. Fuente: Elaboración propia, obtenido de: Minitab Statistical Software.

4.3.1.1. Análisis de la estacionariedad

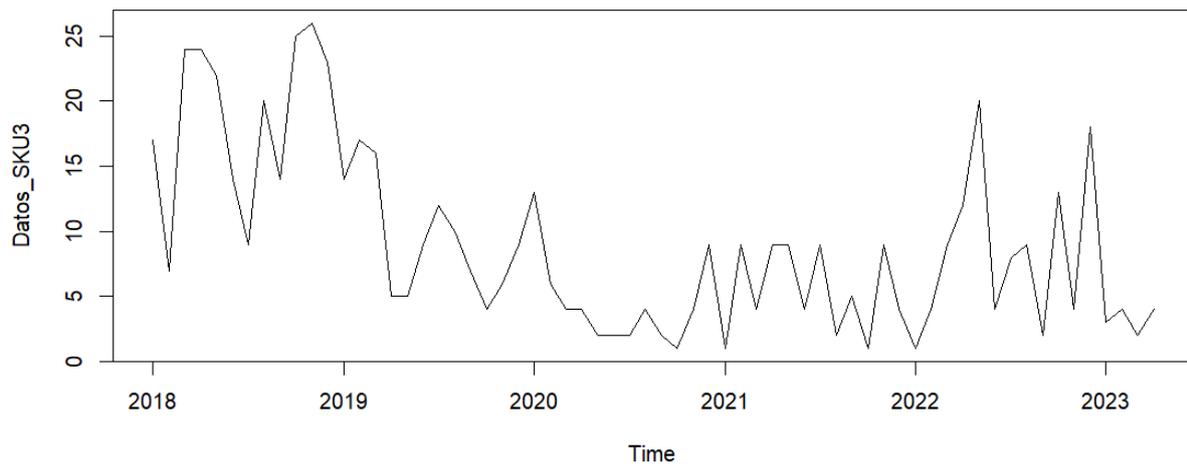
Luego de haber reemplazado los datos atípicos obtenidos de cada SKU es importante que la serie de datos históricos sea estacional, para ello, se debe identificar mediante la prueba Dickey Fuller permitiendo pasar a realizar los pronósticos correctamente. Esta prueba plantea dos hipótesis: H_0 (los datos no son estacionales) y H_1 (los datos son estacionales).

Para identificar cuál es la indicada en estos casos, se toma de referencia que cuando p-value sea menor al 0,05, se rechaza H_0 indicando que los datos son estacionales y si p-value es mayor al 0,05, no se rechaza H_0 indicando que los datos no son estacionales. Los datos de cada

SKU que resultaron mayores al nivel de significancia se ajustaron consiguiendo que el p-value sea menor a 0,05. En la figura 20 se puede observar los datos en la serie de tiempo del SKU_3.

Figura 20.

Gráfico del comportamiento que tienen los datos del SKU_3.



Nota. Fuente: Elaboración propia, obtenido de: Software R Studio.

Gráficamente la serie se determina que no será estacional, debido a que existe una gran variación de los datos. El año que más decadencia tiene es el 2020 y 2021 que son los años de pandemia. Al realizar el test en el software R se obtuvo que el p-value era igual a 0,2962 para el SKU_3, el cuál al ser mayor al 0,05, por lo tanto no se rechaza la hipótesis nula indicando que la serie definitivamente no es estacionaria. En el anexo 10 se puede ver detalladamente los códigos utilizados en el software R Studio y en la Tabla 14 se detalla los p-value obtenidos de cada SKU con su respectivo análisis de estacionariedad.

Tabla 14.*Estacionalidad de los datos.*

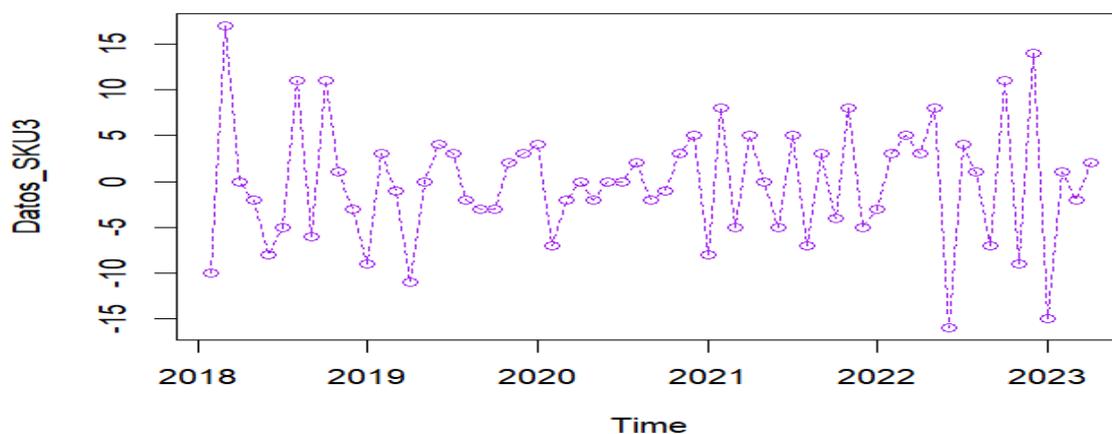
SKU	P-VALUE	ESTACIONALIDAD
SKU_3	0,30	NO
SKU_73	0,07	NO
SKU_84	0,11	NO
SKU_15	0,02	SI
SKU_11	0,06	NO
SKU_31	0,04	SI
SKU_74	0,01	SI
SKU_8	0,01	SI
SKU_17	0,16	NO
SKU_35	0,01	SI
SKU_52	0,53	NO
SKU_95	0,11	NO
SKU_9	0,01	SI
SKU_58	0,01	SI
SKU_40	0,10	NO
SKU_27	0,04	SI

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Para que la serie de tiempo se convierta en estacional se debe ajustar mediante el uso de la diferenciación. La figura 21 muestra la serie de tiempo ajustada aplicando este método. Así mismo, el p-value de estos datos obtenidos fue de 0,01, cumpliendo con la condición $p\text{-value} < 0,05$, por lo que rechaza la hipótesis nula indicando que los datos ahora si son estacionales.

Figura 21.

Datos SKU_3 ajustados con diferenciación.



Nota. Fuente: Elaboración propia, obtenido de: Software R Studio.

Finalmente, se detallan en la Tabla 15 los p-value obtenidos mediante la diferenciación indicando que ahora sí son estacionarios.

Tabla 15.

Estacionalidad de los datos aplicada la diferenciación.

SKU	P-VALUE	ESTACIONALIDAD
SKU_3	0,01	SI
SKU_73	0,01	SI
SKU_84	0,01	SI
SKU_15	0,02	SI
SKU_11	0,01	SI
SKU_31	0,04	SI
SKU_74	0,01	SI
SKU_8	0,01	SI
SKU_17	0,01	SI
SKU_35	0,01	SI
SKU_52	0,01	SI
SKU_95	0,01	SI
SKU_9	0,01	SI
SKU_58	0,01	SI
SKU_40	0,01	SI
SKU_27	0,04	SI

Nota. Fuente: Elaboración propia.

4.3.1.2. Cálculo de pronósticos

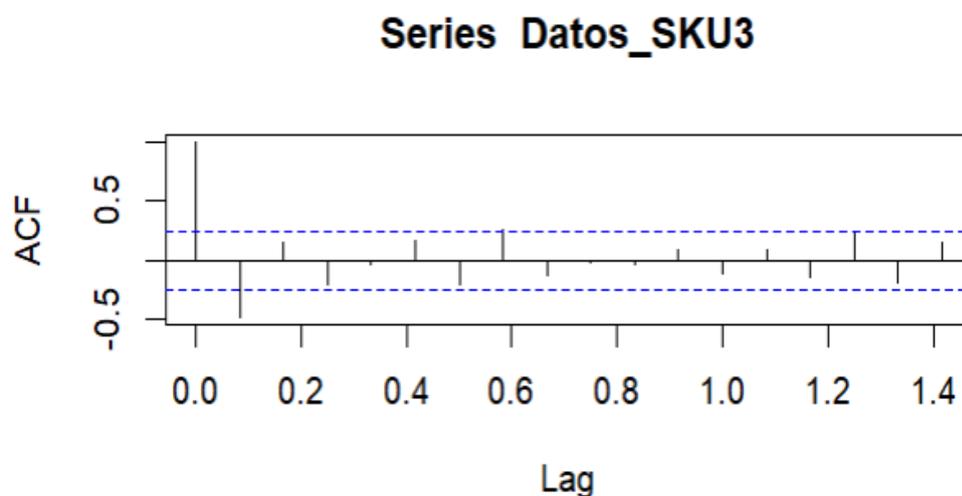
Para la elaboración del pronóstico de la demanda se utilizó en el software R Studio el modelo ARIMA, Redes Neuronales Artificiales y KNN (Time Series Forecasting Using Nearest Neighbors), además se hizo una comparación entre ellos permitiendo escoger el que tenga menor error de pronóstico.

4.3.1.2.1. Método de procesos autorregresivos integrados de medias móviles (ARIMA)

Para realizar el pronóstico de la demanda mediante el método ARIMA, se necesita obtener los valores de autorregresión parcial (p), diferenciación (d) y medias móviles (q). Anteriormente, ya se hizo uso de una diferenciación así que el valor $d=1$. Sin embargo, el componente de autorregresión se lo definió implementando una gráfica de autocorrelación parcial que se puede observar en la figura 22, esta nos indica que existen dos valores que se encuentran fuera del rango especificado, por lo tanto, el valor de p será igual a 2.

Figura 22.

Gráfico de autocorrelación parcial SKU_3.

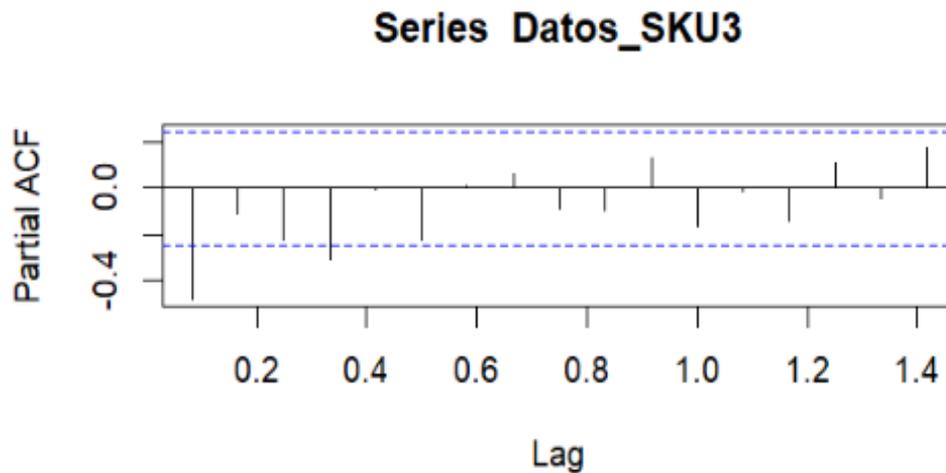


Nota. Fuente: Elaboración propia, obtenido de: Software R Studio.

Así mismo, el componente de medias móviles se definió utilizando una gráfica de correlación parcial observada en la figura 23, en este caso, se identificó que existen 2 medias móviles fuera de los límites de especificación, por lo tanto, el valor de q será igual a 2.

Figura 23.

Gráfico de Medias móviles SKU_3.



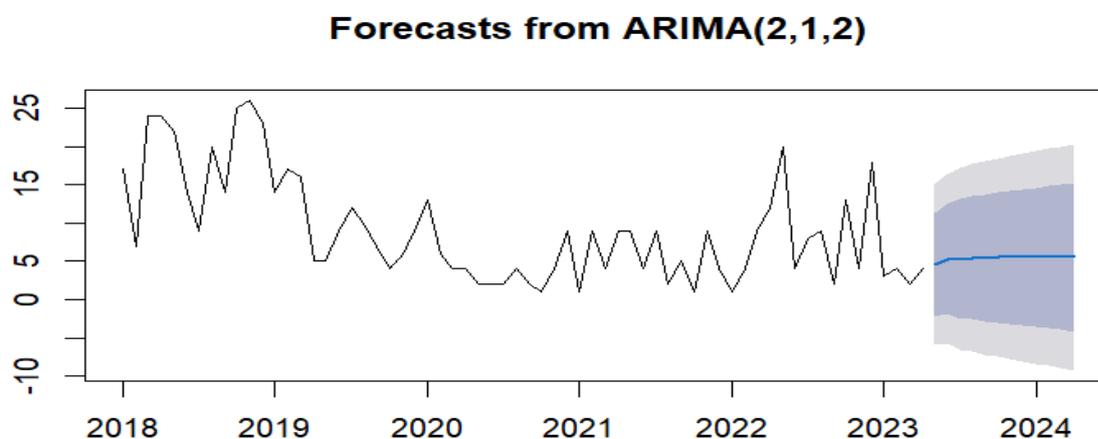
Nota. Fuente: Elaboración propia, obtenido de: Software R Studio.

Una vez identificado los valores del modelo ARIMA (p,d,q) a utilizar, se procedió a calcular el pronóstico de la demanda haciendo uso de los paquetes: *astsa* (análisis estadístico de series temporales), *tseries* (análisis de series temporales y financieras), *lubridate* (gestión de las fechas), *tidyverse* (visualización, exploración e interpretación de la información), *forecast* (pronósticos de datos estacionales y modelos lineales) y *readxl* (leer datos de Excel).

En el anexo 11, se muestra el código empleado en este método y en la figura 24, se observa el pronóstico obtenido para los siguientes 12 meses del SKU_3, los datos que se encuentran con un flujo azul es la representación de la previsión de la demanda obtenida.

Figura 24.

Pronóstico modelo ARIMA SKU_3.



Nota. Fuente: Elaboración propia, obtenido de: Software R Studio.

Este mismo método se lo realiza a cada SKU apoyándose de los paquetes mencionados anteriormente. En la Tabla 16 se muestran las cantidades del pronóstico obtenidas, las cuales representan las cantidades óptimas a ordenar durante ese periodo de 12 meses.

Tabla 16.

Pronóstico de la demanda Método ARIMA.

SKU	May. 2023	Jun. 2023	Jul. 2023	Ago. 2023	Sep. 2023	Oct. 2023	Nov. 2023	Dic. 2023	Ene. 2024	Feb. 2024	Mar. 2024	Abr. 2024
SKU_3	5	5	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6
SKU_73	4	3	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4
SKU_84	5	4	3	5	5	5	4	4	4	4	4	4
SKU_15	7	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
SKU_11	4	2	3	4	2	3	4	3	3	4	3	3
SKU_31	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
SKU_74	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
SKU_8	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
SKU_17	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	3
SKU_35	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
SKU_52	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
SKU_95	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
SKU_9	4	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4
SKU_58	3	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3
SKU_40	2	2	3	2	3	2	3	3	3	3	3	3
SKU_27	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

Nota. Fuente: Elaboración propia.

La empresa mantiene una demanda muy variable e incierta debido a que depende de los clientes cuando se les daña alguna parte de su carro. En la Tabla 17 se puede observar los errores promedios obtenidos en el cálculo del pronóstico de este modelo y en la Tabla 22 se encuentran los detallados para cada SKU.

Tabla 17.

Promedio errores de pronósticos (Método ARIMA).

PROMEDIO ERRORES	
RMSE	2,22
MAE	1,81
MAPE	70,11

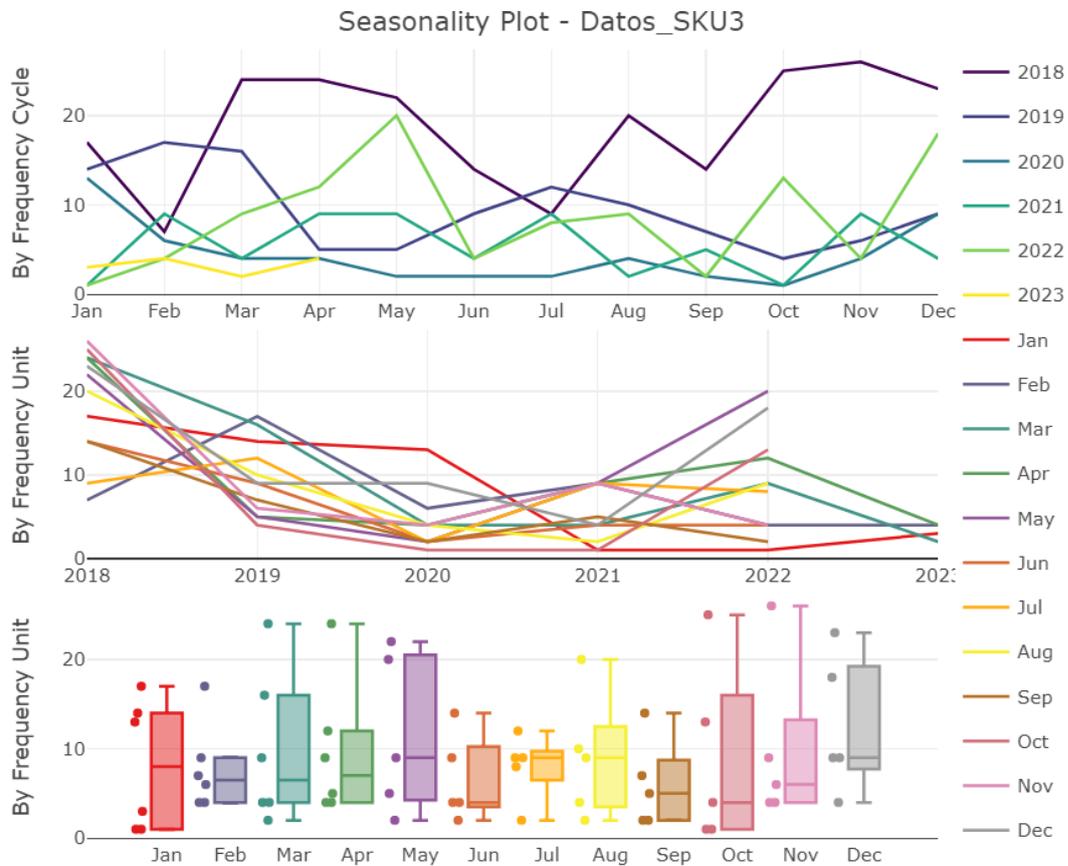
Nota. Fuente: Elaboración propia.

4.3.1.2.2. Método Redes Neuronales Artificiales (RNA's)

Para realizar el pronóstico de la demanda mediante el método de redes neuronales se utilizan los siguientes paquetes en el software R Studio: *astsa*, *tseries*, *lubridate*, *tidyverse*, *nnfor*, *ggplot2*, *TSstudio*, *forecast* y *readxl*. En los anexos 12 al 26 se puede ver la estacionalidad de los datos de cada SKU respectivamente y en la figura 25 se puede observar el análisis estacional como referencia del SKU_3, indicando que en el año 2018 las ventas fueron elevadas y la temporada más alta fue en noviembre. Así mismo, en 2019 el mes con más ventas fue febrero. En 2020, las ventas en enero fueron las más acertadas sin embargo a medida que pasaban los meses estas iban en decadencia debido a la pandemia que se presentó en ese año. En 2021, se evidenció un intento de recuperar la tendencia a aumentar, siendo los meses más elevados febrero y noviembre. En 2022 las ventas ya no eran las mismas que solían ser en 2018 y 2019, la empresa se recuperaba de la emergencia sanitaria que abordaba el país y actualmente en 2023 se mantiene una demanda menor a los anteriores años.

Figura 25.

Comportamiento de los datos modelo RNA's para el SKU_3.

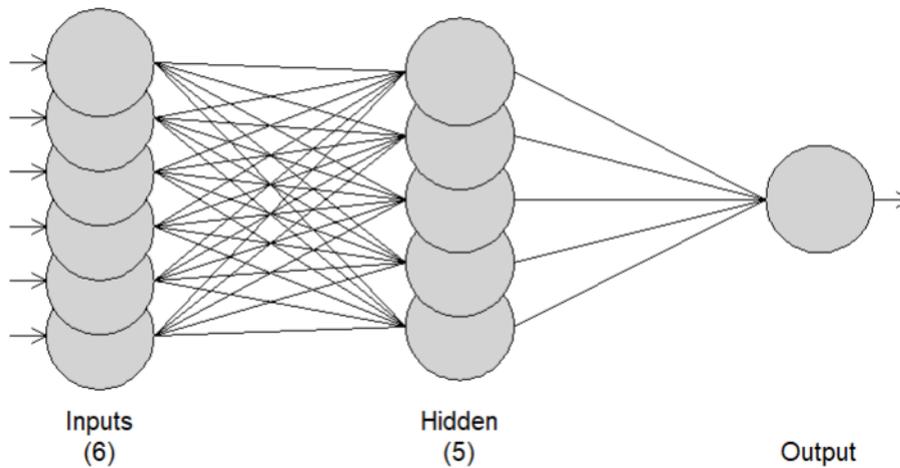


Nota. Fuente: Elaboración propia, obtenido de: Software R Studio.

Una vez identificado el comportamiento de los datos, se realizó el entramiento con 200 repeticiones determinando la red neuronal como resultado de los datos ingresados. La cantidad de repeticiones permiten un cálculo más específico y con mayor confiabilidad. El resultado fue de 6 entradas, 5 capas ocultas y 1 salida representado en la figura 26 para el SKU_3.

Figura 26.

Red neuronal obtenida para el SKU_3.

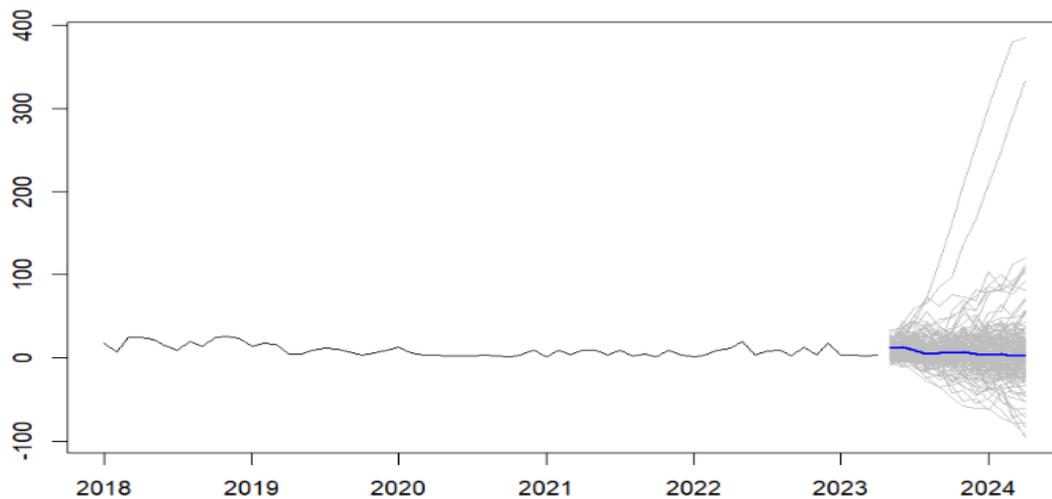


Nota. Fuente: Elaboración propia, obtenido de: Software R Studio.

En el anexo 27, se encuentra el código utilizado específicamente en este método de pronóstico. Así mismo, en la figura 27 se observa la prevención de la demanda para 1 año del SKU_3, los datos del flujo azul representan el pronóstico y la zona gris los valores máximos y mínimos que puede llegar la demanda mensualmente.

Figura 27.

Gráfica de demanda pronosticada con modelo RNA's para el SKU_3.



Nota. Fuente: Elaboración propia, obtenido de: Software R Studio.

Mediante la aplicación de mejoras para el entrenamiento de las RNA's se obtiene el pronóstico de la demanda que indica las cantidades que se deben producir en dichos meses. En la tabla 18 se encuentra detallado los resultados obtenidos aplicando el modelo.

Tabla 18.

Pronóstico de la demanda Método RNA's.

SKU	May. 2023	Jun. 2023	Jul. 2023	Ago. 2023	Sep. 2023	Oct. 2023	Nov. 2023	Dic. 2023	Ene. 2024	Feb. 2024	Mar. 2024	Abr. 2024
SKU_3	11	12	10	4	4	6	5	4	3	3	3	2
SKU_73	1	0	3	0	3	1	2	3	4	1	2	1
SKU_84	0	5	4	1	2	3	4	1	3	3	2	2
SKU_15	2	4	8	4	5	5	5	6	6	4	5	6
SKU_11	4	1	2	3	2	3	3	2	3	4	2	2
SKU_31	5	1	4	2	4	2	3	2	2	3	3	2
SKU_74	0	2	3	4	3	4	2	2	1	2	2	2
SKU_8	1	1	0	0	2	3	3	3	1	2	1	1
SKU_17	2	2	3	1	1	1	1	1	1	0	0	0
SKU_35	2	2	4	3	1	1	2	2	3	2	2	2
SKU_52	2	5	3	3	5	3	4	4	3	4	4	3
SKU_95	3	5	3	2	2	2	3	2	2	2	2	2
SKU_9	4	1	1	4	3	4	2	2	2	2	1	2
SKU_58	3	2	3	0	1	2	4	0	1	1	1	2
SKU_40	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
SKU_27	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Los errores del pronóstico reflejan si el comportamiento de los datos obtenidos es confiable, en la Tabla 19 se encuentran el promedio general de los errores y en la Tabla 22 se encuentran los errores de pronóstico detallados de cada SKU.

Tabla 19.

Promedio errores de pronósticos (Método RNA's).

PROMEDIO ERRORES	
RMSE	0,35
MAE	0,22
MAPE	8,46

Nota. Fuente: Elaboración propia.

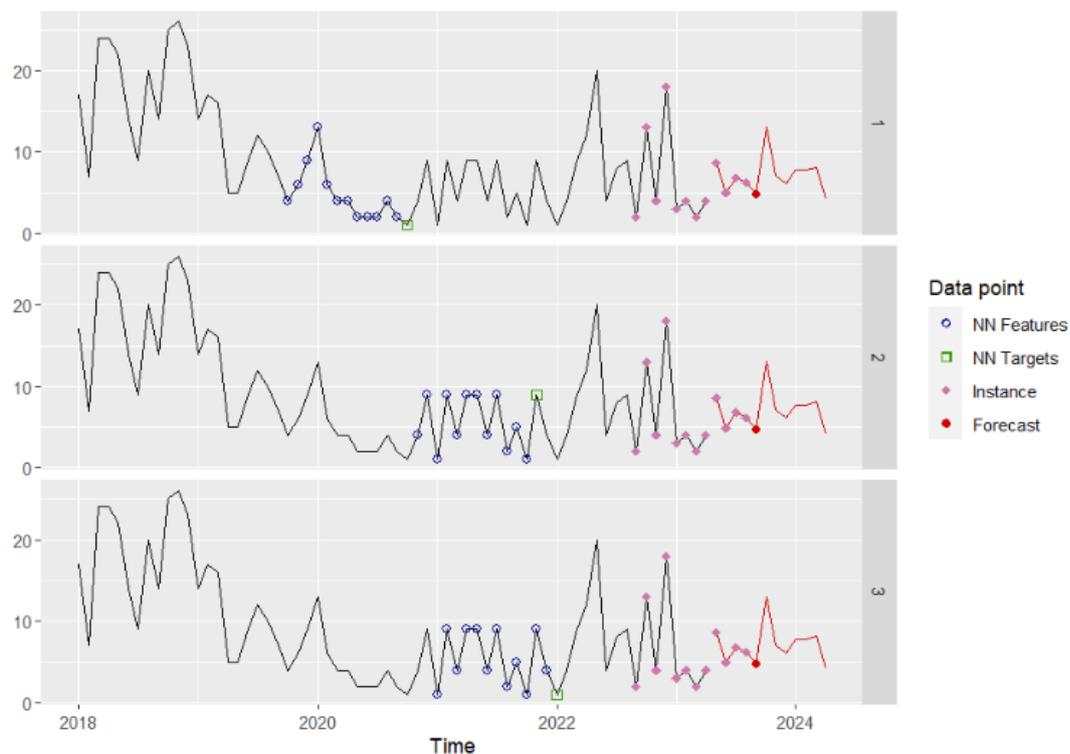
4.3.1.2.3. Método k-NN

Este método K-Nearest Neighbor (k-NN) es un modelo que tiene precisión en sus resultados, se encarga de ir clasificando mediante grupos los datos registrados basado en sus distancias para determinar donde encajan mejor y aportan en el pronóstico de los datos desconocidos permitiendo obtener valores nuevos aproximados a los reales. Los paquetes utilizados en este modelo son: *nnfor*, *ggplot2*, *TSstudio*, *forecast*, *tsfknn* y *readxl*. En el anexo 28 muestra los códigos completos utilizados.

Se tomó como referencia un valor de $k = 3$ mejorando los resultados de la predicción de la demanda. En la figura 28 se indica las 3 iteraciones para realizar el pronóstico y obtener los valores aproximados a los originales.

Figura 28.

Iteraciones obtenidas del modelo k-NN para el SKU_3.



Nota. Fuente: Elaboración propia, obtenido de: Software R Studio.

En la Tabla 20 se encuentra detallado los resultados obtenidos del pronóstico de la demanda que indica las cantidades que se deben producir para 12 meses mediante la aplicación de las iteraciones con los códigos de R.

Tabla 20.

Pronóstico de la demanda Método k-NN.

SKU	May. 2023	Jun. 2023	Jul. 2023	Ago. 2023	Sep. 2023	Oct. 2023	Nov. 2023	Dic. 2023	Ene. 2024	Feb. 2024	Mar. 2024	Abr. 2024
SKU_3	10	2	8	4	2	2	5	3	0	1	3	9
SKU_73	3	4	4	7	9	9	9	9	6	4	4	4
SKU_84	3	6	1	6	6	4	1	5	3	0	0	2
SKU_15	5	5	8	0	4	3	3	2	7	2	2	2
SKU_11	2	1	4	2	2	3	3	2	4	3	1	3
SKU_31	2	4	4	4	3	3	1	1	2	0	5	0
SKU_74	1	3	4	3	2	4	3	2	3	1	4	3
SKU_8	2	2	2	2	2	5	2	0	0	0	0	2
SKU_17	1	2	4	4	4	4	1	2	3	2	2	3
SKU_35	1	3	0	5	3	3	3	1	2	2	0	5
SKU_52	4	2	2	2	2	2	2	1	3	2	2	3
SKU_95	1	6	4	3	3	2	2	2	1	2	3	3
SKU_9	4	2	1	4	2	3	2	2	2	2	1	2
SKU_58	2	4	2	2	2	5	0	3	3	2	2	3
SKU_40	3	3	3	3	2	2	2	3	3	3	3	2
SKU_27	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, en la Tabla 21 se encuentran los errores de pronóstico promedios reflejando la confiabilidad de la predicción y en la Tabla 22 se encuentran los errores de pronóstico detallados de cada SKU.

Tabla 21.

Promedio errores de pronósticos (Método k-NN).

PROMEDIO ERRORES	
RMSE	2,81
MAE	2,31
MAPE	86,76

Nota. Fuente: Elaboración propia.

4.3.1.3. Comparación de errores de pronósticos

Una vez obtenidos los pronósticos de los tres modelos planteados, se debe realizar una comparación para poder elegir el que haya resultado con una menor cantidad de error de raíz cuadrada media (RMSE), la cual indica la desviación estándar de los valores residuales del pronóstico estimando el rendimiento y evaluando el ajuste del modelo. Por lo tanto, el pronóstico con menor RMSE es de 0,35 de redes neuronales identificándolo en la tabla 22 a continuación.

Tabla 22.

Comparativa errores de pronóstico para cada SKU.

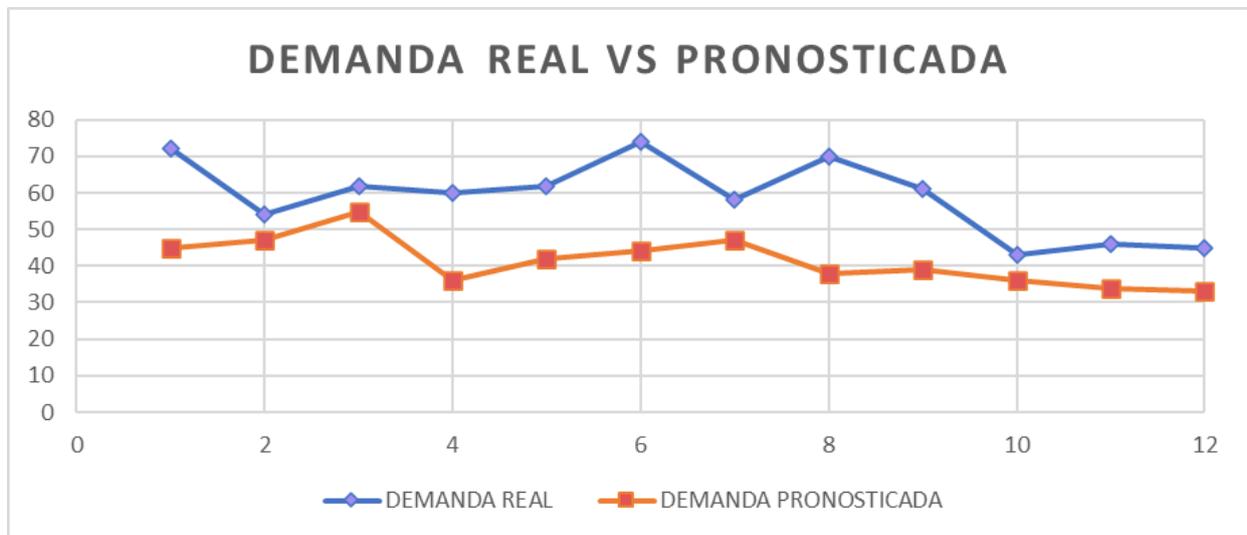
SKU	ARIMA			RNA's			k-NN		
	RMSE	MAE	MAPE	RMSE	MAE	MAPE	RMSE	MAE	MAPE
SKU_3	5,28	4,32	91,98	0,69	0,52	14,55	5,92	4,78	127,31
SKU_73	3,54	2,93	88,80	0,09	0,06	1,87	5,71	4,78	115,39
SKU_84	3,35	2,76	90,51	1,57	1,12	40,22	3,63	3,00	123,25
SKU_15	3,37	2,76	97,43	1,08	0,58	20,88	4,70	3,88	99,37
SKU_11	1,59	1,28	68,41	0,04	0,02	0,66	2,52	2,00	69,12
SKU_31	2,54	2,10	69,41	0,04	0,03	0,80	2,67	2,17	57,30
SKU_74	2,11	1,72	87,18	0,01	0,01	0,36	2,47	2,19	119,53
SKU_8	1,90	1,56	73,72	0,18	0,12	3,57	2,15	1,68	67,17
SKU_17	2,63	2,04	74,09	0,57	0,28	15,17	2,12	1,82	101,12
SKU_35	1,70	1,31	60,61	0,13	0,06	1,65	1,77	1,42	77,10
SKU_52	1,28	0,95	39,69	0,16	0,11	4,89	2,53	2,16	61,35
SKU_95	1,63	1,26	61,02	0,52	0,32	13,45	2,02	1,40	78,58
SKU_9	1,04	0,98	49,17	0,10	0,08	3,00	1,65	1,48	78,92
SKU_58	1,62	1,36	74,96	0,02	0,01	0,31	2,35	1,97	89,32
SKU_40	0,84	0,70	42,46	0,31	0,23	11,92	1,40	1,22	50,04
SKU_27	1,08	0,90	52,27	0,07	0,04	2,11	1,32	1,07	73,32
Promedio	2,22	1,81	70,11	0,35	0,22	8,46	2,81	2,31	86,76

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, en la figura 29 se realizó una gráfica para realizar la comparación entre los datos históricos de los 12 meses anteriores y el pronóstico obtenido.

Figura 29.

Gráfica pronóstico de la demanda vs demanda real.



Nota. Fuente: Elaboración propia.

4.3.2. Modelos de inventario

4.3.2.1. Coeficiente de variación

Mediante la aplicación de los modelos de gestión primero se debe determinar el coeficiente de variación indicando con cuál se debe trabajar: modelos clásicos o heurísticos.

Para ello se utilizó el software R Studio con el código en la figura 30.

Figura 30.

Código en R Studio para el cálculo del coeficiente de variación.

```

195 - #####COEFICIENTE DE VARIACIÓN#####
196
197 Datos <- read_excel("Datos.xlsx")
198 Datos
199
200 CV <- sd(Datos$SKU_3)/mean(Datos$SKU_3)
201 CV
202 - if(CV>0.20) {
203   print("Heuristico")
204 - } else {
205   print("Clasico")
206 - }
207

```

Nota. Fuente: Elaboración propia, obtenido de: Software R Studio.

La forma de evaluarlo es que el resultado del CV (*coeficiente de variación*) sea menor a 0.20 para aplicar modelos clásicos y cuando sea mayor a 0.20 los modelos heurísticos. Los resultados obtenidos con dicho código en cada SKU y con el criterio a realizar se encuentra en la Tabla 23.

Tabla 23.

Resultados del coeficiente de variación.

SKU	CV	MODELO
SKU_3	0,77	Heurístico
SKU_73	0,59	Heurístico
SKU_84	0,60	Heurístico
SKU_15	0,45	Heurístico
SKU_11	0,53	Heurístico
SKU_31	0,48	Heurístico
SKU_74	0,54	Heurístico
SKU_8	0,51	Heurístico
SKU_17	0,69	Heurístico
SKU_35	0,49	Heurístico
SKU_52	0,49	Heurístico
SKU_95	0,61	Heurístico
SKU_9	0,40	Heurístico
SKU_58	0,49	Heurístico
SKU_40	0,35	Heurístico
SKU_27	0,46	Heurístico

Nota. Fuente: Elaboración propia.

En este caso, la demanda es variable debido a que no se mantiene una clientela específica, los clientes van según se averíe su vehículo, por ello, todos los SKU obtuvieron un resultado mayor a la condición de 0.20 determinando que se realizará la aplicación de los modelos heurísticos Silver Meal y Wagner Whitin.

4.3.2.2. Modelos heurísticos de inventario

En base a los resultados del coeficiente de variación se obtuvo que todos los SKU deben aplicar modelos heurísticos Silver Meal y Wagner Whitin.

4.3.2.2.1. Modelo Silver-Meal

Se aplica este modelo para las demandas variables, permitiendo en cada periodo pronosticado, que es la cantidad óptima de ordenar, la obtención de menores costos de mantenimiento y de ordenar alcanzando óptimos resultados al control del inventario. Este modelo se aplicó a los SKU por familias, del anexo 29 hasta el anexo 43 se encuentra el modelo realizado a cada uno de los SKU y en la figura 31 se encuentra los resultados del SKU_3, se visualiza que existe ruptura de inventario en el mes de octubre, esto indica que se debe generar ordenes de producción nuevas permitiendo la satisfacción de la demanda objetivo de cada uno de los periodos.

Figura 31.

Resultados de la aplicación del Modelo Silver-Meal para el SKU_3.

COSTO DE ORDENAR		COSTO DE MANITENER		COSTO UNITARIO															
S21,54		S1,24		S17,69															
T	DEMANDA	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 DE FILA	CT	CT UT			
may-23	11	S21,54												S21,54	S21,54	S21,54			
jun-23	12		\$14,88											\$14,88	\$36,42	\$18,21			
jul-23	10			\$24,80										\$24,80	\$61,22	\$30,41			
ago-23	4				\$14,88									\$14,88	\$76,10	\$19,03			
sep-23	4					\$19,84								\$19,84	\$95,94	\$19,19			
oct-23	6						\$37,20							\$37,20	\$133,14	\$22,19			
nov-23	5							\$37,20						\$37,20	\$170,34	\$24,33			
dic-23	4								\$34,72					\$34,72	\$205,06	\$26,63			
ene-24	3									\$29,76				\$29,76	\$234,82	\$26,09			
feb-24	3										\$33,48			\$33,48	\$268,30	\$26,83			
mar-24	3											\$37,20		\$37,20	\$305,50	\$27,77			
abr-24	2												\$27,28	\$27,28	\$332,78	\$27,73			
T	DEMANDA	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 DE FILA	CT	CT UT			
jul-23	10	S21,54												S21,54	S21,54	S21,54			
ago-23	4		\$4,96											\$4,96	\$26,50	\$13,25			
sep-23	4			\$9,92										\$9,92	\$36,42	\$12,14			
oct-23	6				\$22,32									\$22,32	\$58,74	\$14,69			
nov-23	5					\$24,80								\$24,80	\$108,34	\$18,06			
dic-23	4						\$24,80							\$24,80	\$130,66	\$18,67			
ene-24	3							\$22,32						\$22,32	\$156,70	\$19,59			
feb-24	3								\$26,04					\$26,04	\$186,46	\$20,72			
mar-24	3									\$29,76				\$29,76	\$208,78	\$20,88			
abr-24	2										\$22,32			\$22,32	\$208,78	\$20,88			
T	DEMANDA	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 DE FILA	CT	CT UT			
oct-23	6	S21,54												S21,54	S21,54	S21,54			
nov-23	5		\$6,20											\$6,20	\$27,74	\$13,87			
dic-23	4			\$9,92										\$9,92	\$37,66	\$12,55			
ene-24	3				\$11,16									\$11,16	\$48,82	\$12,21			
feb-24	3					\$14,88								\$14,88	\$63,70	\$12,74			
mar-24	3						\$18,60							\$18,60	\$82,30	\$13,72			
abr-24	2							\$14,88						\$14,88	\$97,18	\$13,88			
T	DEMANDA	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 DE FILA	CT	CT UT			
feb-24	3	S21,54												S21,54	S21,54	S21,54			
mar-24	3		\$3,72											\$3,72	\$25,26	\$12,63			
abr-24	2			\$4,96										\$4,96	\$30,22	\$10,07			

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Una vez realizado el modelo, en la Tabla 24 se encuentran las cantidades de pedidos óptimas para poder cumplir con esa demanda prevista y la definición de los costos que se aplicaran como política de inventario tomando en cuenta costos de preparación y mantener el inventario, con un total acumulado y variable de los costos el cual es de USD 151,88.

Tabla 24.

Planificación obtenida mediante el Modelo Silver-Meal para el SKU_3.

FECHA	REQUERIMIENTOS	CANTIDAD DE ORDEN	INVENTARIO FINAL	COSTO MTO	COSTO DE PREPARACIÓN	COSTO ARTÍCULO	COSTO TOTAL ACUMULADO
May – 2023	11	23	12	USD 14,88	USD 21,54	USD 194,59	USD 36,42
Jun – 2023	12		0	USD 0,00	USD 0,00	USD 212,28	USD 36,42
Jul – 2023	10	18	8	USD 9,92	USD 21,54	USD 176,90	USD 67,88
Ago – 2023	4		4	USD 4,96	USD 0,00	USD 70,76	USD 72,84
Sep – 2023	4		0	USD 0,00	USD 0,00	USD 70,76	USD 72,84
Oct – 2023	6	18	12	USD 14,88	USD 21,54	USD 106,14	USD 109,26
Nov – 2023	5		7	USD 8,68	USD 0,00	USD 88,45	USD 117,94
Dic – 2023	4		3	USD 3,72	USD 0,00	USD 70,76	USD 121,66
Ene – 2024	3		0	USD 0,00	USD 0,00	USD 53,07	USD 121,66
Feb – 2024	3	8	5	USD 6,20	USD 21,54	USD 53,07	USD 149,40
Mar – 2024	3		2	USD 2,48	USD 0,00	USD 53,07	USD 151,88
Abr – 2024	2		0	USD 0,00	USD 0,00	USD 35,38	USD 151,88

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Este mismo proceso se realizó para cada SKU en la Tabla 25, indicando los costos totales obtenidos del acumulado calculado en el modelo en base a los costos de mantener y ordenar el inventario.

Tabla 25.

Resumen de los costos totales del modelo Silver-Meal para cada SKU.

SKU	COSTO TOTAL ACUMULADO
SKU_3	USD 151,88
SKU_73	USD 85,62
SKU_84	USD 80,29
SKU_15	USD 102,77
SKU_11	USD 167,54
SKU_31	USD 115,22
SKU_74	USD 100,11
SKU_8	USD 113,46
SKU_17	USD 67,50
SKU_35	USD 130,88
SKU_52	USD 224,39
SKU_95	USD 105,32
SKU_9	USD 102,24
SKU_58	USD 109,87
SKU_40	USD 110,34
SKU_27	USD 131,01
TOTAL	USD 1.898,44

Nota. Fuente: Elaboración propia.

4.3.2.2.2. Modelo Wagner Whitin

El modelo Wagner Whitin es un algoritmo que utiliza la demanda pronosticada planificando la producción, mejorando y minimizando los costos de preparar y mantener el inventario dando como resultado el costo total que se invertirá en cada periodo y el costo acumulado que permitirá identificar la cantidad exacta con la que se manejarán las órdenes. Se lo utiliza para mejor eficacia en el Software R Studio, aplicando los paquetes de la librería: *SCperf*, indicado en la figura 32.

Figura 32.

Resultados de la aplicación del Modelo Wagner Whitin para el SKU_3.

```
TVC:
[1] 150.64

Solution:
      [,1] [,2] [,3] [,4] [,5] [,6] [,7] [,8] [,9] [,10] [,11] [,12]
[1,] 21.54  NA   NA
[2,] 36.42 43.08  NA   NA   NA   NA   NA   NA   NA   NA   NA   NA
[3,] 61.22 55.48 57.96  NA   NA   NA   NA   NA   NA   NA   NA   NA
[4,] 76.10 65.40 62.92 77.02  NA   NA   NA   NA   NA   NA   NA   NA
[5,] 95.94 80.28 72.84 81.98 84.46  NA   NA   NA   NA   NA   NA   NA
[6,] 133.14 110.04 95.16 96.86 91.90 94.38  NA   NA   NA   NA   NA   NA
[7,] 170.34 141.04 119.96 115.46 104.30 100.58 113.44  NA   NA   NA   NA   NA
[8,] 205.06 170.80 144.76 135.30 119.18 110.50 118.40 122.12  NA   NA   NA   NA
[9,] 234.82 196.84 167.08 153.90 134.06 121.66 125.84 125.84 132.04  NA   NA   NA
[10,] 268.30 226.60 193.12 176.22 152.66 136.54 137.00 133.28 135.76 143.20  NA   NA
[11,] 305.50 260.08 222.88 202.26 174.98 155.14 151.88 144.44 143.20 146.92 154.82  NA
[12,] 332.78 284.88 245.20 222.10 192.34 170.02 164.28 154.36 150.64 151.88 157.30 164.74
```

Nota. Fuente: Elaboración propia.

En la figura 33 muestra el resultado obtenido del SKU_3, el costo total variable se presenta en el cuadro de código para cada periodo y así mismo, las ordenes de producción permiten cumplir con la demanda prevista representando que el menor costo total (TVC) es de USD 150,64.

Figura 33.

Planificación obtenida mediante el Modelo Wagner Whitin para el SKU_3.

FECHA	REQUERIMIENTOS	CANTIDAD DE ORDEN	INVENTARIO FINAL	COSTO MTTO	COSTO DE PREPARACIÓN	COSTO TOTAL ACUMULADO
May – 2023	11	23	12	USD 14,88	USD 21,54	USD 36,42
Jun – 2023	12		0	USD 0,00	USD 0,00	USD 36,42
Jul – 2023	10	18	8	USD 9,92	USD 21,54	USD 67,88
Ago – 2023	4		4	USD 4,96	USD 0,00	USD 72,84
Sep – 2023	4		0	USD 0,00	USD 0,00	USD 72,84
Oct – 2023	6	15	9	USD 11,16	USD 21,54	USD 105,54
Nov – 2023	5		4	USD 4,96	USD 0,00	USD 110,50
Dic – 2023	4		0	USD 0,00	USD 0,00	USD 110,50
Ene – 2024	3	11	8	USD 9,92	USD 21,54	USD 141,96
Feb – 2024	3		5	USD 6,20	USD 0,00	USD 148,16
Mar – 2024	3		2	USD 2,48	USD 0,00	USD 150,64
Abr – 2024	2		0	USD 0,00	USD 0,00	USD 150,64

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, en la Tabla 26 se encuentran los costos totales obtenidos de cada SKU a modo de resumen. En el anexo 44 se detalla el código utilizado para el cálculo del modelo y desde el anexo 45 hasta el anexo 59 se muestra los resultados del algoritmo para cada SKU.

Tabla 26.

Resumen de los costos totales del modelo Wagner Whitin para cada SKU.

SKU	COSTO TOTAL VARIABLE
SKU_3	USD 150,64
SKU_73	USD 80,58
SKU_84	USD 87,61
SKU_15	USD 98,03
SKU_11	USD 159,38
SKU_31	USD 115,22
SKU_74	USD 104,66
SKU_8	USD 112,80
SKU_17	USD 51,88
SKU_35	USD 127,44
SKU_52	USD 224,28
SKU_95	USD 91,18
SKU_9	USD 101,25
SKU_58	USD 108,06
SKU_40	USD 120,50
SKU_27	USD 131,01
TOTAL	USD 1.864,52

Nota. Fuente: Elaboración propia.

4.3.3. Nivel de servicio mejorado

Para la mejora del nivel de servicio se toma como referencia las unidades solicitadas de los meses vigentes de mayo y junio, con la demanda pronosticada que resultó óptima se toma como unidades solicitadas. Se pretende calcular el porcentaje de cumplimiento obtenido en la Tabla 27 dando un resultado de 91,25%, indicando que el nivel de servicio es muy alto al ser mayor a 90%.

Tabla 27.

Mejora del nivel de servicio.

FECHA	UNIDADES SOLICITADAS	UNIDADES CUMPLIDAS	% CUMPLIMIENTO
Mayo – 2023	40	45	87,50%
Junio – 2023	49	47	100%
TOTAL	87	92	93,75%

Nota. Fuente: Elaboración propia.

4.4. Fase Verificar

Dentro de esta fase se evalúan los resultados del pronóstico para poder determinar si este es efectivo o los resultados no fueron los esperados, realizando una comparativa entre la demanda pronosticada y la real.

4.4.1. Cálculo de la eficiencia de los pronósticos

Para evaluar la certeza del pronóstico se realiza una comparativa entre la demanda real y pronosticada de los meses del presente año en los que ya se han generado ventas, en este caso, el mes de mayo y junio aplicando la ecuación de la efectividad, se sigue el criterio de que el resultado más cercano al 100% es óptimo con un rango de $\pm 10\%$, es decir entre 90% y 110%. Así mismo, se identifica que si se obtiene un valor $< 100\%$ la demanda pronosticada es mayor que la real y si este es $> 100\%$ entonces la demanda real es mayor a la predicción.

En la Tabla 28 se puede observar los resultados obtenidos de la comparativa de cada SKU y como resultado final se obtuvo un valor de 95% de eficiencia promedio encontrándose dentro del rango especificado, es decir, el pronóstico es óptimo. Así mismo, se calculó el error porcentual medio absoluto (MAPE) que determina la desviación de los datos pero en términos porcentuales, en este caso, esta toma de referencia la demanda real y proyectada para el cálculo obteniendo un valor promedio total de 2,87%, es decir, al ser un error <5%, los datos son más confiables y cercanos a la realidad, en este caso, el error se presenta debido a que la demanda durante esos meses fue baja.

Tabla 28.

Eficiencia del pronóstico.

SKU	DEMANDA REAL	DEMANDA PROYECTADA	CÁLCULO EFICIENCIA	Error Porcentual Medio Absoluto (MAPE)
SKU_3	14	23	61%	32,14%
SKU_73	2	1	150%	16,67%
SKU_84	5	5	100%	0%
SKU_15	7	6	117%	7,14%
SKU_11	6	5	120%	8,33%
SKU_31	6	6	100%	0%
SKU_74	3	2	125%	10%
SKU_8	2	2	100%	0%
SKU_17	5	4	125%	10%
SKU_35	7	4	175%	21,43%
SKU_52	6	7	86%	8,33%
SKU_95	7	8	88%	7,14%
SKU_9	6	5	120%	8,33%
SKU_58	4	5	80%	12,50%
SKU_40	5	5	100%	0%
SKU_27	3	4	75%	16,67%
TOTAL	87	92	95%	2,87%

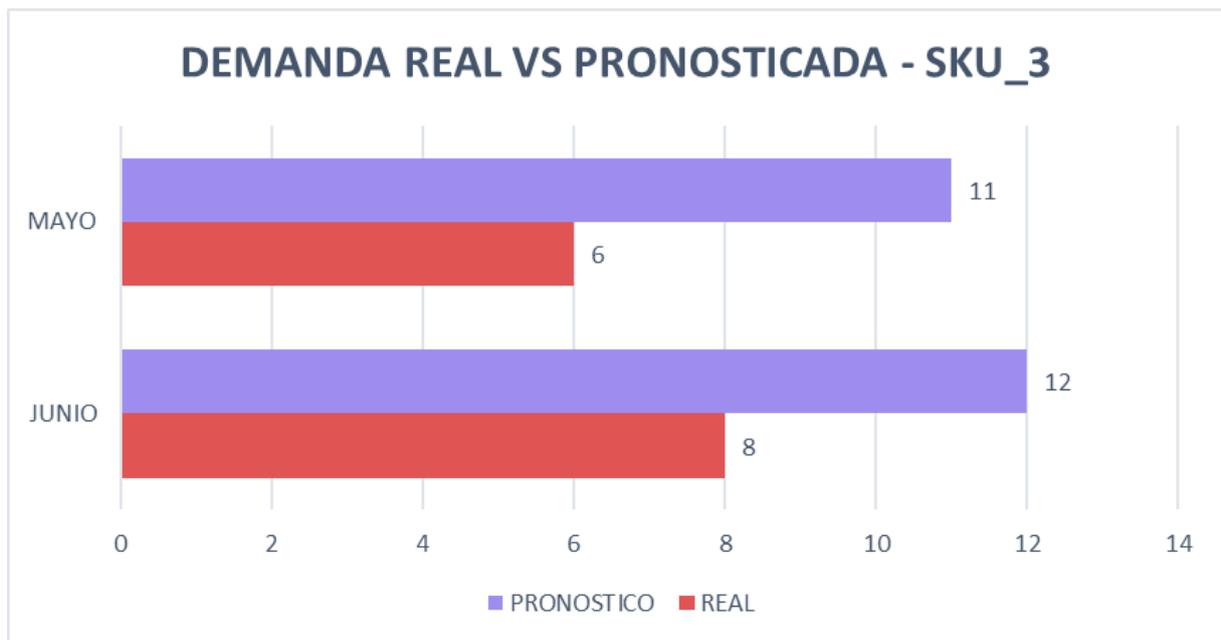
Nota. Fuente: Elaboración propia.

Al realizar la comparativa entre las demandas del mes de mayo y junio de cada SKU se identificó que los SKU_84, SKU_31, SKU_8 y SKU_40 tienen una eficiencia del 100%, es decir, los valores del pronóstico son óptimos y acertados con los reales.

Finalmente, en la figura 34 se representa los valores del SKU_3 para el mes de mayo y junio, identificando que los datos del valor real son menores al pronóstico, por ello, se obtuvo un error del 32,14%.

Figura 34.

Gráfico comparativa demanda real vs proyectada SKU_3.



Nota. Fuente: Elaboración propia.

4.5. Fase Actuar

Para esta fase se realizó un plan de acción en la Tabla 29, indicando propuestas de mejora que aporten una solución óptima a los problemas encontrados anteriormente en el Diagrama Ishikawa (Figura 14) permitiendo la mejora significativa de la gestión de inventarios.

Tabla 29.

Plan de Acción.

		PLAN DE ACCIÓN		
OBJETIVO	Establecer estrategias de abastecimiento y almacenamiento que permitan gestionar los inventarios de forma eficiente.			
MEDICIÓN				
PROBLEMA	DESCRIPCIÓN LA ACCIÓN	RESPONSABLE	INDICADORES APLICABLES	BENEFICIOS OBTENIDOS
No manejan mediciones acerca de los costos de inventario	Implementar políticas de inventario que permitan determinar con mayor exactitud el cálculo de los costos asociados.	Administración	<ul style="list-style-type: none"> • Costo de mantener. • Costo de ordenar. • Costo de adquisición. 	Mejora en la toma de decisiones al momento de realizar la compra de los productos sin existencias en almacén.
No se realizan procesos de inspección para verificar los productos en stock	Hacer controles periódicos con el objetivo de validar la cantidad real de los productos en el almacén con los del sistema contable.	Administración, Ayudante de bodega	$\frac{\text{Cantidad total almacenada.}}{\text{Cantidad total existente en el sistema}} \times 100$	Mayor capacidad de almacenamiento para productos de la categoría A y B.
No cuentan con indicadores de inventario.	Implementar indicadores que permitan identificar desviaciones en la demanda.	Administración	$\frac{\text{Pedidos Rechazados}}{\text{Total de Órdenes de Compra recibidas}} \times 100$	
MÉTODO DE TRABAJO				
PROBLEMA	DESCRIPCIÓN LA ACCIÓN	RESPONSABLE	INDICADORES APLICABLES	BENEFICIOS OBTENIDOS
No utilizan como método de trabajo los pronósticos de la demanda.	Implementar políticas de inventario que permitan pronosticar la demanda.	Administración	$\frac{\text{Demanda Real}}{\text{Demanda Pronosticada}} \times 100$	Planificaciones para abastecer la demanda futura.

No tienen definido políticas de inventario.	Implementar políticas de inventario mediante modelos heurísticos y determinísticos.	Administración	$\frac{\text{Cantidad ahorro con modelo aplicado}}{\text{Costo sin modelo aplicado}} \times 100$	Disminución de los costos asociados al inventario y mejoras significativas en la planificación de la demanda.
MEDIO AMBIENTE				
PROBLEMA	DESCRIPCIÓN LA ACCIÓN	RESPONSABLE	INDICADORES APLICABLES	BENEFICIOS OBTENIDOS
Exceso de productos de bajo costo que no generan utilidad (Categoría C).	Realizar compras bajo pedido solo para este tipo de productos. Realizar inspección del almacén para quitar estos productos y ofrecerlos a reciclaje o rebajas.	Administración Administración, Ayudante de bodega	$\frac{\text{Cantidad productos categoría C almacenados}}{\text{Total de productos}} \times 100$	Mayor capacidad de almacenamiento para productos de la categoría A y B.
MATERIALES				
PROBLEMA	DESCRIPCIÓN LA ACCIÓN	RESPONSABLE	INDICADORES APLICABLES	BENEFICIOS OBTENIDOS
No todos los productos ofertados se encuentran en stock.	Planificación de compras en función de la cantidad necesaria para satisfacer la demanda de los clientes.	Administración	$\frac{\text{Pedidos completados}}{\text{Total de pedidos}} \times 100$	Reducción de costos de envío y aumento del nivel de servicio.
MAQUINARIA				
PROBLEMA	DESCRIPCIÓN LA ACCIÓN	RESPONSABLE	INDICADORES APLICABLES	BENEFICIOS OBTENIDOS
El Sistema Contable no cuenta con una clasificación de los productos por marcas de automóvil.	Implementar dentro de este sistema nuevos grupos de familias por marcas de automóvil.	Administración	$\frac{\text{Cantidad de familias almacenadas}}{\text{Cantidad de familias en el sistema}} \times 100$	Mejor control y optimización del tiempo en los procesos de ingresos y salidas de inventario.

Nota. Fuente: Elaboración propia.

4.6. Análisis y comparación de resultados

4.6.1. Comparación resultados Métodos Heurísticos vs Método Actual.

Para determinar cuál es el modelo que se tomará (Silver Meal o Wagner Whitin) se realizó el análisis del Costo total anual obtenido por ambos modelos mediante una comparación en la Tabla 30, identificando cuál representa menor costo. En este caso, se opta escoger como política de inventario el método Wagner Whitin con un total de USD 1.864,52.

Tabla 30.

Comparativa entre los modelos Silver Meal vs Wagner Whitin.

SKU	SILVER MEAL	WAGNER WHITIN
SKU_3	USD 151,88	USD 150,64
SKU_73	USD 85,62	USD 80,58
SKU_84	USD 80,29	USD 87,61
SKU_15	USD 102,77	USD 98,03
SKU_11	USD 167,54	USD 159,38
SKU_31	USD 115,22	USD 115,22
SKU_74	USD 100,11	USD 104,66
SKU_8	USD 113,46	USD 112,80
SKU_17	USD 67,50	USD 51,88
SKU_35	USD 130,88	USD 127,44
SKU_52	USD 224,39	USD 224,28
SKU_95	USD 105,32	USD 91,18
SKU_9	USD 102,24	USD 101,25
SKU_58	USD 109,87	USD 108,06
SKU_40	USD 110,34	USD 120,50
SKU_27	USD 131,01	USD 131,01
TOTAL	USD 1.898,44	USD 1.864,52

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Así mismo, se realizó una comparativa en la Tabla 31 entre el costo total anual con la aplicación del modelo de inventario y el costo real obtenido sin el modelo de inventario. En base a esto, se determinó que al aplicar esta política se ahorra un 58,29%, es decir USD 2.605,77.

Tabla 31.*Comparativa Costo del modelo vs Costo real.*

COSTO APLICANDO MODELO DE INVENTARIO	COSTO REAL SIN MODELO DE INVENTARIO	AHORRO	% AHORRO
USD 1.864,52	USD 4.470,29	USD 2.605,77	58,29%

Nota. Fuente: Elaboración propia.**4.6.2. Comparación resultados Nivel de servicio mejorado vs actual.**

Los niveles de servicio anteriores resultaron poco eficientes, en este caso con la demanda pronosticada que resultó óptima se pretende realizar una comparación para determinar la mejora que existe entre el porcentaje de cumplimiento del año anterior y el actual en la Tabla 32.

Tabla 32.*Comparativa Nivel de servicio actual vs mejora.*

FECHA	%	CATEGORÍA CUALITATIVA DEL NSC
2022	74.19%	Nivel de servicio medio
2023	93,75%	Nivel de servicio muy alto

Nota. Fuente: Elaboración propia.

CONCLUSIONES

- Mediante la recopilación de bases teóricas referente al manejo del inventario para repuestos de vehículos se determinó que este tipo de productos al ser clasificados correctamente permiten a la empresa definir cuál será su política de inventario. Se recopiló información referente a los modelos heurísticos, logrando sustentar el diseño del sistema de gestión de inventarios.
- Se realizó el diagnóstico de la situación actual de la Importadora Pineda Cía. Ltda. logrando determinar los costos relacionados con el inventario, el índice de rotación da un resultado de 2,32 indicando que la rotación es baja; de igual manera, se determinó que manejan 95 familias de productos a las que se aplicó la matriz triple criterio y se encontraron 16 SKU en la categoría triple A (AAA), los cuales representan el 80% del total de los ingresos económicos. Finalmente, se identificó que la empresa maneja un nivel de servicio medio del 70%.
- El diseño de gestión de inventario se realizó en el software Minitab para normalizar los datos y en R-Studio, se analizó la estacionalidad mediante la diferenciación cumpliendo con el 100% de estacionariedad de cada SKU. Así mismo, se realizó el cálculo de los pronósticos, el de menor error RMSE es el de redes neuronales con un valor de 0,35, por lo que se tomaron dichos datos en la aplicación de los modelos de inventarios. Al realizar el coeficiente de variación se obtuvo que todos los SKU deben trabajar con modelos heurísticos; mediante la aplicación de estos, se identificó que el modelo Wagner Whitin minimiza los costos logísticos a USD 1.864,52 con un ahorro de USD 2.605,77 y en términos porcentuales del 58,29%. Finalmente, el nivel de servicio mejoró significativamente y pasó a ser un nivel muy alto con un valor de 93,75%.

RECOMENDACIONES

- Extender el estudio del análisis de la demanda a las demás familias para que la empresa tenga una mejor planificación y control con respecto al inventario, ya que solo se realizó la investigación con las familias de productos de categoría triple A (AAA).
- Para implementar la propuesta del modelo se debe tomar en cuenta distintos factores como el pronóstico a corto y mediano plazo permitiendo que el modelo se ajuste mejor a la demanda real y se adapte a la incorporación de nuevos productos adquiridos por la empresa.
- Realizar un plan estratégico de la empresa para determinar las metas a corto, mediano y largo plazo que permita disminuir los riesgos e incertidumbre en el mercado debido al segmento de mercadería que venden.

REFERENCIAS

ACACIA Technologies. (31 de julio de 2019). *Cómo organizar un almacén de repuestos*.

Recuperado el 27 de junio de 2023, de ACACIA Technologies:

<https://acaciatec.com/como-organizar-almacen-repuestos/>

Aguero Zardón, L., Urquiola García, I., & Martínez Delgado, E. (2016, abril 15). Propuesta

de procedimiento para la gestión de inventarios. *Revista Técnica Administrativa*,

15(2), pp. 1666-1680. <http://www.cyta.com.ar/ta1502/v15n2a2.htm>

Betancourt, D. (24 de septiembre de 2017). *Modelos determinísticos de inventario: ¿Cuáles*

son y cómo se realizan? Recuperado el 08 de septiembre de 2023, de Ingenio

Empresa: www.ingenioempresa.com/modelos-deterministicos-de-inventario

Betancourt, D. (16 de mayo de 2018). *Sistema de revisión continua de inventarios:*

Definición, métodos y ejemplos. Recuperado el 07 de abril de 2023, de Ingenio

Empresa: <https://www.ingenioempresa.com/sistema-de-revision-continua/>

Bowersox, D., Closs, D., & Cooper, B. (2007). *Administración y logística en la cadena de*

suministros. Mc Graw Hill.

https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w25775w/L1LT123_S1_01.pdf

Bustos, C., & Chacón, G. (septiembre de 2012). Modelos determinísticos de inventarios para

demanda independiente. *Revista Scielo: contaduría y administración*, 57(03).

http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0186-

10422012000300011

Calzado, D. (2020). La gestión logística de almacenes en el desarrollo de los operadores

logísticos. *Ciencias Holguín*, 26(1), pp. 59-73.

<https://www.redalyc.org/journal/1815/181562407005/>

Cervantes, D. (10 de septiembre de 2023). *Ciclo de Deming (PHVA)*. Obtenido de Canva:
https://www.canva.com/design/DAFqgaNaMoo/FWy7Yqnk3nxfrY6WCjLk1Q/view?utm_content=DAFqgaNaMoo&utm_campaign=designshare&utm_medium=link&utm_source=publishsharelink

Cervantes, D. (20 de julio de 2023). *Gestión de Stock Eficiente*. Recuperado el 10 de septiembre de 2023, de Canva:
https://www.canva.com/design/DAFIVK86_HA/OzsrKSujgJZ_RJ4AIh3HEg/view?utm_content=DAFIVK86_HA&utm_campaign=designshare&utm_medium=link&utm_source=publishsharelink

Consejo Nacional de Competitividad [CNC]. (2018). *Índice de Desempeño Logístico 2018*.
<http://www.competitividad.org.do/wp-content/uploads/2018/07/%C3%8Dndice-de-Desempe%C3%B1o-Log%C3%ADstico-2018-Final.pdf>

Díaz, V. (10 de octubre de 2017). *La demanda y la oferta*.
<https://economiai.wordpress.com/2017/10/10/la-demanda-y-la-oferta/>

DispatchTrack. (30 de agosto de 2020). *Ciclo de Deming: ejemplos, etapas, importancia, ventajas y desventajas*. Recuperado el 10 de septiembre de 2023, de DispatchTrack:
<https://www.beetrack.com/es/blog/ciclo-phva-ejemplo-log%C3%ADstica-%C3%BAltima-mill>

DocerArgentina. (27 de agosto de 2019). *Capítulo II Definición de la demanda*. Obtenido de DocerArgentina: <https://docer.com.ar/doc/xsnnx8>

EMIS. (13 de diciembre de 2021). *IMPORTADORA PINEDA CÍA. LTDA. (ECUADOR)*. Recuperado el 06 de abril de 2023, de https://www.emis.com/php/company-profile/EC/Importadora_Pineda_C_Ltda_es_3961727.html

- Equipo de redacción de Drew. (03 de abril de 2021). *Los pronósticos de demanda para optimizar niveles de inventario*. Obtenido de Drew: <https://blog.wearedrew.co/los-pronosticos-de-demanda-para-optimizar-niveles-de-inventario>
- Equipo Evidence. (01 de octubre de 2021). *Costos de inventarios*. Obtenido de Evidence: <https://www.evidencetec.com/recursos/conocimiento/costos-de-inventarios?lang=es>
- Erazo Portilla, C., Robles Quiñonez, D., Cifuentes Quiñonez, L., & Saquisari Armijos, D. (2021, febrero 16). Auditoría integral en inventarios y costos de ventas en negocios del Cacao Ecuatoriano. *Revista de Ciencias Sociales (Ve)*, 27(3), 391-403. <https://www.redalyc.org/journal/280/28068276030/movil/>
- Hernández Cruz, S. (25 de junio de 2020). *Coefficiente de Variación* [Diapositiva PowerPoint]. https://www.uaeh.edu.mx/division_academica/educacion-media/repositorio/2010/6- semestre/estadistica/coeficiente-de-variacion.pdf
- IMF Smart Education. (27 de marzo de 2018). *Análisis ABC en logística: cómo se hace y cuáles son sus ventajas*. <https://blogs.imf- formacion.com/blog/logistica/logistica/analisis-abc-logistica-ventajas/>
- Lemus Osorio, S. (2020). *Aportes de la formación en el método analítico al ejercicio clínico psicológico, según egresados de la Universidad EAFIT* [Tesis de Grado, Universidad EAFIT]. https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/24648/Santiago_LemusOsorio_2020.pdf?sequence=2&isAllowed=y#:~:text=El%20m%C3%A9todo%20anal%C3%ADtico%20es%20el,discurso%20que%20se%20est%C3%A1%20analizando.
- Martínez Pérez, Y. (20 de julio de 2020). *Hoja de diagnóstico y análisis Industrial* [Archivo de Vídeo]. Obtenido de Youtube:

<https://www.youtube.com/watch?v=1Y2yAOC8X8E&list=PLJ9pOInXF06xfV6ONQX0rOEyGSA7q6ALT&index=4>

Mayorquin, E. (2020). *Modelos de Pronósticos*. Obtenido de Studocu:

<https://www.studocu.com/latam/document/universidad-de-las-americas-nicaragua/contabilidad-gubernamental/modelo-de-pronosticos-apuntes-1/9238889>

MECALUX ESMENA. (15 de junio de 2021). *Nivel de servicio: variable logística para priorizar la satisfacción del cliente*. <https://www.mecalux.es/blog/nivel-de-servicio#:~:text=El%20nivel%20de%20servicio%2C%20denominado,suficiente%20para%20abastecer%20la%20demanda>

Mira Galiana, J. (30 de septiembre de 2021). *Rotación de stock: qué es, cómo se calcula y cómo mejorar su eficiencia*. Obtenido de TOYOTA Material Handling:

<https://blog.toyota-forklifts.es/rotacion-stock-que-es-como-se-calcula-como-mejorar-eficiencia#:~:text=En%20definitiva%2C%20el%20%20C3%ADndice%20de,de%20las%20mercanc%C3%ADas%20del%20almac%C3%A9n>.

MPsoftware. (9 de septiembre de 2022). *¿Qué es un Sistema de Inventario de Repuestos?*

<https://mpsoftware.com.mx/que-es-un-sistema-de-inventario-de-repuestos/>

PRICING. (s.f.). *Precisión del Pronóstico*. Recuperado el 02 de marzo de 2023, de

<https://www.pricing.cl/conocimiento/precision-del-pronostico/#:~:text=El%20error%20del%20pron%C3%B3stico%20o,valor%20que%20se%20hab%C3%ADa%20pronosticado>

Rigoberto, P. (14 de diciembre de 2009). *Modelos de pronósticos y proyección*. Obtenido de

scribd: <https://es.scribd.com/doc/24196647/Informe-Metodos-de-pronosticos>

- Rivera, A. (16 de diciembre de 2017). *Modelo autorregresivo integrado de media móvil - ARIMA*. https://rstudio-pubs-static.s3.amazonaws.com/342393_dfa93f0337784d0285939acce5da8a0f.html
- Rodríguez, J., & Vidal, C. (09 de junio de 2011). Un método heurístico para el control de inventarios de productos de corto ciclo de vida. *Revista Científica y Tecnológica*, 11(7), 37-55. <https://doi.org/https://doi.org/10.25100/iyc.v11i1.2469>
- Serrato, C. (16 de noviembre de 2021). *¿Cuáles son los modelos de control de inventario?* Obtenido de INMEDIATUM: <https://inmediatum.com/blog/estrategia/cuales-son-los-modelos-de-control-de-inventario/#:~:text=La%20importancia%20de%20los%20modelos,expl%C3%ADcite%20qu%C3%A9%20cantidad%20se%20requiere>.
- Támara, A., Vargas, H., Joaquín, J., & Chica, I. (2019, julio 18). Regresión logística y redes neuronales como herramientas para realizar un modelo Scoring. *Revista Lasallista de Investigación*, 16(1), 187-200. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1794-44492019000100187
- Tenorio, P. (06 de marzo de 2019). *Estacionalidad y Marketing ... ¿Sabes cómo están vinculados?* <https://pablotenorio.com/estacionalidad-y-marketing/>
- Weistreicher, G. (01 de junio de 2021). *Tipos de inventario*. Obtenido de economipedia: <https://economipedia.com/definiciones/tipos-de-inventario.html>

ANEXOS

Anexo 1. Ingresos generados enero 2018 – marzo 2023 por marcas.

MARCA	CANTIDAD INVENTARIO	TOTAL VENTAS
CHEVROLET	8385	USD 257.472,26
MAZDA	3352	USD 116.409,05
VARIOS	7052	USD 113.066,92
TOYOTA	3438	USD 97.968,91
FORD	2794	USD 67.933,07
ISUZU	1668	USD 64.102,99
NISSAN	1605	USD 50.131,86
MITSUBISHI	1275	USD 38.162,33
HYUNDAI	771	USD 33.874,14
DATSUN	1169	USD 18.002,41
HINO	499	USD 14.650,57
KIA	462	USD 14.618,31
SUZUKI	291	USD 11.612,17
DAIHATSU	212	USD 8.440,47
GREAT WALL	115	USD 4.505,05
DAEWOO	92	USD 3.047,51
VOLKSWAGEN	29	USD 1.880,02
BOSCH	14	USD 1.750,01
HONDA	37	USD 1.431,02
DODGE	37	USD 880,98
JEEP	42	USD 551,51
RENAULT	11	USD 274,02
MERCEDES BENZ	13	USD 99,01
SKODA	11	USD 98,03
KENWORTH	2	USD 69,00
FIAT	10	USD 49,95
PEUGEOT	2	USD 25,00
LADA	2	USD 25,00
VOLVO	1	USD 20,00
LAND ROVER	1	USD 12,00
BMW	0	USD 0,00
YAMAHA	0	USD 0,00
SUBARU	0	USD 0,00
MONARK	0	USD 0,00
TOTAL	33.391,07	USD 921.163,57

Anexo 2. Clasificación del inventario por familias.

COD_FAMILIAS	DESCRIPCIÓN	SKU	COD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD ARTÍCULOS
SKU_1	ALTERNADORES	SKU_1_1	NAC007	ALTERNADORES	10
		SKU_1_2	NAC306		
SKU_2	ALZAS ESPIRAL	SKU_2_1	NAC009	ALZAS ESPIRAL	1
SKU_3	AMORTIGUADORES	SKU_3_1	NAC011	AMORTIGUADORES	133
SKU_4	ARAÑAS	SKU_4_1	NAC540	ARAÑAS	13
SKU_5	ARTICULACIONES	SKU_5_1	NAC016	ARTICULACIONES	9
		SKU_5_2	NAC017	ARTICULACIONES DIRRECCIÓN	
SKU_6	AXIALES	SKU_6_1	NAC259	AXIALES	7
SKU_7	BANDAS	SKU_7_1	NAC025	BANDAS	43
SKU_8	BARRAS	SKU_8_1	NAC016	BARRAS	65
		SKU_8_2	NAC026	BARRAS ARTICULACION	
		SKU_8_3	NAC027	BARRAS DIRECCION	
		SKU_8_4	NAC029	BARRAS ESTABILIZADORA	
		SKU_8_5	NAC030	BARRAS DIRRECCION	
		SKU_8_6	NAC031	BARRAS TEMPLADORA	
		SKU_8_7	NAC033	BARRAS TORCION	
		SKU_8_8	NAC034	BARRAS	
		SKU_8_9	NAC229	BARRAS	
		SKU_8_10	NAC316	BARRAS	
		SKU_8_11	NAC549	BARRAS LINK	
SKU_9	BASES	SKU_9_1	NAC036	BASES CAJA DE CAMBIOS	62
		SKU_9_2	NAC037	BASES AMORTIGUADOR	
		SKU_9_3	NAC038	BASES CAJA DE CAMBIOS	
		SKU_9_4	NAC039	BASES	
		SKU_9_5	NAC040	BASES COMBUSTIBLE	
		SKU_9_6	NAC041	BASES MOTOR	
		SKU_9_7	NAC042	BASES	
		SKU_9_8	NAC167	BASES COMBUSTIBLE	
		SKU_9_9	NAC252	BASES	
SKU_10	BOBINAS DE ENCENDIDO	SKU_10_1	NAC049	BOBINAS DE ENCENDIDO	21
SKU_11	BOMBAS	SKU_11_1	NAC053	BOMBAS AUX. DE EMBRAGUE	143
		SKU_11_2	NAC054	BOMBAS DIREC. HIDRAULICA	
		SKU_11_3	NAC055	BOMBAS EMBRAGUE	
		SKU_11_4	NAC056	BOMBAS FRENO	
		SKU_11_5	NAC057	BOMBAS GASOLINA	
		SKU_11_6	NAC058	BOMBAS PRINC. EMBRAGUE	
		SKU_11_7	NAC059	BOMBAS AGUA	
		SKU_11_8	NAC322	BOMBAS ACEITE	
		SKU_11_9	NAC323	BOMBAS AGUA	
		SKU_11_10	NAC324	BOMBAS DIREC. HIDRAULICA	
SKU_12	BOYAS	SKU_12_1	NAC064	BOYAS	14
SKU_13	BRAZOS	SKU_13_1	NAC065	BRAZOS	18
		SKU_13_2	NAC067	BRAZOS BIELA	
		SKU_13_3	NAC208	BRAZOS PITMAN	

		SKU_13_4	NAC238	BRAZOS	
		SKU_13_5	NAC324	BRAZOS DIRECCION (SOPORTE)	
		SKU_13_6	NAC537	BRAZOS	
SKU_14	BRIDAS	SKU_14_1	NAC071	BRIDAS	4
SKU_15	BUJES Y BOCINES	SKU_15_1	NAC073	BUJES Y BOCINES	45
		SKU_15_2	NAC075	BUJES Y BOCINES PALANCA DE CAMBIO	
		SKU_15_3	NAC077	BUJES Y BOCINES	
		SKU_15_4	NAC078	BUJES Y BOCINES PAQUETE/RESORTE	
		SKU_15_5	NAC080	BUJES Y BOCINES PALANCA DE CAMBIO	
		SKU_15_6	NAC083	BUJES Y BOCINES SUSPENSION	
		SKU_15_7	NAC319	BUJES Y BOCINES PINES Y BOCINES	
		SKU_15_8	NAC378	BUJES Y BOCINES	
		SKU_15_9	NAC504	BUJES Y BOCINES PALANCA DE CAMBIO	
		SKU_15_10	NAC543	BUJES Y BOCINES PAQUETE/RESORTE	
SKU_16	BUJIAS	SKU_16_1	NAC084	BUJIAS	13
SKU_17	CABLES	SKU_17_1	NAC086	CABLES	94
		SKU_17_2	NAC090	CABLES BUJIAS	
		SKU_17_3	NAC096	CABLES EMBRAGUE	
		SKU_17_4	NAC097	CABLES FRENO	
		SKU_17_5	NAC325	CABLES ACELERADOR	
SKU_18	CADENAS	SKU_18_1	NAC102	CADENAS DISTRIBUCION	3
		SKU_18_2	NAC104	CADENAS VELOCIMETRO	
SKU_19	CAJAS DIRECCION	SKU_19_1	NAC302	CAJAS DIRECCION	7
		SKU_19_2	NAC380		
		SKU_19_3	NAC571		
SKU_20	CANASTILLAS	SKU_20_1	NAC109	CANASTILLAS	9
SKU_21	CANDADOS DE RUEDA	SKU_21_1	NAC110	CANDADOS DE RUEDA	1
SKU_22	CARBURADORES	SKU_22_1	NAC114	CARBURADORES	3
SKU_23	CAUCHOS	SKU_23_1	NAC311	CAUCHOS	19
		SKU_23_2	NAC348		
		SKU_23_3	NAC516		
SKU_24	CEREBRO LUCES	SKU_24_1	NAC311	CEREBRO LUCES	2
		SKU_24_2	NAC377		
SKU_25	CHAQUETAS	SKU_25_1	NAC330	CHAQUETAS BANCADA	3
		SKU_25_2	NAC331	CHAQUETAS BIELA	
SKU_26	CIGUEÑALES	SKU_26_1	NAC125	CIGUEÑALES	3
SKU_27	CILINDROS	SKU_27_1	NAC055	CILINDROS	73
		SKU_27_2	NAC056		
		SKU_27_3	NAC125		
		SKU_27_4	NAC333		
SKU_28	CINTAS DE VOLANTE	SKU_28_1	NAC127	CINTAS DE VOLANTE	1
SKU_29	CONOS Y CORONAS	SKU_29_1	NAC133	CONOS Y CORONAS	5
SKU_30	CREMALLERAS	SKU_30_1	NAC135	CREMALLERAS	4
SKU_31	CRUCETAS	SKU_31_1	NAC335	CRUCETAS	33
SKU_32	CUBO	SKU_32_1	NAC389	CUBO	7

		SKU_32_2	NAC523		
SKU_33	CUERPO ACCELERACION	SKU_33_1	NAC292	CUERPO ACCELERACION	2
		SKU_33_2	NAC600		
SKU_34	DEPURADORES	SKU_34_1	NAC139	DEPURADORES	3
SKU_35	DISCOS	SKU_35_1	NAC139	DISCOS FRENO	89
		SKU_35_2	NAC143		
		SKU_35_3	NAC144	DISCOS EMBRAGUE	
		SKU_35_4	NAC229		
		SKU_35_5	NAC306		
SKU_36	DISTRIBUIDORES	SKU_36_1	NAC145	DISTRIBUIDORES	6
SKU_37	EJES	SKU_37_1	NAC147	EJES	22
		SKU_37_2	NAC184		
		SKU_37_3	NAC367		
		SKU_37_4	NAC509		
		SKU_37_5	NAC537		
SKU_38	ELEVADORES VALVULAS	SKU_38_1	NAC150	ELEVADORES VALVULAS	6
		SKU_38_2	NAC338		
		SKU_38_3	NAC367		
SKU_39	EMBRAGUES DE VENTILADOR	SKU_39_1	NAC151	EMBRAGUES DE VENTILADOR	9
SKU_40	EMPAQUES	SKU_40_1	NAC153	EMPAQUES	93
		SKU_40_2	NAC304		
		SKU_40_3	NAC305		
SKU_41	ESPIRALES	SKU_41_1	NAC157	ESPIRALES	16
		SKU_41_2	NAC158		
SKU_42	ESTRIADOS	SKU_42_1	NAC308	ESTRIADOS	3
SKU_43	FILTROS	SKU_43_1	NAC164	FILTROS ACEITE	54
		SKU_43_2	NAC165	FILTROS AIRE	
		SKU_43_3	NAC167	FILTROS COMBUSTIBLE	
		SKU_43_4	NAC168		
SKU_44	FLAUTAS	SKU_44_1	NAC170	FLAUTAS	6
SKU_45	FLOTADOR COMBUSTIBLE	SKU_45_1	NAC250	FLOTADOR COMBUSTIBLE	3
		SKU_45_2	NAC064		
		SKU_45_3	NAC384		
SKU_46	GUARDAPOLVOS	SKU_46_1	NAC179	GUARDAPOLVOS	13
SKU_47	GUÍAS DE VÁLVULAS	SKU_47_1	NAC179	GUÍAS DE VÁLVULAS	10
		SKU_47_2	NAC181		
		SKU_47_3	NAC343		
SKU_48	HIDROVACS	SKU_48_1	NAC182	HIDROVACS	7
SKU_49	HOMOCINETICOS	SKU_49_1	NAC184	HOMOCINETICOS	32
SKU_50	HORQUILLAS DE EMBRAGUE	SKU_50_1	NAC185	HORQUILLAS DE EMBRAGUE	10
		SKU_50_2	NAC350		
SKU_51	INYECTORES	SKU_51_1	NAC187	INYECTORES	1
SKU_52	KITS	SKU_52_1	NAC135	KITS	94
		SKU_52_2	NAC147		
		SKU_52_3	NAC190		
		SKU_52_4	NAC211		
		SKU_52_5	NAC302		
SKU_53	LAINAS	SKU_53_1	NAC190	LAINAS	1
SKU_54	MANGUERAS	SKU_54_1	NAC303	MANGUERAS	8
SKU_55	MANZANAS	SKU_55_1	NAC202	MANZANAS	6

SKU_56	MASAS	SKU_56_1	NAC546	MASA CAJA	3
		SKU_56_2	NAC202	MASAS DE ARRANQUE	
		SKU_56_3	NAC204	MASAS DE ARRANQUE	
SKU_57	MEDIAS LUNAS	SKU_57_1	NAC344	MEDIAS LUNAS	11
SKU_58	MESAS DE SUSPENSION	SKU_58_1	NAC208	MESAS DE SUSPENSION	88
		SKU_58_2	NAC344		
SKU_59	MOTORES DE ARRANQUE	SKU_59_1	NAC212	MOTORES DE ARRANQUE	5
SKU_60	PALANCAS	SKU_60_1	NAC217	PALANCAS	6
		SKU_60_2	NAC219		
		SKU_60_3	NAC377		
SKU_61	PASADORES	SKU_61_1	NAC365	PASADORES	11
SKU_62	PERNOS	SKU_62_1	NAC376	PERNOS	23
		SKU_62_2	NAC542		
SKU_63	PIÑONES	SKU_63_1	NAC229	PIÑONES	9
		SKU_63_2	NAC545		
SKU_64	PISTONES	SKU_64_1	NAC346	PISTONES	21
SKU_65	PLATOS	SKU_65_1	NAC208	PLATOS	8
		SKU_65_2	NAC238		
SKU_66	POLEAS	SKU_66_1	NAC240	POLEAS	5
SKU_67	PORTA SINCRONIZADO	SKU_67_1	NAC519	PORTA SINCRONIZADO	2
		SKU_67_2	NAC167		
SKU_68	PROPULSORES	SKU_68_1	NAC367	PROPULSORES	5
		SKU_68_2	NAC389		
SKU_69	PUNTA EJE/ARAÑA	SKU_69_1	NAC537	PUNTA EJE/ARAÑA	1
SKU_70	RETENES	SKU_70_1	NAC340	RETENES	25
SKU_71	RINES	SKU_71_1	NAC305	RINES	25
		SKU_71_2	NAC340		
SKU_72	RODELAS	SKU_72_1	NAC309	RODELAS	6
SKU_73	ROTULAS	SKU_73_1	NAC368	ROTULAS	74
SKU_74	RULIMANES	SKU_74_1	NAC306	RULIMANES	78
SKU_75	SATELITES	SKU_75_1	NAC369	SATELITES	2
SKU_76	SENSORES	SKU_76_1	NAC270	SENSORES	11
SKU_77	SET	SKU_77_1	NAC551	SET	4
SKU_78	SINCRONIZADOS	SKU_78_1	NAC274	SINCRONIZADOS	10
SKU_79	SOPORTES	SKU_79_1	NAC276	SOPORTES	1
SKU_80	SWITCH	SKU_80_1	NAC278	SWITCH	4
SKU_81	TAMBORES	SKU_81_1	NAC279	TAMBORES	14
SKU_82	TAPAS	SKU_82_1	NAC281	TAPAS	36
SKU_83	TEMPLADOR	SKU_83_1	NAC284	TEMPLADOR	22
SKU_84	TERMINALES	SKU_84_1	NAC316	TERMINALES	75
SKU_85	TERMOSTATOS	SKU_85_1	NAC341	TERMOSTATOS	33
		SKU_85_2	NAC373		
SKU_86	TRICETA	SKU_86_1	NAC290	TRICETA	1
SKU_87	TROMPOS	SKU_87_1	NAC373	TROMPOS	26
SKU_88	TUBOS	SKU_88_1	NAC292	TUBOS	8
		SKU_88_2	NAC307		
SKU_89	TUERCAS	SKU_89_1	NAC374	TUERCAS	3
SKU_90	VALVULAS	SKU_90_1	NAC304	VALVULAS	4
SKU_91	VARILLAS	SKU_91_1	NAC297	VARILLAS	4
SKU_92	VARIOS	SKU_92_1	NAC509	VARIOS	2

SKU_93	VENTILADORES	SKU_93_1	NAC375	VENTILADORES	7
SKU_94	ZAPATAS	SKU_94_1	NAC301	ZAPATAS	10
		SKU_94_2	NAC541		
SKU_95	ZAPATILLAS	SKU_95_1	NAC345	ZAPATILLAS	94
				TOTAL	2144

Anexo 3. Costos asociados al inventario.

COD	DEMANDA	COSTO TOTAL DEMANDA	COSTO DE MANTENER	COSTO DE ORDENAR	COSTO DE ADQUISICIÓN
SKU_1	8	USD 553,73	USD 4,82	USD 21,54	USD 69,22
SKU_2	8	USD 12,40	USD 0,11	USD 21,54	USD 1,55
SKU_3	95	USD 1.721,09	USD 1,24	USD 21,54	USD 18,12
SKU_4	3	USD 91,37	USD 2,42	USD 21,54	USD 30,46
SKU_5	21	USD 247,66	USD 0,83	USD 21,54	USD 11,79
SKU_6	5	USD 62,86	USD 0,50	USD 21,54	USD 12,57
SKU_7	4	USD 27,19	USD 0,71	USD 21,54	USD 6,80
SKU_8	16	USD 338,30	USD 2,22	USD 21,54	USD 21,14
SKU_9	30	USD 243,14	USD 0,99	USD 21,54	USD 8,10
SKU_10	2	USD 28,99	USD 2,42	USD 21,54	USD 14,50
SKU_11	27	USD 818,36	USD 2,72	USD 21,54	USD 30,31
SKU_12	2	USD 22,90	USD 1,18	USD 21,54	USD 11,45
SKU_13	5	USD 172,35	USD 3,18	USD 21,54	USD 34,47
SKU_14	1	USD 26,50	USD 2,13	USD 21,54	USD 26,50
SKU_15	30	USD 99,76	USD 0,35	USD 21,54	USD 3,33
SKU_16	83	USD 155,90	USD 0,16	USD 21,54	USD 1,88
SKU_17	7	USD 86,95	USD 0,74	USD 21,54	USD 12,42
SKU_18	1	USD 5,12	USD 0,69	USD 21,54	USD 5,12
SKU_19	2	USD 400,00	USD 19,30	USD 21,54	USD 200,00
SKU_20	4	USD 22,78	USD 1,13	USD 21,54	USD 5,70
SKU_21	0	USD 0,00	USD 1,91	USD 21,54	USD 0,00
SKU_22	1	USD 128,03	USD 6,85	USD 21,54	USD 128,03
SKU_23	5	USD 9,91	USD 0,34	USD 21,54	USD 1,98
SKU_24	0	USD 0,00	USD 0,75	USD 21,54	USD 0,00
SKU_25	3	USD 45,54	USD 1,06	USD 21,54	USD 15,18
SKU_26	2	USD 382,15	USD 11,31	USD 21,54	USD 191,08
SKU_27	16	USD 308,09	USD 1,95	USD 21,54	USD 19,26
SKU_28	2	USD 27,30	USD 0,96	USD 21,54	USD 13,65
SKU_29	3	USD 259,89	USD 6,07	USD 21,54	USD 86,63
SKU_30	3	USD 511,66	USD 9,81	USD 21,54	USD 170,55
SKU_31	23	USD 135,85	USD 1,15	USD 21,54	USD 5,91
SKU_32	4	USD 96,20	USD 2,14	USD 21,54	USD 24,05
SKU_33	0	USD 0,00	USD 9,59	USD 21,54	USD 0,00
SKU_34	0	USD 0,00	USD 2,31	USD 21,54	USD 0,00
SKU_35	28	USD 604,12	USD 1,72	USD 21,54	USD 21,58
SKU_36	0	USD 0,00	USD 3,70	USD 21,54	USD 0,00
SKU_37	3	USD 263,21	USD 4,99	USD 21,54	USD 87,74
SKU_38	3	USD 9,41	USD 0,44	USD 21,54	USD 3,14
SKU_39	4	USD 139,32	USD 2,52	USD 21,54	USD 34,83
SKU_40	6	USD 50,76	USD 1,27	USD 21,54	USD 8,46
SKU_41	8	USD 156,64	USD 1,33	USD 21,54	USD 19,58
SKU_42	0	USD 0,00	USD 2,00	USD 21,54	USD 0,00
SKU_43	7	USD 24,49	USD 0,38	USD 21,54	USD 3,50
SKU_44	2	USD 21,58	USD 0,68	USD 21,54	USD 10,79
SKU_45	0	USD 0,00	USD 4,52	USD 21,54	USD 0,00
SKU_46	1	USD 3,42	USD 0,30	USD 21,54	USD 3,42

SKU_47	2	USD 11,91	USD 0,20	USD 21,54	USD 5,96
SKU_48	0	USD 0,00	USD 2,91	USD 21,54	USD 0,00
SKU_49	9	USD 137,05	USD 1,50	USD 21,54	USD 15,23
SKU_50	2	USD 37,56	USD 1,99	USD 21,54	USD 18,78
SKU_51	0	USD 0,00	USD 1,31	USD 21,54	USD 0,00
SKU_52	22	USD 1.429,16	USD 4,33	USD 21,54	USD 64,32
SKU_53	2	USD 16,45	USD 0,58	USD 21,54	USD 8,23
SKU_54	2	USD 7,14	USD 0,96	USD 21,54	USD 3,57
SKU_55	9	USD 120,71	USD 0,88	USD 21,54	USD 13,41
SKU_56	1	USD 46,58	USD 2,68	USD 21,54	USD 46,58
SKU_57	2	USD 9,44	USD 0,53	USD 21,54	USD 4,72
SKU_58	30	USD 892,77	USD 1,81	USD 21,54	USD 29,76
SKU_59	3	USD 133,19	USD 4,53	USD 21,54	USD 44,40
SKU_60	0	USD 0,00	USD 1,42	USD 21,54	USD 0,00
SKU_61	1	USD 7,48	USD 0,91	USD 21,54	USD 7,48
SKU_62	1	USD 8,38	USD 0,63	USD 21,54	USD 8,38
SKU_63	13	USD 156,86	USD 1,10	USD 21,54	USD 12,07
SKU_64	1	USD 49,83	USD 2,69	USD 21,54	USD 49,83
SKU_65	12	USD 883,72	USD 4,08	USD 21,54	USD 73,64
SKU_66	1	USD 7,48	USD 2,10	USD 21,54	USD 7,48
SKU_67	1	USD 54,81	USD 2,37	USD 21,54	USD 54,81
SKU_68	11	USD 37,46	USD 1,55	USD 21,54	USD 3,41
SKU_69	0	USD 0,00	USD 1,09	USD 21,54	USD 0,00
SKU_70	6	USD 18,44	USD 0,29	USD 21,54	USD 3,07
SKU_71	1	USD 20,46	USD 1,61	USD 21,54	USD 20,46
SKU_72	0	USD 0,00	USD 0,49	USD 21,54	USD 0,00
SKU_73	51	USD 709,90	USD 0,75	USD 21,54	USD 13,92
SKU_74	9	USD 84,76	USD 0,91	USD 21,54	USD 9,42
SKU_75	1	USD 75,00	USD 4,47	USD 21,54	USD 75,00
SKU_76	7	USD 164,17	USD 2,01	USD 21,54	USD 23,45
SKU_77	0	USD 0,00	USD 4,85	USD 21,54	USD 0,00
SKU_78	27	USD 116,88	USD 0,48	USD 21,54	USD 4,33
SKU_79	1	USD 85,43	USD 5,98	USD 21,54	USD 85,43
SKU_80	1	USD 14,63	USD 1,84	USD 21,54	USD 14,63
SKU_81	2	USD 81,71	USD 1,59	USD 21,54	USD 40,86
SKU_82	4	USD 29,88	USD 0,85	USD 21,54	USD 7,47
SKU_83	3	USD 32,35	USD 1,76	USD 21,54	USD 10,78
SKU_84	50	USD 516,10	USD 0,61	USD 21,54	USD 10,32
SKU_85	9	USD 148,48	USD 0,81	USD 21,54	USD 16,50
SKU_86	1	USD 8,96	USD 0,45	USD 21,54	USD 8,96
SKU_87	1	USD 6,66	USD 0,37	USD 21,54	USD 6,66
SKU_88	2	USD 34,50	USD 3,56	USD 21,54	USD 17,25
SKU_89	1	USD 1,06	USD 0,47	USD 21,54	USD 1,06
SKU_90	10	USD 37,99	USD 0,27	USD 21,54	USD 3,80
SKU_91	2	USD 25,46	USD 0,95	USD 21,54	USD 12,73
SKU_92	6	USD 261,04	USD 3,17	USD 21,54	USD 43,51
SKU_93	4	USD 56,35	USD 1,08	USD 21,54	USD 14,09
SKU_94	2	USD 43,91	USD 1,15	USD 21,54	USD 21,96
SKU_95	28	USD 326,23	USD 0,74	USD 21,54	USD 11,65
TOTAL	832	USD 15.263,24	USD 211,52	USD 2.046,30	USD 2.324,09

Anexo 4. Índice de rotación.

COD	COSTO UNITARIO	DEMANDA	VALOR TOTAL	INVENTARIO PROMEDIO	ÍNDICE DE ROTACIÓN
SKU_1	USD 68,90	8	USD 553,73	USD 206,69	2,68
SKU_2	USD 1,55	8	USD 12,40	USD 0,00	0,00
SKU_3	USD 17,69	95	USD 1.721,09	USD 477,52	3,60
SKU_4	USD 34,62	3	USD 91,37	USD 34,62	2,64
SKU_5	USD 11,91	21	USD 247,66	USD 77,43	3,20
SKU_6	USD 7,11	5	USD 62,86	USD 7,11	8,84
SKU_7	USD 10,08	4	USD 27,19	USD 10,08	2,70
SKU_8	USD 31,70	16	USD 338,30	USD 142,65	2,37
SKU_9	USD 14,09	30	USD 243,14	USD 98,62	2,47
SKU_10	USD 34,54	2	USD 28,99	USD 0,00	0,00
SKU_11	USD 38,90	27	USD 818,36	USD 213,97	3,82
SKU_12	USD 16,84	2	USD 22,90	USD 0,00	0,00
SKU_13	USD 45,48	5	USD 172,35	USD 0,00	0,00
SKU_14	USD 30,50	1	USD 26,50	USD 15,25	1,74
SKU_15	USD 4,98	30	USD 99,76	USD 39,83	2,50
SKU_16	USD 2,27	83	USD 155,90	USD 63,64	2,45
SKU_17	USD 10,64	7	USD 86,95	USD 79,77	1,09
SKU_18	USD 9,93	1	USD 5,12	USD 0,00	0,00
SKU_19	USD 275,65	2	USD 400,00	USD 0,00	0,00
SKU_20	USD 16,14	4	USD 22,78	USD 16,14	1,41
SKU_21	USD 27,22	0	USD 0,00	USD 54,43	0,00
SKU_22	USD 97,80	1	USD 128,03	USD 48,90	2,62
SKU_23	USD 4,79	5	USD 9,91	USD 4,79	2,07
SKU_24	USD 10,66	0	USD 0,00	USD 5,33	0,00
SKU_25	USD 15,18	3	USD 45,54	USD 0,00	0,00
SKU_26	USD 161,61	2	USD 382,15	USD 80,81	4,73
SKU_27	USD 27,90	16	USD 308,09	USD 181,36	1,70
SKU_28	USD 13,65	2	USD 27,30	USD 6,83	4,00
SKU_29	USD 86,72	3	USD 259,89	USD 86,72	3,00
SKU_30	USD 140,13	3	USD 511,66	USD 210,20	2,43
SKU_31	USD 16,39	23	USD 135,85	USD 90,13	1,51
SKU_32	USD 30,53	4	USD 96,20	USD 30,53	3,15
SKU_33	USD 137,06	0	USD 0,00	USD 0,00	0,00
SKU_34	USD 32,99	0	USD 0,00	USD 0,00	0,00
SKU_35	USD 24,62	28	USD 604,12	USD 110,77	5,45
SKU_36	USD 52,87	0	USD 0,00	USD 26,44	0,00
SKU_37	USD 71,22	3	USD 263,21	USD 71,22	3,70
SKU_38	USD 6,30	3	USD 9,41	USD 9,45	1,00
SKU_39	USD 35,96	4	USD 139,32	USD 17,98	7,75
SKU_40	USD 18,14	6	USD 50,76	USD 72,55	0,70
SKU_41	USD 19,06	8	USD 156,64	USD 9,53	16,43
SKU_42	USD 28,55	0	USD 0,00	USD 71,38	0,00
SKU_43	USD 5,48	7	USD 24,49	USD 5,48	4,47
SKU_44	USD 9,66	2	USD 21,58	USD 0,00	0,00
SKU_45	USD 64,60	0	USD 0,00	USD 64,60	0,00
SKU_46	USD 4,32	1	USD 3,42	USD 0,00	0,00
SKU_47	USD 2,84	2	USD 11,91	USD 0,00	0,00

SKU_48	USD 41,54	0	USD 0,00	USD 20,77	0,00
SKU_49	USD 21,39	9	USD 137,05	USD 256,63	0,53
SKU_50	USD 28,37	2	USD 37,56	USD 14,18	2,65
SKU_51	USD 18,75	0	USD 0,00	USD 0,00	0,00
SKU_52	USD 61,87	22	USD 1.429,16	USD 414,50	3,45
SKU_53	USD 8,23	2	USD 16,45	USD 0,00	0,00
SKU_54	USD 13,64	2	USD 7,14	USD 13,64	0,52
SKU_55	USD 12,54	9	USD 120,71	USD 31,36	3,85
SKU_56	USD 38,27	1	USD 46,58	USD 0,00	0,00
SKU_57	USD 7,51	2	USD 9,44	USD 0,00	0,00
SKU_58	USD 25,83	30	USD 892,77	USD 232,51	3,84
SKU_59	USD 64,69	3	USD 133,19	USD 0,00	0,00
SKU_60	USD 20,22	0	USD 0,00	USD 0,00	0,00
SKU_61	USD 12,95	1	USD 7,48	USD 12,95	0,58
SKU_62	USD 9,02	1	USD 8,38	USD 18,05	0,46
SKU_63	USD 15,79	13	USD 156,86	USD 31,57	4,97
SKU_64	USD 38,44	1	USD 49,83	USD 0,00	0,00
SKU_65	USD 58,29	12	USD 883,72	USD 145,73	6,06
SKU_66	USD 29,99	1	USD 7,48	USD 15,00	0,50
SKU_67	USD 33,88	1	USD 54,81	USD 16,94	3,24
SKU_68	USD 22,20	11	USD 37,46	USD 33,29	1,13
SKU_69	USD 15,63	0	USD 0,00	USD 0,00	0,00
SKU_70	USD 4,13	6	USD 18,44	USD 4,13	4,46
SKU_71	USD 23,01	1	USD 20,46	USD 0,00	0,00
SKU_72	USD 7,03	0	USD 0,00	USD 7,03	0,00
SKU_73	USD 10,68	51	USD 709,90	USD 149,51	4,75
SKU_74	USD 12,98	9	USD 84,76	USD 19,47	4,35
SKU_75	USD 63,84	1	USD 75,00	USD 31,92	2,35
SKU_76	USD 28,69	7	USD 164,17	USD 28,69	5,72
SKU_77	USD 69,34	0	USD 0,00	USD 34,67	0,00
SKU_78	USD 6,88	27	USD 116,88	USD 51,56	2,27
SKU_79	USD 85,43	1	USD 85,43	USD 0,00	0,00
SKU_80	USD 26,33	1	USD 14,63	USD 0,00	0,00
SKU_81	USD 22,70	2	USD 81,71	USD 22,70	3,60
SKU_82	USD 12,11	4	USD 29,88	USD 24,22	1,23
SKU_83	USD 25,21	3	USD 32,35	USD 12,60	2,57
SKU_84	USD 8,76	50	USD 516,10	USD 65,73	7,85
SKU_85	USD 11,55	9	USD 148,48	USD 51,99	2,86
SKU_86	USD 6,38	1	USD 8,96	USD 0,00	0,00
SKU_87	USD 5,29	1	USD 6,66	USD 0,00	0,00
SKU_88	USD 50,82	2	USD 34,50	USD 0,00	0,00
SKU_89	USD 6,71	1	USD 1,06	USD 3,35	0,32
SKU_90	USD 3,86	10	USD 37,99	USD 1,93	19,71
SKU_91	USD 13,64	2	USD 25,46	USD 0,00	0,00
SKU_92	USD 45,26	6	USD 261,04	USD 22,63	11,54
SKU_93	USD 15,41	4	USD 56,35	USD 15,41	3,66
SKU_94	USD 16,41	2	USD 43,91	USD 32,83	1,34
SKU_95	USD 10,51	28	USD 326,23	USD 94,60	3,45
TOTAL			USD 15.263,24	USD 4.674,83	2,32

Anexo 5. Clasificación ABC bajo el Criterio de Ventas.

COD	DESCRIPCIÓN	VENTAS	%	% ACUMULATIVO	CATEGORÍA
SKU_52	KITS	USD 17.148,20	8,46%	8,46%	A
SKU_11	BOMBAS	USD 16.624,60	8,20%	16,66%	A
SKU_19	CAJAS DIRECCION	USD 14.214,00	7,01%	23,67%	A
SKU_3	AMORTIGUADORES	USD 12.892,60	6,36%	30,03%	A
SKU_73	ROTULAS	USD 10.402,69	5,13%	35,16%	A
SKU_8	BARRAS	USD 9.076,21	4,48%	39,64%	A
SKU_35	DISCOS	USD 8.214,18	4,05%	43,69%	A
SKU_58	MESAS DE SUSPENSION	USD 6.797,02	3,35%	47,04%	A
SKU_84	TERMINALES	USD 6.381,93	3,15%	50,19%	A
SKU_75	SATELITES	USD 5.810,97	2,87%	53,05%	A
SKU_37	EJES	USD 5.316,42	2,62%	55,68%	A
SKU_74	RULIMANES	USD 5.199,13	2,56%	58,24%	A
SKU_27	CILINDROS	USD 4.480,21	2,21%	60,45%	A
SKU_9	BASES	USD 4.197,97	2,07%	62,52%	A
SKU_40	EMPAQUES	USD 4.194,53	2,07%	64,59%	A
SKU_17	CABLES	USD 4.158,77	2,05%	66,64%	A
SKU_31	CRUCETAS	USD 3.774,46	1,86%	68,50%	A
SKU_95	ZAPATILLAS	USD 3.227,47	1,59%	70,09%	A
SKU_10	BOBINAS DE ENCENDIDO	USD 2.607,99	1,29%	71,38%	A
SKU_15	BUJES Y BOCINES	USD 2.472,80	1,22%	72,60%	A
SKU_13	BRAZOS	USD 2.415,47	1,19%	73,79%	A
SKU_64	PISTONES	USD 2.377,00	1,17%	74,96%	A
SKU_1	ALTERNADORES	USD 2.347,97	1,16%	76,12%	A
SKU_92	VARIOS	USD 2.218,41	1,09%	77,22%	A
SKU_65	PLATOS	USD 2.112,99	1,04%	78,26%	A
SKU_63	PIÑONES	USD 1.663,52	0,82%	79,08%	A
SKU_16	BUJIAS	USD 1.631,53	0,80%	79,88%	A
SKU_71	RINES	USD 1.583,70	0,78%	80,67%	B
SKU_81	TAMBORES	USD 1.569,01	0,77%	81,44%	B
SKU_32	CUBO	USD 1.563,49	0,77%	82,21%	B
SKU_48	HIDROVACS	USD 1.543,99	0,76%	82,97%	B
SKU_78	SINCRONIZADOS	USD 1.439,55	0,71%	83,68%	B
SKU_49	HOMOCINETICOS	USD 1.356,03	0,67%	84,35%	B
SKU_41	ESPIRALES	USD 1.308,99	0,65%	85,00%	B
SKU_7	BANDAS	USD 1.305,52	0,64%	85,64%	B
SKU_39	EMBRAGUES DE VENTILADOR	USD 1.298,11	0,64%	86,28%	B
SKU_5	ARTICULACIONES	USD 1.274,06	0,63%	86,91%	B
SKU_79	SOPORTES	USD 1.181,98	0,58%	87,49%	B
SKU_4	ARAÑAS	USD 1.092,01	0,54%	88,03%	B
SKU_85	TERMOSTATOS	USD 1.045,97	0,52%	88,55%	B
SKU_22	CARBURADORES	USD 983,01	0,48%	89,03%	B
SKU_43	FILTROS	USD 967,40	0,48%	89,51%	B
SKU_83	TEMPLADOR	USD 962,00	0,47%	89,98%	B
SKU_30	CREMALLERAS	USD 915,00	0,45%	90,43%	B
SKU_82	TAPAS	USD 903,00	0,45%	90,88%	B
SKU_59	MOTORES DE ARRANQUE	USD 901,00	0,44%	91,32%	B

SKU_56	MASAS	USD 870,98	0,43%	91,75%	B
SKU_68	PROPULSORES	USD 843,00	0,42%	92,17%	B
SKU_50	HORQUILLAS DE EMBRAGUE	USD 830,01	0,41%	92,58%	B
SKU_36	DISTRIBUIDORES	USD 818,01	0,40%	92,98%	B
SKU_88	TUBOS	USD 774,00	0,38%	93,36%	B
SKU_14	BRIDAS	USD 742,99	0,37%	93,73%	B
SKU_26	CIGUEÑALES	USD 735,00	0,36%	94,09%	B
SKU_38	ELEVADORES VALVULAS	USD 726,08	0,36%	94,45%	B
SKU_12	BOYAS	USD 710,99	0,35%	94,80%	B
SKU_93	VENTILADORES	USD 692,31	0,34%	95,14%	C
SKU_87	TROMPOS	USD 604,97	0,30%	95,44%	C
SKU_62	PERNOS	USD 529,61	0,26%	95,70%	C
SKU_77	SET	USD 515,02	0,25%	95,96%	C
SKU_76	SENSORES	USD 503,00	0,25%	96,21%	C
SKU_23	CAUCHOS	USD 485,64	0,24%	96,45%	C
SKU_20	CANASTILLAS	USD 480,03	0,24%	96,68%	C
SKU_6	AXIALES	USD 478,92	0,24%	96,92%	C
SKU_45	FLOTADOR COMBUSTIBLE	USD 443,00	0,22%	97,14%	C
SKU_29	CONOS Y CORONAS	USD 385,00	0,19%	97,33%	C
SKU_61	PASADORES	USD 383,51	0,19%	97,52%	C
SKU_70	RETENES	USD 370,97	0,18%	97,70%	C
SKU_2	ALZAS ESPIRAL	USD 360,00	0,18%	97,88%	C
SKU_55	MANZANAS	USD 331,99	0,16%	98,04%	C
SKU_47	GUÍAS DE VÁLVULAS	USD 331,39	0,16%	98,20%	C
SKU_42	ESTRIADOS	USD 297,00	0,15%	98,35%	C
SKU_54	MANGUERAS	USD 295,50	0,15%	98,50%	C
SKU_60	PALANCAS	USD 289,01	0,14%	98,64%	C
SKU_66	POLEAS	USD 277,99	0,14%	98,78%	C
SKU_67	PORTA SINCRONIZADO	USD 276,00	0,14%	98,91%	C
SKU_90	VALVULAS	USD 232,42	0,11%	99,03%	C
SKU_72	RODELAS	USD 221,02	0,11%	99,14%	C
SKU_80	SWITCH	USD 214,49	0,11%	99,24%	C
SKU_46	GUARDAPOLVOS	USD 182,56	0,09%	99,33%	C
SKU_91	VARILLAS	USD 167,99	0,08%	99,41%	C
SKU_57	MEDIAS LUNAS	USD 166,88	0,08%	99,50%	C
SKU_94	ZAPATAS	USD 163,50	0,08%	99,58%	C
SKU_86	TRICETA	USD 113,00	0,06%	99,63%	C
SKU_44	FLAUTAS	USD 109,49	0,05%	99,69%	C
SKU_25	CHAQUETAS	USD 95,99	0,05%	99,73%	C
SKU_53	LAINAS	USD 85,00	0,04%	99,78%	C
SKU_69	PUNTA EJE/ARAÑA	USD 77,01	0,04%	99,81%	C
SKU_21	CANDADOS DE RUEDA	USD 75,99	0,04%	99,85%	C
SKU_18	CADENAS	USD 70,00	0,03%	99,89%	C
SKU_28	CINTAS DE VOLANTE	USD 58,00	0,03%	99,91%	C
SKU_51	INYECTORES	USD 56,00	0,03%	99,94%	C
SKU_89	TUERCAS	USD 41,50	0,02%	99,96%	C
SKU_33	CUERPO ACELERACION	USD 40,00	0,02%	99,98%	C
SKU_34	DEPURADORES	USD 28,00	0,01%	100,00%	C
SKU_24	CEREBRO LUCES	USD 8,00	0,00%	100,00%	C
TOTAL		USD 202.741,65	100%		

Anexo 6. Clasificación ABC bajo el Criterio de Utilidad.

COD	DESCRIPCIÓN	UTILIDAD	%	% ACUMULATIVO	CATEGORÍA
SKU_52	KITS	USD 2.283,95	9,91%	9,91%	A
SKU_11	BOMBAS	USD 2.227,17	9,67%	19,58%	A
SKU_58	MESAS DE SUSPENSION	USD 1.041,49	4,52%	24,10%	A
SKU_35	DISCOS	USD 989,34	4,29%	28,40%	A
SKU_27	CILINDROS	USD 960,64	4,17%	32,57%	A
SKU_3	AMORTIGUADORES	USD 936,04	4,06%	36,63%	A
SKU_8	BARRAS	USD 887,64	3,85%	40,48%	A
SKU_40	EMPAQUES	USD 793,29	3,44%	43,93%	A
SKU_95	ZAPATILLAS	USD 595,56	2,59%	46,51%	A
SKU_74	RULIMANES	USD 573,83	2,49%	49,00%	A
SKU_17	CABLES	USD 543,12	2,36%	51,36%	A
SKU_37	EJES	USD 515,91	2,24%	53,60%	A
SKU_49	HOMOCINETICOS	USD 507,50	2,20%	55,80%	A
SKU_9	BASES	USD 461,53	2,00%	57,80%	A
SKU_73	ROTULAS	USD 457,28	1,98%	59,79%	A
SKU_19	CAJAS DIRECCION	USD 415,96	1,81%	61,59%	A
SKU_84	TERMINALES	USD 401,43	1,74%	63,34%	A
SKU_4	ARAÑAS	USD 382,18	1,66%	65,00%	A
SKU_64	PISTONES	USD 301,13	1,31%	66,30%	A
SKU_1	ALTERNADORES	USD 288,56	1,25%	67,56%	A
SKU_83	TEMPLADOR	USD 286,16	1,24%	68,80%	A
SKU_71	RINES	USD 258,60	1,12%	69,92%	A
SKU_13	BRAZOS	USD 248,78	1,08%	71,00%	A
SKU_10	BOBINAS DE ENCENDIDO	USD 247,26	1,07%	72,07%	A
SKU_29	CONOS Y CORONAS	USD 245,15	1,06%	73,14%	A
SKU_85	TERMOSTATOS	USD 241,29	1,05%	74,18%	A
SKU_31	CRUCETAS	USD 240,04	1,04%	75,23%	A
SKU_88	TUBOS	USD 239,99	1,04%	76,27%	A
SKU_7	BANDAS	USD 217,34	0,94%	77,21%	A
SKU_43	FILTROS	USD 207,88	0,90%	78,11%	A
SKU_41	ESPIRALES	USD 200,64	0,87%	78,99%	A
SKU_15	BUJES Y BOCINES	USD 186,72	0,81%	79,80%	A
SKU_76	SENSORES	USD 184,05	0,80%	80,59%	B
SKU_81	TAMBORES	USD 182,88	0,79%	81,39%	B
SKU_30	CREMALLERAS	USD 174,12	0,76%	82,14%	B
SKU_82	TAPAS	USD 172,18	0,75%	82,89%	B
SKU_26	CIGUEÑALES	USD 171,41	0,74%	83,64%	B
SKU_39	EMBRAGUES DE VENTILADOR	USD 157,06	0,68%	84,32%	B
SKU_65	PLATOS	USD 152,64	0,66%	84,98%	B
SKU_50	HORQUILLAS DE EMBRAGUE	USD 151,12	0,66%	85,64%	B
SKU_12	BOYAS	USD 143,51	0,62%	86,26%	B
SKU_33	CUERPO ACELERACION	USD 141,59	0,61%	86,87%	B
SKU_45	FLOTADOR COMBUSTIBLE	USD 137,06	0,59%	87,47%	B
SKU_59	MOTORES DE ARRANQUE	USD 135,47	0,59%	88,06%	B
SKU_36	DISTRIBUIDORES	USD 128,28	0,56%	88,61%	B
SKU_77	SET	USD 122,80	0,53%	89,15%	B

SKU_48	HIDROVACS	USD 121,35	0,53%	89,67%	B
SKU_22	CARBURADORES	USD 116,38	0,51%	90,18%	B
SKU_87	TROMPOS	USD 110,02	0,48%	90,66%	B
SKU_93	VENTILADORES	USD 105,37	0,46%	91,11%	B
SKU_32	CUBO	USD 101,68	0,44%	91,55%	B
SKU_42	ESTRIADOS	USD 98,37	0,43%	91,98%	B
SKU_63	PIÑONES	USD 95,79	0,42%	92,40%	B
SKU_62	PERNOS	USD 87,00	0,38%	92,77%	B
SKU_61	PASADORES	USD 79,57	0,35%	93,12%	B
SKU_94	ZAPATAS	USD 78,55	0,34%	93,46%	B
SKU_68	PROPULSORES	USD 74,66	0,32%	93,79%	B
SKU_34	DEPURADORES	USD 74,43	0,32%	94,11%	B
SKU_20	CANASTILLAS	USD 74,10	0,32%	94,43%	B
SKU_70	RETENES	USD 69,07	0,30%	94,73%	B
SKU_14	BRIDAS	USD 65,94	0,29%	95,02%	C
SKU_75	SATELITES	USD 65,39	0,28%	95,30%	C
SKU_66	POLEAS	USD 64,85	0,28%	95,58%	C
SKU_78	SINCRONIZADOS	USD 62,29	0,27%	95,85%	C
SKU_80	SWITCH	USD 58,47	0,25%	96,11%	C
SKU_47	GUÍAS DE VÁLVULAS	USD 57,73	0,25%	96,36%	C
SKU_86	TRICETA	USD 55,26	0,24%	96,60%	C
SKU_60	PALANCAS	USD 53,17	0,23%	96,83%	C
SKU_55	MANZANAS	USD 50,79	0,22%	97,05%	C
SKU_67	PORTA SINCRONIZADO	USD 45,63	0,20%	97,25%	C
SKU_6	AXIALES	USD 45,32	0,20%	97,44%	C
SKU_56	MASAS	USD 43,35	0,19%	97,63%	C
SKU_23	CAUCHOS	USD 41,85	0,18%	97,81%	C
SKU_5	ARTICULACIONES	USD 40,80	0,18%	97,99%	C
SKU_46	GUARDAPOLVOS	USD 40,44	0,18%	98,16%	C
SKU_2	ALZAS ESPIRAL	USD 38,63	0,17%	98,33%	C
SKU_54	MANGUERAS	USD 38,19	0,17%	98,50%	C
SKU_21	CANDADOS DE RUEDA	USD 34,50	0,15%	98,65%	C
SKU_92	VARIOS	USD 34,48	0,15%	98,80%	C
SKU_57	MEDIAS LUNAS	USD 34,21	0,15%	98,95%	C
SKU_44	FLAUTAS	USD 32,68	0,14%	99,09%	C
SKU_72	RODELAS	USD 26,98	0,12%	99,20%	C
SKU_89	TUERCAS	USD 19,62	0,09%	99,29%	C
SKU_79	SOPORTES	USD 17,25	0,07%	99,36%	C
SKU_16	BUJIAS	USD 16,75	0,07%	99,44%	C
SKU_18	CADENAS	USD 16,64	0,07%	99,51%	C
SKU_90	VALVULAS	USD 16,36	0,07%	99,58%	C
SKU_24	CEREBRO LUCES	USD 15,82	0,07%	99,65%	C
SKU_38	ELEVADORES VALVULAS	USD 15,46	0,07%	99,72%	C
SKU_91	VARILLAS	USD 13,30	0,06%	99,77%	C
SKU_51	INYECTORES	USD 13,25	0,06%	99,83%	C
SKU_25	CHAQUETAS	USD 13,18	0,06%	99,89%	C
SKU_69	PUNTA EJE/ARAÑA	USD 11,37	0,05%	99,94%	C
SKU_28	CINTAS DE VOLANTE	USD 11,35	0,05%	99,99%	C
SKU_53	LAINAS	USD 2,94	0,01%	100,00%	C
TOTAL		USD 23.038,08	100%		

Anexo 7. Clasificación ABC bajo el Criterio de Volumen.

COD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	%	% ACUMULATIVO	CATEGORÍA
SKU_16	BUJIAS	538	7,52%	7,52%	A
SKU_3	AMORTIGUADORES	537	7,51%	15,03%	A
SKU_73	ROTULAS	481	6,72%	21,75%	A
SKU_84	TERMINALES	401	5,60%	27,35%	A
SKU_15	BUJES Y BOCINES	379	5,29%	32,64%	A
SKU_11	BOMBAS	291	4,07%	36,71%	A
SKU_31	CRUCETAS	290	4,06%	40,77%	A
SKU_74	RULIMANES	255	3,56%	44,33%	A
SKU_8	BARRAS	245	3,42%	47,76%	A
SKU_35	DISCOS	241	3,37%	51,13%	A
SKU_17	CABLES	241	3,37%	54,49%	A
SKU_52	KITS	206	2,88%	57,37%	A
SKU_95	ZAPATILLAS	190	2,66%	60,02%	A
SKU_9	BASES	183	2,56%	62,58%	A
SKU_58	MESAS DE SUSPENSION	176	2,46%	65,04%	A
SKU_40	EMPAQUES	142	1,98%	67,03%	A
SKU_78	SINCRONIZADOS	133	1,86%	68,89%	A
SKU_38	ELEVADORES VALVULAS	129	1,80%	70,69%	A
SKU_27	CILINDROS	128	1,79%	72,48%	A
SKU_23	CAUCHOS	115	1,61%	74,09%	A
SKU_43	FILTROS	100	1,40%	75,48%	A
SKU_7	BANDAS	85	1,19%	76,67%	A
SKU_47	GUÍAS DE VÁLVULAS	81	1,13%	77,80%	A
SKU_62	PERNOS	78	1,09%	78,89%	A
SKU_68	PROPULSORES	76	1,06%	79,96%	A
SKU_5	ARTICULACIONES	70	0,98%	80,93%	B
SKU_82	TAPAS	63	0,88%	81,82%	B
SKU_87	TROMPOS	62	0,87%	82,68%	B
SKU_63	PIÑONES	60	0,84%	83,52%	B
SKU_85	TERMOSTATOS	57	0,80%	84,32%	B
SKU_37	EJES	52	0,73%	85,04%	B
SKU_70	RETENES	52	0,73%	85,77%	B
SKU_10	BOBINAS DE ENCENDIDO	44	0,62%	86,39%	B
SKU_41	ESPIRALES	43	0,60%	86,99%	B
SKU_13	BRAZOS	42	0,59%	87,57%	B
SKU_19	CAJAS DIRECCION	39	0,55%	88,12%	B
SKU_49	HOMOCINETICOS	39	0,55%	88,66%	B
SKU_71	RINES	37	0,52%	89,18%	B
SKU_81	TAMBORES	37	0,52%	89,70%	B
SKU_64	PISTONES	36	0,50%	90,20%	B
SKU_75	SATELITES	34	0,48%	90,68%	B
SKU_90	VALVULAS	31	0,43%	91,11%	B
SKU_92	VARIOS	30	0,42%	91,53%	B
SKU_46	GUARDAPOLVOS	29	0,41%	91,94%	B
SKU_93	VENTILADORES	28	0,39%	92,33%	B
SKU_32	CUBO	28	0,39%	92,72%	B

SKU_1	ALTERNADORES	26	0,36%	93,08%	B
SKU_6	AXIALES	26	0,36%	93,44%	B
SKU_83	TEMPLADOR	25	0,35%	93,79%	B
SKU_12	BOYAS	25	0,35%	94,14%	B
SKU_39	EMBRAGUES DE VENTILADOR	24	0,34%	94,48%	B
SKU_50	HORQUILLAS DE EMBRAGUE	23	0,32%	94,80%	B
SKU_72	RODELAS	23	0,32%	95,12%	C
SKU_48	HIDROVACS	22	0,31%	95,43%	C
SKU_65	PLATOS	21	0,29%	95,72%	C
SKU_61	PASADORES	19	0,27%	95,99%	C
SKU_57	MEDIAS LUNAS	18	0,25%	96,24%	C
SKU_20	CANASTILLAS	17	0,24%	96,48%	C
SKU_4	ARAÑAS	15	0,21%	96,69%	C
SKU_76	SENSORES	15	0,21%	96,90%	C
SKU_14	BRIDAS	15	0,21%	97,11%	C
SKU_55	MANZANAS	14	0,20%	97,30%	C
SKU_88	TUBOS	12	0,17%	97,47%	C
SKU_36	DISTRIBUIDORES	11	0,15%	97,62%	C
SKU_59	MOTORES DE ARRANQUE	10	0,14%	97,76%	C
SKU_56	MASAS	10	0,14%	97,90%	C
SKU_54	MANGUERAS	10	0,14%	98,04%	C
SKU_79	SOPORTES	10	0,14%	98,18%	C
SKU_66	POLEAS	9	0,13%	98,31%	C
SKU_60	PALANCAS	8	0,11%	98,42%	C
SKU_2	ALZAS ESPIRAL	8	0,11%	98,53%	C
SKU_91	VARILLAS	8	0,11%	98,64%	C
SKU_22	CARBURADORES	7	0,10%	98,74%	C
SKU_94	ZAPATAS	7	0,10%	98,84%	C
SKU_67	PORTA SINCRONIZADO	7	0,10%	98,94%	C
SKU_44	FLAUTAS	7	0,10%	99,04%	C
SKU_77	SET	6	0,08%	99,12%	C
SKU_80	SWITCH	6	0,08%	99,20%	C
SKU_86	TRICETA	6	0,08%	99,29%	C
SKU_53	LAINAS	6	0,08%	99,37%	C
SKU_30	CREMALLERAS	5	0,07%	99,44%	C
SKU_42	ESTRIADOS	5	0,07%	99,51%	C
SKU_18	CADENAS	5	0,07%	99,58%	C
SKU_25	CHAQUETAS	5	0,07%	99,65%	C
SKU_29	CONOS Y CORONAS	3	0,04%	99,69%	C
SKU_26	CIGUEÑALES	3	0,04%	99,73%	C
SKU_45	FLOTADOR COMBUSTIBLE	3	0,04%	99,78%	C
SKU_89	TUERCAS	3	0,04%	99,82%	C
SKU_69	PUNTA EJE/ARAÑA	3	0,04%	99,86%	C
SKU_34	DEPURADORES	2	0,03%	99,89%	C
SKU_21	CANDADOS DE RUEDA	2	0,03%	99,92%	C
SKU_51	INYECTORES	2	0,03%	99,94%	C
SKU_28	CINTAS DE VOLANTE	2	0,03%	99,97%	C
SKU_33	CUERPO ACELERACION	1	0,01%	99,99%	C
SKU_24	CEREBRO LUCES	1	0,01%	100,00%	C
TOTAL		7.154	100%		

Anexo 8. Nivel de servicio 2018 – 2022.

AÑO 2018				
	PEDIDOS	VENTAS	FALLOS	% NS
ENERO	285	263	22	92,28%
FEBRERO	402	212	190	52,68%
MARZO	360	253	107	70,24%
ABRIL	295	263	32	89,16%
MAYO	218	199	19	91,28%
JUNIO	303	189	114	62,38%
JULIO	489	289	200	59,10%
AGOSTO	477	240	237	50,31%
SEPTIEMBRE	421	275	146	65,32%
OCTUBRE	867	366	501	42,21%
NOVIEMBRE	561	447	114	79,68%
DICIEMBRE	391	371	20	94,88%
TOTALES	5.068	3.366	1.702	70,79%
AÑO 2019				
	PEDIDOS	VENTAS	FALLOS	% NS
ENERO	599	350	249	58,43%
FEBRERO	398	338	60	84,91%
MARZO	315	295	20	93,65%
ABRIL	265	224	41	84,53%
MAYO	259	214	45	82,63%
JUNIO	320	315	5	98,44%
JULIO	228	226	2	99,12%
AGOSTO	238	174	64	73,11%
SEPTIEMBRE	137	124	13	90,51%
OCTUBRE	283	157	126	55,48%
NOVIEMBRE	341	145	196	42,52%
DICIEMBRE	189	184	5	97,35%
TOTALES	3.572	2.746	826	80,06%
AÑO 2020				
	PEDIDOS	VENTAS	FALLOS	% NS
ENERO	424	202	222	47,64%
FEBRERO	269	207	62	76,91%
MARZO	127	123	4	96,85%
ABRIL	12	10	2	83,33%
MAYO	36	25	11	69,44%
JUNIO	42	36	6	85,71%
JULIO	67	64	3	95,52%
AGOSTO	63	45	18	71,43%
SEPTIEMBRE	51	43	8	84,31%
OCTUBRE	82	76	6	92,68%
NOVIEMBRE	37	31	6	83,78%
DICIEMBRE	50	11	39	22,00%
TOTALES	1.260	873	387	75,80%

AÑO 2021				
	PEDIDOS	VENTAS	FALLOS	% NS
ENERO	45	19	26	42,22%
FEBRERO	17	10	7	58,82%
MARZO	152	38	114	25,00%
ABRIL	94	20	74	21,28%
MAYO	89	37	52	41,57%
JUNIO	75	57	18	76,00%
JULIO	78	18	60	23,08%
AGOSTO	38	31	7	81,58%
SEPTIEMBRE	63	60	3	95,24%
OCTUBRE	69	22	47	31,88%
NOVIEMBRE	64	24	40	37,50%
DICIEMBRE	45	25	20	55,56%
TOTALES	829	361	468	49,14%
AÑO 2022				
	PEDIDOS	VENTAS	FALLOS	% NS
ENERO	90	19	71	21,11%
FEBRERO	79	68	11	86,08%
MARZO	108	64	44	59,26%
ABRIL	139	92	47	66,19%
MAYO	91	86	5	94,09%
JUNIO	47	37	10	78,72%
JULIO	108	72	36	66,73%
AGOSTO	107	89	18	83,18%
SEPTIEMBRE	87	70	17	80,46%
OCTUBRE	97	95	2	97,94%
NOVIEMBRE	59	35	24	59,32%
DICIEMBRE	108	105	3	97,22%
TOTALES	1.121	832	288	74,19%

Anexo 9. Hoja de diagnóstico y análisis condiciones industriales.

HOJA DE DIAGNOSTICO Y ANALISIS CONDICIONES INDUSTRIALES				
Operación: Gestión del inventario actual		Analista: Doménica Cervantes		
Departamento: Bodega		Fecha: 11/05/2023		
Preguntas	SI	NO	Observaciones	% NO
1. MATERIALES				
1. ¿Los productos adquiridos son de calidad?	x			20%
2. ¿Los productos adquiridos están llegando con la cantidad correcta?	x			
3. ¿Los productos cumplen con las especificaciones de la ficha técnica?	x			
4. ¿Los productos llegan en el tiempo adecuado al proceso de entrega al cliente?	x			
5. ¿Todos los productos ofertados se encuentran disponibles para el cliente en el inventario?		x	Quando el producto no se encuentra disponible se da la alternativa al cliente de realizar el pedido del producto y cuando llegue notificar.	
2. MAQUINARIA / EQUIPOS				
1. ¿El sistema contable que manejan controla ingresos y egresos de stock de forma eficiente?	x			20%
2. ¿El sistema contable que manejan clasifica los productos por familias, códigos y marcas?	x			
3. ¿El sistema contable se encuentra constantemente actualizado?	x			
4. ¿El sistema contable es óptimo y no cuenta con retrasos durante su uso?	x			
5. ¿El sistema contable que manejan clasifica los productos por marcas de automóvil?		x		
3. MANO DE OBRA				
1. ¿Los trabajadores cuentan con las capacitaciones adecuadas para manejar los procesos acerca de la entrega al cliente y adquisición de productos?	x			0%
2. ¿Los trabajadores cuentan con los conocimientos necesarios sobre el manejo de los repuestos para brindar asesoría confiable a los clientes?	x			
3. ¿Los trabajadores brindan un buen servicio y no cometen errores durante la entrega del producto al cliente?	x			
4. ¿Los trabajadores aplican herramientas para realizar un control de stock inventario?	x			
4. METODO DE TRABAJO				
1. ¿Se encuentra establecido un método de trabajo utilizando pronósticos de la demanda?		x		60%
2. ¿Existen planificaciones para abastecimiento de la demanda?		x		
3. ¿Existe una gestión del inventario establecida?	x		Se realizan registros de entradas y salidas de stock.	
4. ¿Los productos se encuentran estandarizados bajo una codificación?	x			
5. ¿Se han definido políticas de inventario?		x		
5. MEDIO AMBIENTE				
1. ¿Se encuentra en bodega solo los productos que generan utilidad?		x	Exceso de productos de bajo costo que no generan utilidad.	25%
2. ¿Los productos almacenados en bodega se encuentran ubicados correctamente?	x			
3. ¿Los productos se encuentran almacenados de manera organizada en estanterías?	x			
4. ¿Los productos se mantienen en condiciones óptimas en relación a la temperatura?	x			
6. MEDICION				
1. ¿Cuentan con indicadores de inventario que permiten identificar algún tipo de desviación de la demanda?		x		75%
2. ¿La información de los años anteriores son confiables?	x			
3. ¿Manejan mediciones acerca de los costos de inventario?		x		
4. ¿Se realizan procesos de inspección del inventario para verificar los productos en stock?		x		

Anexo 10. Código utilizado para el análisis de estacionariedad.

```

12 #Análisis de estacionalidad
13
14 library(tseries)
15 library(readxl)
16
17 Datos <- read_excel("Datos.xlsx")
18 Datos
19
20 #convertir la base de datos en serie temporal(ts)
21 Datosts=ts(Datos$SKU_3,freq=12,start=c(2018,1))
22 Datosts
23
24 plot(Datosts)
25
26 #Prueba Dickey-Fuller
27 adf.test(Datosts)
28

```

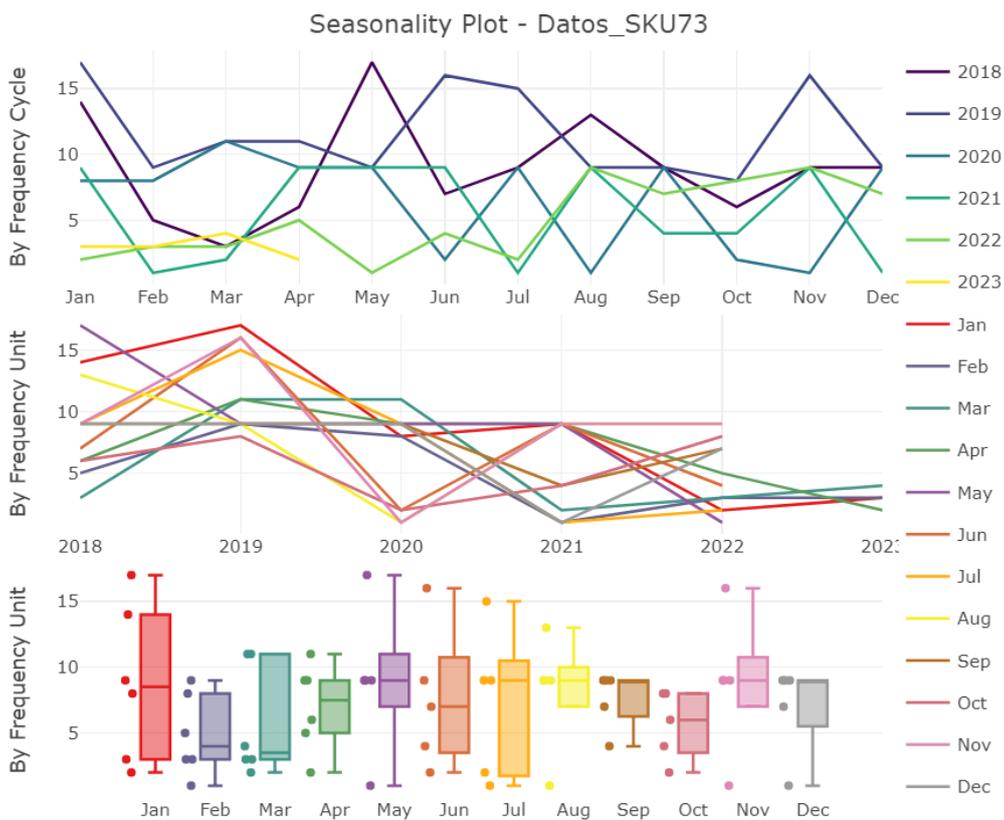
Anexo 11. Código utilizado para el método ARIMA.

```

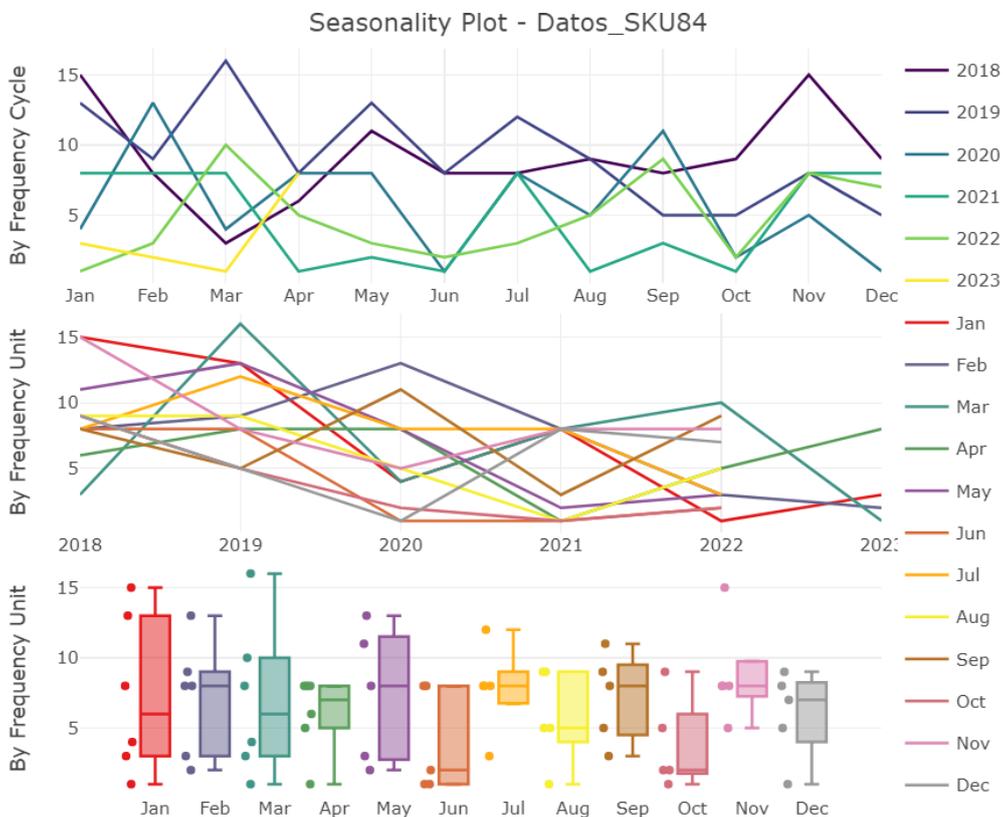
3 library(astsa)
4 library(lubridate)
5 library(tidyverse)
6 library(forecast)
7 library(tseries)
8 library(readxl)
9
10 Datos <- read_excel("Datos.xlsx")
11 Datos
12
13 #convertir la base de datos en serie temporal(ts)
14 Datosts=ts(Datos$SKU_27,freq=12,start=c(2018,1))
15 Datosts
16 plot(Datosts)
17
18 #Prueba Dickey-Fuller
19 adf.test(Datosts)
20
21 #Diseño del plot de datos estacionales
22 plot(Datosts, type="o", lty="dashed", col="purple", main="Serie de tiempo estacional")
23
24 #Autocorrelación (Medias móviles) y Autocorrelación parcial (Autorregresivos)
25 par(mfrow=c(2,1),mar=c(4,4,4,1)+.1)
26 acf(Datosts)
27 pacf(Datosts)
28
29 #MODELO ARIMA
30
31 modelo1=arima(Datosts,order=c(1,0,0))
32 modelo1
33
34 tsdiag(modelo1)
35 Box.test(residuals(modelo1), type="Ljung-Box")
36
37 error=residuals(modelo1)
38 plot(error)
39
40
41 pronostico<- forecast::forecast(modelo1, h=12)
42 summary(pronostico)
43 plot(pronostico)

```

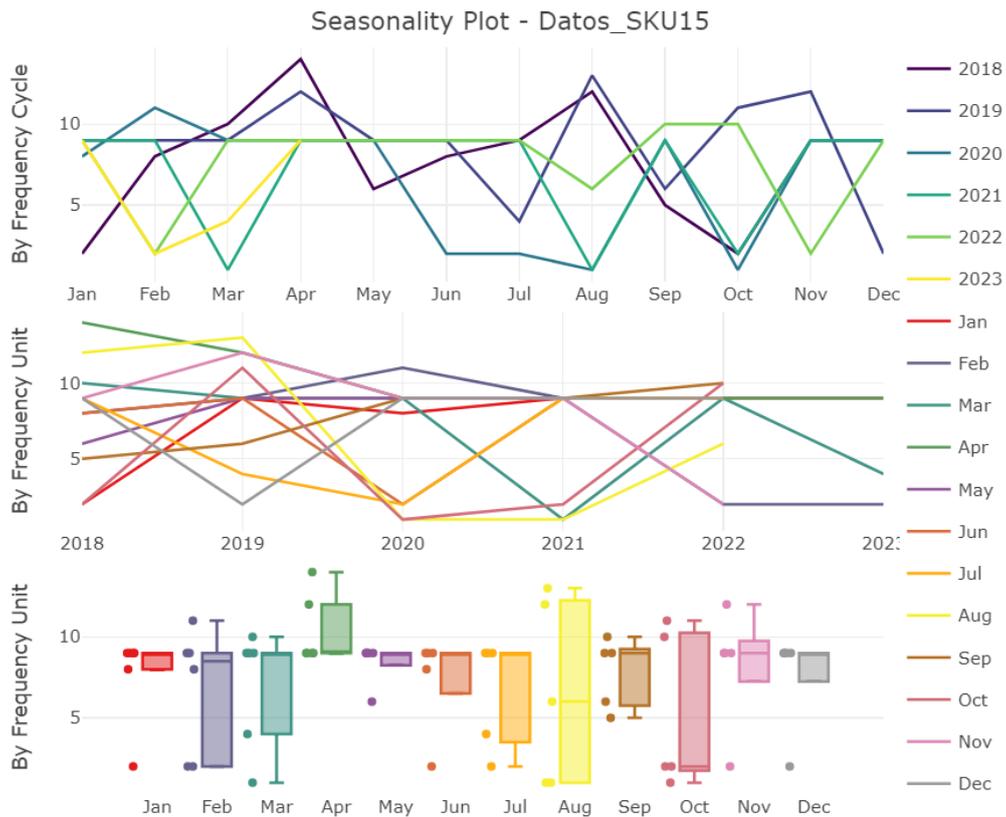
Anexo 12. Comportamiento de los datos Modelo Redes neuronales SKU_73.



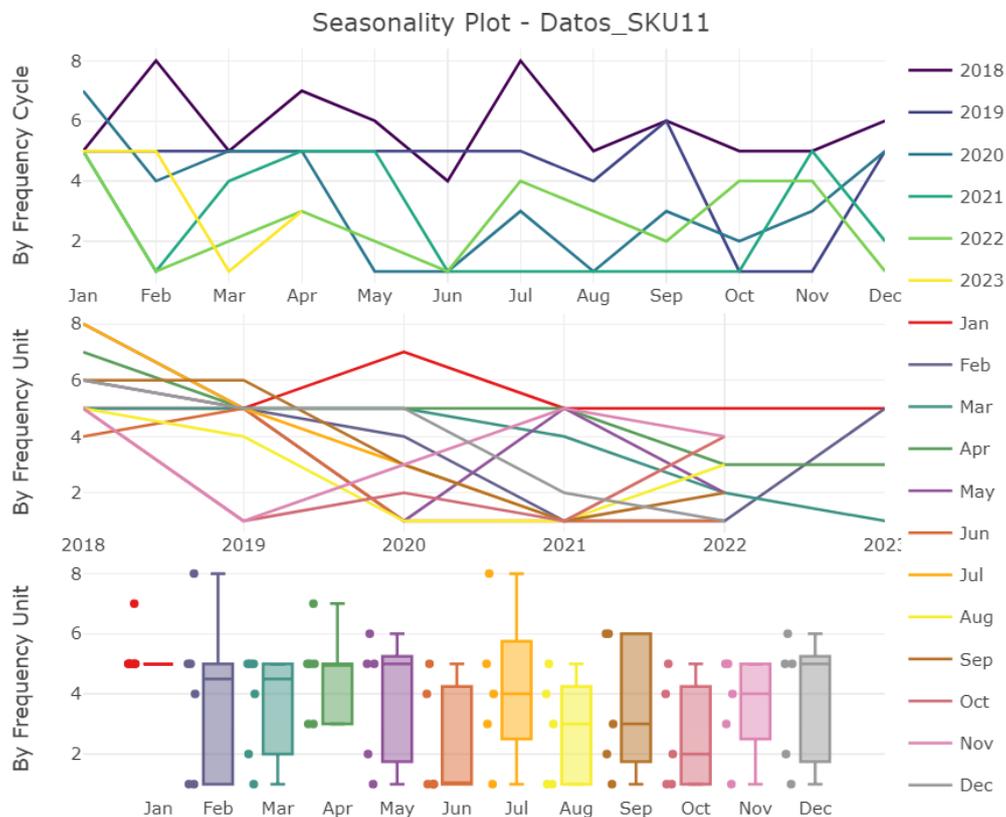
Anexo 13. Comportamiento de los datos Modelo Redes neuronales SKU_84.



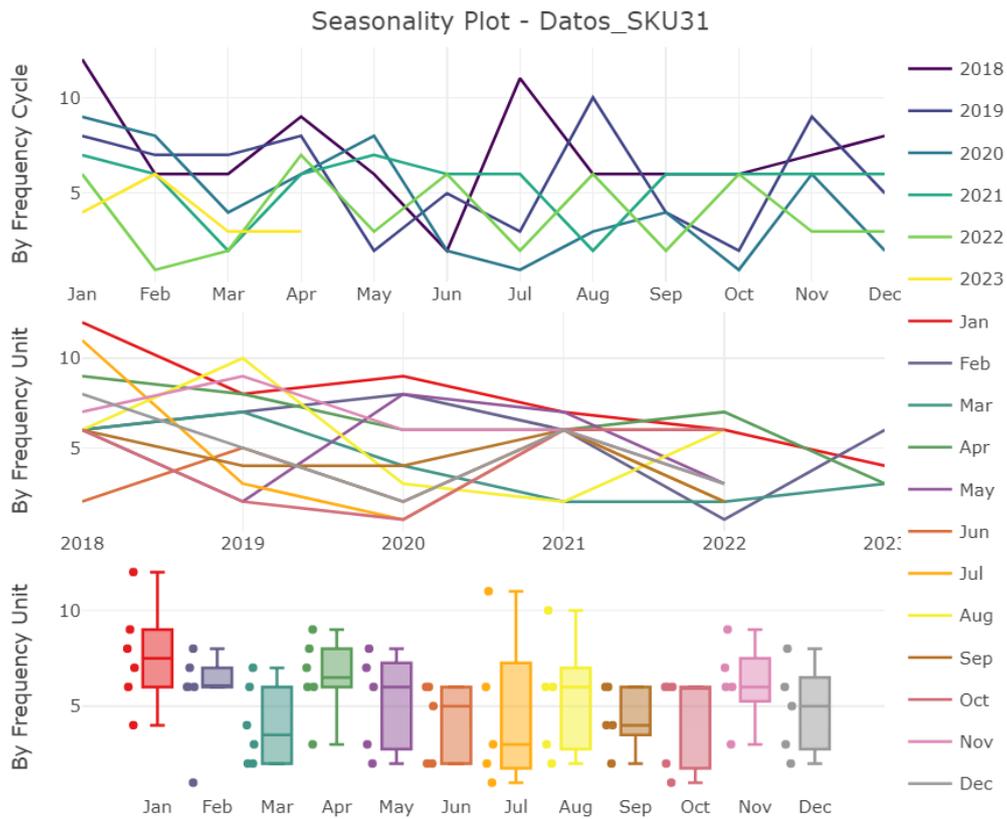
Anexo 14. Comportamiento de los datos Modelo Redes neuronales SKU_15.



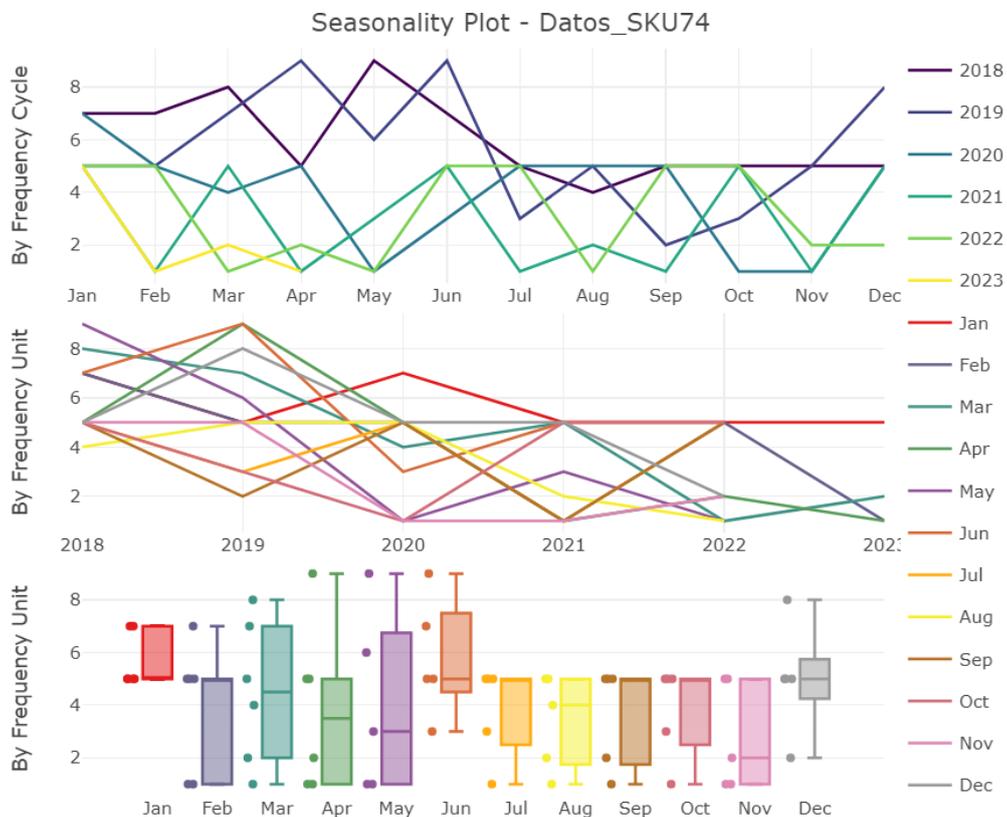
Anexo 15. Comportamiento de los datos Modelo Redes neuronales SKU_11.



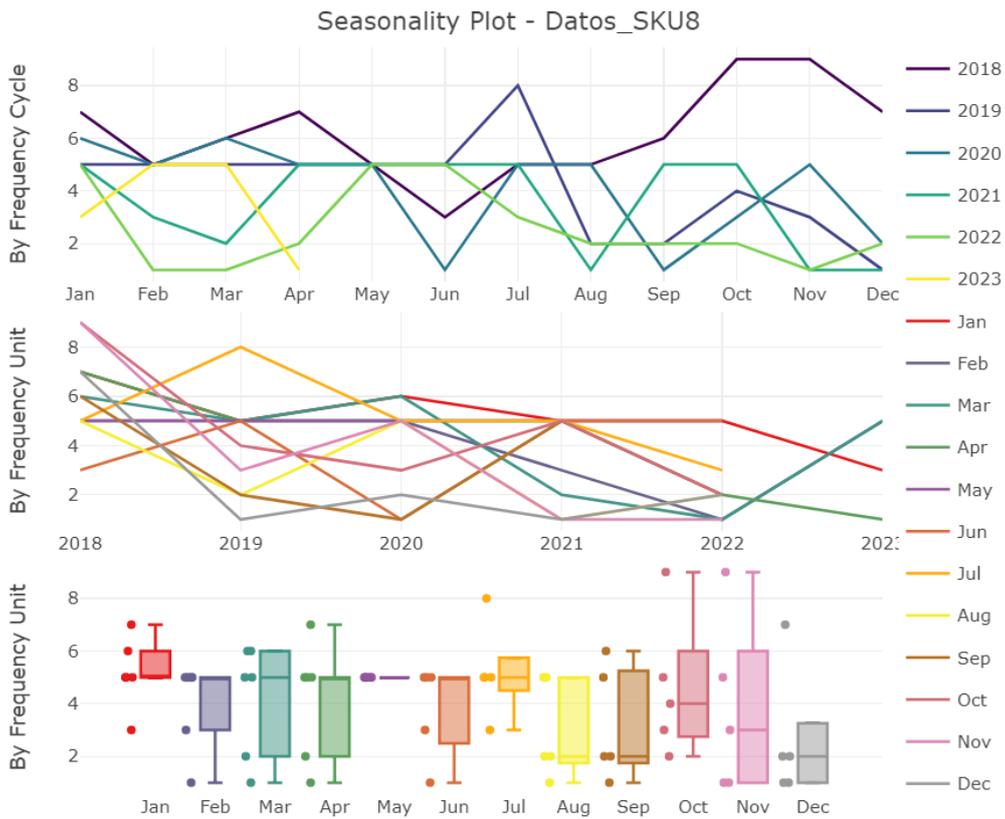
Anexo 16. Comportamiento de los datos Modelo Redes neuronales SKU_31.



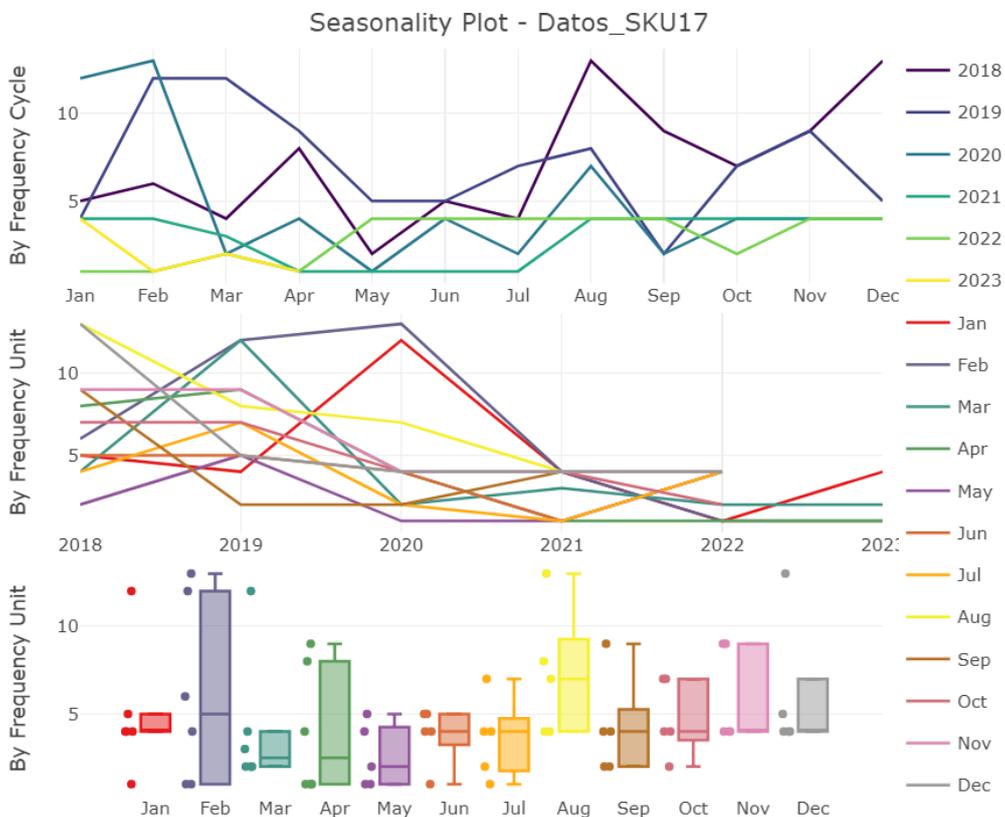
Anexo 17. Comportamiento de los datos Modelo Redes neuronales SKU_74.



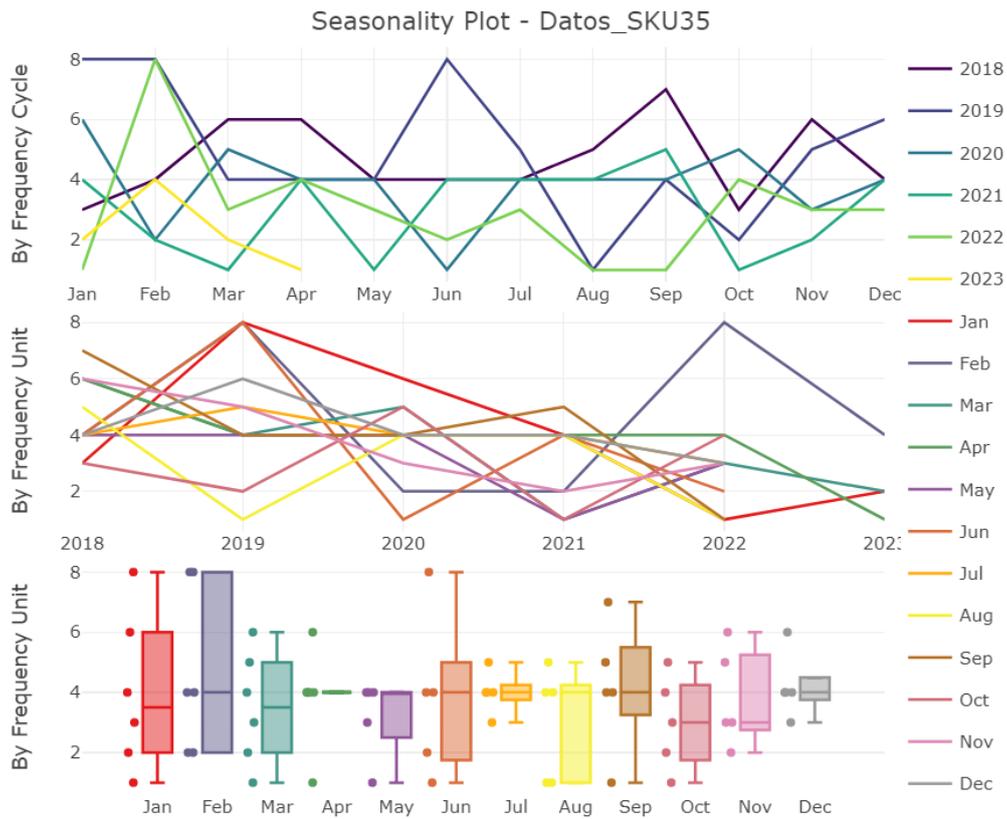
Anexo 18. Comportamiento de los datos Modelo Redes neuronales SKU_8.



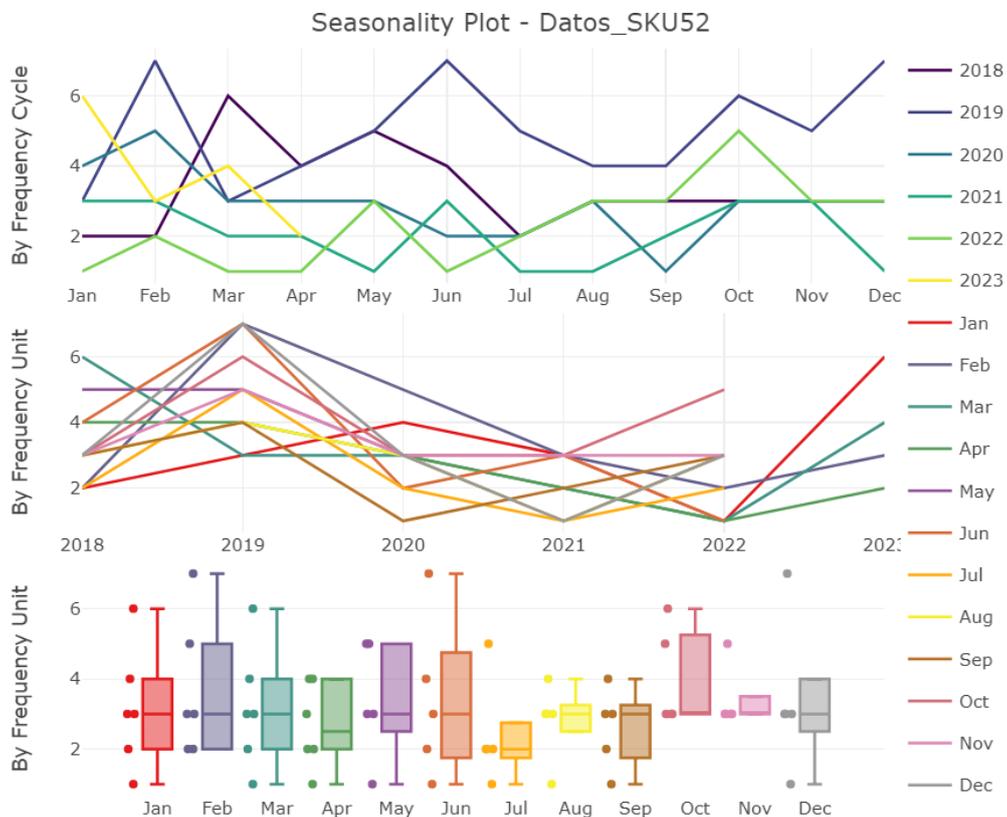
Anexo 19. Comportamiento de los datos Modelo Redes neuronales SKU_17.



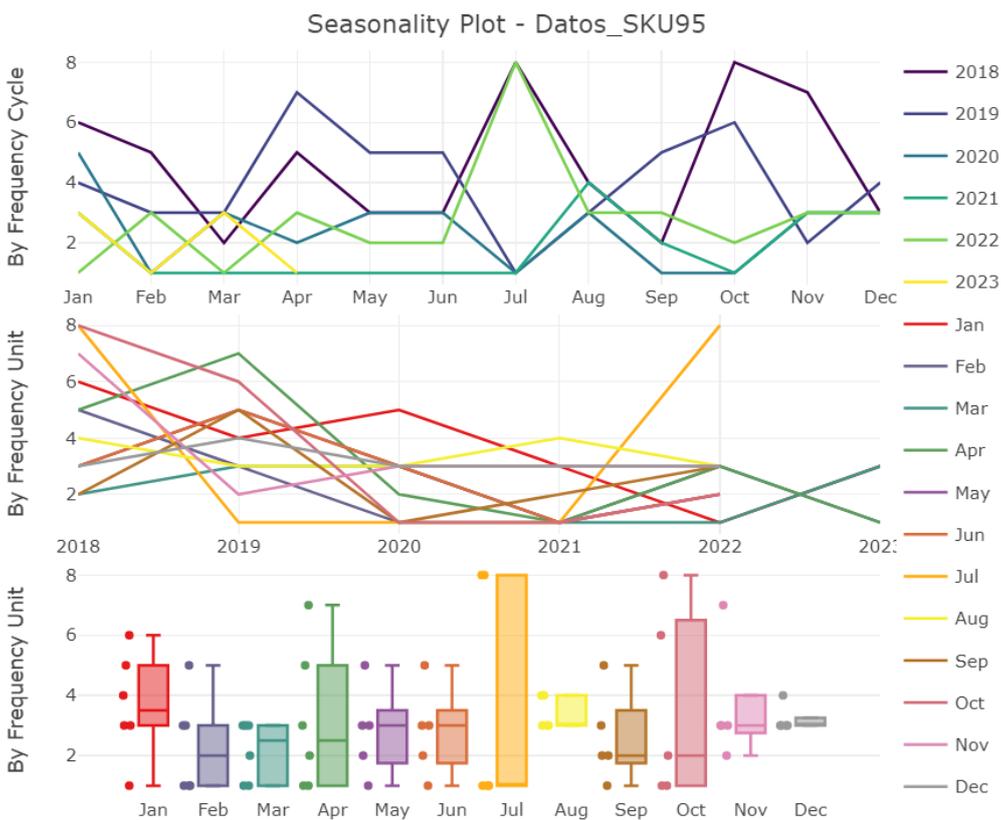
Anexo 20. Comportamiento de los datos Modelo Redes neuronales SKU_35.



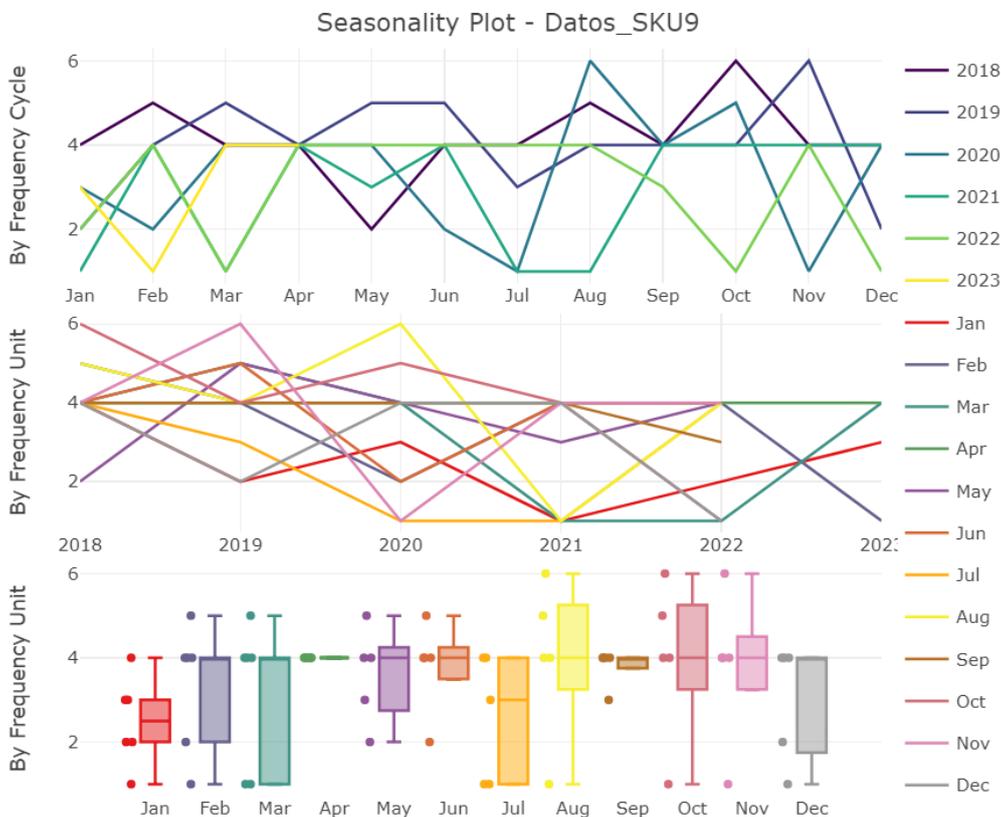
Anexo 21. Comportamiento de los datos Modelo Redes neuronales SKU_52.



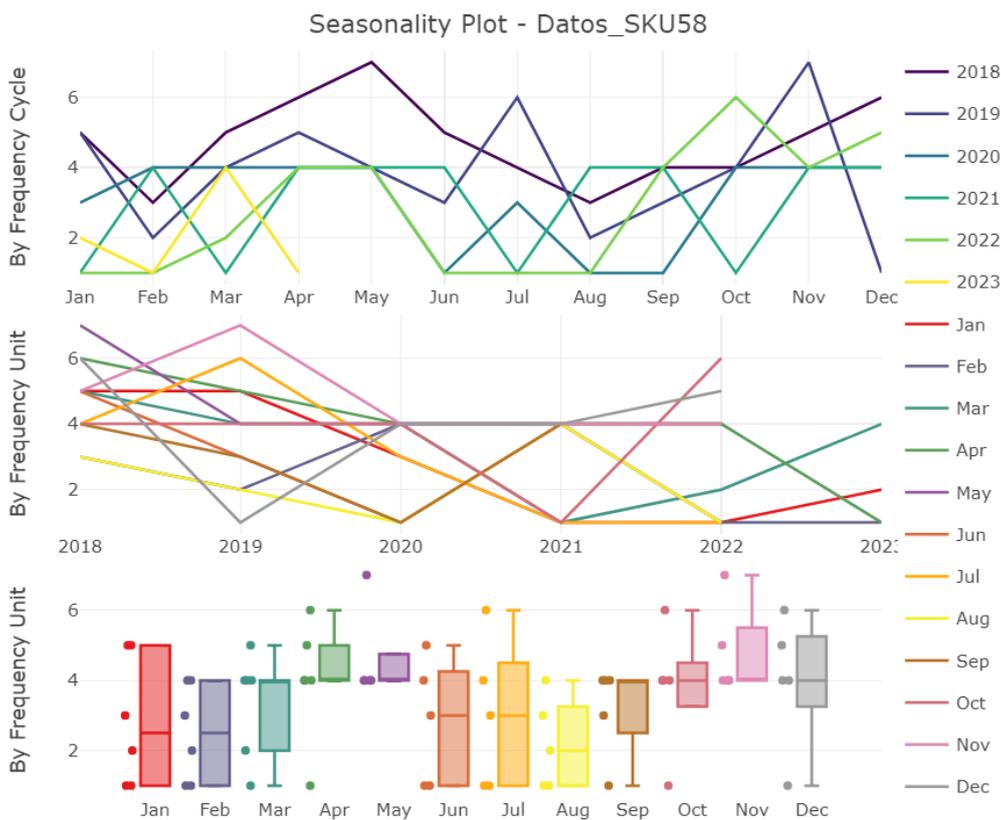
Anexo 22. Comportamiento de los datos Modelo Redes neuronales SKU_95.



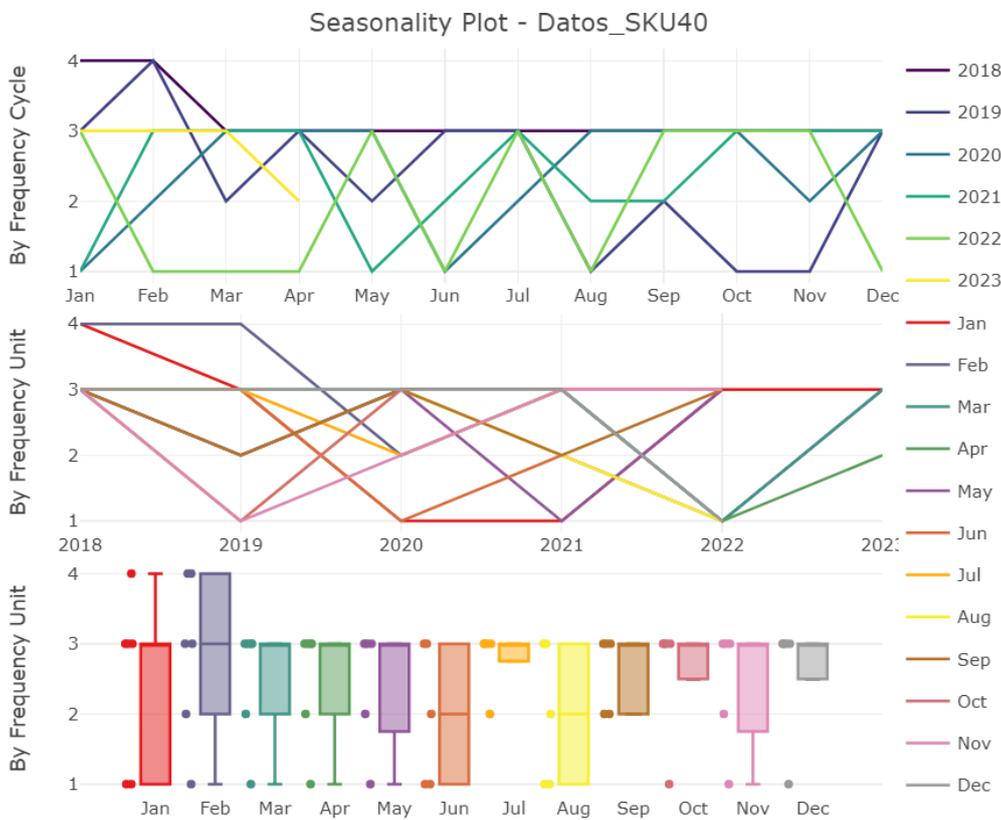
Anexo 23. Comportamiento de los datos Modelo Redes neuronales SKU_9.



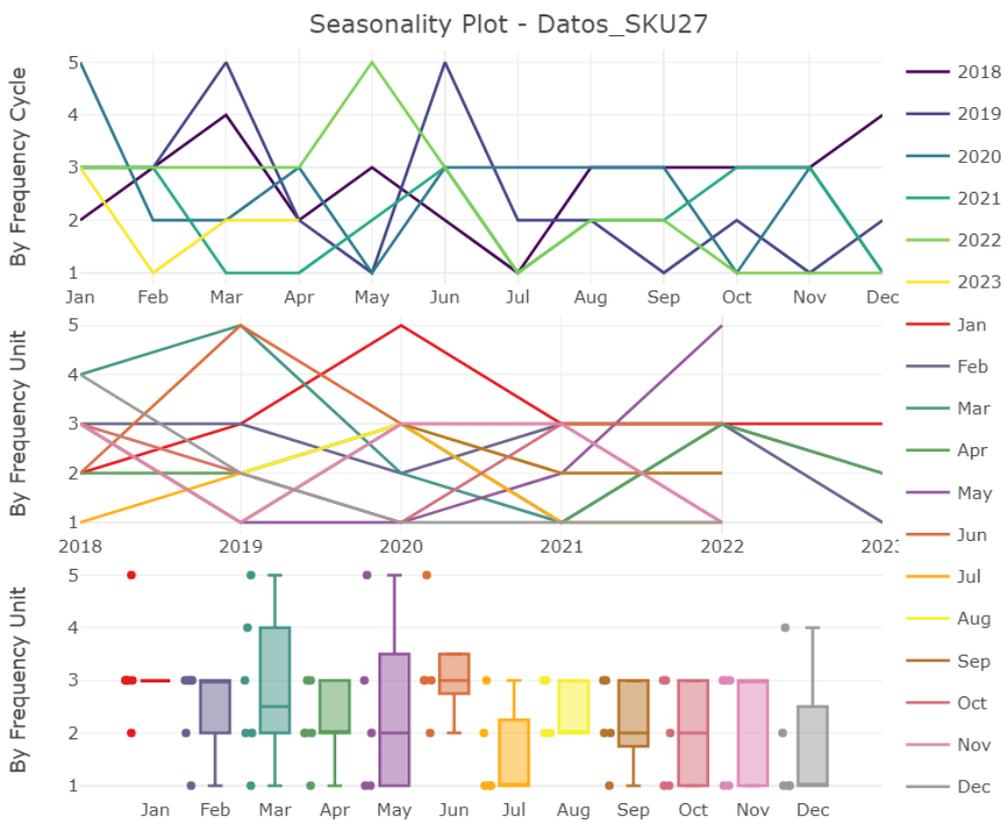
Anexo 24. Comportamiento de los datos Modelo Redes neuronales SKU_58.



Anexo 25. Comportamiento de los datos Modelo Redes neuronales SKU_40.



Anexo 26. Comportamiento de los datos Modelo Redes neuronales SKU_27.



Anexo 27. Código utilizado para el método de Redes Neuronales.

```
51 ▾ ##### METODO MLP #####
52
53 library(astsa)
54 library(tseries)
55 library(lubridate)
56 library(tidyverse)
57 library(nnfor)
58 library(ggplot2)
59 library(TSstudio)
60 library(forecast)
61 library(readxl)
62
63 Datos <- read_excel("Datos.xlsx")
64 Datos
65
66 #convertir la base de datos en serie temporal(ts)
67 Datosts=ts(Datos$SKU_3,freq=12,start=c(2018,1))
68
69 Datosts
70 plot(Datosts)
71
72 #Probar estacionariedad
73 adf.test(Datosts)
74 #calculando la estacionalidad
75 ts_seasonal(Datosts,type="all")
76
77 #pronosticar la serie
78 y <- Datosts
79
80 #las variables de entrada son 12 meses
81 h <- 1*frequency(y)
82 frequency(y)
83
84 #Entrenamiento automático
85 Fit1<- mlp(y, reps = 200, lags =NULL,difforder = NULL,hd.max = NULL)
86 plot(Fit1)
87 forecast(Fit1)
88 print(Fit1)
89 plot(forecast(Fit1))
90
91 ##Mejora de entrenamiento
92 Fit2<-mlp(y, model=Fit1,retrain=20)
93 print(Fit2)
94 plot(Fit2)
95 plot(forecast(Fit2,h=h))
96 forecast(Fit2,h=h)
97 summary(forecast(Fit2,h=h))
```

Anexo 28. Código utilizado para el método de k-NN.

```

123 ▾ #####Time Series Forecasting Using Nearest Neighbors#####
124 library(nnfor)
125 library(ggplot2)
126 library(TSstudio)
127 library(forecast)
128 library(tsfknn)
129 library(readxl)
130
131 Datos <- read_excel("Datos.xlsx")
132 Datos
133
134 #convertir la base de datos en serie temporal(ts)
135 Datosts=ts(Datos$SKU_3,freq=12,start=c(2018,1))
136
137 #calculando la estacionalidad
138 ts_seasonal(Datosts,type="all")
139
140 #pronosticar la serie
141 y <- Datosts
142 y
143
144 #las variables de entrada son 12 meses
145 h <- 1*frequency(y)
146 frequency(y)
147
148 # Time Series Forecasting Using Nearest Neighbors
149 pred <- knn_forecasting(y, h = 12, lags = NULL, k = 3)
150 autoplot(pred)
151 autoplot(pred, highlight = "neighbors")
152
153 pred <- knn_forecasting(y, h = 12, lags = NULL, k = 3)
154 knn_examples(pred)
155
156 pred <- knn_forecasting(y, h = 12, lags = NULL, k = 3)
157 pred$prediction # To see a time series with the forecasts
158 plot(pred) # To see a plot with the forecast
159
160 pred <- knn_forecasting(y, h = 12, lags = NULL, k = 3, msas = "MIMO")
161 nearest_neighbors(pred)
162
163 pred <- knn_forecasting(y, h = 12, k = 1, msas = "recursive")
164 new_pred <- predict(pred, h = 12)
165 print(new_pred$prediction)
166 plot(new_pred) # To see a plot with the forecast
167
168 pred <- knn_forecasting(y, h = 12, lags = NULL, k = 3)
169 ro <- rolling_origin(pred)
170 print(ro$global_accu)
171 summary(pred)

```

Anexo 29. Modelo Silver-Meal para el SKU_73.

COSTO DE ORDENAR COSTO DE MANTENER COSTO UNITARIO

T	DEMANDA	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 DE FILA	CT	CT UT
may-23	1	\$21,54												\$21,54	\$21,54	\$21,54
jun-23	0		\$0,00											\$0,00	\$21,54	\$10,77
jul-23	3			\$4,50										\$4,50	\$26,04	\$8,68
ago-23	0				\$0,00									\$0,00	\$26,04	\$6,51
sep-23	3					\$9,00								\$9,00	\$35,04	\$7,01
oct-23	1						\$3,75							\$3,75	\$38,79	\$6,47
nov-23	2							\$9,00						\$9,00	\$47,79	\$6,83
dic-23	3								\$15,75					\$15,75	\$63,54	\$7,94
ene-24	4									\$24,00				\$24,00	\$87,54	\$9,73
feb-24	1										\$6,75			\$6,75	\$94,29	\$9,43
mar-24	2											\$15,00		\$15,00	\$109,29	\$9,94
abr-24	1												\$8,25	\$8,25	\$117,54	\$9,80

T	DEMANDA	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 DE FILA	CT	CT UT
sep-23	3	\$21,54												\$21,54	\$21,54	\$21,54
oct-23	1		\$0,75											\$0,75	\$22,29	\$11,15
nov-23	2			\$3,00										\$3,00	\$25,29	\$8,43
dic-23	3				\$6,75									\$6,75	\$32,04	\$8,01
ene-24	4					\$12,00								\$12,00	\$44,04	\$8,81
feb-24	1						\$3,75							\$3,75	\$47,79	\$7,97
mar-24	2							\$9,00						\$9,00	\$56,79	\$8,11
abr-24	1								\$5,25					\$5,25	\$62,04	\$7,76

T	DEMANDA	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 DE FILA	CT	CT UT
ene-24	4	\$21,54												\$21,54	\$21,54	\$21,54
feb-24	1		\$0,75											\$0,75	\$22,29	\$11,15
mar-24	2			\$3,00										\$3,00	\$25,29	\$8,43
abr-24	1				\$2,25									\$2,25	\$27,54	\$6,89

Meses	Requerimientos	Cantidad de orden	Inventario final	Costo mto	Costo de preparación	Costo de artículo	CT acumulado
may-23	1	4	3	\$2,25	\$21,54	\$10,68	\$23,79
jun-23	0		3	\$2,25	\$0,00	\$0,00	\$26,04
jul-23	3		0	\$0,00	\$0,00	\$32,04	\$26,04
ago-23	0		0	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$26,04
sep-23	3	9	6	\$4,50	\$21,54	\$32,04	\$52,08
oct-23	1		5	\$3,75	\$0,00	\$10,68	\$55,83
nov-23	2		3	\$2,25	\$0,00	\$21,36	\$58,08
dic-23	3		0	\$0,00	\$0,00	\$32,04	\$58,08
ene-24	4	8	4	\$3,00	\$21,54	\$42,72	\$82,62
feb-24	1		3	\$2,25	\$0,00	\$10,68	\$84,87
mar-24	2		1	\$0,75	\$0,00	\$21,36	\$85,62
abr-24	1		0	\$0,00	\$0,00	\$10,68	\$85,62

Anexo 30. Modelo Silver-Meal para el SKU_84.

COSTO DE ORDENAR COSTO DE MANTENER COSTO UNITARIO

T	DEMANDA	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 DE FILA	CT	CT UT
may-23	0	\$0,00												\$0,00	\$0,00	\$0,00
jun-23	5		\$3,05											\$3,05	\$3,05	\$1,53
jul-23	4			\$4,88										\$4,88	\$7,93	\$2,64
ago-23	1				\$1,83									\$1,83	\$9,76	\$2,44
sep-23	2					\$4,88								\$4,88	\$14,64	\$2,93
oct-23	3						\$9,15							\$9,15	\$23,79	\$3,97
nov-23	4							\$14,64						\$14,64	\$38,43	\$5,49
dic-23	1								\$4,27					\$4,27	\$42,70	\$5,34
ene-24	3									\$14,64				\$14,64	\$57,34	\$6,37
feb-24	3										\$16,47			\$16,47	\$73,81	\$7,38
mar-24	2											\$12,20		\$12,20	\$86,01	\$7,82
abr-24	2												\$13,42	\$13,42	\$99,43	\$8,29

T	DEMANDA	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 DE FILA	CT	CT UT
jun-23	5	\$21,54												\$21,54	\$21,54	\$21,54
jul-23	4		\$2,44											\$2,44	\$23,98	\$11,99
ago-23	1			\$1,22										\$1,22	\$25,20	\$8,40
sep-23	2				\$3,66									\$3,66	\$28,86	\$7,22
oct-23	3					\$7,32								\$7,32	\$36,18	\$7,24
nov-23	4						\$12,20							\$12,20	\$48,38	\$8,06
dic-23	1							\$3,66						\$3,66	\$52,04	\$7,43
ene-24	3								\$12,81					\$12,81	\$64,85	\$8,11
feb-24	3									\$14,64				\$14,64	\$79,49	\$8,83
mar-24	2										\$10,98			\$10,98	\$90,47	\$9,05
abr-24	2											\$12,20		\$12,20	\$102,67	\$9,33

T	DEMANDA	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 DE FILA	CT	CT UT
oct-23	3	\$21,54												\$21,54	\$21,54	\$21,54
nov-23	4		\$2,44											\$2,44	\$23,98	\$11,99
dic-23	1			\$1,22										\$1,22	\$25,20	\$8,40
ene-24	3				\$5,49									\$5,49	\$30,69	\$7,67
feb-24	3					\$7,32								\$7,32	\$38,01	\$7,60
mar-24	2						\$6,10							\$6,10	\$44,11	\$7,35
abr-24	2							\$7,32						\$7,32	\$51,43	\$7,35

Meses	Requerimientos	Cantidad de orden	Inventario final	Costo mtto	Costo de preparación	Costo de artículo	CT acumulado
may-23	0	0	0	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00
jun-23	5	12	7	\$4,27	\$21,54	\$43,80	\$25,81
jul-23	4		3	\$1,83	\$0,00	\$35,04	\$27,64
ago-23	1		2	\$1,22	\$0,00	\$8,76	\$28,86
sep-23	2		0	\$0,00	\$0,00	\$17,52	\$28,86
oct-23	3	18	15	\$9,15	\$21,54	\$26,28	\$59,55
nov-23	4		11	\$6,71	\$0,00	\$35,04	\$66,26
dic-23	1		10	\$6,10	\$0,00	\$8,76	\$72,36
ene-24	3		7	\$4,27	\$0,00	\$26,28	\$76,63
feb-24	3		4	\$2,44	\$0,00	\$26,28	\$79,07
mar-24	2		2	\$1,22	\$0,00	\$17,52	\$80,29
abr-24	2		0	\$0,00	\$0,00	\$17,52	\$80,29

Anexo 31. Modelo Silver-Meal para el SKU_15.

COSTO DE ORDENAR \$21,54 COSTO DE MANTENER \$0,35 COSTO UNITARIO \$4,98

T	DEMANDA	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 DE FILA	CT	CT UT
may-23	2	\$21,54												\$21,54	\$21,54	\$21,54
jun-23	4		\$1,40											\$1,40	\$22,94	\$11,47
jul-23	8			\$5,60										\$5,60	\$28,54	\$9,51
ago-23	4				\$4,20									\$4,20	\$32,74	\$8,19
sep-23	5					\$7,00								\$7,00	\$39,74	\$7,95
oct-23	5						\$8,75							\$8,75	\$48,49	\$8,08
nov-23	5							\$10,50						\$10,50	\$58,99	\$8,43
dic-23	6								\$14,70					\$14,70	\$73,69	\$9,21
ene-24	6									\$16,80				\$16,80	\$90,49	\$10,05
feb-24	4										\$12,60			\$12,60	\$103,09	\$10,31
mar-24	5											\$17,50		\$17,50	\$120,59	\$10,96
abr-24	6												\$23,10	\$23,10	\$143,69	\$11,97

T	DEMANDA	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 DE FILA	CT	CT UT
oct-23	5	\$21,54												\$21,54	\$21,54	\$21,54
nov-23	5		\$1,75											\$1,75	\$23,29	\$11,65
dic-23	6			\$4,20										\$4,20	\$27,49	\$9,16
ene-24	6				\$6,30									\$6,30	\$33,79	\$8,45
feb-24	4					\$5,60								\$5,60	\$39,39	\$7,88
mar-24	5						\$8,75							\$8,75	\$48,14	\$8,02
abr-24	6							\$12,60						\$12,60	\$60,74	\$8,68

T	DEMANDA	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 DE FILA	CT	CT UT
mar-24	5	\$21,54												\$21,54	\$21,54	\$21,54
abr-24	6		\$2,10											\$2,10	\$23,64	\$11,82

Meses	Requerimientos	Cantidad de orden	Inventario final	Costo mtto	Costo de preparación	Costo de articulo	CT acumulado
may-23	2	23	21	\$7,35	\$21,54	\$9,96	\$28,89
jun-23	4		17	\$5,95	\$0,00	\$19,92	\$34,84
jul-23	8		9	\$3,15	\$0,00	\$39,84	\$37,99
ago-23	4		5	\$1,75	\$0,00	\$19,92	\$39,74
sep-23	5		0	\$0,00	\$0,00	\$24,90	\$39,74
oct-23	5	26	21	\$7,35	\$21,54	\$24,90	\$68,63
nov-23	5		16	\$5,60	\$0,00	\$24,90	\$74,23
dic-23	6		10	\$3,50	\$0,00	\$29,88	\$77,73
ene-24	6		4	\$1,40	\$0,00	\$29,88	\$79,13
feb-24	4		0	\$0,00	\$0,00	\$19,92	\$79,13
mar-24	5	11	6	\$2,10	\$21,54	\$24,90	\$102,77
abr-24	6		0	\$0,00	\$0,00	\$29,88	\$102,77

Anexo 32. Modelo Silver-Meal para el SKU_11.

COSTO DE ORDENAR		\$21,54	COSTO DE MANTENER		\$2,72	COSTO UNITARIO		\$38,90									
T	DEMANDA	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 DE FILA	CT	CT UT	
may-23	4	\$21,54												\$21,54	\$21,54	\$21,54	
jun-23	1		\$2,72											\$2,72	\$24,26	\$12,13	
jul-23	2			\$10,88										\$10,88	\$35,14	\$11,71	
ago-23	3					\$24,48								\$24,48	\$59,62	\$14,91	
sep-23	2					\$21,76								\$21,76	\$81,38	\$16,28	
oct-23	3						\$40,80							\$40,80	\$122,18	\$20,36	
nov-23	3							\$48,96						\$48,96	\$171,14	\$24,45	
dic-23	2								\$38,08					\$38,08	\$209,22	\$26,15	
ene-24	3									\$65,28				\$65,28	\$274,50	\$30,50	
feb-24	4										\$97,92			\$97,92	\$372,42	\$37,24	
mar-24	2											\$54,40		\$54,40	\$426,82	\$38,80	
abr-24	2												\$59,84	\$59,84	\$486,66	\$40,56	

T	DEMANDA	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 DE FILA	CT	CT UT
ago-23	3	\$21,54												\$21,54	\$21,54	\$21,54
sep-23	2		\$5,44											\$5,44	\$26,98	\$13,49
oct-23	3			\$16,32										\$16,32	\$43,30	\$14,43
nov-23	3				\$24,48									\$24,48	\$67,78	\$16,95
dic-23	2					\$21,76								\$21,76	\$89,54	\$17,91
ene-24	3						\$40,80							\$40,80	\$130,34	\$21,72
feb-24	4							\$65,28						\$65,28	\$195,62	\$27,95
mar-24	2								\$38,08					\$38,08	\$233,70	\$29,21
abr-24	2									\$43,52				\$43,52	\$277,22	\$30,80

T	DEMANDA	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 DE FILA	CT	CT UT
oct-23	3	\$21,54												\$21,54	\$21,54	\$21,54
nov-23	3		\$8,16											\$8,16	\$29,70	\$14,85
dic-23	2			\$10,88										\$10,88	\$40,58	\$13,53
ene-24	3					\$24,48								\$24,48	\$65,06	\$16,27
feb-24	4						\$43,52							\$43,52	\$108,58	\$21,72
mar-24	2							\$27,20						\$27,20	\$135,78	\$22,63
abr-24	2								\$32,64					\$32,64	\$168,42	\$24,06

T	DEMANDA	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 DE FILA	CT	CT UT
ene-24	3	\$21,54												\$21,54	\$21,54	\$21,54
feb-24	4		\$10,88											\$10,88	\$32,42	\$16,21
mar-24	2			\$10,88										\$10,88	\$43,30	\$14,43
abr-24	2					\$16,32								\$16,32	\$59,62	\$14,91

T	DEMANDA	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 DE FILA	CT	CT UT
abr-24	2	\$21,54												\$21,54	\$21,54	\$21,54

Meses	Requerimientos	Cantidad de orden	Inventario final	Costo mtto	Costo de preparación	Costo de artículo	CT acumulado
may-23	4	7	3	\$8,16	\$21,54	\$155,60	\$29,70
jun-23	1		2	\$5,44	\$0,00	\$38,90	\$35,14
jul-23	2		0	\$0,00	\$0,00	\$77,80	\$35,14
ago-23	3	5	2	\$5,44	\$21,54	\$116,70	\$62,12
sep-23	2		0	\$0,00	\$0,00	\$77,80	\$62,12
oct-23	3	8	5	\$13,60	\$21,54	\$116,70	\$97,26
nov-23	3		2	\$5,44	\$0,00	\$116,70	\$102,70
dic-23	2		0	\$0,00	\$0,00	\$77,80	\$102,70
ene-24	3	9	6	\$16,32	\$21,54	\$116,70	\$140,56
feb-24	4		2	\$5,44	\$0,00	\$155,60	\$146,00
mar-24	2		0	\$0,00	\$0,00	\$77,80	\$146,00
abr-24	2	2	0	\$0,00	\$21,54	\$77,80	\$167,54

Anexo 33. Modelo Silver-Meal para el SKU_31.

COSTO DE ORDENAR COSTO DE MANTENER COSTO UNITARIO

T	DEMANDA	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 DE FILA	CT	CT UT
may-23	5	\$21,54												\$21,54	\$21,54	\$21,54
jun-23	1		\$1,15											\$1,15	\$22,69	\$11,35
jul-23	4			\$9,20										\$9,20	\$31,89	\$10,63
ago-23	2				\$6,90									\$6,90	\$38,79	\$9,70
sep-23	4					\$18,40								\$18,40	\$57,19	\$11,44
oct-23	2						\$11,50							\$11,50	\$68,69	\$11,45
nov-23	3							\$20,70						\$20,70	\$89,39	\$12,77
dic-23	2								\$16,10					\$16,10	\$105,49	\$13,19
ene-24	2									\$18,40				\$18,40	\$123,89	\$13,77
feb-24	3										\$31,05			\$31,05	\$154,94	\$15,49
mar-24	3											\$34,50		\$34,50	\$189,44	\$17,22
abr-24	2												\$25,30	\$25,30	\$214,74	\$17,90

T	DEMANDA	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 DE FILA	CT	CT UT
sep-23	4	\$21,54												\$21,54	\$21,54	\$21,54
oct-23	2		\$2,30											\$2,30	\$23,84	\$11,92
nov-23	3			\$6,90										\$6,90	\$30,74	\$10,25
dic-23	2				\$6,90									\$6,90	\$37,64	\$9,41
ene-24	2					\$9,20								\$9,20	\$46,84	\$9,37
feb-24	3						\$17,25							\$17,25	\$64,09	\$10,68
mar-24	3							\$20,70						\$20,70	\$84,79	\$12,11
abr-24	2								\$16,10					\$16,10	\$100,89	\$12,61

T	DEMANDA	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 DE FILA	CT	CT UT
feb-24	3	\$21,54												\$21,54	\$21,54	\$21,54
mar-24	3		\$3,45											\$3,45	\$24,99	\$12,50
abr-24	2			\$4,60										\$4,60	\$29,59	\$9,86

Meses	Requerimientos	Cantidad de orden	Inventario final	Costo mto	Costo de preparación	Costo de artículo	CT acumulado
may-23	5	12	7	\$8,05	\$21,54	\$81,95	\$29,59
jun-23	1		6	\$6,90	\$0,00	\$16,39	\$36,49
jul-23	4		2	\$2,30	\$0,00	\$65,56	\$38,79
ago-23	2		0	\$0,00	\$0,00	\$32,78	\$38,79
sep-23	4	13	9	\$10,35	\$21,54	\$65,56	\$70,68
oct-23	2		7	\$8,05	\$0,00	\$32,78	\$78,73
nov-23	3		4	\$4,60	\$0,00	\$49,17	\$83,33
dic-23	2		2	\$2,30	\$0,00	\$32,78	\$85,63
ene-24	2		0	\$0,00	\$0,00	\$32,78	\$85,63
feb-24	3	8	5	\$5,75	\$21,54	\$49,17	\$112,92
mar-24	3		2	\$2,30	\$0,00	\$49,17	\$115,22
abr-24	2		0	\$0,00	\$0,00	\$32,78	\$115,22

Anexo 34. Modelo Silver-Meal para el SKU_74.

COSTO DE ORDENAR COSTO DE MANTENER COSTO UNITARIO

T	DEMANDA	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 DE FILA	CT	CT UT
may-23	0	\$0,00												\$0,00	\$0,00	\$0,00
jun-23	2		\$1,82											\$1,82	\$1,82	\$0,91
jul-23	3			\$5,46										\$5,46	\$7,28	\$2,43
ago-23	4				\$10,92									\$10,92	\$18,20	\$4,55
sep-23	3					\$10,92								\$10,92	\$29,12	\$5,82
oct-23	4						\$18,20							\$18,20	\$47,32	\$7,89
nov-23	2							\$10,92						\$10,92	\$58,24	\$8,32
dic-23	2								\$12,74					\$12,74	\$70,98	\$8,87
ene-24	1									\$7,28				\$7,28	\$78,26	\$8,70
feb-24	2										\$16,38			\$16,38	\$94,64	\$9,46
mar-24	2											\$18,20		\$18,20	\$112,84	\$10,26
abr-24	2												\$20,02	\$20,02	\$132,86	\$11,07

T	DEMANDA	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 DE FILA	CT	CT UT
jun-23	2	\$21,54												\$21,54	\$21,54	\$21,54
jul-23	3		\$2,73											\$2,73	\$24,27	\$12,14
ago-23	4			\$7,28										\$7,28	\$31,55	\$10,52
sep-23	3				\$8,19									\$8,19	\$39,74	\$9,94
oct-23	4					\$14,56								\$14,56	\$54,30	\$10,86
nov-23	2						\$9,10							\$9,10	\$63,40	\$10,57
dic-23	2							\$10,92						\$10,92	\$74,32	\$10,62
ene-24	1								\$6,37					\$6,37	\$80,69	\$10,09
feb-24	2									\$14,56				\$14,56	\$95,25	\$10,58
mar-24	2										\$16,38			\$16,38	\$111,63	\$11,16
abr-24	2											\$18,20		\$18,20	\$129,83	\$11,80

T	DEMANDA	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 DE FILA	CT	CT UT
oct-23	4	\$21,54												\$21,54	\$21,54	\$21,54
nov-23	2		\$1,82											\$1,82	\$23,36	\$11,68
dic-23	2			\$3,64										\$3,64	\$27,00	\$9,00
ene-24	1				\$2,73									\$2,73	\$29,73	\$7,43
feb-24	2					\$7,28								\$7,28	\$37,01	\$7,40
mar-24	2						\$9,10							\$9,10	\$46,11	\$7,69
abr-24	2							\$10,92						\$10,92	\$57,03	\$8,15

T	DEMANDA	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 DE FILA	CT	CT UT
mar-24	2	\$21,54												\$21,54	\$21,54	\$21,54
abr-24	2		\$1,82											\$1,82	\$23,36	\$11,68

Meses	Requerimientos	Cantidad de orden	Inventario final	Costo mtto	Costo de preparación	Costo de artículo	CT acumulado
may-23	0	0	0	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00
jun-23	2	12	10	\$9,10	\$21,54	\$25,96	\$30,64
jul-23	3		7	\$6,37	\$0,00	\$38,94	\$37,01
ago-23	4		3	\$2,73	\$0,00	\$51,92	\$39,74
sep-23	3		0	\$0,00	\$0,00	\$38,94	\$39,74
oct-23	4	11	7	\$6,37	\$21,54	\$51,92	\$67,65
nov-23	2		5	\$4,55	\$0,00	\$25,96	\$72,20
dic-23	2		3	\$2,73	\$0,00	\$25,96	\$74,93
ene-24	1		2	\$1,82	\$0,00	\$12,98	\$76,75
feb-24	2		0	\$0,00	\$0,00	\$25,96	\$76,75
mar-24	2	4	2	\$1,82	\$21,54	\$25,96	\$100,11
abr-24	2		0	\$0,00	\$0,00	\$25,96	\$100,11

Anexo 35. Modelo Silver-Meal para el SKU_8.

COSTO DE ORDENAR COSTO DE MANTENER COSTO UNITARIO

T	DEMANDA	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 DE FILA	CT	CT UT
may-23	1	\$21,54												\$21,54	\$21,54	\$21,54
jun-23	1		\$2,22											\$2,22	\$23,76	\$11,88
jul-23	0			\$0,00										\$0,00	\$23,76	\$7,92
ago-23	0				\$0,00									\$0,00	\$23,76	\$5,94
sep-23	2					\$17,76								\$17,76	\$41,52	\$8,30
oct-23	3						\$33,30							\$33,30	\$74,82	\$12,47
nov-23	3							\$39,96						\$39,96	\$114,78	\$16,40
dic-23	3								\$46,62					\$46,62	\$161,40	\$20,18
ene-24	1									\$17,76				\$17,76	\$179,16	\$19,91
feb-24	2										\$39,96			\$39,96	\$219,12	\$21,91
mar-24	1											\$22,20		\$22,20	\$241,32	\$21,94
abr-24	1												\$24,42	\$24,42	\$265,74	\$22,15

T	DEMANDA	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 DE FILA	CT	CT UT
sep-23	2	\$21,54												\$21,54	\$21,54	\$21,54
oct-23	3		\$6,66											\$6,66	\$28,20	\$14,10
nov-23	3			\$13,32										\$13,32	\$41,52	\$13,84
dic-23	3				\$19,98									\$19,98	\$61,50	\$15,38
ene-24	1					\$8,88								\$8,88	\$70,38	\$14,08
feb-24	2						\$22,20							\$22,20	\$92,58	\$15,43
mar-24	1							\$13,32						\$13,32	\$105,90	\$15,13
abr-24	1								\$15,54					\$15,54	\$121,44	\$15,18

T	DEMANDA	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 DE FILA	CT	CT UT
dic-23	3	\$21,54												\$21,54	\$21,54	\$21,54
ene-24	1		\$2,22											\$2,22	\$23,76	\$11,88
feb-24	2			\$8,88										\$8,88	\$32,64	\$10,88
mar-24	1				\$6,66									\$6,66	\$39,30	\$9,83
abr-24	1					\$8,88								\$8,88	\$48,18	\$9,64

Meses	Requerimientos	Cantidad de orden	Inventario final	Costo mto	Costo de preparación	Costo de artículo	CT acumulado
may-23	1	2	1	\$2,22	\$21,54	\$31,70	\$23,76
jun-23	1		0	\$0,00	\$0,00	\$31,70	\$23,76
jul-23	0		0	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$23,76
ago-23	0		0	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$23,76
sep-23	2	8	6	\$13,32	\$21,54	\$63,40	\$58,62
oct-23	3		3	\$6,66	\$0,00	\$95,10	\$65,28
nov-23	3		0	\$0,00	\$0,00	\$95,10	\$65,28
dic-23	3	8	5	\$11,10	\$21,54	\$95,10	\$97,92
ene-24	1		4	\$8,88	\$0,00	\$31,70	\$106,80
feb-24	2		2	\$4,44	\$0,00	\$63,40	\$111,24
mar-24	1		1	\$2,22	\$0,00	\$31,70	\$113,46
abr-24	1		0	\$0,00	\$0,00	\$31,70	\$113,46

Anexo 36. Modelo Silver-Meal para el SKU_17.

COSTO DE ORDENAR COSTO DE MANTENER COSTO UNITARIO

T	DEMANDA	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 DE FILA	CT	CT UT
may-23	2	\$21,54												\$21,54	\$21,54	\$21,54
jun-23	2		\$1,48											\$1,48	\$23,02	\$11,51
jul-23	3			\$4,44										\$4,44	\$27,46	\$9,15
ago-23	1				\$2,22									\$2,22	\$29,68	\$7,42
sep-23	1					\$2,96								\$2,96	\$32,64	\$6,53
oct-23	1						\$3,70							\$3,70	\$36,34	\$6,06
nov-23	1							\$4,44						\$4,44	\$40,78	\$5,83
dic-23	1								\$5,18					\$5,18	\$45,96	\$5,75
ene-24	1									\$5,92				\$5,92	\$51,88	\$5,76
feb-24	0										\$0,00			\$0,00	\$51,88	\$5,19
mar-24	0											\$0,00		\$0,00	\$51,88	\$4,72
abr-24	0												\$0,00	\$0,00	\$51,88	\$4,32

T	DEMANDA	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 DE FILA	CT	CT UT
ene-24	1	\$21,54												\$21,54	\$21,54	\$21,54
feb-24	0		\$0,00											\$0,00	\$21,54	\$10,77
mar-24	0			\$0,00										\$0,00	\$21,54	\$7,18
abr-24	0				\$0,00									\$0,00	\$21,54	\$5,39

Meses	Requerimientos	Cantidad de orden	Inventario final	Costo mtto	Costo de preparación	Costo de artículo	CT acumulado
may-23	2	12	10	\$7,40	\$21,54	\$21,28	\$28,94
jun-23	2		8	\$5,92	\$0,00	\$21,28	\$34,86
jul-23	3		5	\$3,70	\$0,00	\$31,92	\$38,56
ago-23	1		4	\$2,96	\$0,00	\$10,64	\$41,52
sep-23	1		3	\$2,22	\$0,00	\$10,64	\$43,74
oct-23	1		2	\$1,48	\$0,00	\$10,64	\$45,22
nov-23	1		1	\$0,74	\$0,00	\$10,64	\$45,96
dic-23	1		0	\$0,00	\$0,00	\$10,64	\$45,96
ene-24	1	1	0	\$0,00	\$21,54	\$10,64	\$67,50
feb-24	0		0	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$67,50
mar-24	0		0	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$67,50
abr-24	0		0	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$67,50

Anexo 37. Modelo Silver-Meal para el SKU_35.

COSTO DE ORDENAR \$21,54 COSTO DE MANTENER \$1,72 COSTO UNITARIO \$24,62

T	DEMANDA	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 DE FILA	CT	CT UT
may-23	2	\$21,54												\$21,54	\$21,54	\$21,54
jun-23	2		\$3,44											\$3,44	\$24,98	\$12,49
jul-23	4			\$13,76										\$13,76	\$38,74	\$12,91
ago-23	3				\$15,48									\$15,48	\$54,22	\$13,56
sep-23	1					\$6,88								\$6,88	\$61,10	\$12,22
oct-23	1						\$8,60							\$8,60	\$69,70	\$11,62
nov-23	2							\$20,64						\$20,64	\$90,34	\$12,91
dic-23	2								\$24,08					\$24,08	\$114,42	\$14,30
ene-24	3									\$41,28				\$41,28	\$155,70	\$17,30
feb-24	2										\$30,96			\$30,96	\$186,66	\$18,67
mar-24	2											\$34,40		\$34,40	\$221,06	\$20,10
abr-24	2												\$37,84	\$37,84	\$258,90	\$21,58

T	DEMANDA	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 DE FILA	CT	CT UT
jul-23	4	\$21,54												\$21,54	\$21,54	\$21,54
ago-23	3		\$5,16											\$5,16	\$26,70	\$13,35
sep-23	1			\$3,44										\$3,44	\$30,14	\$10,05
oct-23	1				\$5,16									\$5,16	\$35,30	\$8,83
nov-23	2					\$13,76								\$13,76	\$49,06	\$9,81
dic-23	2						\$17,20							\$17,20	\$66,26	\$11,04
ene-24	3							\$30,96						\$30,96	\$97,22	\$13,89
feb-24	2								\$24,08					\$24,08	\$121,30	\$15,16
mar-24	2									\$27,52				\$27,52	\$148,82	\$16,54
abr-24	2										\$30,96			\$30,96	\$179,78	\$17,98
												\$0,00		\$0,00	\$179,78	\$16,34
													\$0,00	\$0,00	\$179,78	\$14,98

T	DEMANDA	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 DE FILA	CT	CT UT
nov-23	2	\$21,54												\$21,54	\$21,54	\$21,54
dic-23	2		\$3,44											\$3,44	\$24,98	\$12,49
ene-24	3			\$10,32										\$10,32	\$35,30	\$11,77
feb-24	2				\$10,32									\$10,32	\$45,62	\$11,41
mar-24	2					\$13,76								\$13,76	\$59,38	\$11,88
abr-24	2						\$17,20							\$17,20	\$76,58	\$12,76

T	DEMANDA	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 DE FILA	CT	CT UT
mar-24	2	\$21,54												\$21,54	\$21,54	\$21,54
abr-24	2		\$3,44											\$3,44	\$24,98	\$12,49

Meses	Requerimientos	Cantidad de orden	Inventario final	Costo mto	Costo de preparación	Costo de artículo	CT acumulado
may-23	2	4	2	\$3,44	\$21,54	\$49,24	\$24,98
jun-23	2		0	\$0,00	\$0,00	\$49,24	\$24,98
jul-23	4	9	5	\$8,60	\$21,54	\$98,48	\$55,12
ago-23	3		2	\$3,44	\$0,00	\$73,86	\$58,56
sep-23	1		1	\$1,72	\$0,00	\$24,62	\$60,28
oct-23	1		0	\$0,00	\$0,00	\$24,62	\$60,28
nov-23	2	9	7	\$12,04	\$21,54	\$49,24	\$93,86
dic-23	2		5	\$8,60	\$0,00	\$49,24	\$102,46
ene-24	3		2	\$3,44	\$0,00	\$73,86	\$105,90
feb-24	2		0	\$0,00	\$0,00	\$49,24	\$105,90
mar-24	2	4	2	\$3,44	\$21,54	\$49,24	\$130,88
abr-24	2		0	\$0,00	\$0,00	\$49,24	\$130,88

Anexo 38. Modelo Silver-Meal para el SKU_52.

COSTO DE ORDENAR COSTO DE MANTENER COSTO UNITARIO

T	DEMANDA	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 DE FILA	CT	CT UT
may-23	2	\$21,54												\$21,54	\$21,54	\$21,54
jun-23	5		\$21,65											\$21,65	\$43,19	\$21,60
jul-23	3			\$25,98										\$25,98	\$69,17	\$23,06
ago-23	3				\$38,97									\$38,97	\$108,14	\$27,04
sep-23	5					\$86,60								\$86,60	\$194,74	\$38,95
oct-23	3						\$64,95							\$64,95	\$259,69	\$43,28
nov-23	4							\$103,92						\$103,92	\$363,61	\$51,94
dic-23	4								\$121,24					\$121,24	\$484,85	\$60,61
ene-24	3									\$103,92				\$103,92	\$588,77	\$65,42
feb-24	4										\$155,88			\$155,88	\$744,65	\$74,47
mar-24	4											\$173,20		\$173,20	\$917,85	\$83,44
abr-24	3												\$142,89	\$142,89	\$1.060,74	\$88,40

T	DEMANDA	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 DE FILA	CT	CT UT
jun-23	5	\$21,54												\$21,54	\$21,54	\$21,54
jul-23	3		\$12,99											\$12,99	\$34,53	\$17,27
ago-23	3			\$25,98										\$25,98	\$60,51	\$20,17
sep-23	5				\$64,95									\$64,95	\$125,46	\$31,37
oct-23	3					\$51,96								\$51,96	\$177,42	\$35,48
nov-23	4						\$86,60							\$86,60	\$264,02	\$44,00
dic-23	4							\$103,92						\$103,92	\$367,94	\$52,56
ene-24	3								\$90,93					\$90,93	\$458,87	\$57,36
feb-24	4									\$138,56				\$138,56	\$597,43	\$66,38
mar-24	4										\$155,88			\$155,88	\$753,31	\$75,33
abr-24	3											\$129,90		\$129,90	\$883,21	\$80,29
													\$0,00	\$0,00	\$883,21	\$73,60

T	DEMANDA	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 DE FILA	CT	CT UT
ago-23	3	\$21,54												\$21,54	\$21,54	\$21,54
sep-23	5		\$21,65											\$21,65	\$43,19	\$21,60
oct-23	3			\$25,98										\$25,98	\$69,17	\$23,06
nov-23	4				\$51,96									\$51,96	\$121,13	\$30,28
dic-23	4					\$69,28								\$69,28	\$190,41	\$38,08
ene-24	3						\$64,95							\$64,95	\$255,36	\$42,56
feb-24	4							\$103,92						\$103,92	\$359,28	\$51,33
mar-24	4								\$121,24					\$121,24	\$480,52	\$60,07
abr-24	3									\$103,92				\$103,92	\$584,44	\$64,94

T	DEMANDA	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 DE FILA	CT	CT UT
sep-23	5	\$21,54												\$21,54	\$21,54	\$21,54
oct-23	3		\$12,99											\$12,99	\$34,53	\$17,27
nov-23	4			\$34,64										\$34,64	\$69,17	\$23,06
dic-23	4				\$51,96									\$51,96	\$121,13	\$30,28
ene-24	3					\$51,96								\$51,96	\$173,09	\$34,62
feb-24	4						\$86,60							\$86,60	\$259,69	\$43,28
mar-24	4							\$103,92						\$103,92	\$363,61	\$51,94
abr-24	3								\$90,93					\$90,93	\$454,54	\$56,82

T	DEMANDA	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 DE FILA	CT	CT UT
nov-23	4	\$21,54												\$21,54	\$21,54	\$21,54
dic-23	4		\$17,32											\$17,32	\$38,86	\$19,43
ene-24	3			\$25,98										\$25,98	\$64,84	\$21,61
feb-24	4				\$51,96									\$51,96	\$116,80	\$29,20
mar-24	4					\$69,28								\$69,28	\$186,08	\$37,22
abr-24	3						\$64,95							\$64,95	\$251,03	\$41,84

T	DEMANDA	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 DE FILA	CT	CT UT
ene-24	3	\$21,54												\$21,54	\$21,54	\$21,54
feb-24	4		\$17,32											\$17,32	\$38,86	\$19,43
mar-24	4			\$34,64										\$34,64	\$73,50	\$24,50
abr-24	3				\$38,97									\$38,97	\$112,47	\$28,12

T	DEMANDA	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 DE FILA	CT	CT UT
mar-24	4	\$21,54												\$21,54	\$21,54	\$21,54
abr-24	3		\$12,99											\$12,99	\$34,53	\$17,27

Meses	Requerimientos	Cantidad de orden	Inventario final	Costo mtto	Costo de preparación	Costo de artículo	CT acumulado
may-23	2	2	0	\$0,00	\$21,54	\$123,74	\$21,54
jun-23	5	8	3	\$12,99	\$21,54	\$309,35	\$56,07
jul-23	3		0	\$0,00	\$0,00	\$185,61	\$56,07
ago-23	3	3	0	\$0,00	\$21,54	\$185,61	\$77,61
sep-23	5	8	3	\$12,99	\$21,54	\$309,35	\$112,14
oct-23	3		0	\$0,00	\$0,00	\$185,61	\$112,14
nov-23	4	8	4	\$17,32	\$21,54	\$247,48	\$151,00
dic-23	4		0	\$0,00	\$0,00	\$247,48	\$151,00
ene-24	3	7	4	\$17,32	\$21,54	\$185,61	\$189,86
feb-24	4		0	\$0,00	\$0,00	\$247,48	\$189,86
mar-24	4	7	3	\$12,99	\$21,54	\$247,48	\$224,39
abr-24	3		0	\$0,00	\$0,00	\$185,61	\$224,39

Anexo 39. Modelo Silver-Meal para el SKU_95.

COSTO DE ORDENAR COSTO DE MANTENER COSTO UNITARIO

T	DEMANDA	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 DE FILA	CT	CT UT
may-23	3	\$21,54												\$21,54	\$21,54	\$21,54
jun-23	5		\$3,70											\$3,70	\$25,24	\$12,62
jul-23	3			\$4,44										\$4,44	\$29,68	\$9,89
ago-23	2				\$4,44									\$4,44	\$34,12	\$8,53
sep-23	2					\$5,92								\$5,92	\$40,04	\$8,01
oct-23	2						\$7,40							\$7,40	\$47,44	\$7,91
nov-23	3							\$13,32						\$13,32	\$60,76	\$8,68
dic-23	2								\$10,36					\$10,36	\$71,12	\$8,89
ene-24	2									\$11,84				\$11,84	\$82,96	\$9,22
feb-24	2										\$13,32			\$13,32	\$96,28	\$9,63
mar-24	2											\$14,80		\$14,80	\$111,08	\$10,10
abr-24	2												\$16,28	\$16,28	\$127,36	\$10,61

T	DEMANDA	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 DE FILA	CT	CT UT
nov-23	3	\$21,54												\$21,54	\$21,54	\$21,54
dic-23	2		\$1,48											\$1,48	\$23,02	\$11,51
ene-24	2			\$2,96										\$2,96	\$25,98	\$8,66
feb-24	2				\$4,44									\$4,44	\$30,42	\$7,61
mar-24	2					\$5,92								\$5,92	\$36,34	\$7,27
abr-24	2						\$7,40							\$7,40	\$43,74	\$7,29

T	DEMANDA	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 DE FILA	CT	CT UT
abr-24	2	\$21,54												\$21,54	\$21,54	\$21,54

Meses	Requerimientos	Cantidad de orden	Inventario final	Costo mtto	Costo de preparación	Costo de artículo	CT acumulado
may-23	3	17	14	\$10,36	\$21,54	\$31,53	\$31,90
jun-23	5		9	\$6,66	\$0,00	\$52,55	\$38,56
jul-23	3		6	\$4,44	\$0,00	\$31,53	\$43,00
ago-23	2		4	\$2,96	\$0,00	\$21,02	\$45,96
sep-23	2		2	\$1,48	\$0,00	\$21,02	\$47,44
oct-23	2		0	\$0,00	\$0,00	\$21,02	\$47,44
nov-23	3	11	8	\$5,92	\$21,54	\$31,53	\$74,90
dic-23	2		6	\$4,44	\$0,00	\$21,02	\$79,34
ene-24	2		4	\$2,96	\$0,00	\$21,02	\$82,30
feb-24	2		2	\$1,48	\$0,00	\$21,02	\$83,78
mar-24	2		0	\$0,00	\$0,00	\$21,02	\$83,78
abr-24	2	2	0	\$0,00	\$21,54	\$21,02	\$105,32

Anexo 40. Modelo Silver-Meal para el SKU_9.

COSTO DE ORDENAR COSTO DE MANTENER COSTO UNITARIO

T	DEMANDA	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 DE FILA	CT	CT UT
may-23	4	\$21,54												\$21,54	\$21,54	\$21,54
jun-23	1		\$0,99											\$0,99	\$22,53	\$11,27
jul-23	1			\$1,98										\$1,98	\$24,51	\$8,17
ago-23	4				\$11,88									\$11,88	\$36,39	\$9,10
sep-23	3					\$11,88								\$11,88	\$48,27	\$9,65
oct-23	4						\$19,80							\$19,80	\$68,07	\$11,35
nov-23	2							\$11,88						\$11,88	\$79,95	\$11,42
dic-23	2								\$13,86					\$13,86	\$93,81	\$11,73
ene-24	2									\$15,84				\$15,84	\$109,65	\$12,18
feb-24	2										\$17,82			\$17,82	\$127,47	\$12,75
mar-24	1											\$9,90		\$9,90	\$137,37	\$12,49
abr-24	2												\$21,78	\$21,78	\$159,15	\$13,26

T	DEMANDA	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 DE FILA	CT	CT UT
ago-23	4	\$21,54												\$21,54	\$21,54	\$21,54
sep-23	3		\$2,97											\$2,97	\$24,51	\$12,26
oct-23	4			\$7,92										\$7,92	\$32,43	\$10,81
nov-23	2				\$5,94									\$5,94	\$38,37	\$9,59
dic-23	2					\$7,92								\$7,92	\$46,29	\$9,26
ene-24	2						\$9,90							\$9,90	\$56,19	\$9,37
feb-24	2							\$11,88						\$11,88	\$68,07	\$9,72
mar-24	1								\$6,93					\$6,93	\$75,00	\$9,38
abr-24	2									\$15,84				\$15,84	\$90,84	\$10,09

T	DEMANDA	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 DE FILA	CT	CT UT
ene-24	2	\$21,54												\$21,54	\$21,54	\$21,54
feb-24	2		\$1,98											\$1,98	\$23,52	\$11,76
mar-24	1			\$1,98										\$1,98	\$25,50	\$8,50
abr-24	2				\$5,94									\$5,94	\$31,44	\$7,86

Meses	Requerimientos	Cantidad de orden	Inventario final	Costo mtto	Costo de preparación	Costo de artículo	CT acumulado
may-23	4	6	2	\$1,98	\$21,54	\$56,36	\$23,52
jun-23	1		1	\$0,99	\$0,00	\$14,09	\$24,51
jul-23	1		0	\$0,00	\$0,00	\$14,09	\$24,51
ago-23	4	15	11	\$10,89	\$21,54	\$56,36	\$56,94
sep-23	3		8	\$7,92	\$0,00	\$42,27	\$64,86
oct-23	4		4	\$3,96	\$0,00	\$56,36	\$68,82
nov-23	2		2	\$1,98	\$0,00	\$28,18	\$70,80
dic-23	2		0	\$0,00	\$0,00	\$28,18	\$70,80
ene-24	2	7	5	\$4,95	\$21,54	\$28,18	\$97,29
feb-24	2		3	\$2,97	\$0,00	\$28,18	\$100,26
mar-24	1		2	\$1,98	\$0,00	\$14,09	\$102,24
abr-24	2		0	\$0,00	\$0,00	\$28,18	\$102,24

Anexo 41. Modelo Silver-Meal para el SKU_58.

COSTO DE ORDENAR COSTO DE MANTENER COSTO UNITARIO

T	DEMANDA	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 DE FILA	CT	CT UT
may-23	3	\$21,54												\$21,54	\$21,54	\$21,54
jun-23	2		\$3,62											\$3,62	\$25,16	\$12,58
jul-23	3			\$10,86										\$10,86	\$36,02	\$12,01
ago-23	0				\$0,00									\$0,00	\$36,02	\$9,01
sep-23	1					\$7,24								\$7,24	\$43,26	\$8,65
oct-23	2						\$18,10							\$18,10	\$61,36	\$10,23
nov-23	4							\$43,44						\$43,44	\$104,80	\$14,97
dic-23	0								\$0,00					\$0,00	\$104,80	\$13,10
ene-24	1									\$14,48				\$14,48	\$119,28	\$13,25
feb-24	1										\$16,29			\$16,29	\$135,57	\$13,56
mar-24	1											\$18,10		\$18,10	\$153,67	\$13,97
abr-24	2												\$39,82	\$39,82	\$193,49	\$16,12

T	DEMANDA	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 DE FILA	CT	CT UT
oct-23	2	\$21,54												\$21,54	\$21,54	\$21,54
nov-23	4		\$7,24											\$7,24	\$28,78	\$14,39
dic-23	0			\$0,00										\$0,00	\$28,78	\$9,59
ene-24	1				\$5,43									\$5,43	\$34,21	\$8,55
feb-24	1					\$7,24								\$7,24	\$41,45	\$8,29
mar-24	1						\$9,05							\$9,05	\$50,50	\$8,42
abr-24	2							\$21,72						\$21,72	\$72,22	\$10,32

T	DEMANDA	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 DE FILA	CT	CT UT
mar-24	1	\$21,54												\$21,54	\$21,54	\$21,54
abr-24	2		\$3,62											\$3,62	\$25,16	\$12,58

Meses	Requerimientos	Cantidad de orden	Inventario final	Costo mtto	Costo de preparación	Costo de articulo	CT acumulado
may-23	3	9	6	\$10,86	\$21,54	\$77,49	\$32,40
jun-23	2		4	\$7,24	\$0,00	\$51,66	\$39,64
jul-23	3		1	\$1,81	\$0,00	\$77,49	\$41,45
ago-23	0		1	\$1,81	\$0,00	\$0,00	\$43,26
sep-23	1		0	\$0,00	\$0,00	\$25,83	\$43,26
oct-23	2	8	6	\$10,86	\$21,54	\$51,66	\$75,66
nov-23	4		2	\$3,62	\$0,00	\$103,32	\$79,28
dic-23	0		2	\$3,62	\$0,00	\$0,00	\$82,90
ene-24	1		1	\$1,81	\$0,00	\$25,83	\$84,71
feb-24	1		0	\$0,00	\$0,00	\$25,83	\$84,71
mar-24	1	3	2	\$3,62	\$21,54	\$25,83	\$109,87
abr-24	2		0	\$0,00	\$0,00	\$51,66	\$109,87

Anexo 42. Modelo Silver-Meal para el SKU_40.

COSTO DE ORDENAR COSTO DE MANTENER COSTO UNITARIO

T	DEMANDA	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 DE FILA	CT	CT UT
may-23	3	\$21,54												\$21,54	\$21,54	\$21,54
jun-23	2		\$2,54											\$2,54	\$24,08	\$12,04
jul-23	2			\$5,08										\$5,08	\$29,16	\$9,72
ago-23	2				\$7,62									\$7,62	\$36,78	\$9,20
sep-23	2					\$10,16								\$10,16	\$46,94	\$9,39
oct-23	2						\$12,70							\$12,70	\$59,64	\$9,94
nov-23	2							\$15,24						\$15,24	\$74,88	\$10,70
dic-23	2								\$17,78					\$17,78	\$92,66	\$11,58
ene-24	2									\$20,32				\$20,32	\$112,98	\$12,55
feb-24	2										\$22,86			\$22,86	\$135,84	\$13,58
mar-24	2											\$25,40		\$25,40	\$161,24	\$14,66
abr-24	2												\$27,94	\$27,94	\$189,18	\$15,77

T	DEMANDA	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 DE FILA	CT	CT UT
sep-23	2	\$21,54												\$21,54	\$21,54	\$21,54
oct-23	2		\$2,54											\$2,54	\$24,08	\$12,04
nov-23	2			\$5,08										\$5,08	\$29,16	\$9,72
dic-23	2				\$7,62									\$7,62	\$36,78	\$9,20
ene-24	2					\$10,16								\$10,16	\$46,94	\$9,39
feb-24	2						\$12,70							\$12,70	\$59,64	\$9,94
mar-24	2							\$15,24						\$15,24	\$74,88	\$10,70
abr-24	2								\$17,78					\$17,78	\$92,66	\$11,58

T	DEMANDA	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 DE FILA	CT	CT UT
ene-24	2	\$21,54												\$21,54	\$21,54	\$21,54
feb-24	2		\$2,54											\$2,54	\$24,08	\$12,04
mar-24	2			\$5,08										\$5,08	\$29,16	\$9,72
abr-24	2				\$7,62									\$7,62	\$36,78	\$9,20

Meses	Requerimientos	Cantidad de orden	Inventario final	Costo mtto	Costo de preparación	Costo de artículo	CT acumulado
may-23	3	9	6	\$7,62	\$21,54	\$54,42	\$29,16
jun-23	2		4	\$5,08	\$0,00	\$36,28	\$34,24
jul-23	2		2	\$2,54	\$0,00	\$36,28	\$36,78
ago-23	2		0	\$0,00	\$0,00	\$36,28	\$36,78
sep-23	2	8	6	\$7,62	\$21,54	\$36,28	\$65,94
oct-23	2		4	\$5,08	\$0,00	\$36,28	\$71,02
nov-23	2		2	\$2,54	\$0,00	\$36,28	\$73,56
dic-23	2		0	\$0,00	\$0,00	\$36,28	\$73,56
ene-24	2	8	6	\$7,62	\$21,54	\$36,28	\$102,72
feb-24	2		4	\$5,08	\$0,00	\$36,28	\$107,80
mar-24	2		2	\$2,54	\$0,00	\$36,28	\$110,34
abr-24	2		0	\$0,00	\$0,00	\$36,28	\$110,34

Anexo 43. Modelo Silver-Meal para el SKU_27.

COSTO DE ORDENAR COSTO DE MANTENER COSTO UNITARIO

T	DEMANDA	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 DE FILA	CT	CT UT
may-23	2	\$21,54												\$21,54	\$21,54	\$21,54
jun-23	2		\$3,90											\$3,90	\$25,44	\$12,72
jul-23	2			\$7,80										\$7,80	\$33,24	\$11,08
ago-23	3				\$17,55									\$17,55	\$50,79	\$12,70
sep-23	2					\$15,60								\$15,60	\$66,39	\$13,28
oct-23	2						\$19,50							\$19,50	\$85,89	\$14,32
nov-23	2							\$23,40						\$23,40	\$109,29	\$15,61
dic-23	2								\$27,30					\$27,30	\$136,59	\$17,07
ene-24	2									\$31,20				\$31,20	\$167,79	\$18,64
feb-24	1										\$17,55			\$17,55	\$185,34	\$18,53
mar-24	2											\$39,00		\$39,00	\$224,34	\$20,39
abr-24	2												\$42,90	\$42,90	\$267,24	\$22,27

T	DEMANDA	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 DE FILA	CT	CT UT
ago-23	3	\$21,54												\$21,54	\$21,54	\$21,54
sep-23	2		\$3,90											\$3,90	\$25,44	\$12,72
oct-23	2			\$7,80										\$7,80	\$33,24	\$11,08
nov-23	2				\$11,70									\$11,70	\$44,94	\$11,24
dic-23	2					\$15,60								\$15,60	\$60,54	\$12,11
ene-24	2						\$19,50							\$19,50	\$80,04	\$13,34
feb-24	1							\$11,70						\$11,70	\$91,74	\$13,11
mar-24	2								\$27,30					\$27,30	\$119,04	\$14,88
abr-24	2									\$31,20				\$31,20	\$150,24	\$16,69

T	DEMANDA	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 DE FILA	CT	CT UT
nov-23	2	\$21,54												\$21,54	\$21,54	\$21,54
dic-23	2		\$3,90											\$3,90	\$25,44	\$12,72
ene-24	2			\$7,80										\$7,80	\$33,24	\$11,08
feb-24	1				\$5,85									\$5,85	\$39,09	\$9,77
mar-24	2					\$15,60								\$15,60	\$54,69	\$10,94
abr-24	2						\$19,50							\$19,50	\$74,19	\$12,37

T	DEMANDA	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 DE FILA	CT	CT UT
mar-24	2	\$21,54												\$21,54	\$21,54	\$21,54
abr-24	2		\$3,90											\$3,90	\$25,44	\$12,72

Meses	Requerimientos	Cantidad de orden	Inventario final	Costo mtto	Costo de preparación	Costo de artículo	CT acumulado
may-23	2	6	4	\$7,80	\$21,54	\$55,80	\$29,34
jun-23	2		2	\$3,90	\$0,00	\$55,80	\$33,24
jul-23	2		0	\$0,00	\$0,00	\$55,80	\$33,24
ago-23	3	7	4	\$7,80	\$21,54	\$83,70	\$62,58
sep-23	2		2	\$3,90	\$0,00	\$55,80	\$66,48
oct-23	2		0	\$0,00	\$0,00	\$55,80	\$66,48
nov-23	2	7	5	\$9,75	\$21,54	\$55,80	\$97,77
dic-23	2		3	\$5,85	\$0,00	\$55,80	\$103,62
ene-24	2		1	\$1,95	\$0,00	\$55,80	\$105,57
feb-24	1		0	\$0,00	\$0,00	\$27,90	\$105,57
mar-24	2	4	2	\$3,90	\$21,54	\$55,80	\$131,01
abr-24	2		0	\$0,00	\$0,00	\$55,80	\$131,01

Anexo 44. Código utilizado para la aplicación del modelo Wagner Whitin.

```
##SKU_3####
library(SCperf)
D<-c(11,12,10,4,4,6,5,4,3,3,3,2)
s<-c(21.54,21.54,21.54,21.54,21.54,21.54,21.54,21.54,21.54,21.54,21.54,21.54)
h<-1.24
ww(D, s, h, method = c("forward"))
```

Anexo 45. Modelo Wagner Whitin para el SKU_73.

TVC:

[1] 80.58

Solution:

	[,1]	[,2]	[,3]	[,4]	[,5]	[,6]	[,7]	[,8]	[,9]	[,10]	[,11]	[,12]
[1,]	21.54	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
[2,]	21.54	43.08	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
[3,]	26.04	45.33	43.08	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
[4,]	26.04	45.33	43.08	47.58	NA							
[5,]	35.04	52.08	47.58	49.83	47.58	NA						
[6,]	38.79	55.08	49.83	51.33	48.33	56.58	NA	NA	NA	NA	NA	NA
[7,]	47.79	62.58	55.83	55.83	51.33	58.08	60.33	NA	NA	NA	NA	NA
[8,]	63.54	76.08	67.08	64.83	58.08	62.58	62.58	69.33	NA	NA	NA	NA
[9,]	87.54	97.08	85.08	79.83	70.08	71.58	68.58	72.33	79.62	NA	NA	NA
[10,]	94.29	103.08	90.33	84.33	73.83	74.58	70.83	73.83	80.37	90.12	NA	NA
[11,]	109.29	116.58	102.33	94.83	82.83	82.08	76.83	78.33	83.37	91.62	92.37	NA
[12,]	117.54	124.08	109.08	100.83	88.08	86.58	80.58	81.33	85.62	93.12	93.12	98.37

Anexo 46. Modelo Wagner Whitin para el SKU_84.

TVC:

[1] 87.61

Solution:

	[,1]	[,2]	[,3]	[,4]	[,5]	[,6]	[,7]	[,8]	[,9]	[,10]	[,11]	[,12]
[1,]	21.54	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
[2,]	24.59	43.08	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
[3,]	29.47	45.52	46.13	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
[4,]	31.30	46.74	46.74	51.01	NA							
[5,]	36.18	50.40	49.18	52.23	52.84	NA						
[6,]	45.33	57.72	54.67	55.89	54.67	57.72	NA	NA	NA	NA	NA	NA
[7,]	59.97	69.92	64.43	63.21	59.55	60.16	66.87	NA	NA	NA	NA	NA
[8,]	64.24	73.58	67.48	65.65	61.38	61.38	67.48	81.09	NA	NA	NA	NA
[9,]	78.88	86.39	78.46	74.80	68.70	66.87	71.14	82.92	82.92	NA	NA	NA
[10,]	95.35	101.03	91.27	85.78	77.85	74.19	76.63	86.58	84.75	88.41	NA	NA
[11,]	107.55	112.01	101.03	94.32	85.17	80.29	81.51	90.24	87.19	89.63	95.73	NA
[12,]	120.97	124.21	112.01	104.08	93.71	87.61	87.61	95.12	90.85	92.07	96.95	101.83

Anexo 47. Modelo Wagner Whitin para el SKU_15.

TVC:

[1] 98.03

Solution:

	[,1]	[,2]	[,3]	[,4]	[,5]	[,6]	[,7]	[,8]	[,9]	[,10]	[,11]	[,12]
[1,]	21.54	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
[2,]	22.94	43.08	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
[3,]	28.54	45.88	44.48	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
[4,]	32.74	48.68	45.88	50.08	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
[5,]	39.74	53.93	49.38	51.83	54.28	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
[6,]	48.49	60.93	54.63	55.33	56.03	61.28	NA	NA	NA	NA	NA	NA
[7,]	58.99	69.68	61.63	60.58	59.53	63.03	70.03	NA	NA	NA	NA	NA
[8,]	73.69	82.28	72.13	68.98	65.83	67.23	72.13	80.53	NA	NA	NA	NA
[9,]	90.49	96.98	84.73	79.48	74.23	73.53	76.33	82.63	87.37	NA	NA	NA
[10,]	103.09	108.18	94.53	87.88	81.23	79.13	80.53	85.43	88.77	95.07	NA	NA
[11,]	120.59	123.93	108.53	100.13	91.73	87.88	87.53	90.68	92.27	96.82	100.67	NA
[12,]	143.69	144.93	127.43	116.93	106.43	100.48	98.03	99.08	98.57	101.02	102.77	109.07

Anexo 48. Modelo Wagner Whitin para el SKU_11.

TVC:

[1] 159.38

Solution:

	[,1]	[,2]	[,3]	[,4]	[,5]	[,6]	[,7]	[,8]	[,9]	[,10]	[,11]	[,12]
[1,]	21.54	NA										
[2,]	24.26	43.08	NA									
[3,]	35.14	48.52	45.80	NA								
[4,]	59.62	64.84	53.96	56.68	NA							
[5,]	81.38	81.16	64.84	62.12	75.50	NA						
[6,]	122.18	113.80	89.32	78.44	83.66	83.66	NA	NA	NA	NA	NA	NA
[7,]	171.14	154.60	121.96	102.92	99.98	91.82	99.98	NA	NA	NA	NA	NA
[8,]	209.22	187.24	149.16	124.68	116.30	102.70	105.42	113.36	NA	NA	NA	NA
[9,]	274.50	244.36	198.12	165.48	148.94	127.18	121.74	121.52	124.24	NA	NA	NA
[10,]	372.42	331.40	274.28	230.76	203.34	170.70	154.38	143.28	135.12	143.06	NA	NA
[11,]	426.82	380.36	317.80	268.84	235.98	197.90	176.14	159.60	146.00	148.50	156.66	NA
[12,]	486.66	434.76	366.76	312.36	274.06	230.54	203.34	181.36	162.32	159.38	162.10	167.54

Anexo 49. Modelo Wagner Whitin para el SKU_31.

TVC:

[1] 115.22

Solution:

	[,1]	[,2]	[,3]	[,4]	[,5]	[,6]	[,7]	[,8]	[,9]	[,10]	[,11]	[,12]
[1,]	21.54	NA										
[2,]	22.69	43.08	NA									
[3,]	31.89	47.68	44.23	NA								
[4,]	38.79	52.28	46.53	53.43	NA							
[5,]	57.19	66.08	55.73	58.03	60.33	NA						
[6,]	68.69	75.28	62.63	62.63	62.63	77.27	NA	NA	NA	NA	NA	NA
[7,]	89.39	92.53	76.43	72.98	69.53	80.72	84.17	NA	NA	NA	NA	NA
[8,]	105.49	106.33	87.93	82.18	76.43	85.32	86.47	91.07	NA	NA	NA	NA
[9,]	123.89	122.43	101.73	93.68	85.63	92.22	91.07	93.37	97.97	NA	NA	NA
[10,]	154.94	150.03	125.88	114.38	102.88	106.02	101.42	100.27	101.42	107.17	NA	NA
[11,]	189.44	181.08	153.48	138.53	123.58	123.27	115.22	110.62	108.32	110.62	121.81	NA
[12,]	214.74	204.08	174.18	156.93	139.68	137.07	126.72	119.82	115.22	115.22	124.11	129.86

Anexo 50. Modelo Wagner Whitin para el SKU_74.

TVC:

[1] 104.66

Solution:

	[,1]	[,2]	[,3]	[,4]	[,5]	[,6]	[,7]	[,8]	[,9]	[,10]	[,11]	[,12]
[1,]	21.54	NA										
[2,]	23.36	43.08	NA									
[3,]	28.82	45.81	44.90	NA								
[4,]	39.74	53.09	48.54	50.36	NA							
[5,]	50.66	61.28	54.00	53.09	61.28	NA						
[6,]	68.86	75.84	64.92	60.37	64.92	72.20	NA	NA	NA	NA	NA	NA
[7,]	79.78	84.94	72.20	65.83	68.56	74.02	81.91	NA	NA	NA	NA	NA
[8,]	92.52	95.86	81.30	73.11	74.02	77.66	83.73	87.37	NA	NA	NA	NA
[9,]	99.80	102.23	86.76	77.66	77.66	80.39	85.55	88.28	94.65	NA	NA	NA
[10,]	116.18	116.79	99.50	88.58	86.76	87.67	91.01	91.92	96.47	99.20	NA	NA
[11,]	134.38	133.17	114.06	101.32	97.68	96.77	98.29	97.38	100.11	101.02	108.30	NA
[12,]	154.40	151.37	130.44	115.88	110.42	107.69	107.39	104.66	105.57	104.66	110.12	118.31

Anexo 51. Modelo Wagner Whitin para el SKU_8.

TVC:

[1] 112.8

Solution:

	[,1]	[,2]	[,3]	[,4]	[,5]	[,6]	[,7]	[,8]	[,9]	[,10]	[,11]	[,12]
[1,]	21.54	NA										
[2,]	23.76	43.08	NA									
[3,]	23.76	43.08	45.30	NA								
[4,]	23.76	43.08	45.30	45.30	NA							
[5,]	41.52	56.40	54.18	49.74	45.30	NA						
[6,]	74.82	83.04	74.16	63.06	51.96	63.06	NA	NA	NA	NA	NA	NA
[7,]	114.78	116.34	100.80	83.04	65.28	69.72	73.50	NA	NA	NA	NA	NA
[8,]	161.40	156.30	134.10	109.68	85.26	83.04	80.16	86.82	NA	NA	NA	NA
[9,]	179.16	171.84	147.42	120.78	94.14	89.70	84.60	89.04	101.70	NA	NA	NA
[10,]	219.12	207.36	178.50	147.42	116.34	107.46	97.92	97.92	106.14	106.14	NA	NA
[11,]	241.32	227.34	196.26	162.96	129.66	118.56	106.80	104.58	110.58	108.36	119.46	NA
[12,]	265.74	249.54	216.24	180.72	145.20	131.88	117.90	113.46	117.24	112.80	121.68	126.12

Anexo 52. Modelo Wagner Whitin para el SKU_17.

TVC:

[1] 51.88

Solution:

	[,1]	[,2]	[,3]	[,4]	[,5]	[,6]	[,7]	[,8]	[,9]	[,10]	[,11]	[,12]
[1,]	21.54	NA	NA	NA	NA	NA						
[2,]	23.02	43.08	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
[3,]	27.46	45.30	44.56	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
[4,]	29.68	46.78	45.30	49.00	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
[5,]	32.64	49.00	46.78	49.74	51.22	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
[6,]	36.34	51.96	49.00	51.22	51.96	54.18	NA	NA	NA	NA	NA	NA
[7,]	40.78	55.66	51.96	53.44	53.44	54.92	57.88	NA	NA	NA	NA	NA
[8,]	45.96	60.10	55.66	56.40	55.66	56.40	58.62	62.32	NA	NA	NA	NA
[9,]	51.88	65.28	60.10	60.10	58.62	58.62	60.10	63.06	67.5	NA	NA	NA
[10,]	51.88	65.28	60.10	60.10	58.62	58.62	60.10	63.06	67.5	73.42	NA	NA
[11,]	51.88	65.28	60.10	60.10	58.62	58.62	60.10	63.06	67.5	73.42	73.42	NA
[12,]	51.88	65.28	60.10	60.10	58.62	58.62	60.10	63.06	67.5	73.42	73.42	73.42

Anexo 53. Modelo Wagner Whitin para el SKU_35.

TVC:

[1] 127.44

Solution:

	[,1]	[,2]	[,3]	[,4]	[,5]	[,6]	[,7]	[,8]	[,9]	[,10]	[,11]	[,12]
[1,]	21.54	NA										
[2,]	24.98	43.08	NA									
[3,]	38.74	49.96	46.52	NA								
[4,]	54.22	60.28	51.68	60.28	NA							
[5,]	61.10	65.44	55.12	62.00	73.22	NA						
[6,]	69.70	72.32	60.28	65.44	74.94	76.66	NA	NA	NA	NA	NA	NA
[7,]	90.34	89.52	74.04	75.76	81.82	80.10	81.82	NA	NA	NA	NA	NA
[8,]	114.42	110.16	91.24	89.52	92.14	86.98	85.26	95.58	NA	NA	NA	NA
[9,]	155.70	146.28	122.20	115.32	112.78	102.46	95.58	100.74	106.80	NA	NA	NA
[10,]	186.66	173.80	146.28	135.96	129.98	116.22	105.90	107.62	110.24	117.12	NA	NA
[11,]	221.06	204.76	173.80	160.04	150.62	133.42	119.66	117.94	117.12	120.56	127.44	NA
[12,]	258.90	239.16	204.76	187.56	174.70	154.06	136.86	131.70	127.44	127.44	130.88	138.66

Anexo 54. Modelo Wagner Whitin para el SKU_52.

TVC:

[1] 224.28

Solution:

	[,1]	[,2]	[,3]	[,4]	[,5]	[,6]	[,7]	[,8]	[,9]	[,10]	[,11]	[,12]
[1,]	21.54	NA										
[2,]	43.19	43.08	NA									
[3,]	69.17	56.07	64.62	NA								
[4,]	108.14	82.05	77.61	77.61	NA							
[5,]	194.74	147.00	120.91	99.26	99.15	NA						
[6,]	259.69	198.96	159.88	125.24	112.14	120.69	NA	NA	NA	NA	NA	NA
[7,]	363.61	285.56	229.16	177.20	146.78	138.01	133.68	NA	NA	NA	NA	NA
[8,]	484.85	389.48	315.76	246.48	198.74	172.65	151.00	155.22	NA	NA	NA	NA
[9,]	588.77	480.41	393.70	311.43	250.70	211.62	176.98	168.21	172.54	NA	NA	NA
[10,]	744.65	618.97	514.94	415.35	337.30	280.90	228.94	202.85	189.86	189.75	NA	NA
[11,]	917.85	774.85	653.50	536.59	441.22	367.50	298.22	254.81	224.50	207.07	211.29	NA
[12,]	1060.74	904.75	770.41	640.51	532.15	445.44	363.17	306.77	263.47	233.05	224.28	228.61

Anexo 55. Modelo Wagner Whitin para el SKU_95.

TVC:

[1] 91.18

Solution:

	[,1]	[,2]	[,3]	[,4]	[,5]	[,6]	[,7]	[,8]	[,9]	[,10]	[,11]	[,12]
[1,]	21.54	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
[2,]	25.24	43.08	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
[3,]	29.68	45.30	46.78	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
[4,]	34.12	48.26	48.26	51.22	NA	NA						
[5,]	40.04	52.70	51.22	52.70	55.66	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
[6,]	47.44	58.62	55.66	55.66	57.14	61.58	NA	NA	NA	NA	NA	NA
[7,]	60.76	69.72	64.54	62.32	61.58	63.80	68.98	NA	NA	NA	NA	NA
[8,]	71.12	78.60	71.94	68.24	66.02	66.76	70.46	82.30	NA	NA	NA	NA
[9,]	82.96	88.96	80.82	75.64	71.94	71.20	73.42	83.78	87.56	NA	NA	NA
[10,]	96.28	100.80	91.18	84.52	79.34	77.12	77.86	86.74	89.04	92.74	NA	NA
[11,]	111.08	114.12	103.02	94.88	88.22	84.52	83.78	91.18	92.00	94.22	98.66	NA
[12,]	127.36	128.92	116.34	106.72	98.58	93.40	91.18	97.10	96.44	97.18	100.14	105.32

Anexo 56. Modelo Wagner Whitin para el SKU_9.

TVC:

[1] 101.25

Solution:

	[,1]	[,2]	[,3]	[,4]	[,5]	[,6]	[,7]	[,8]	[,9]	[,10]	[,11]	[,12]
[1,]	21.54	NA										
[2,]	22.53	43.08	NA									
[3,]	24.51	44.07	44.07	NA								
[4,]	36.39	51.99	48.03	46.05	NA							
[5,]	48.27	60.90	53.97	49.02	57.93	NA						
[6,]	68.07	76.74	65.85	56.94	61.89	69.81	NA	NA	NA	NA	NA	NA
[7,]	79.95	86.64	73.77	62.88	65.85	71.79	78.48	NA	NA	NA	NA	NA
[8,]	93.81	98.52	83.67	70.80	71.79	75.75	80.46	84.42	NA	NA	NA	NA
[9,]	109.65	112.38	95.55	80.70	79.71	81.69	84.42	86.40	92.34	NA	NA	NA
[10,]	127.47	128.22	109.41	92.58	89.61	89.61	90.36	90.36	94.32	101.25	NA	NA
[11,]	137.37	137.13	117.33	99.51	95.55	94.56	94.32	93.33	96.30	102.24	111.15	NA
[12,]	159.15	156.93	135.15	115.35	109.41	106.44	104.22	101.25	102.24	106.20	113.13	114.87

Anexo 57. Modelo Wagner Whitin para el SKU_58.

TVC:

[1] 108.06

Solution:

	[,1]	[,2]	[,3]	[,4]	[,5]	[,6]	[,7]	[,8]	[,9]	[,10]	[,11]	[,12]
[1,]	21.54	NA	NA									
[2,]	25.16	43.08	NA	NA								
[3,]	36.02	48.51	46.70	NA	NA							
[4,]	36.02	48.51	46.70	57.56	NA	NA						
[5,]	43.26	53.94	50.32	59.37	57.56	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
[6,]	61.36	68.42	61.18	66.61	61.18	64.80	NA	NA	NA	NA	NA	NA
[7,]	104.80	104.62	90.14	88.33	75.66	72.04	82.72	NA	NA	NA	NA	NA
[8,]	104.80	104.62	90.14	88.33	75.66	72.04	82.72	93.58	NA	NA	NA	NA
[9,]	119.28	117.29	101.00	97.38	82.90	77.47	86.34	95.39	93.58	NA	NA	NA
[10,]	135.57	131.77	113.67	108.24	91.95	84.71	91.77	99.01	95.39	99.01	NA	NA
[11,]	153.67	148.06	128.15	120.91	102.81	93.76	99.01	104.44	99.01	100.82	106.25	NA
[12,]	193.49	184.26	160.73	149.87	128.15	115.48	117.11	118.92	109.87	108.06	109.87	115.3

Anexo 58. Modelo Wagner Whitin para el SKU_40.

TVC:

[1] 120.5

Solution:

	[,1]	[,2]	[,3]	[,4]	[,5]	[,6]	[,7]	[,8]	[,9]	[,10]	[,11]	[,12]	[,13]
[1,]	21.54	NA											
[2,]	24.08	43.08	NA										
[3,]	29.16	45.62	45.62	NA									
[4,]	36.78	50.70	48.16	50.70	NA								
[5,]	46.94	58.32	53.24	53.24	58.32	NA							
[6,]	59.64	68.48	60.86	58.32	60.86	68.48	NA						
[7,]	74.88	81.18	71.02	65.94	65.94	71.02	79.86	NA	NA	NA	NA	NA	NA
[8,]	92.66	96.42	83.72	76.10	73.56	76.10	82.40	87.48	NA	NA	NA	NA	NA
[9,]	112.98	114.20	98.96	88.80	83.72	83.72	87.48	90.02	95.10	NA	NA	NA	NA
[10,]	135.84	134.52	116.74	104.04	96.42	93.88	95.10	95.10	97.64	105.26	NA	NA	NA
[11,]	161.24	157.38	137.06	121.82	111.66	106.58	105.26	102.72	102.72	107.80	115.42	NA	NA
[12,]	189.18	182.78	159.92	142.14	129.44	121.82	117.96	112.88	110.34	112.88	117.96	124.26	NA
[13,]	219.66	210.72	185.32	165.00	149.76	139.60	133.20	125.58	120.50	120.50	123.04	126.80	131.88

Anexo 59. Modelo Wagner Whitin para el SKU_27.

TVC:

[1] 131.01

Solution:

	[,1]	[,2]	[,3]	[,4]	[,5]	[,6]	[,7]	[,8]	[,9]	[,10]	[,11]	[,12]
[1,]	21.54	NA										
[2,]	25.44	43.08	NA									
[3,]	33.24	46.98	46.98	NA								
[4,]	50.79	58.68	52.83	54.78	NA							
[5,]	66.39	70.38	60.63	58.68	72.33	NA						
[6,]	85.89	85.98	72.33	66.48	76.23	80.22	NA	NA	NA	NA	NA	NA
[7,]	109.29	105.48	87.93	78.18	84.03	84.12	88.02	NA	NA	NA	NA	NA
[8,]	136.59	128.88	107.43	93.78	95.73	91.92	91.92	99.72	NA	NA	NA	NA
[9,]	167.79	156.18	130.83	113.28	111.33	103.62	99.72	103.62	113.46	NA	NA	NA
[10,]	185.34	171.78	144.48	124.98	121.08	111.42	105.57	107.52	115.41	121.26	NA	NA
[11,]	224.34	206.88	175.68	152.28	144.48	130.92	121.17	119.22	123.21	125.16	127.11	NA
[12,]	267.24	245.88	210.78	183.48	171.78	154.32	140.67	134.82	134.91	132.96	131.01	140.76