



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE MECÁNICA
CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL.

**“OPTIMIZACIÓN DE LA GESTIÓN DE INVENTARIO EN LA
PRODUCCIÓN DE BALANCEADOS PARA ANIMALES DE LA
EMPRESA EXIBAL, UBICADA EN LA PROVINCIA DE
CHIMBORAZO, CANTÓN CHAMBO”**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto Técnico.

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO INDUSTRIAL

AUTOR:

KEVIN MARLON LASCANO HERNÁNDEZ

Riobamba – Ecuador

2024



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE MECÁNICA
CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL

**“OPTIMIZACIÓN DE LA GESTIÓN DE INVENTARIO EN LA
PRODUCCIÓN DE BALANCEADOS PARA ANIMALES DE LA
EMRESA EXIBAL, UBICADA EN LA PROVINCIA DE
CHIMBORAZO, CANTÓN CHAMBO”**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyect Técnico

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO INDUSTRIAL

AUTOR: KEVIN MARLON LASCANO HERNÁNDEZ

DIRECTOR(A): ING. JUAN DIEGO ERAZO RODRÍGUEZ

Riobamba – Ecuador

2024

© 2024, Kevin Marlon Lascano Hernández

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, Kevin Marlon Lascano Hernández, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 01 de febrero 2024



Kevin Marlon Lascano Hernández

171892748-4

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE MECÁNICA
CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; Tipo: Proyecto Técnico, **OPTIMIZACIÓN DE LA GESTIÓN DE INVENTARIO EN LA PRODUCCIÓN DE BALANCEADOS PARA ANIMALES DE LA EMRESA EXIBAL, UBICADA EN LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO, CANTÓN CHAMBO**, realizado por el señor: **KEVIN MARLON LASCANO HERNÁNDEZ**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

FIRMA

FECHA

Ing. Carlos José Santillán Mariño. **MSc.**
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



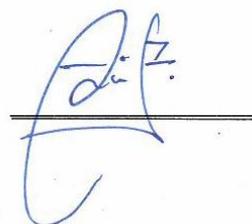
2024-05-23

Ing. Juan Diego Erazo Rodríguez. **MSc**
DIRECTOR(A) DEL TRABAJO DE
INTEGRACIÓN CURRICULAR



2024-05-23

Ing. Jaime Iván Acosta Velarde. **MSc.**
ASESOR(A) DEL TRABAJO DE
INTEGRACIÓN CURRICULAR



2024-05-23

DEDICATORIA

Con profundo respeto y gratitud, dedico este trabajo a Dios, quien me ha brindado la oportunidad de despertar cada día y aprovechar el regalo invaluable de la vida. A mis amados padres, les dedico este logro, por su inquebrantable apoyo, amor y sabiduría que han sido mi guía constante hacia el camino del servicio y la excelencia. A la institución que me ha formado, va mi más sincero reconocimiento, por cultivar en mí un espíritu de trabajo arduo y conocimiento, gracias al invaluable aporte de cada docente que ha dejado una huella imborrable en mi formación académica. Que este trabajo sea un modesto tributo a la gratitud que siento hacia aquellos que han sido pilares en mi camino hacia el crecimiento personal y profesional

Kevin Lascano

AGRADECIMIENTO

Con profunda gratitud, deseo expresar mi más sincero agradecimiento a Dios por brindarme la oportunidad de despertar cada día y aprovechar el don invaluable de la vida. A mis queridos padres les extiendo mi más sincero reconocimiento por compartir generosamente su sabiduría, guiándome siempre hacia metas de servicio y valor. Asimismo, no puedo dejar de agradecer a la institución que me ha formado, cultivando en mí un espíritu de trabajo arduo y conocimiento, gracias al invaluable aporte de cada uno de los distinguidos docentes que han sido pilares fundamentales en mi formación académica.

Kevin Lascano

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	xiii
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xiv
ÍNDICE DE ANEXOS	xvi
RESUMEN.....	xvii
ABSTRACT	xviii
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO I

1. Diagnóstico del problema.....	3
1.1 Planteamiento del problema.	3
1.2 Justificación.....	4
1.3 Objetivos.....	4
<i>1.3.1 Objetivo general.....</i>	<i>4</i>
<i>1.3.2 Objetivos específicos</i>	<i>4</i>

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO.....	6
2.1 Referencias Teóricas.....	6
<i>2.1.1 Estudio bibliométrico.....</i>	<i>6</i>
<i>2.1.1.1 Documentos por año por fuente.</i>	<i>6</i>
<i>2.1.1.2 Documentos por autor.....</i>	<i>8</i>
<i>2.1.1.3 Documentos por territorio.....</i>	<i>10</i>
<i>2.1.1.4 Documentos por área temática.....</i>	<i>12</i>
2.2 Inventarios.....	13
<i>2.2.1 Definición.....</i>	<i>13</i>
<i>2.2.2 Importancia de los inventarios</i>	<i>13</i>
2.3 Tipos de inventario	14
<i>2.3.1 Funcional.....</i>	<i>14</i>
<i>2.3.1.1 Materias primas.....</i>	<i>14</i>
<i>2.3.1.2 Productos en proceso</i>	<i>14</i>
<i>2.3.1.3 Productos terminados.....</i>	<i>14</i>

2.4	Gestión de Inventarios.....	15
2.4.1	<i>Definición.....</i>	15
2.4.2	<i>Importancia en la Cadena de Suministro</i>	15
2.4.3	<i>Objetivos de la Gestión de Inventarios.....</i>	16
2.4.4	<i>Costos Asociados.....</i>	16
2.4.4.1	<i>Costo de Capital:.....</i>	16
2.4.4.2	<i>Costo de Almacenamiento:.....</i>	16
2.4.4.3	<i>Costos de preparación.....</i>	17
2.4.4.4	<i>Costo de Servicios:</i>	17
2.4.5	<i>Procesos de gestión de inventario</i>	17
2.4.5.1	<i>Proceso tradicional de la gestión de inventario.....</i>	17
2.4.5.2	<i>Proceso inteligente de gestión de inventario.....</i>	18
2.5	Optimización de inventario.....	18
2.5.1	<i>Definición.....</i>	18
2.5.2	<i>Procesos de optimización.....</i>	18
2.6	Estrategias de segmentación de inventarios.	19
2.6.1	<i>Segmentación ABC difusa de atributos múltiples</i>	19
2.6.2	<i>Segmentación ABC de inventario multicriterio utilizando el modelo de mezcla gaussiana.....</i>	20
2.7	Modelado de series temporales o pronóstico.....	20
2.7.1	<i>Modelos cualitativos de pronóstico.</i>	21
2.7.2	<i>Modelos cuantitativos de pronóstico.</i>	21
2.7.2.1	<i>Promedio móvil simple.</i>	22
2.7.2.2	<i>Suavización exponencial simple.</i>	22
2.7.3	<i>Métodos causales.</i>	23
2.7.4	<i>Redes Neuronales Recurrentes (RNN) o Aprendizaje Profundo.....</i>	23
2.7.4.1	<i>Método LSTM (Long Short-Term Memory).....</i>	23
2.7.5	<i>Medidas de desempeño de los pronósticos</i>	23
2.7.5.1	<i>MAD MAPE.....</i>	23
2.7.6	<i>Componentes de la serie de tiempo.</i>	24
2.7.6.1	<i>Tendencia (T).....</i>	24
2.7.6.2	<i>Estacionalidad (S).</i>	24
2.7.6.3	<i>Ciclo (C).</i>	24
2.7.7	<i>Componente Irregular o Residual (I).</i>	24
2.8	Demanda.....	25
2.8.1	<i>Revisión de la demanda determinística.....</i>	25

2.8.2	<i>Revisión de la demanda probabilística.....</i>	26
2.9	Modelos de inventarios.....	26
2.9.1	<i>EOQ.....</i>	26
2.9.2	<i>POQ.....</i>	26
2.9.3	<i>LOTE A LOTE.....</i>	27
2.9.4	<i>Periodo constante.....</i>	27
2.9.5	<i>Wagner-Within.</i>	28
2.9.6	<i>Stock de seguridad.</i>	28
2.9.6.1	<i>Modelo de Wilson con Stock de Seguridad.....</i>	28
2.9.6.2	<i>Modelo de Inventario Probabilístico.....</i>	28
2.10	Plan agregado de producción.	29
2.10.1	<i>Que es un PAP.....</i>	29
2.10.2	<i>Elementos Clave del Plan Agregado de Producción.</i>	29
2.10.2.1	<i>Demanda futura.....</i>	29
2.10.2.2	<i>Capacidad de producción.....</i>	29
2.10.2.3	<i>Nivel de inventario.....</i>	29
2.10.2.4	<i>Planificación de la fuerza laboral.</i>	30
2.10.2.5	<i>Planificación financiera.</i>	30
2.11	Planificación de Requerimientos de Material (MRP).....	30
2.11.1	<i>Propósito del MRP.....</i>	30
2.11.2	<i>Beneficios y Desafíos Asociados al MRP.....</i>	31
2.12	‘Gestión de almacenes Warehousing.	31
2.12.1	<i>Introducción a la gestión de almacenes.....</i>	31
2.12.2	<i>Slotting.</i>	31
2.12.3	<i>Picking.....</i>	32
2.12.4	<i>Packing.....</i>	32
2.13	Slotting.....	32
2.13.1	<i>Tipos de Slotting.</i>	33
2.13.1.1	<i>Almacenamiento aleatorio.....</i>	33
2.13.1.2	<i>Almacenamiento dedicado.....</i>	33
2.13.1.3	<i>Almacenamiento Basado en clases.....</i>	34
2.13.1.4	<i>Almacenamiento correlacionado.....</i>	34
2.13.2	<i>Métodos de Slotting.....</i>	34
2.13.2.1	<i>ABC.</i>	34
2.13.2.2	<i>COI.</i>	35
2.13.2.3	<i>Ubicación por correlación entre SKUs.</i>	35

2.13.2.4	<i>Otras ubicaciones empíricas.</i>	36
----------	-------------------------------------	----

CAPITULO III

3.	MARCO METODOLÓGICO	37
3.1	Introducción al Marco Metodológico	37
3.2	Fundamentos de la Metodología	37
3.2.1	<i>Tipo de Investigación</i>	37
3.2.2	<i>Enfoque de la Investigación</i>	38
3.2.3	<i>Alcance de la Investigación</i>	38
3.3	Diseño de la Investigación	38
3.3.1	<i>Diseño de investigación preexperimental.</i>	38
3.4	Métodos, Técnicas e Instrumentos de Investigación	39
3.4.1	<i>Métodos de Investigación</i>	39
3.4.2	<i>Técnicas de Investigación</i>	39
3.4.3	<i>Instrumentos de Investigación</i>	40
3.4.4	<i>Descripción de los procesos</i>	40
3.5	Clasificación de inventario ABC.	41
3.6	Análisis de series temporal	42
3.6.1	<i>Análisis de tendencia.</i>	42
3.6.1.1	<i>Modelo de tendencia lineal</i>	43
3.6.1.2	<i>Modelo de tendencia cuadrática.</i>	43
3.6.1.3	<i>Modelo de tendencia curva de crecimiento exponencial.</i>	44
3.6.1.4	<i>Modelo de tendencia de curva S.</i>	45
3.6.2	<i>Análisis de tendencia y estacionalidad metodología de descomposición.</i>	46
3.6.2.1	<i>Metodología de descomposición modelo multiplicativo componente tendencia más estacional.</i>	46
3.6.2.2	<i>Metodología de descomposición modelo aditivo componente tendencia más estacional.</i>	46
3.6.3	<i>Promedio móvil.</i>	47
3.6.3.1	<i>Promedio móvil longitud de 2 periodos.</i>	47
3.6.4	<i>Modelo suavización exponencial.</i>	48
3.6.4.1	<i>Modelo suavización exponencial simple.</i>	48
3.6.5	<i>Método de Winters.</i>	49
3.6.5.1	<i>Método de Winters modelo multiplicativo.</i>	49
3.7	Aplicación del modelo de cantidad económica de producción (POQ).	51

3.7.1	<i>Ecuaciones del modelo</i>	51
3.7.1.1	<i>Cantidad optima de pedido</i>	51
3.7.1.2	<i>Nivel de inventario máximo</i>	51
3.7.1.3	<i>Costo de preparación</i>	51
3.7.1.4	<i>Costo de almacenamiento</i>	51
3.7.2	<i>Variables de las ecuaciones</i>	51
3.7.2.1	<i>Demanda</i>	51
3.7.2.2	<i>Costo de preparación</i>	52
3.7.2.3	<i>Detalle de salarios en los costos de preparación</i>	52
3.7.3	<i>Coste de almacenamiento</i>	53
3.7.3.1	<i>Factores de la tasa de almacenamiento</i>	53
3.7.3.2	<i>Fórmula para calcular el costo de mantener inventario</i>	54
3.7.4	<i>Demanda diaria</i>	55
3.7.5	<i>Producción diaria</i>	56
3.8	<i>Stock de Seguridad</i>	56
3.8.1	<i>Declaración de variables</i>	57
3.8.1.1	<i>Variación de la demanda promedio por día. ($\sigma d2$)</i>	57
3.8.1.2	<i>Estadístico de prueba (Z)</i>	57
3.8.1.3	<i>Tiempo de entrega (LT)</i>	58
3.9	<i>Punto de reorden (ROP)</i>	58
3.10	<i>Plan agregado de la producción (PAP)</i>	58
3.11	<i>Plan maestro de producción (PMP O MPS)</i>	59
3.12	<i>Metodología slotting</i>	60

CAPITULO IV

4.	MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	62
4.1	Análisis de margen de contribución por producto	62
4.1.1	<i>Clasificación ABC</i>	64
4.2	Pronostico en función de la metodología de descomposición modelo aditivo componente tendencia más estacional	68
4.2.1	<i>Resultados del modelo</i>	68
4.2.1.1	<i>Tendencia</i>	68
4.2.1.2	<i>Estacionalidad</i>	69
4.2.1.3	<i>Evaluación de Precisión</i>	69
4.2.2	<i>Sustentación de la selección</i>	69

4.2.2.1	Análisis de precisión de pronósticos.....	69
4.2.3	<i>Demanda pronosticada para el periodo 2024.</i>	70
4.3	Gráfica de costo óptimo de inventario.	71
4.4	Aplicación del modelo de cantidad económica de producción (POQ)	72
4.4.1	<i>Ecuaciones del modelo</i>	72
4.4.1.1	Cantidad optima de pedido.....	72
4.4.1.2	Nivel de inventario máximo.	72
4.4.1.3	Costo de preparación.	72
4.4.1.4	Costo de almacenamiento.....	73
4.4.1.5	Costo Anual del producto.....	73
4.4.1.6	Costo total de inventario.....	73
4.4.1.7	Gráfico de modelo de inventario POQ.	74
4.5	Plan agregado de producción.	74
4.6	Plan maestro de producción (PMP o PMS)	77
4.7	Análisis de la metodología propuesta	77
4.8	Fase de diseño Slotting.	78
4.8.1	<i>Asignación de cantidad de ubicaciones.</i>	78
5.	Conclusiones	80
6.	Recomendaciones	83

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3-1:	Costo de preparación de la orden de producción.	52
Tabla 3-2:	Porcentaje de la tasa de almacenamiento.	54
Tabla 3-3:	Costo por mantener inventario dentro de la empresa Exibal producto chucho adulto.	55
Tabla 4-1:	Clasificación ABC de la demanda de productos de la línea extrusora.	66
Tabla 4-2:	Análisis de tiempo con distintas metodologías.	70
Tabla 4-3:	Pronostico de la demanda producto chucho adulto de 30kg.	71
Tabla 4-4:	Pronostico de la demanda producto chucho de 30kg, días laborales al mes.	74
Tabla 4-5:	Requerimientos para la planeación de la producción.	75
Tabla 4-6:	Plan agregado de producción periodo 2024.	75
Tabla 4-7:	Costos de almacenamiento del inventario planificado de producto terminado almacenado al final de cada mes.	76
Tabla 4-8:	Plan Maestro de Producción del producto Chucho 30kg en toneladas, para los 12 primeros días de producción.	77
Tabla 4-9:	Plan Maestro de Producción del producto Chucho 30kg en unidades, para los 12 primeros días de producción.	77
Tabla 4-10:	Tabla comparativa mes de enero y febrero 2024.	78
Tabla 4- 11:	Numero sugerido de ubicaciones destinadas al producto chucho adulto 30kg. ...	79

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 2-1:	Organización de referencias bibliográficas acceso y visualización de una amplia variedad de fuentes académicas y profesionales	7
Ilustración 2-2:	Número de documentos publicados por año.	8
Ilustración 2- 3:	Número de documentos escritos por autor.	9
Ilustración 2- 4:	Documentos por afiliación.	10
Ilustración 2- 5:	Documentos por afiliación.	11
Ilustración 2- 6:	Gráfica de pastel documentos por área.....	12
Ilustración 2- 7:	Diagrama de pastel porcentajes por tipo de documento.	13
Ilustración 2- 8:	Clasificación de la demanda.....	25
Ilustración 3-1:	Proceso de análisis de series temporales.	42
Ilustración 3-2:	Pronostico modelo de tendencia lineal.....	43
Ilustración 3-3:	Pronostico modelo de tendencia cuadrática.	44
Ilustración 3-4:	Pronostico modelo de la curva de crecimiento.....	45
Ilustración 3-5:	Pronostico modelo de tendencia de curva S.....	45
Ilustración 3-6:	Pronostico modelo de descomposición de series de tiempo modelo multiplicativo.	46
Ilustración 3-7:	Pronostico modelo de descomposición de series de tiempo modelo aditivo.....	47
Ilustración 3-8:	Gráfica de series de tiempo promedio móvil.....	47
Ilustración 3-9:	Gráfica de series de tiempo método exponencial simple.	48
Ilustración 3-10:	Gráfica de series de tiempo método exponencial doble.	49
Ilustración 3-11:	Gráfica de series de tiempo método Winters multiplicativo.	50
Ilustración 3-12:	Gráfica de series de tiempo método Winters aditivo.....	50
Ilustración 3-13:	Proceso de aplicación plan agregado de producción.....	59
Ilustración 3-14:	Proceso de planificación de un plan maestro de producción.....	60
Ilustración 3-15:	Proceso de estimación optima de espacio físico de un producto en almacén.	61
Ilustración 4-1:	Histórico de ventas 2021-2023 agregado el valor total.	62
Ilustración 4-2:	Histórico de ventas 2021-2023 excluido el valor total.....	63
Ilustración 4-3:	Histórico de ventas 2021-2023 excluido el valor total y el valor de chuchito adulto.....	64
Ilustración 4-4:	Diagrama de Pareto ABC de productos.	65
Ilustración 4-5:	Diagrama de pastel representación del porcentaje de participación de la demanda por productos.	67

Ilustración 4-6:	Etiquetas de productos diagrama pastel.	67
Ilustración 4-7:	Modelado del comportamiento de la demanda para el año 2024.	68
Ilustración 4-8:	Punto de equilibrio entre costos de mantener y ordenar.....	71
Ilustración 4-9:	Gráfica del modelo de inventario POQ, del comportamiento de la demanda en toneladas para el periodo 2024.	74
Ilustración 4-10:	Gráfica del modelo de inventario POQ, del comportamiento de la demanda en unidades durante los 3 primeros meses para el periodo 2024.	74
Ilustración 4-11:	Gráfica plan maestro de producción periodo 2024 producto chucho adulto 30kg.....	75

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A: VISTA FRONTAL PLANTA DE PRODUCCIÓN VIO.

ANEXO B: ALMACÉN DE PRODUCTO TERMINADO LADO 1

ANEXO C: ALMACÉN DE PRODUCTO TERMINADO LADO 2.

ANEXO D: SILOS DE ALMACENAMIENTO MATERIA PRIMA.

ANEXO E: SILOS DE ALMACENAMIENTO MATERIA PRIMA PLANTA DE PRODUCCIÓN VIO.

RESUMEN

Esta investigación se realizó en la empresa Exibal, abordando el exceso de inventario, las dificultades para predecir la demanda, los problemas en la reposición de existencias y la ineficiencia en la gestión de espacios de almacenamiento. Con el objetivo de reducir costos, se implementó un modelo de inventario para gestionar niveles óptimos en el almacén. La metodología empleada incluyó la Clasificación ABC, pronósticos de demanda, modelos de inventario, stock de seguridad, punto de reorden, planificación agregada y maestra de producción, así como la determinación de ubicaciones necesarias metodología de slotting. Como resultados, se logró la optimización del volumen de inventario almacenado y el control del número de preparaciones de producción, lo que se tradujo en una reducción de costos de almacenamiento y preparación, además de un aumento de los beneficios para la empresa. Se identificó que la empresa tiene áreas de oportunidad para optimizar su gestión, aumentar los niveles de servicio y controlar la inversión necesaria para mantener el inventario requerido por el mercado para sus productos. Esta evaluación destaca la importancia de implementar modelos de gestión de inventario efectivos, que no solo reducen costos, sino que también mejoran la capacidad de respuesta y eficiencia operativa de la empresa.

Palabras clave: < GESTIÓN DE INVENTARIO > < COSTOS DE ALMACENAMIENTO > < MODELO DE INVENTARIO > < PLANIFICACIÓN AGREGADA > < PLAN MAESTRO DE PRODUCCIÓN > < OPTIMIZACIÓN DE INVENTARIO >.

0852-DBRA-UPT-2024



ABSTRACT

This research was conducted at the company Exibal, addressing issues such as excess inventory, difficulties in demand forecasting, problems in stock replenishment, and inefficiencies in storage space management. With the aim of cost reduction, an inventory model was implemented to manage optimal levels in the warehouse. The methodology employed included ABC Classification, demand forecasting, inventory models, safety stock, reorder point, aggregate and master production planning, as well as the determination of necessary slotting methodologies for locations. As a result, optimization of the volume of stored inventory and control over the number of production setups were achieved, leading to a reduction in storage and setup costs, along with an increase in profits for the company. Areas of opportunity were identified for the company to optimize its management, increase service levels, and control the investment required to maintain market-required inventory levels for its products. This assessment highlights the importance of implementing effective inventory management models, which not only reduce costs but also enhance the company's responsiveness and operational efficiency.

Keywords: <Inventory Management> <Star Product> <Time Series> <Stock Replenishment> <Inventory Model> <Aggregate Planning> <Master Production Planning> <Inventory Optimization>



Lic. Angela Cecibel Moreno Novillo

0602603938

INTRODUCCIÓN

Este estudio se enfoca en la optimización de procesos clave para garantizar una producción eficiente, rentable y sostenible. A través de un enfoque aplicado y meticuloso, se han implementado estrategias innovadoras para abordar los desafíos relacionados con el exceso de inventario, la predicción de la demanda y la gestión de espacios de almacenamiento. Con el objetivo de reducir costos y mejorar la eficiencia operativa, se ha desarrollado un modelo de inventario que integra diversas herramientas y metodologías, como la Clasificación ABC, pronósticos de demanda y la determinación de ubicaciones óptimas. Este trabajo no solo busca resolver problemas concretos de gestión de inventario, sino también impulsar el crecimiento y la competitividad en la industria manufacturera.

En el Capítulo I, se abordará detalladamente la problemática que enfrentan las empresas las razones que fundamentan la relevancia de esta investigación. Además, se establecerán los objetivos generales y específicos que se proponen alcanzar a lo largo de este estudio, delineando claramente el rumbo y los propósitos de la investigación

En el capítulo II, se presenta un análisis detallado realizado en este estudio sobre la optimización de la gestión de inventario, el cual ofrece una perspectiva estructurada y cuantitativa de las fuentes que fundamentan la investigación. A través de la evaluación de la cantidad de documentos consultados por año, la diversidad de fuentes empleadas y la distribución de las citas a lo largo del texto, se logra una comprensión profunda de la relevancia de las publicaciones en el campo de estudio. Esta perspectiva proporciona una visión objetiva sobre la amplitud y profundidad de la investigación realizada, así como la variedad de enfoques teóricos considerados.

En el capítulo III, se profundiza en un análisis detallado de las acciones emprendidas para aplicar el modelo de inventario desarrollado, además de evaluar el impacto de las estrategias implementadas en la operación diaria de la empresa. Desde la planificación agregada de la producción hasta la asignación de ubicaciones óptimas en el almacén, cada paso se enfoca en alcanzar la excelencia en la gestión de inventario y en potenciar el desempeño operativo de Exibal.

En el capítulo IV de este estudio sobre la optimización de la gestión de inventario en la empresa Exibal, se lleva a cabo una evaluación comparativa entre la gestión de inventarios actual y la propuesta. El análisis se adentra en los resultados obtenidos, contrastándolos con el estado previo de la empresa. Este capítulo tiene como objetivo principal examinar la eficacia de las estrategias implementadas en términos de eficiencia operativa y costos

El capítulo V y VI representa el punto culminante de este estudio sobre la optimización de la gestión de inventario en Exibal. Aquí se condensan los hallazgos significativos derivados de la implementación de estrategias de gestión de inventario eficientes. Además, se ofrecen recomendaciones fundamentadas en bases técnicas para mejorar aún más la eficiencia operativa y la rentabilidad de la empresa.

CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del problema.

La optimización de la gestión de inventarios representa un desafío crucial en la eficiencia operativa de numerosas organizaciones, al cubrir una amplia gama de sectores industriales y comerciales (Izar et al., 2018, págs. 273-274). Este proceso multifacético implica el equilibrio preciso entre mantener un suministro adecuado para satisfacer la demanda del mercado y minimizar los costos asociados con el exceso de almacenamiento y obsolescencia de inventario (Donato y Magallanes, 2018 págs. 1-102). La optimización del inventario es un subconjunto dentro la gestión del inventario referida más específicamente a los márgenes de ganancia y pérdida. Cargar con excedentes de inventario innecesarios provoca pérdidas y derroche (Ortega, et al., 2017, págs. 1-12).

La empresa Exibal, ubicada en el cantón Chambo de la provincia de Chimborazo, se enfrenta a desafíos significativos en la gestión de inventario, dada la diversidad de su producción de balanceado para animales y su objetivo de cubrir las necesidades del mercado de consumo nacional. Con una extensa variedad de productos destinados a cerdos, cuyes, aves, truchas, tilapias, así como para mascotas como perros y gatos, la complejidad inherente a la gestión de inventario se acentúa, exigiendo estrategias específicas y adaptadas a esta diversidad.

La complejidad en la gestión del inventario de productos peletizados en la planta VIO surge debido a la diversidad de productos, cada uno con características únicas en términos de presentación, tamaño de funda, composición de materia prima, y fórmulas de fabricación. Con un total de 51 productos, se enfrenta el desafío de analizar individualmente el comportamiento de la demanda a lo largo del tiempo para cada artículo. Esta tarea demanda un considerable tiempo y recursos, con el fin de planificar de manera efectiva y prevenir errores ocasionados por tendencias, estacionalidades, o complejidades específicas de cada producto. La falta de una clara identificación de los productos más relevantes dentro de la cartera de producción dificulta la concentración apropiada de tiempo y esfuerzos de producción. Además, los montos de dinero que se mantendrán inmovilizados dentro del almacén sin un control adecuado de su inventario pueden ser crucial para mantener una salud económica empresarial adecuada. Si no se cuenta con las cantidades adecuadas, se corre el riesgo de tener demasiado capital sin movilización o de no estar invirtiendo lo suficiente para mantener un prestigio de cumplimiento ante el consumidor.

1.2 Justificación

Este documento se presenta como una herramienta con fundamentos teóricos que sirve como guía para el manejo estratégico de la cartera de productos de la planta de producción VIO. En primer lugar, se lleva a cabo una exhaustiva categorización de los productos dentro de la amplia gama que maneja la empresa, identificando el producto con mayor influencia y relevancia dentro de este grupo. Esta centralización de esfuerzos tiene como objetivo optimizar la gestión de dicho producto dentro del inventario, permitiendo así una mayor eficiencia y control en su manejo.

Posteriormente, se presenta una lista detallada de metodologías para el estudio de series temporales, permitiendo así la identificación de un modelo que se asemeje de manera óptima al comportamiento histórico de la demanda del producto estrella. Esta aproximación metodológica facilita la implementación de un modelo de gestión de inventario, el cual calcula la cantidad óptima de producción. Este enfoque, a su vez, proporciona una estrategia clara para optimizar los costos asociados con el manejo de inventario de este producto en particular.

El documento ofrece herramientas complementarias para enriquecer el estudio propuesto. Se incluye la representación de un plan agregado de producción que proyecta el comportamiento del inventario a lo largo de un año. Además, se desarrolla un detallado Plan de Requerimientos de Producción del producto a nivel diario, modelando así con precisión el flujo de producción durante un periodo específico de 12 días de trabajo en la planta. Este enfoque integral brinda una visión precisa de la cantidad necesaria y del espacio requerido para el almacenamiento eficiente del producto, aportando así un valor significativo a la gestión operativa y estratégica de la empresa.

1.3 Objetivos.

1.3.1 Objetivo general.

- Optimizar la gestión de inventario en la producción de balanceados para animales de la empresa Exibal, ubicada en la provincia de Chimborazo, cantón Chambo.

1.3.2 Objetivos específicos

- Realizar un análisis exhaustivo de la gestión de inventario en la línea de producción de

alimento para animales de la planta de producción VIO, de la empresa Exibal, identificando productos, volúmenes y variabilidades asociadas.

- Desarrollar e implementar estrategias de clasificación efectivas para los productos, considerando la rotación de inventario, de tal forma se logra identificar y priorizar la atención en los productos con mayor impacto económico en la línea de producción.
- Analizar y seleccionar el modelo matemático de series de tiempo apropiado en base a las medidas de desempeño de pronósticos que se asemeje estadísticamente al comportamiento histórico de la demanda de cada producto de la línea de producción de alimentos extrusionados para animales, permitiendo una acertada planificación y control de la producción.
- Aplicar un modelo de inventario eficiente para gestionar de manera óptima la cantidad de productos a producir y almacenar en nuestro almacén, con el fin de satisfacer la demanda del mercado y minimizar los costos asociados al inventario.
- Desarrollar un plan agregado de producción y un plan maestro de producción efectivo para el producto identificado como el más influyente dentro de la cartera de productos de la planta VIO de la empresa Exibal.
- Realizar un análisis comparativo entre la gestión de inventarios actual y la propuesta, evaluando la eficacia de las estrategias implementadas en términos de eficiencia operativa y costos.
- Asignar un nivel óptimo de ubicaciones necesarias para manejar el inventario del producto de manera eficiente, minimizando la incidencia de excedentes de inventario almacenado y evitando posibles situaciones de falta de inventario que podrían resultar en pérdidas por ventas no realizadas.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Referencias Teóricas

2.1.1 *Estudio bibliométrico*

2.1.1.1 *Documentos por año por fuente.*

El artículo "Nivel de Importancia del Control Interno de los Inventarios dentro del Marco Conceptual de una Empresa" aborda la relevancia del control interno de inventarios en el contexto empresarial. A través de una revisión detallada, se analiza cómo el inventario cumple un papel fundamental en el funcionamiento y la producción de una empresa, permitiendo satisfacer la demanda de manera eficiente. (Ortega, et al., 2017, págs. 1-12)

Se destaca la importancia de integrar las actividades de control dentro del proceso de evaluación de riesgos, asegurando que se tomen las acciones necesarias para cubrir los riesgos que puedan afectar el logro de los objetivos empresariales. (Ortega, et al., 2017, págs. 7-8).

El control de inventarios no solo contribuye a la productividad y prevención de fraudes, errores y violaciones normativas, sino que también busca de <terminar el nivel más económico de inventarios para garantizar un alto nivel de servicio al cliente. (Ortega, et al., 2017, págs. 2-10).

En cuanto al ambiente de control, se resalta la importancia del compromiso con la competencia, políticas de recursos humanos, integridad y valores éticos en las actividades relacionadas con los inventarios y costos de productos vendidos. (Ortega, et al., 2017, págs. 9-12).

En resumen, este artículo proporciona una visión integral sobre la importancia del control interno de inventarios en una empresa, destacando su papel en la eficiencia operativa, la satisfacción del cliente y la prevención de riesgos. Los resultados obtenidos reflejan la relevancia de implementar prácticas efectivas de control interno para optimizar la gestión de inventarios y fortalecer la posición competitiva de la empresa en el mercado.

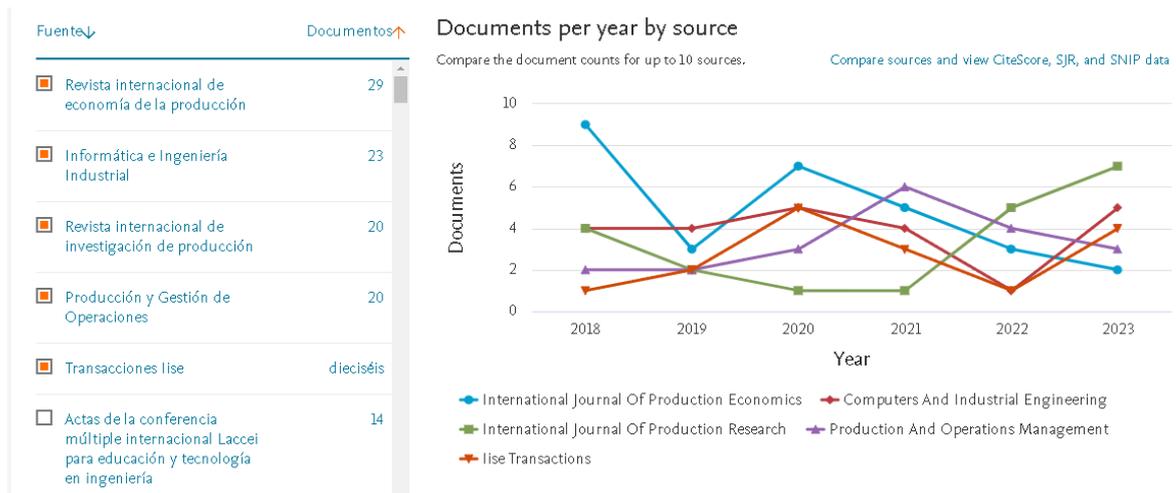


Ilustración 2-1: Organización de referencias bibliográficas acceso y visualización de una amplia variedad de fuentes académicas y profesionales

Fuente: Scopus.

El artículo "Diseño de Almacén: Revisión de Modelos y Metodologías de Slotting y Picking entre 2000 y 2018" se enfoca en realizar una revisión exhaustiva de la literatura existente entre los años 2000 y 2018 sobre los modelos y metodologías utilizados en la optimización de slotting y picking en almacenes, identificando tendencias de investigación y aplicaciones en diferentes sectores. (Duque, et al., 2019 págs.514-527).

La metodología utilizada en el estudio se dividió en cuatro etapas: (Duque, et al., 2019 págs.515-516).

- Formulación de preguntas de investigación.
- Búsqueda en bases de datos.
- Definición de criterios de inclusión y exclusión.
- Análisis de resultados.

Tras aplicar los criterios de búsqueda y selección, se recuperaron un total de 5540 artículos, de los cuales se seleccionaron 36 definitivos para su análisis. Estos artículos fueron clasificados utilizando una taxonomía de dos niveles que incluía categorías como tipo de técnica, tipo de contribución, tipo de slotting/picking, aplicación del modelo, características de los datos y sector de aplicación. (Duque, et al., 2019 págs.517-518).

Los resultados obtenidos de la clasificación taxonómica mostraron que la mayoría de los artículos eran contribuciones sobre slotting, con un porcentaje significativo también relacionado con metodologías de análisis conjunto de slotting y picking. En cuanto al tipo de contribución, la mayoría de los artículos presentaban modelos analíticos estrictos, con un pequeño porcentaje que

combinaba modelos analíticos con una importante contribución teórica (Duque, et al., 2019 págs.523-527).

Además, se observó una tendencia de crecimiento en las investigaciones y desarrollo de la temática a lo largo de los años, como se evidencia en las figuras que muestran la cantidad de publicaciones por año y las ecuaciones de búsqueda utilizadas. (Duque, et al., 2019 págs.518-520).

El artículo proporciona una visión general de los modelos y metodologías utilizados en la optimización de slotting y picking en almacenes, identificando tendencias de investigación y destacando la importancia de este tema en diferentes sectores industriales.

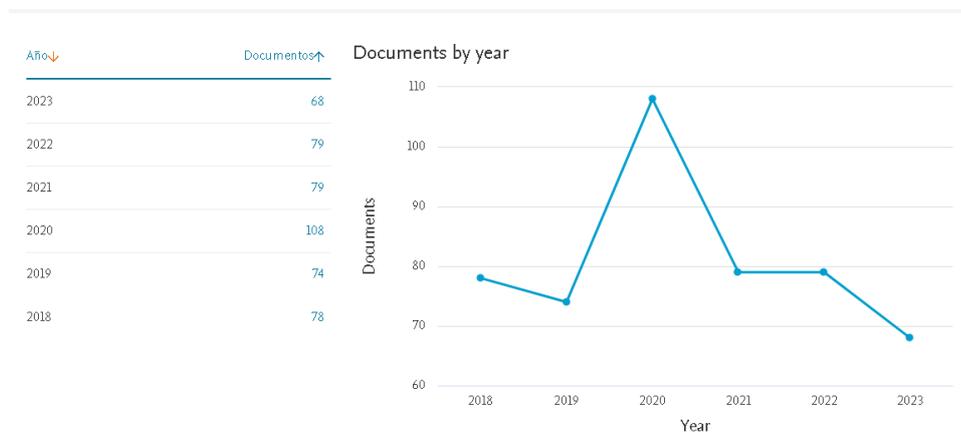


Ilustración 2-2: Número de documentos publicados por año.

Fuente: Scopus.

2.1.1.2 Documentos por autor

Dentro de los autores con mayor publicaciones sobre temas relacionados con la optimización de la gestión de inventarios relata lo siguiente en su artículo "Inventory model optimization revisited: Understanding service inventories to improve performance" se centra en la optimización de modelos de inventario en industrias de servicios. Fue escrito por L.E. Cárdenas-Barrón, J. Reynoso, B. Edvardsson y K. Cabrera, y publicado en la revista científica Scientia Iranica, Transactions E: Industrial Engineering en 2020. (Cárdenas, et al., 2020 Págs. 1572 - 1592).

En este estudio, los autores abordan la importancia de comprender los inventarios de servicios para mejorar el rendimiento empresarial. Exploran cómo los servicios, al ser intangibles y perecederos, no pueden ser "inventariados" de la misma manera que los bienes físicos, lo que plantea desafíos únicos en la gestión de inventarios en industrias de servicios. (Cárdenas, et al., 2020 Págs. 1574 - 1575).

Los autores proponen un enfoque de optimización de modelos de inventario que se adapte específicamente a las características de los servicios, considerando su naturaleza intangible y la necesidad de gestionar la demanda y la capacidad de manera efectiva. A través de su investigación, buscan identificar cómo mejorar la gestión de inventarios de servicios para lograr un mejor rendimiento empresarial.

Los resultados obtenidos de este estudio proporcionan una mayor comprensión de la importancia de los inventarios de servicios y cómo su optimización puede impactar positivamente en la eficiencia operativa y la satisfacción del cliente en las empresas de servicios. Además, se destaca la relevancia de adaptar las estrategias de gestión de inventarios a las particularidades de los servicios para lograr mejores resultados. (Cárdenas, et al., 2020 Págs. 151582 - 1589).

Este artículo ofrece una contribución significativa al campo de la gestión de inventarios en industrias de servicios al proponer un enfoque específico para optimizar los modelos de inventario y mejorar el rendimiento empresarial a través de una mejor comprensión de los inventarios de servicios.

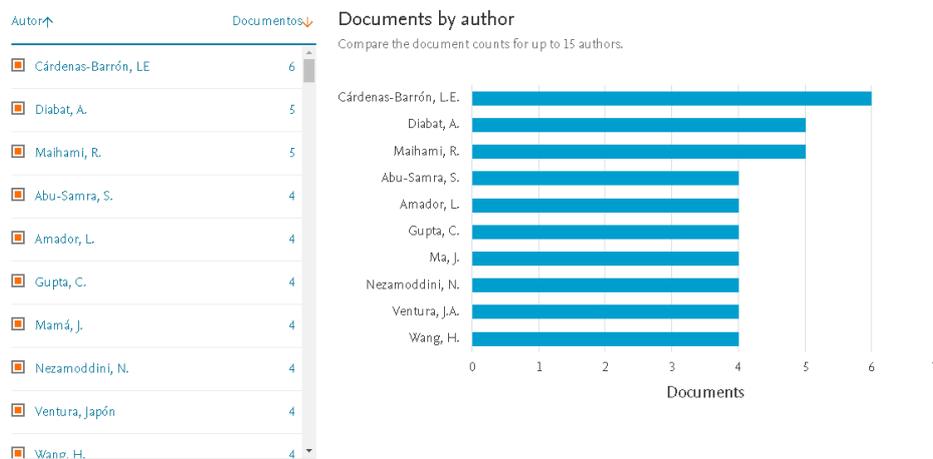


Ilustración 2- 3: Número de documentos escritos por autor.

Fuente: Scopus.

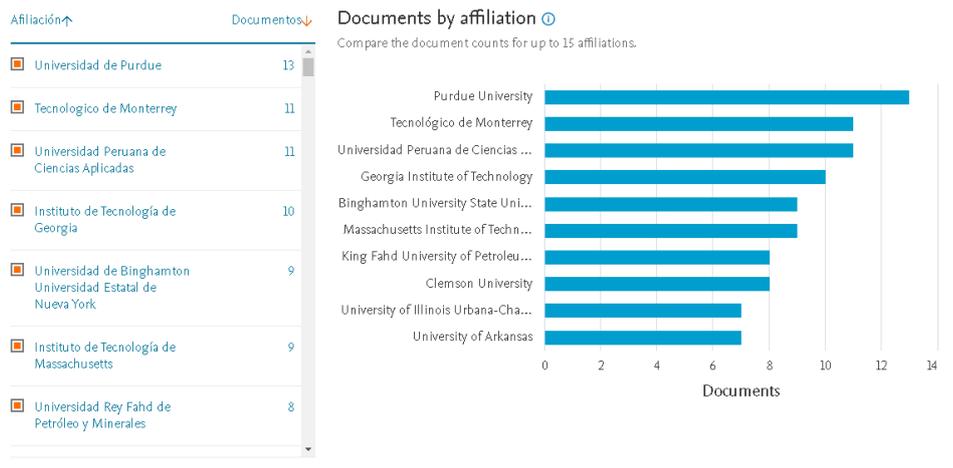


Ilustración 2- 4: Documentos por afiliación.

Fuente: Scopus.

2.1.1.3 Documentos por territorio.

2.1.1.3.1 Perú.

La investigación se enfocó en examinar el impacto del Plan de Requerimiento de Materiales en los costos de inventarios en la producción de alimento balanceado, como se aborda en la tesis "Efecto Del Plan de Requerimiento de Materiales en los Costos de Inventarios en la Producción de Alimento Balanceado de la Empresa Asociación De Productores Agropecuarios TIL &CAM, 2018". Se destacó la importancia crucial de este enfoque para mitigar pérdidas y maximizar los rendimientos en un entorno empresarial cada vez más competitivo y dinámico. (Donato y Gonzales, 2018, págs. 1-102). Con este propósito, se llevaron a cabo ajustes sustanciales en los procesos logísticos, dirigidos a optimizar costos y mejorar la eficiencia operativa en todas las etapas de la cadena de suministro. Estos ajustes abarcaron desde la reorganización de la distribución física de los productos hasta la implementación de sistemas avanzados de seguimiento y control de inventarios. Los resultados obtenidos tras la implementación de estas medidas fueron altamente alentadores. Se observaron mejoras significativas en múltiples aspectos, incluyendo una reducción notable en los costos operativos asociados con el manejo y almacenamiento de inventarios. Además, se evidenció un incremento en la eficiencia operativa, reflejado en una mayor agilidad en las operaciones logísticas y una respuesta más rápida a las demandas del mercado. Esto se pudo constatar mediante la comparación directa de los costos de inventario antes y después de la adopción del Plan de Requerimiento de Materiales (MRP), el cual demostró ser una herramienta eficaz para optimizar los niveles de inventario y mejorar la planificación de la producción. (Donato y Gonzales, 2018, págs. 5-10).

2.1.1.3.2 China.

El artículo "Métodos de pronóstico para datos de series temporales: una encuesta" realizado por Zhenyu Liu et al. aborda la clasificación de diversos métodos de prevención de series temporales, incluyendo métodos clásicos y basados en aprendizaje automático y aprendizaje profundo (Liu et al., 2021 págs. 91896 - 91912). Se identifican problemas actuales en los pronósticos de series temporales, tanto en términos de datos como de modelos (Liu et al., 2021 págs. 91902 - 91908). Los autores discuten la importancia de la calidad de los datos en el análisis y modelado, así como la necesidad de abordar desafíos como valores atípicos y datos faltantes en la preparación de grandes conjuntos de datos de series temporales.

En cuanto a los modelos, se destaca que los métodos de aprendizaje automático y profundo han demostrado ser efectivos para manejar datos de series temporales complejos y no lineales, superando a menudo a los métodos clásicos en términos de precisión y rendimiento. Por ejemplo, se menciona que la combinación de modelos como ARIMA y redes neuronales ha demostrado mejorar el rendimiento de los modelos de pronóstico en diversas aplicaciones prácticas (Liu et al., 2021 págs. 91907 - 91908).

En resumen, el artículo proporciona una visión general de los métodos de previsión de series temporales, destacando la importancia de abordar problemas de calidad de datos y la eficacia de los enfoques basados en el aprendizaje automático y el aprendizaje profundo en comparación con los métodos clásicos. (Liu et al., 2021 págs. 91902 - 91912).

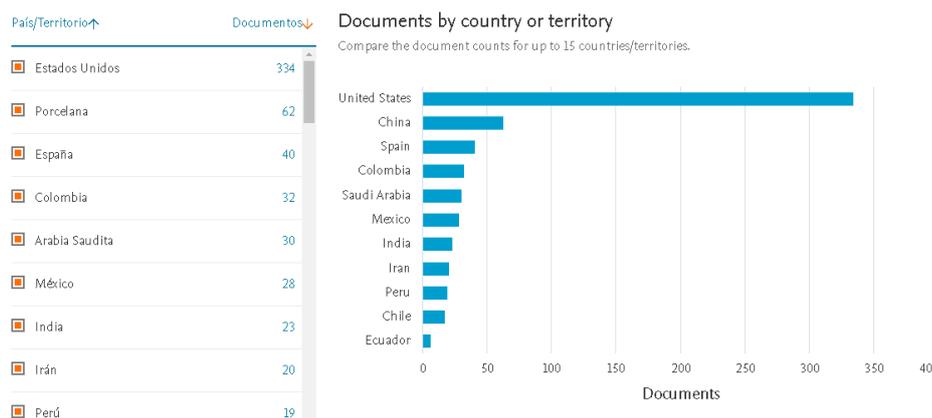


Ilustración 2- 5: Documentos por afiliación.

Fuente: Scopus.

2.1.1.4 Documentos por área temática.

2.1.1.4.1 Área ciencia de la computación.

El artículo "Optimización de la clasificación de inventarios mediante algoritmos avanzados y criterios múltiples" se sitúa en el ámbito de la ciencia de la computación, resultado de la colaboración entre las facultades de ingeniería industrial y la informática. En él se examinan diversos enfoques y metodologías para la clasificación de inventarios con criterios múltiples, destacando la combinación de la estrategia ABC con un nuevo algoritmo denominado FNS. Se resalta el éxito de la aplicación de este algoritmo en una empresa del sector de defensa, empleando herramientas como SPSS y MATLAB para el análisis de datos. Asimismo, se subraya que la integración de sistemas expertos, k medias y algoritmos de lógica difusa aporta una nueva dimensión a la literatura sobre clasificación de inventarios. (Aktepe et al., 2018 págs. 49-62).

La metodología de clasificación de inventario descrita en el artículo se caracteriza por la integración de sistemas expertos, técnicas de agrupación y la consideración de criterios adicionales como la frecuencia de manipulación, el plazo de entrega, la fabricación por contrato y la especialidad. Estos elementos, combinados con técnicas de optimización y algoritmos específicos, permiten una clasificación ABC más precisa y detallada, facilitando una gestión más efectiva de los inventarios en una empresa. Además, la incorporación de la lógica difusa al método ABC brinda una mayor adaptabilidad a las necesidades particulares de la organización, posibilitando una clasificación más flexible que considera múltiples factores que influyen en la importancia de cada producto para la empresa. (Aktepe et al., 2018 págs. 58-60). En consecuencia, esta metodología ofrece un enfoque riguroso y avanzado para el análisis y la categorización de inventarios, con potenciales beneficios significativos para mejorar la eficiencia operativa y la toma de decisiones en el manejo de inventarios.

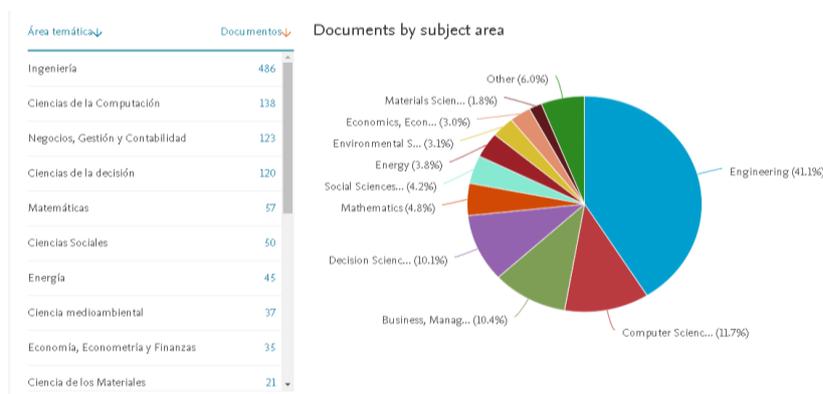


Ilustración 2- 6: Gráfica de pastel documentos por área.

Fuente: Scopus.

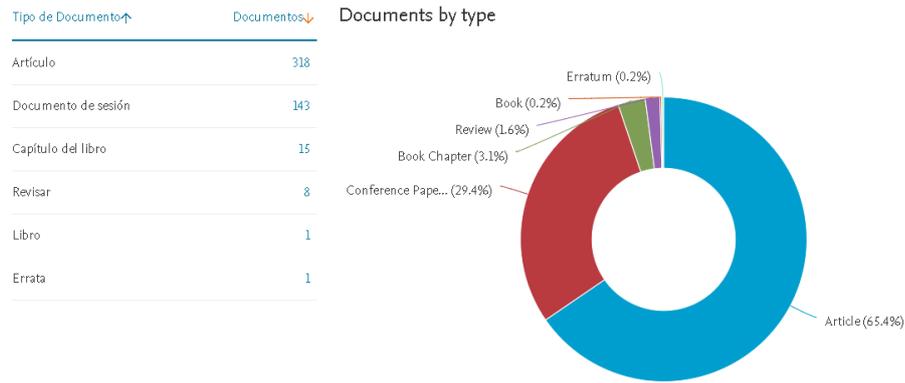


Ilustración 2- 7: Diagrama de pastel porcentajes por tipo de documento.

Fuente: Scopus.

2.2 Inventarios.

2.2.1 Definición.

El inventario se refiere a los bienes o productos que una empresa mantiene en stock para su venta o uso en el proceso de producción. Esto incluye materiales, productos en proceso y productos terminados que están almacenados en un almacén u otra ubicación propiedad de la empresa (Arenal, 2020, págs. 52-168). El control adecuado de inventarios es importante para garantizar la disponibilidad de productos para el cliente, reducir los costos de almacenamiento y evitar la pérdida o el desperdicio de materiales. (Flores et al., 2023, págs. 65-80)

2.2.2 Importancia de los inventarios

Los inventarios son una parte crucial en empresas de producción, representando a menudo un porcentaje significativo de los activos de la organización. Estos deben ser gestionados adecuadamente, ya que un manejo ineficiente de los inventarios puede tener un impacto negativo en la rentabilidad y la continuidad del negocio (Arenal, 2020, págs. 52-168). Un manejo adecuado de los inventarios puede ayudar a mejorar la eficiencia y la productividad, y reducir los costos (Ortega et al., 2017 págs. 1-12). También puede mejorar la satisfacción del cliente y la capacidad de una empresa para cumplir con las demandas y expectativas del mercado. Diversos estudios indican que una buena gestión de inventarios puede mejorar significativamente la capacidad de una empresa para cumplir con su objetivo principal de maximizar las ganancias y minimizar los costos. (Izar et al., 2016, págs. 273-274).

Desde el punto de vista de (Donato y Magallanes, 2018, pág. 10). El manejo de inventarios es de gran

importancia para las empresas porque les permite obtener beneficios significativos y evitar pérdidas por mermas y desperdicios. Además, se reconoce que la gestión de inventarios es esencial para agregar valor a los clientes y reducir costos en la organización. Sin embargo, no se proporciona una discusión detallada sobre la importancia del inventario en general en este documento, por lo que es posible que necesites buscar información adicional para completar tu investigación

2.3 Tipos de inventario

2.3.1 Funcional

2.3.1.1 Materias primas

Las materias primas son los materiales que se utilizan para fabricar un producto. Son esenciales para que las empresas puedan funcionar y pueden ser de origen natural o sintético. La gestión del inventario de materias primas es una tarea importante para todas las empresas, ya que debe garantizar que se tenga suficiente inventario para satisfacer la demanda de los clientes, pero también que no se tenga demasiado inventario. (Velázquez, 2018, págs. 52-168).

2.3.1.2 Productos en proceso

Los materiales en proceso, también conocidos como materiales en curso o materiales en producción, son aquellos que se encuentran en diferentes etapas de transformación durante el proceso de fabricación de un producto. Estos materiales han pasado por la etapa de materias primas y están siendo procesados para convertirse en productos terminados. (Arenal, 2020, págs. 52-168)

2.3.1.3 Productos terminados

El inventario de producto terminado se refiere a los bienes o productos que han completado el proceso de fabricación y están listos para ser distribuidos y comercializados. Estos productos han pasado por todas las etapas de producción y cumplen con los estándares de calidad establecidos. (Arenal, 2020, págs. 52-168)

El inventario de producto terminado es importante para las empresas, ya que les permite tener disponibilidad inmediata de los productos para satisfacer la demanda de los clientes. Además, un

adecuado control de inventario de producto terminado ayuda a evitar la escasez de productos y maximizar la eficiencia en la cadena de suministro. (Grisales y Gonzáles, 2017, págs. 106-114)

2.4 Gestión de Inventarios

2.4.1 Definición

La gestión de inventarios, según los principios de (Arenal, 2020 págs. 52-168), se centra en la planificación estratégica y coordinación de actividades para optimizar la disponibilidad y utilización eficiente de recursos materiales en una organización. Este proceso implica la implementación de políticas de inventario, la determinación de puntos de reorden, y la aplicación de sistemas de seguimiento para equilibrar niveles adecuados sin incurrir en excesos (Ortega et al., 2017 págs. 1-12). La clave radica en garantizar la satisfacción de la demanda del mercado y necesidades internas, evitando al mismo tiempo costos innecesarios asociados con el almacenamiento y la obsolescencia. En síntesis, la gestión de inventarios busca una sincronización precisa entre oferta y demanda, contribuyendo a los objetivos operativos y estratégicos de la empresa.

2.4.2 Importancia en la Cadena de Suministro

La gestión adecuada de inventarios es crucial para el éxito de cualquier negocio, especialmente para aquellos que trabajan con productos perecederos, ya que puede afectar tanto los costos como la satisfacción del cliente. Una gestión efectiva puede reducir los costos de almacenamiento, minimizar la posibilidad de pérdidas por obsolescencia de los productos y mantener un flujo constante de mercancías para satisfacer la demanda del cliente (Ortega et al., 2017 págs. 1-12). Además, la gestión adecuada del inventario también ayuda a las empresas a mejorar su eficiencia operativa y a maximizar la rentabilidad a largo plazo. (Gioia y Mimmer, 2023, págs. 1-13)

La gestión de inventarios es un aspecto muy relevante para la eficiencia y la rentabilidad de una empresa manufacturera, ya que representa uno de los activos más grandes y, a menudo, la mayor inversión de una empresa (Ortega et al., 2017 págs. 1-12). Un exceso de inventario puede aumentar significativamente los costos y el no tener un pronóstico adecuado de la demanda real puede afectar negativamente la capacidad de la empresa para satisfacer la demanda. Por otro lado, una buena gestión de inventarios puede ayudar a mejorar la satisfacción del cliente, reducir los costos de almacenamiento y maximizar la rentabilidad. Es importante tener en cuenta que la gestión de

inventarios debe involucrar a todas las áreas de la empresa y es fundamental para una producción eficiente y de alta calidad. (Camacho, 2020, págs. 1-6).

2.4.3 *Objetivos de la Gestión de Inventarios*

La gestión de inventarios busca alcanzar una serie de objetivos interrelacionados con el fin de optimizar la eficiencia y la rentabilidad en la cadena de suministro (Velázquez, 2018, págs. 52-168). Entre estos objetivos se encuentran satisfacer la demanda del mercado, minimizar los costos asociados al almacenamiento, optimizar el capital de trabajo, prevenir la obsolescencia de productos, mejorar la eficiencia operativa, reducir los costos de pedido, optimizar la cadena de suministro, proporcionar información precisa para la toma de decisiones, minimizar riesgos y cumplir con los objetivos estratégicos de la organización (Marulanda y Gonzales, 2017, págs. 106-114). Estos objetivos convergen en una estrategia integral que busca mantener niveles óptimos de inventario, asegurando la disponibilidad oportuna de productos, la eficiencia en los procesos logísticos y una gestión financiera prudente. (Stokpová, 2019, págs. 1-15)

2.4.4 *Costos Asociados.*

El enfoque presentado por (Rodríguez et al., 2018, págs. 100–115.) revela que los costos asociados con la gestión de inventarios abarcan diversos componentes, los cuales constituyen aproximadamente el 20% al 30% del valor anual del inventario.

2.4.4.1 *Costo de Capital:*

Este es el componente más grande del costo de mantenimiento del inventario, que se refiere a la cantidad invertida en el inventario no vendido, más el interés pagado por la compra (Arias et al., 2021, págs. 308-324). El costo del capital está inmovilizado en el inventario y, mientras los artículos no se vendan, se paga el interés anual.

2.4.4.2 *Costo de Almacenamiento:*

Tener existencias en el almacén también tiene un costo. Las existencias ocupan un lugar en la instalación de almacenamiento, lo que puede disminuir la rentabilidad. Además, las tarifas por almacenamiento y los costos de retención pueden disminuir la rentabilidad (Campó, 2020, págs. 39-50).

2.4.4.3 Costos de preparación.

El costo de preparación en una línea de producción se refiere a los gastos asociados con la preparación y el ajuste de maquinaria, así como con la configuración de la línea para cambiar de un producto a otro. Este costo incluye el tiempo empleado por el personal, el consumo de energía, los materiales utilizados y otros recursos necesarios para llevar a cabo la transición entre diferentes productos en la línea de producción (Velázquez, 2018, págs. 52-168). El cálculo preciso de los costos de preparación es fundamental para la gestión eficiente del inventario, ya que permite evaluar el impacto económico de los cambios en la producción y optimizar los niveles de inventario en función de estos costos. (Campó, 2020, págs. 39-50).

2.4.4.4 Costo de Servicios:

Este componente cubre los gastos tributarios, el hardware informático, las aplicaciones utilizadas para la gestión de inventarios y otros costos similares, según el tipo de inventario. El seguro también forma parte de este componente y depende del tipo de bienes y del nivel de inventario (Hernández et al., 2021, págs. 143-152).

2.4.5 *Procesos de gestión de inventario*

2.4.5.1 Proceso tradicional de la gestión de inventario

La gestión de inventario tradicional constituye un componente esencial en el proceso operativo de las empresas, con el objetivo fundamental de almacenar y gestionar una cantidad determinada de recursos físicos. Este enfoque clásico se encuentra arraigado en la necesidad de asegurar un suministro adecuado de productos para satisfacer la demanda del mercado y, en última instancia, generar ganancias a través de la venta efectiva de mercancías (Gioia y Minner, 2023, págs. 1-13). Dado su papel central en la cadena de suministro, la eficiencia de la gestión de inventario tradicional puede ser influenciada por diversos factores, desde la precisión en la predicción de la demanda hasta la implementación de estrategias de revisión periódica. Las investigaciones en este ámbito buscan constantemente optimizar este proceso para mejorar el rendimiento global de la cadena de suministro. Clasificaciones detalladas, como las propuestas por diversas referencias que detalla (Chuning y Yongji, 2021, págs. 1-14). desglosan los desafíos de la gestión de inventario en categorías como tecnología, organización, finanzas y gestión, proporcionando una visión integral y facilitando la identificación de áreas de mejora y desarrolla, la gestión de inventario tradicional sigue siendo un pilar fundamental en la operación empresarial, aunque se explora constantemente para adaptarse a las dinámicas cambiantes del entorno empresarial.

2.4.5.2 Proceso inteligente de gestión de inventario.

La gestión de inventario inteligente como lo representa (Chuning y Yongji, 2021 págs. 1-14) es una evolución significativa en la administración de recursos empresariales, marcada por la integración de tecnologías avanzadas y enfoques innovadores. Este paradigma se distingue por su capacidad para anticipar y responder de manera eficiente a las demandas del mercado mediante el empleo de métodos de predicción atractivos, particularmente aquellos basados en el aprendizaje automático. En lugar de depender exclusivamente de análisis estadístico matemático estático, la gestión de inventario inteligente utiliza modelos de aprendizaje profundo, redes neuronales y técnicas de aprendizaje por refuerzo para adaptarse dinámicamente a patrones no lineales y cambios en la demanda (Gioia y Minner, 2023, págs. 1-13). Este enfoque busca no solo optimizar la eficiencia del inventario, sino también abordar desafíos complejos, como la incertidumbre del mercado y la diversidad de las necesidades de los clientes. La gestión de inventario inteligente, al emplear algoritmos avanzados, busca mejorar la precisión de la predicción y la toma de decisiones, impulsando así la rentabilidad y la competitividad de las operaciones empresariales en un entorno empresarial cada vez más dinámico.

2.5 Optimización de inventario

2.5.1 Definición

La optimización de inventarios, en el contexto de soluciones empresariales como lo expresa (Cárdenas, 2020 Págs. 1572 - 1592), se refiere al proceso de maximizar la eficiencia y rentabilidad en la gestión de inventarios. Esto implica equilibrar los niveles de stock para garantizar que la demanda del mercado se satisfaga sin incurrir en costos innecesarios asociados con el almacenamiento, la obsolescencia o los excesos. Las soluciones de optimización de inventarios suelen aprovechar tecnologías avanzadas, análisis predictivos y algoritmos para ayudar a las empresas a tomar decisiones más informadas sobre la adquisición, distribución y mantenimiento de inventarios (Campó, 2020, págs. 39-50). Este enfoque busca mejorar la eficiencia operativa, minimizar los costos y aumentar la capacidad de respuesta ante cambios en la demanda o en las condiciones del mercado.

2.5.2 Procesos de optimización

La optimización del inventario a través de una precisa previsión y un mejor manejo de las predicciones de la demanda constituye un elemento esencial en la gestión eficiente de existencias

(Campó, 2020, págs. 39-50). En este enfoque técnico, se emplean técnicas avanzadas de análisis de datos y algoritmos predictivos para evaluar patrones históricos de ventas, factores estacionales y otros indicadores relevantes. Mediante la implementación de modelos de previsión de demanda, como el análisis de series temporales o métodos de aprendizaje automático, se busca anticipar con mayor precisión las fluctuaciones en la demanda futura (Cárdenas, 2020 Págs. 1572 - 1592). La utilización de información en tiempo real, la estrecha colaboración con proveedores y la incorporación de variables externas que puedan afectar la demanda, contribuyen a afinar las predicciones. Este enfoque proactivo no solo reduce la posibilidad de excesos o faltantes en inventario, sino que también mejora la capacidad de la empresa para adaptarse rápidamente a los cambios en el mercado, optimizando así la cadena de suministro y maximizando la rentabilidad global. Un ejemplo de optimización se lo puede comprender en cierta forma por los resultados obtenidos por (Chuning y Yongji, 2021, págs. 1-14).

“Los resultados experimentales muestran que la precisión promedio de predicción de la demanda de inventario de DIM supera aproximadamente el 80%, lo que puede reducir el costo del inventario en aproximadamente un 25% en comparación con otros métodos de última generación y detectar rápidamente las acciones anómalas del inventario”.

2.6 Estrategias de segmentación de inventarios.

2.6.1 Segmentación ABC difusa de atributos múltiples

La clasificación ABC difusa de atributos múltiples en la cadena de producción es una estrategia avanzada de gestión de inventarios que combina la metodología ABC con la lógica difusa para mejorar la precisión y flexibilidad en la categorización de productos (Flores et al., 2023, págs. 65-80). En este enfoque, se consideran múltiples atributos, como la importancia relativa, la volatilidad en la demanda y otros factores críticos específicos de la cadena de producción. La clasificación ABC tradicional se centra en la importancia financiera, dividiendo los productos en categorías A, B y C en función del valor monetario. Al incorporar la lógica difusa, se introduce una mayor adaptabilidad para manejar la incertidumbre específica a las mediciones exactas de estos atributos, permitiendo así una asignación más precisa y flexible de los productos a las diferentes categorías. Este enfoque refinado brinda a las empresas una visión más completa y personalizada de su inventario, facilitando la toma de decisiones estratégicas y optimizando la eficiencia en la cadena de producción. (Yung et al., 2021 págs. 637-656)

La clasificación de inventarios es un aspecto crucial en la gestión eficaz de los recursos empresariales, y para abordar este desafío, se presenta en este estudio un innovador algoritmo

denominado FNS (Flores et al., 2023, págs. 65-80). Este algoritmo combina la tradicional clasificación ABC con una estrategia de agrupación renovada, utilizando criterios como la frecuencia de manipulación, tiempo de entrega, proceso de fabricación por contrato y especialidad como variables de entrada. La aplicación de este algoritmo es presentada por (Aktepe et al., 2018 págs. 49-62) se lleva a cabo en una empresa de gran envergadura en la industria de defensa, que enfrenta dificultades en la gestión y seguimiento efectivos de sus inventarios. A pesar de haber empleado previamente el enfoque de análisis de Pareto, la empresa encontró limitaciones en su capacidad para abordar las necesidades cambiantes de gestión de inventarios. El algoritmo FNS, enriquecido con sistemas expertos, clustering y lógica difusa, extiende el método clásico de clasificación ABC, generando nueve clases distintas para los inventarios. Esta mejora permite una clasificación más detallada y la formulación de estrategias de conteo más efectivas.

2.6.2 Segmentación ABC de inventario multicriterio utilizando el modelo de mezcla gaussiana

La clasificación ABC de inventario multicriterio utilizando el modelo de mezcla gaussiana es una estrategia avanzada que integra técnicas estadísticas y de clasificación para mejorar la precisión en la gestión de inventarios. En este enfoque (Zowid, 2019 págs. 1925-1930), se emplea el modelo de mezcla gaussiana, que es una técnica de modelado probabilístico, para capturar la complejidad de múltiples criterios en la clasificación ABC.

La clasificación ABC tradicional se basa principalmente en un solo criterio, como el valor monetario de los productos. Sin embargo, en la clasificación ABC multicriterio, se incorporan varios factores, como la variabilidad en la demanda, el plazo de entrega y otros atributos críticos para la toma de decisiones en la gestión de inventarios (Aktepe et al., 2018 págs. 49-62).

El modelo de mezcla gaussiana permite modelar la distribución de los datos de inventario de manera más flexible al representarlos como una combinación ponderada de varias distribuciones gaussianas (Aktepe et al., 2018 págs. 49-62). Cada componente de la mezcla representa una categoría de inventario (A, B o C), y las ponderaciones reflejan la importancia relativa de cada categoría en función de los criterios múltiples considerados.

2.7 Modelado de series temporales o pronóstico.

En el ámbito de los modelos de pronóstico de series temporales, los métodos tradicionales como los modelos autorregresivos (AR), los modelos de promedio móvil (MA), los modelos de

promedio móvil autorregresivos (ARMA) y los modelos de promedio móvil autorregresivo integrado (ARIMA) se fundamentan en enfoques matemáticos y estadísticos. Estas metodologías resultan efectivas para abordar relaciones lineales en conjuntos de datos de series temporales, especialmente cuando estos son de dimensiones limitadas. Por contraste, los métodos contemporáneos de aprendizaje automático y aprendizaje profundo, como las redes neuronales artificiales (ANN), las máquinas de vectores de soporte (SVM) y las redes de memoria a corto plazo (LSTM), han sido concebidos para lidiar con patrones temporales no lineales en datos a gran escala (Contreras, 2026, págs. 387-396). Estos enfoques se distinguen por sus mecanismos de aprendizaje adaptativos y autoorganizados, siendo aptos para capturar patrones complejos y no lineales en series temporales. Además, ofrecen flexibilidad para gestionar conjuntos de datos que combinan tanto componentes lineales como no lineales, superando las limitaciones inherentes a los métodos clásicos de pronóstico. Es relevante destacar que la obra completa de (Liu et al., 2021 págs. 91896 - 91912) constituye una descripción detallada y exhaustiva de estos enfoques de modelado de series temporales.

2.7.1 Modelos cualitativos de pronóstico.

Los métodos cualitativos de pronóstico desempeñan un papel crucial cuando la disponibilidad de datos históricos es limitada o nula, como suele ser el caso con productos nuevos o ante cambios en políticas gubernamentales (Liu et al., 2021 págs. 91896 - 91912). Estos métodos se caracterizan por emplear el juicio, la intuición, encuestas o técnicas comparativas para generar estimados cuantitativos sobre el futuro. Ejemplos notables de estos métodos incluyen el método de las expectativas del usuario, el método de la opinión de la fuerza de ventas y el método Delphi. Estas técnicas encuentran aplicación en situaciones donde establecer tendencias clave a partir de indicadores simplificados resulta desafiante o cuando la falta de datos históricos impide el uso de métodos cuantitativos más convencionales (Contreras, 2026, págs. 387-396).

2.7.2 Modelos cuantitativos de pronóstico.

Contrastando con los métodos cualitativos, los métodos de proyección histórica entran en juego cuando existen datos históricos disponibles. Estos métodos, centrados en el análisis de series temporales, predicen valores futuros basándose exclusivamente en patrones históricos, asumiendo que dichos patrones se mantendrán en el futuro (Contreras, 2026, págs. 387-396). Distinguimos cuatro componentes clave en este enfoque: tendencia, parte cíclica, componente puramente aleatorio y componente estacional. Los métodos analíticos, como el promedio móvil simple, promedio móvil ponderado, suavización exponencial y técnicas más avanzadas que incorporan influencias

estacionales y de tendencia, son esenciales para determinar tendencias y variaciones estacionales en los datos (Liu et al., 2021 págs. 91896 - 91912).

2.7.2.1 Promedio móvil simple.

El método de pronóstico de promedio móvil simple es una herramienta valiosa en la gestión de la demanda, especialmente cuando se trata de prever las fluctuaciones en los patrones de compra y consumo. Este enfoque se basa en la idea de suavizar las variaciones en los datos de la serie temporal mediante la creación de promedios de las observaciones más recientes. Se ha demostrado que el promedio móvil simple es particularmente eficaz para pronosticar demanda cuando se observa una tendencia constante o patrones estacionales moderados. En el artículo (Pérez, 2013, págs. 227-236), se propone el uso del promedio móvil simple como solución eficaz ante las demandas cambiantes en una empresa alimenticia. La investigación destaca cómo este método ha demostrado ser particularmente útil para anticipar las necesidades de producción y gestión de inventarios en la industria alimentaria, donde los patrones de consumo pueden estar sujetos a estacionalidades y tendencias predecibles.

2.7.2.2 Suavización exponencial simple.

La suavización exponencial, reconocida por su simplicidad y capacidad para adaptarse a patrones cambiantes, se revela como una herramienta valiosa para pronósticos a corto plazo. Sin embargo, su principal desafío reside en la identificación precisa de la tendencia subyacente, lo que afecta directamente la exactitud de los pronósticos resultantes. A medida que se examinan sus beneficios, se destaca su eficacia en la detección de patrones y en la adaptabilidad a cambios repentinos en los datos. No obstante, la falta de robustez ante datos altamente volátiles representa una falencia crucial. Esta investigación se sumerge en un análisis detallado de estas características, contribuyendo así a una comprensión más profunda de la suavización exponencial y proporcionando perspectivas fundamentales para su aplicación en contextos de gestión temporal (Svetunkov et al., 2022 págs. 1108-1123).

Entre los distintos métodos con los que interactúa este método para mejorar su rendimiento se puede enunciar el suavizado exponencial complejo (CES), basado en la teoría de funciones de variables complejas. Este enfoque, con sus dos parámetros y la ausencia de un procedimiento de selección de modelos, se presenta como una alternativa competitiva o incluso superior a los métodos convencionales. A diferencia de sus contrapartes, el CES es capaz de manejar tanto procesos estacionarios como no estacionarios, capturando casos tanto de nivel como de tendencia. Como se informa en un artículo reciente (Svetunkov et al., 2022 págs. 1108-1123), se destaca a CES

como una solución que supera las limitaciones de los modelos tradicionales de suavizado exponencial, demostrando un rendimiento mejorado en comparación con los métodos de referencia.

2.7.3 Métodos causales.

Por último, los métodos causales se fundamentan en la suposición de una relación causa-efecto entre la variable a pronosticar y una o más variables independientes. Estos métodos buscan describir la naturaleza de esta relación y utilizarla para prever valores futuros de la variable dependiente. Entre las técnicas más empleadas se encuentran los modelos de regresión y las técnicas econométricas, que son esenciales cuando se busca comprender y cuantificar las relaciones subyacentes en los datos (Contreras, 2026, págs. 387-396).

2.7.4 Redes Neuronales Recurrentes (RNN) o Aprendizaje Profundo

2.7.4.1 Método LSTM (Long Short-Term Memory)

Los métodos LSTM (Long Short-Term Memory) representan un avance importante en las capacidades de pronóstico y modelado de series temporales complejas, especialmente en el contexto del aprendizaje profundo. A diferencia de los métodos tradicionales basados en series de tiempo, los LSTM se destacan por su capacidad para capturar patrones temporales persistentes y aprender dependencias complejas en los datos. Este enfoque se basa en una arquitectura de red neuronal recurrente con unidades de memoria especializadas que retienen información relevante a lo largo del tiempo y mitigan los problemas de desvanecimiento de gradiente. Al incorporar capas LSTM en el proceso de predicción, se obtiene la capacidad única de identificar relaciones temporales complejas, como ciclos irregulares y patrones no lineales. La flexibilidad inherente de LSTM facilita la adaptación a datos de series temporales con tendencias no lineales y comportamiento dinámico, lo que da como resultado pronósticos más precisos y adaptables (Chuning y Yongji, 2021 págs. 1-14).

2.7.5 Medidas de desempeño de los pronósticos

2.7.5.1 MAD MAPE

El MAD (Mean Absolute Deviation) y el MAPE (Mean Absolute Percentage Error) son dos métricas comunes utilizadas para evaluar el desempeño de los pronósticos en análisis de series de tiempo (Chuning y Yongji, 2021 págs. 1-14).

El MAD se calcula como la media de las desviaciones absolutas entre los valores reales y los valores pronosticados. Por otro lado, el MAPE se calcula como la media de los errores porcentuales absolutos entre los valores reales y los valores pronosticados, expresados como un porcentaje del valor real (Liu et al., 2021 págs. 91896 - 91912).

Estas métricas son importantes para evaluar la precisión de los modelos de pronóstico y determinar su efectividad en la predicción de datos de series temporales.

2.7.6 Componentes de la serie de tiempo.

2.7.6.1 Tendencia (T).

Constituye el componente de largo plazo que refleja el crecimiento o decrecimiento en la serie temporal a lo largo de un extenso periodo. Esta tendencia puede ser ascendente, evidenciando un crecimiento, o descendente, indicando una disminución, desempeñando un papel crucial en la dinámica evolutiva de la serie temporal. (Liu et al., 2021 págs. 91896 - 91912)

2.7.6.2 Estacionalidad (S).

Es la fluctuación periódica en una serie de tiempo dentro de un periodo determinado. Estas fluctuaciones forman un patrón que tiende a repetirse de un periodo estacional al siguiente, como los cambios en la demanda de productos durante las temporadas del año (Proietti y Grassi, 2015, págs. 983–1011).

2.7.6.3 Ciclo (C).

Son las desviaciones de la tendencia debido a factores diferentes de la estacionalidad. Los ciclos suelen ocurrir durante un intervalo de tiempo extenso y los periodos entre ellos pueden variar. Estos ciclos pueden estar influenciados por factores económicos, políticos u otros eventos que afectan la serie de tiempo (Proietti y Grassi, 2015, págs. 983–1011).

2.7.7 Componente Irregular o Residual (I).

Es el componente de una serie de tiempo que no sigue un patrón específico y se da en intervalos cortos. Esta variación puede ser aleatoria y no se puede atribuir a la tendencia, la estacionalidad o los ciclos (Liu et al., 2021 págs. 91896 - 91912).

2.8 Demanda.

La perspectiva de la demanda según la exposición de (Hostar, 2014) destaca la relevancia crucial de la caracterización de la demanda y clasifica a la demanda por su función en el ámbito empresarial. Desde esta visión, la demanda independiente se origina a partir de actores externos a la empresa, como los clientes que adquieren los productos finales manufacturados por la entidad. En contraste, la demanda dependiente, según la sugerencia de su denominación, establece vínculos con otras demandas. Un ejemplo paradigmático de esta interrelación se observa en la demanda de materias primas y componentes, que surge como consecuencia directa de una demanda independiente de productos terminados. Este enfoque proporciona una visión clara y estructurada sobre la dinámica de la demanda y su interconexión en la cadena de suministro (pág. 24).

La concepción de la demanda, según la presentación de (Vidal, 2010, págs. 173-278), ofrece una clasificación esencial que permite comprender su comportamiento mediante la diferenciación entre dos grupos fundamentales: la demanda determinística y la demanda estocástica o probabilística. La primera se caracteriza por una previsión precisa y conocida, sin variabilidad apreciable, pudiendo manifestarse de manera constante o variable con fluctuaciones limitadas en el promedio mensual (Proietti y Grassi, 2015, págs. 983-1011). En contraste, la demanda estocástica exhibe un comportamiento no determinista, sujeta a variaciones impulsadas por factores aleatorios, y se subdivide en demanda probabilística estacionaria, con fluctuaciones constantes, y demanda probabilística no estacionaria, donde tanto el comportamiento como el promedio mensual varían de mes a mes.

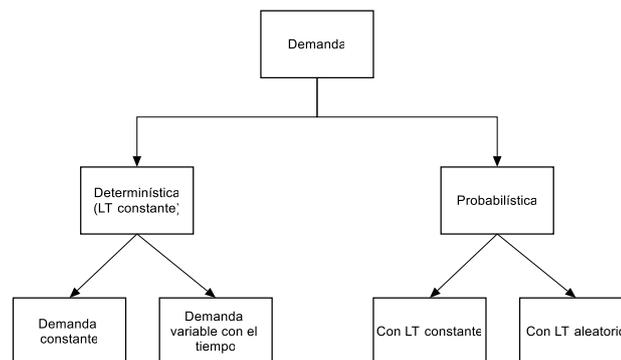


Ilustración 2- 8: Clasificación de la demanda.

Realizado por: Lascano, K. 2023

Fuente: (Vidal, C., 2010)

2.8.1 *Revisión de la demanda determinística.*

La demanda determinística se caracteriza por ser un fenómeno previsible y constante en el ámbito empresarial. En este contexto, las cantidades requeridas de productos o servicios se conocen con

certeza y siguen un patrón establecido, libre de variaciones aleatorias (Hernández et al, 2021, págs. 143-152). La gestión de la demanda determinística se basa en datos históricos y en la identificación de patrones de consumo regulares, lo que proporciona a las empresas la capacidad de realizar pronósticos precisos. Este enfoque facilita la planificación estratégica, la optimización de inventarios y la toma de decisiones informadas, ya que la variabilidad inherente a la demanda se minimiza, permitiendo una gestión más eficiente de los recursos (Sisley et al, 2023, págs. 5704-5722).

2.8.2 Revisión de la demanda probabilística.

la demanda probabilística, una dimensión esencial en la gestión empresarial caracterizada por su naturaleza estocástica. La demanda probabilística se refiere a un fenómeno donde las cantidades requeridas de bienes o servicios no se rigen por patrones deterministas, sino que exhiben variaciones aleatorias, reflejando la incertidumbre inherente en el comportamiento del mercado (Hernández et al, 2021, págs. 143-152). Este enfoque implica la aplicación de métodos estadísticos y probabilísticos para modelar y pronosticar la demanda, permitiendo a las organizaciones adaptarse de manera más efectiva a la volatilidad y la imprevisibilidad del entorno empresarial. En consecuencia, comprender y gestionar la demanda probabilística emerge como un componente crítico para la toma de decisiones estratégicas, la planificación eficiente de la cadena de suministro y la optimización de los niveles de inventario en un contexto dinámico y cambiante (Shofa et al., 2018, págs. 1-7).

2.9 Modelos de inventarios.

2.9.1 EOQ.

El objetivo principal del modelo de Cantidad Económica de Pedido (EOQ, por sus siglas en inglés) es minimizar los costos totales de inventario, integrando tanto los costos de pedido como los costos de mantenimiento de inventario. (Sisley et al, 2023, págs. 5704-5722). Este modelo se fundamenta en la premisa de que existe un punto óptimo en el cual los costos de realizar un pedido y los costos asociados al mantener inventario en almacén son equitativos, lo que resulta en el costo total más bajo posible para la empresa.

2.9.2 POQ.

El modelo de Producción Óptima por Lote (POQ) se fundamenta en la premisa de que la producción y el inventario tienen una estrecha interrelación, y que la cantidad óptima de producción debe ser calculada considerando la demanda prevista, así como los costos asociados

a la producción y el mantenimiento del inventario. Este enfoque busca determinar el tamaño de lote ideal que minimiza los costos totales, tomando en cuenta tanto los gastos de producción como los costos de almacenamiento y manejo de inventario. (Sisley et al, 2023, págs. 5704-5722).

2.9.3 LOTE A LOTE

El modelo de gestión de inventario lote a lote es una estrategia ampliamente empleada para el control y la administración de existencias en unidades discretas o lotes específicos (Hernández et al, 2021, págs. 143-152). En este enfoque, las empresas realizan pedidos de inventario en cantidades fijas o múltiplos de lotes predefinidos, en contraposición a la ordenación de unidades individuales de manera continua.

Este modelo se sustenta en la premisa de que la agrupación de órdenes de inventario en lotes puede conllevar a la reducción de los costos asociados con el procesamiento de pedidos, transporte y almacenamiento. (Vidal, 2010, págs. 173-278) Al consolidar las órdenes en lotes, las empresas pueden optimizar los costos de pedido y disminuir la frecuencia de reposición, lo que se traduce en una mayor eficiencia operativa y menores costos totales de inventario.

2.9.4 Periodo constante

La técnica de período constante es un método utilizado en la gestión de inventario para controlar y reponer existencias a intervalos regulares, sin considerar la demanda real de los productos. En este enfoque, se establece un período de tiempo predefinido, al final del cual se efectúa un pedido de reposición con el fin de mantener el inventario en un nivel específico (Sisley et al, 2023, págs. 5704-5722).

Esta estrategia se fundamenta en la suposición de una demanda relativamente constante y predecible durante el período establecido. Al programar pedidos de reposición de manera regular, las empresas pueden simplificar el proceso de gestión de inventario y asegurar un abastecimiento adecuado para cubrir la demanda (Hernández et al, 2021, págs. 143-152).

Para una implementación efectiva de la técnica de período constante, es esencial determinar con precisión el nivel óptimo de inventario y el momento idóneo para realizar los pedidos. Asimismo, se requiere un monitoreo continuo de la demanda y ajustes oportunos de los parámetros del sistema para evitar excesos o faltantes de inventario. (Vidal, 2010, págs. 173-278).

2.9.5 Wagner-Within.

El algoritmo de Wagner-Within, basado en principios de programación dinámica, es una técnica clave en la gestión de inventario para determinar las cantidades óptimas de producción en cada período, con el objetivo de minimizar los costos totales de producción y mantenimiento de inventario (Sisley et al, 2023, págs. 5704-5722). Esta herramienta se emplea en la resolución de problemas de dimensionamiento de lotes dinámicos, destacándose como un estándar en la planificación de inventario.

Considerado una referencia para evaluar otras reglas o heurísticas de dimensionamiento de lotes, el algoritmo de Wagner-Within ha sido sometido a estudios que han demostrado su eficiencia y efectividad en la optimización de los costos asociados con el inventario. Aunque en sus inicios se pensaba que requería un alto tiempo computacional y requisitos de almacenamiento, investigaciones posteriores han validado su utilidad en la práctica (Sisley et al, 2023, págs. 5704-5722).

2.9.6 Stock de seguridad.

2.9.6.1 Modelo de Wilson con Stock de Seguridad

El Modelo de Wilson con Stock de Seguridad tiene en cuenta tanto el tiempo de aprovisionamiento como el punto de pedido para calcular la cantidad óptima de inventario a mantener (Pérez, 2013, págs. 227-236). Esta técnica se enfoca en establecer un equilibrio entre la disponibilidad de productos y los costos asociados con el almacenamiento y el agotamiento del stock.

2.9.6.2 Modelo de Inventario Probabilístico

El Modelo de Inventario Probabilístico considera la variabilidad tanto en la demanda como en el tiempo de suministro. Esta herramienta permite una planificación más robusta de los materiales, teniendo en cuenta diferentes escenarios probabilísticos para determinar los niveles de inventario adecuados (Hernández et al, 2021, págs. 143-152). Al considerar las incertidumbres inherentes en la demanda y el suministro, este modelo busca minimizar los riesgos de exceso o escasez de inventario, optimizando así la gestión de inventario de la empresa.

2.10 Plan agregado de producción.

2.10.1 *Que es un PAP.*

El Plan Agregado de Producción (PAP) representa una estructura organizativa y estratégica fundamental para la planificación y coordinación de las actividades de producción a largo plazo en las empresas (Pérez, 2013, págs. 227-236). Este enfoque integral de planificación aborda la integración de todas las áreas críticas de la cadena de suministro, desde la demanda hasta la distribución, con el objetivo principal de alcanzar una óptima eficiencia operativa y un sólido rendimiento financiero.

El PAP se enfoca en la planificación de la producción en volúmenes agregados en lugar de detalles unitarios (Hernández et al, 2021, págs. 143-152). Esta perspectiva permite a las empresas identificar tendencias en la demanda y ajustar la producción en consecuencia, lo que resulta en una reducción de los costos de inventario y un incremento en la eficiencia general de la cadena de suministro. Al prever y adaptarse a las fluctuaciones de la demanda de manera estratégica, las empresas pueden optimizar la utilización de sus recursos y mejorar su capacidad de respuesta ante los cambios del mercado. (Sisley et al, 2023, págs. 5704-5722).

2.10.2 *Elementos Clave del Plan Agregado de Producción.*

2.10.2.1 *Demanda futura*

Se debe tener en cuenta las expectativas de demanda futura, tanto en términos de volúmenes como de productos específicos. Esto permite a las empresas planificar la producción de manera efectiva y garantizar que se cumpla con la demanda del mercado (Yung et al., 2021 págs. 637-656).

2.10.2.2 *Capacidad de producción.*

Se considera la capacidad de producción disponible, incluyendo la capacidad de la maquinaria, la disponibilidad de mano de obra y otros recursos críticos. Esto permite a las empresas planificar la producción de manera realista y evitar la sobrecarga de los recursos.

2.10.2.3 *Nivel de inventario.*

El PAP debe tener en cuenta el nivel de inventario necesario para cumplir con la demanda del

mercado. Esto permite a las empresas planificar la producción de manera efectiva y garantizar que se mantenga un nivel adecuado de inventario para satisfacer la demanda.

2.10.2.4 Planificación de la fuerza laboral.

Se considera la planificación de la fuerza laboral, incluyendo la disponibilidad de mano de obra y la necesidad de contratar o despedir personal. Esto permite a las empresas planificar la producción de manera efectiva y garantizar que se cuente con la cantidad adecuada de personal para cumplir con la demanda del mercado.

2.10.2.5 Planificación financiera.

El PAP debe tener en cuenta la planificación financiera, incluyendo los costos de producción, los costos de inventario y los ingresos esperados. Esto permite a las empresas planificar la producción de manera efectiva y garantizar que se logre un rendimiento financiero óptimo.

2.11 Planificación de Requerimientos de Material (MRP).

El Cuadro de Material Requerido Planificado (MRP) es una herramienta esencial de planificación de recursos que permite a las empresas calcular con precisión las cantidades necesarias de materias primas, subproductos y componentes para completar la producción de un artículo terminado (Aktepe et al., 2018 págs. 49-62). Este sistema de planificación se fundamenta en la proyección de la demanda futura, la producción planificada y los datos de inventario actualizados, con el propósito de optimizar la gestión de recursos y reducir los costos asociados a la producción.

Al integrar la información de la demanda, la planificación de la producción y el estado actual del inventario, el MRP facilita una toma de decisiones informada y estratégica. Esto resulta en una producción más eficiente, una gestión de inventario optimizada y una reducción significativa de los costos operativos, contribuyendo así a la mejora general de la competitividad y rentabilidad de la empresa. (Aktepe et al., 2018 págs. 49-62)

2.11.1 Propósito del MRP.

El propósito general del Cuadro de MRP es facilitar la planificación de recursos y la optimización de la gestión de inventarios en una empresa, con el objetivo de maximizar la eficiencia operativa y el rendimiento financiero. Este instrumento de planificación es particularmente útil para las

empresas que enfrentan retos de planificación y gestión de inventarios, como las empresas con altas fluctuaciones en la demanda, grandes volúmenes de producción o complejas cadenas de aprovisionamiento.

2.11.2 Beneficios y Desafíos Asociados al MRP

La implementación de un sistema MRP puede tener un impacto significativo en la cultura organizacional al introducir cambios en los procesos de trabajo, requerir formación y capacitación, fomentar la transparencia y comunicación, promover la eficiencia y productividad, y modificar las estructuras jerárquicas para adaptarse a las nuevas formas de trabajo (Aktepe et al., 2018 págs. 49-62). Es fundamental gestionar estos cambios con sensibilidad y liderazgo para garantizar una transición exitosa y una adopción efectiva del sistema por parte de todos los miembros de la organización.

2.12 Gestión de almacenes Warehousing.

2.12.1 Introducción a la gestión de almacenes.

La gestión de almacenes se define como el proceso logístico que abarca la recepción, almacenamiento y flujo de materiales dentro de un almacén, garantizando su manejo eficiente y seguro hasta su utilización final. Este proceso desempeña un papel fundamental para las empresas dedicadas a la venta o fabricación de productos, ya que les permite ofrecer un servicio de calidad superior al tiempo que minimiza los costos operativos. (Caballero y González, 2021 págs.)

La eficaz gestión de almacenes implica una planificación detallada de la disposición física de los productos, así como una precisa administración de inventario para asegurar la disponibilidad oportuna de los artículos requeridos. Además, incluye la implementación de sistemas y tecnologías que optimizan el seguimiento y movimiento de mercancías, mejorando la eficiencia de las operaciones y reduciendo los tiempos de entrega.

2.12.2 Slotting.

El Slotting es un proceso fundamental en la gestión de almacenes que consiste en determinar la ubicación óptima de cada producto dentro de las instalaciones, con el fin de maximizar la eficiencia y la productividad de las operaciones de almacenamiento, picking y preparación de pedidos. Este procedimiento se enfoca en la asignación estratégica de los productos en las

diferentes áreas de almacenamiento, considerando factores como la rotación de inventario, las características de los productos y las frecuencias de acceso.

2.12.3 Picking

En el ámbito logístico, el picking, también conocido como preparación de pedidos, representa una etapa esencial en la cadena de suministro. Este proceso implica la selección, extracción y traslado de productos desde el almacenamiento hasta el área de empaque, con el propósito de satisfacer los requerimientos de los pedidos realizados por los clientes. (Viveros et al., 2021 págs. 1-29). Durante el picking, los operadores utilizan sistemas y dispositivos de apoyo, como lectores de códigos de barras y dispositivos de voz, para identificar y recolectar los productos de acuerdo con las especificaciones del pedido. La eficiencia y precisión en el picking son críticas para garantizar una correcta y oportuna preparación de los pedidos, minimizando errores y tiempos de procesamiento. Este proceso, siendo la primera etapa en la preparación de un pedido, juega un papel fundamental en la satisfacción del cliente y en la optimización de las operaciones logísticas de la empresa. (Caballero y González, 2021 págs.)

2.12.4 Packing

En el ámbito logístico, el packing se define como el proceso crítico de preparación y acondicionamiento de productos para su envío y distribución. Esta fase desempeña un papel fundamental en la cadena de suministro al asegurar que los artículos sean protegidos de manera adecuada durante su transporte y lleguen en óptimas condiciones a su destino final. (Caballero y González, 2021 págs.)

Durante el proceso de packing, se seleccionan cuidadosamente los materiales de embalaje apropiados según las características de los productos y los requisitos de transporte. Los productos son entonces acomodados de forma segura en cajas, contenedores u otro tipo de embalaje, con la inclusión de rellenos protectores cuando sea necesario para evitar daños durante el traslado. Además, se procede a sellar de manera segura los paquetes para su envío, garantizando su integridad durante el transporte. (Viveros et al., 2021 págs. 1-29).

2.13 Slotting

La técnica de asignación de posición de almacenamiento, comúnmente conocida como "slotting", como lo 5-13 describe (Caballero y González, 2021 págs.) representa un componente esencial en la gestión eficiente de centros de distribución. Se trata de un proceso estratégico mediante el cual se

determina la ubicación óptima para almacenar productos dentro de un almacén, con el objetivo principal de mejorar la eficiencia operativa. Esta metodología implica un análisis detallado de diversos factores, como la rotación de inventario, la demanda de productos y sus características físicas. Al clasificar los productos según su velocidad de movimiento, se puede diseñar un espacio de almacenamiento que facilite la rápida recuperación de productos de alta rotación, minimizando los tiempos de picking y optimizando las rutas de los trabajadores (Viveros et al., 2021 págs. 1-29). A través del slotting, los centros de distribución buscan maximizar la productividad, reducir costos y adaptarse de manera continua a las dinámicas cambiantes del mercado y la cadena de suministro.

2.13.1 Tipos de Slotting.

2.13.1.1 Almacenamiento aleatorio

El almacenamiento aleatorio, que asigna ubicaciones de manera aleatoria a cada SKU en función de la disponibilidad de espacio o la experiencia, presenta desafíos significativos en la gestión de almacenes. Esta estrategia, al carecer de un control estructurado sobre la ubicación de inventarios, puede resultar en ineficiencias operativas, aumentando los tiempos de picking y los costos laborales (Enríquez y Rodríguez, 2020, págs. 10-20). En particular, para productos perecederos, la falta de organización podría dar lugar a pérdidas sustanciales debido a una gestión deficiente de las fechas de caducidad. En entornos donde la eficiencia y la precisión son fundamentales, el almacenamiento aleatorio puede impactar negativamente en la rentabilidad y el rendimiento general del almacén.

2.13.1.2 Almacenamiento dedicado.

El almacenamiento dedicado, en términos de slotting, implica la asignación fija y específica de ubicaciones para cada SKU en el almacén. En este enfoque, cada producto se asocia de manera permanente con una ubicación predefinida, en contraste con estrategias más flexibles como el almacenamiento aleatorio (Enríquez y Rodríguez, 2020, págs. 10-20). La principal ventaja de este método radica en la optimización de la eficiencia operativa, ya que reduce los tiempos de picking al proporcionar una estructura predecible. Aunque requiere una planificación más detallada inicialmente, el almacenamiento dedicado se destaca en entornos logísticos donde la consistencia y la eficiencia son críticas para el rendimiento del almacén (Duque et al., 2019 págs. 514-527).

2.13.1.3 Almacenamiento Basado en clases.

El almacenamiento basado en clases es un enfoque crucial en la gestión de inventario, donde se clasifican los SKU en diferentes categorías según criterios como rotación y popularidad. La metodología ABC, arraigada en la teoría de Pareto, suele ser el punto de partida. Se busca optimizar el desempeño del sistema mediante la agrupación eficiente de los SKU, utilizando herramientas informáticas que emplean experimentos computacionales y análisis de costos. Sin embargo, se advierte que aumentar el número de clases no siempre es beneficioso, ya que podría conducir a una asignación ineficiente de los productos, impactando el rendimiento del sistema. Por otro lado, se destaca la importancia de implementar la estrategia ABC en los sistemas de control como una forma efectiva de mejorar las políticas de almacenamiento (Enríquez y Rodríguez, 2020, págs. 10-20). Este enfoque proporciona un marco sólido para la toma de decisiones en la gestión de inventario, considerando tanto la clasificación de los productos como las estrategias de almacenamiento para mejorar el rendimiento general del sistema.

2.13.1.4 Almacenamiento correlacionado.

En el almacenamiento correlacionado, los SKU se agrupan en clusters que reflejan necesidades conjuntas, considerando órdenes de preparación de pedidos y criterios de picking. Este enfoque optimiza la eficiencia al colocar productos frecuentemente solicitados juntos en ubicaciones cercanas, considerando rotación, tamaños, formas y compatibilidad en tareas de preparación. Su adaptabilidad a distintos tipos de productos y sectores permite una gestión eficaz, reduciendo tiempos de viaje y mejorando la operación general del almacén. (Duque et al., 2019 págs. 514-527).

2.13.2 Métodos de Slotting.

La implementación de técnicas de slotting para determinar la ubicación de los SKUs en el almacén puede ser abordada desde diversas perspectivas, donde mediciones iniciales respaldadas por la literatura o comportamientos observados en la práctica se convierten en fundamentos clave para las decisiones internas de ubicación de los productos. (Duque et al., 2019 págs. 514-527).

2.13.2.1 ABC

El método de Slotting ABC es una técnica de clasificación y organización en el almacenamiento que asigna productos a zonas (slots) según su volumen de ventas o consumo estimado. Este sistema se estructura en tres categorías principales conocidas como A, B, y C, donde los productos

con mayores niveles de demanda son asignados a la categoría A y se ubican en zonas de fácil acceso cerca del punto de entrada al almacén (Duque et al., 2019 págs. 514-527). Esto busca mejorar la eficiencia operativa al reducir los tiempos de recogida y aumentar la rapidez en el cumplimiento de pedidos. Los productos de la categoría B, con una demanda moderada, se colocan en zonas intermedias, mientras que los de la categoría C, de menor demanda, se asignan a zonas de almacenamiento menos accesibles. Este método optimiza la disposición de los productos en el almacén, facilitando la gestión de inventario y agilizando los procesos de recolección y preparación de pedidos (Enríquez y Rodríguez, 2020, págs. 10-20).

2.13.2.2 COI.

El "Cubeper Order Index" (COI) es una metodología avanzada de slotting diseñada para determinar la ubicación óptima de los productos dentro de un almacén. Este enfoque estratégico tiene como objetivo principal mejorar la eficiencia de las operaciones logísticas al distribuir de manera inteligente el stock en diversas ubicaciones del almacén, lo que resulta en una mayor productividad en actividades como la recepción, reposición y preparación de pedidos. (Enríquez y Rodríguez, 2020, págs. 10-20). El COI juega un papel crucial en la optimización del espacio de almacenaje al considerar minuciosamente las características y flujos actuales del almacén, lo que brinda la capacidad de conocer en tiempo real la ubicación precisa de cada artículo. Al implementar esta metodología, se toman en cuenta factores clave como el índice de rotación de cada producto (categorizado en A, B o C), la fecha de caducidad o lote del artículo, los flujos de mercancía predominantes en el almacén, y las rutas óptimas de picking. Esto permite una gestión más eficiente y efectiva del inventario, garantizando una operación fluida y maximizando la utilización del espacio disponible en el almacén (Viveros et al., 2021 págs. 1-29).

2.13.2.3 Ubicación por correlación entre SKUs.

El método de slotting basado en la agrupación por correlación entre SKUs representa una innovadora técnica de organización en almacenamiento que va más allá de la clasificación tradicional. Este enfoque avanzado busca identificar patrones de comportamiento similares entre productos, agrupándolos estratégicamente para mejorar la eficiencia y la fluidez en el manejo del inventario. En lugar de simplemente considerar el volumen de ventas o consumo de cada producto, este enfoque analítico aprovecha la información histórica de las interacciones entre SKUs para crear clusters de productos con patrones de compra complementarios o sustitutivos. Esta metodología permite una asignación inteligente de espacios en el almacén, facilitando la preparación de pedidos y optimizando los procesos logísticos. Al agrupar productos que tienden

a ser solicitados juntos o que pueden sustituirse mutuamente, se reduce el tiempo de búsqueda y se mejora la precisión en el surtido de pedidos, lo que resulta en una gestión más eficaz y rentable del inventario. (Enríquez y Rodríguez, 2020, págs. 10-20).

2.13.2.4 Otras ubicaciones empíricas.

El método de slotting de ubicaciones empíricas se basa en la experiencia práctica de los trabajadores del almacén, quienes consideran restricciones y distribuciones previas de los productos para asignar ubicaciones. En lugar de datos analíticos, se utilizan criterios subjetivos y empíricos, siendo útil en entornos sin sistemas tecnificados de gestión de inventario. (Viveros et al., 2021 págs. 1-29).

CAPITULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1 Introducción al Marco Metodológico

En el marco del desarrollo de proyectos técnicos enfocados en la gestión de inventario, se establece un Marco Metodológico como piedra angular para la optimización propuesta en Exibal, una empresa reconocida por su compromiso con la excelencia en la manufactura. Este capítulo detalla un enfoque sistemático que orienta la evaluación exhaustiva del sistema de inventarios y la formulación subsiguiente de mejoras (Shofa et al., 2018, págs. 1-7). La estrecha alineación de la metodología con los objetivos previamente establecidos en el planteamiento del problema garantiza que cada paso contribuya directamente a la consecución de una producción más eficiente, rentable y sostenible. Desde la clasificación de productos hasta la gestión de producción, la evaluación meticulosa se lleva a cabo mediante un enfoque analítico diseñado para abordar las necesidades específicas de la empresa. La metodología implementada, más que una creación exclusiva, se convierte en el vehículo que guía la mejora continua de sus inventarios, asegurando una gestión ágil y adaptable, y consolidando su posición competitiva en la industria manufacturera.

3.2 Fundamentos de la Metodología

3.2.1 Tipo de Investigación

En el marco de la investigación desarrollada, se adopta un enfoque aplicado, evidenciado por su orientación hacia la mejora concreta del problema de gestión de inventario en Exibal. Este enfoque se fundamenta en la necesidad de optimizar las operaciones existentes, centrándose en la aplicación práctica de teorías consolidadas para abordar eficazmente la gestión de inventario (Zowid, 2019 págs. 1925-1930). La investigación propone la implementación de un nuevo método específico para gestionar el inventario de un producto destacado, considerado como el "producto estrella". Este enfoque se traduce en un seguimiento preciso y detallado del ciclo de vida de dicho producto, involucrando de manera sinérgica los conocimientos y la información clave de tres áreas interrelacionadas: producción, inventario y ventas. La aplicabilidad de este enfoque se manifiesta en su capacidad para proporcionar soluciones prácticas y tangibles, al tiempo que maximiza la eficiencia en la gestión del inventario, culminando en una mejora significativa en los procesos operativos

3.2.2 *Enfoque de la Investigación*

Siguiendo un enfoque cuantitativo, esta investigación se orienta hacia la recopilación y análisis de datos numéricos, centrándose en variables clave como las ventas históricas, los precios de productos y los niveles de inventario. Este enfoque cuantitativo se sustenta en la premisa de que la objetividad y la precisión inherentes a los datos numéricos proporcionarán una base sólida para la comprensión de patrones de demanda y comportamientos de inventario (Chuning y Yongji, 2021 págs. 1-14). La decisión de adoptar un enfoque cuantitativo se alinea con la literatura especializada, que destaca la eficacia de los métodos cuantitativos en el análisis de sistemas logísticos y de gestión (Liu et al., 2021 págs. 91896 - 91912). La investigación se propone emplear herramientas estadísticas avanzadas, como regresión y evaluación de distribuciones, para ofrecer una visión cuantitativamente rigurosa de los fenómenos estudiados. Este enfoque exclusivamente cuantitativo busca proporcionar hallazgos sólidos y generalizables que contribuyan a la toma de decisiones estratégicas en la gestión de la demanda y el inventario.

3.2.3 *Alcance de la Investigación*

El alcance de la presente investigación se delimita al ámbito descriptivo, centrándose en la elaboración detallada y sistemática de un panorama exhaustivo del sistema de gestión de la demanda y el inventario. Se llevará a cabo una meticulosa documentación de cada fase del proceso, con el propósito de capturar con precisión los elementos clave que configuran la estructura operativa actual (Chuning y Yongji, 2021 págs. 1-14). Este enfoque descriptivo permitirá identificar de manera integral las particularidades y dinámicas que caracterizan el sistema, explorando relaciones causales o correlaciones entre variables. La focalización en la descripción detallada de cada componente del proceso proporcionará una visión comprehensiva y detallada del estado actual del sistema.

3.3 *Diseño de la Investigación*

3.3.1 *Diseño de investigación preexperimental.*

En el diseño de la investigación actual, se ha adoptado un enfoque preexperimental con el objetivo de optimizar el control de existencias mediante la manipulación intencional de la gestión de inventarios y la implementación parcial de la metodología slotting para asignar de manera eficiente el espacio necesario de un producto dentro del almacén (Duque et al., 2019 págs. 514-527).

Este diseño se caracteriza por la necesidad de realizar una intervención planificada y controlada con el propósito de analizar sistemáticamente los resultados derivados de dichas acciones

Este diseño permitirá una evaluación rigurosa y sistemática de las modificaciones propuestas, contribuyendo así a una comprensión más profunda de su impacto en la eficiencia del control de existencias y la asignación de espacio en el almacén.

3.4 Métodos, Técnicas e Instrumentos de Investigación

En el proyecto de mejora del sistema productivo de la empresa Exibal, se aplicaron métodos y técnicas específicos para una recolección y análisis efectivos de los datos.

3.4.1 Métodos de Investigación

En el marco metodológico de la presente investigación, se ha adoptado un enfoque que se centra en el método de análisis estadístico de datos secundarios. Empleado con el propósito específico de llevar a cabo una evaluación objetiva y numérica de variables clave, tales como las cantidades de inventario y los costos asociados a dichos niveles. El proceso de análisis se ha fundamentado en la aplicación de técnicas estadísticas especializadas, permitiendo así una exploración exhaustiva de los patrones y tendencias inherentes a los conjuntos de datos históricos.

Este enfoque no solo ha facilitado una comprensión profunda de la variabilidad de los artículos estudiados, sino que también ha permitido una interpretación objetiva basada en la evidencia numérica (Chuning y Yongji, 2021 págs. 1-14). La adopción de este método de investigación se presenta como un componente esencial para generar hallazgos significativos y fundamentar recomendaciones prácticas destinadas a mejorar la eficiencia en la gestión de inventario y la toma de decisiones estratégicas.

3.4.2 Técnicas de Investigación

En el contexto de este enfoque metodológico basado en el análisis estadístico de datos secundarios, se implementa inversas técnicas de investigación con el objetivo de obtener una comprensión exhaustiva de las variables clave. La primera técnica consiste en la aplicación de métodos descriptivos, los cuales permite caracterizar las cantidades de inventario y los costos asociados mediante medidas estadísticas como la media, la mediana y la desviación estándar (Chuning y Yongji, 2021 págs. 1-14). Posteriormente, se lleva a cabo un análisis de tendencias a través

de la aplicación de técnicas de series temporales, identificando la mejor serie de tiempo a través de las medidas de desempeño como son, el MAD, MAPE. Además, se utilizarán métodos de regresión para explorar posibles relaciones causales entre las variables en estudio, ofreciendo así una perspectiva correcta en la elección de la serie temporal en función del menor error en el modelo. Estas técnicas se complementan con la aplicación de técnicas de planificación y control de la producción en el ámbito de la investigación de operaciones y la gestión de operaciones, como el Plan Agregado de Producción (PAP) y el Plan Maestro de Producción (PMP), que permiten una programación eficiente de la producción y la asignación óptima de recursos. Asimismo, se integra el uso de slotting, una técnica esencial en la gestión de almacenes y la logística, para organizar y asignar ubicaciones a los productos dentro del almacén, contribuyendo así a una gestión más eficiente del inventario y una mejora continua de los procesos logísticos.

3.4.3 Instrumentos de Investigación

En relación con los instrumentos de investigación previamente mencionados, se destaca herramientas informáticas avanzadas como Minitab y Microsoft Excel, las cuales desempeñan un papel crucial al respaldar la realización de un análisis numérico riguroso. Estas plataformas permitirán la aplicación eficiente de métodos estadísticos especializados, facilitando la exploración detallada de patrones y tendencias presentes en los conjuntos de datos de ventas, precios y cantidades de inventario.

Además, se considera como otro instrumento fundamental la implementación de la metodología ABC para el slotting. Este enfoque clasifica los productos en categorías según su importancia estratégica, estableciendo así un marco para la asignación óptima del espacio en el almacén. La metodología ABC, respaldada por análisis estadísticos, no solo enriquecerá el enfoque de investigación, proporcionando una comprensión profunda y cuantitativa de los datos, sino que también se posicionará como un elemento clave para la formulación de recomendaciones prácticas destinadas a mejorar tanto la eficiencia en la gestión de inventario como la utilización efectiva del espacio en el almacén.

3.4.4 Descripción de los procesos

Es fundamental haber iniciado con una clasificación e identificación del producto que presentaba el mayor movimiento dentro del inventario, dado que este producto estrella suele haber tenido un impacto significativo en los costos y la rentabilidad de la empresa. La identificación de este producto permitió asignar recursos de manera estratégica y focalizar esfuerzos en su gestión

eficiente. Una vez identificado, se procedió al análisis detallado de su comportamiento histórico de demanda mediante el estudio de series de tiempo. Este análisis proporcionó información clave para la aplicación de un modelo de inventario, como el modelo POQ, que determinó la cantidad óptima a producir para mantener los costos bajo control y satisfacer la demanda de manera eficaz.

Además, se aplicó un análisis estadístico para calcular un valor óptimo de reposición para las órdenes de producción, lo que contribuyó a reducir la variabilidad y el error en los pronósticos. También se estableció un nivel de stock de seguridad para mitigar posibles desviaciones en la demanda real respecto a las previsiones. Estas medidas permitieron un mayor control y precisión en la gestión del inventario, optimizando los niveles de existencias y minimizando los riesgos de agotamiento de stock o excesos de inventario.

Para modelar el comportamiento del inventario a largo y corto plazo, se utilizó el método de Plan Agregado de Producción para el estudio de un periodo anual, y el Plan Maestro de Producción para el modelado diario durante un periodo de 12 días. Estas metodologías posibilitaron una planificación más efectiva de la producción, considerando las capacidades de la empresa y las necesidades del mercado. Finalmente, con base en estos análisis y proyecciones, se generó una propuesta detallada sobre el espacio necesario para un almacenamiento óptimo dentro del almacén, asegurando así una gestión eficiente y rentable del inventario.

3.5 Clasificación de inventario ABC.

Se llevó a cabo un exhaustivo análisis del comportamiento de las ventas históricas a lo largo de los 12 meses del año 2023, abarcando un total de 51 productos. Cada uno de estos productos fue sometido a un análisis detallado, considerando los datos correspondientes a la cantidad total de toneladas vendidas en cada mes del año. Este proceso incluyó la asignación de precios para cada presentación de producto, ya sea en kilogramos o libras. Los valores obtenidos se transformaron en un precio total por tonelada de producto. Posteriormente, este precio se multiplicó por el número de toneladas vendidas, resultando en un valor monetario total de ventas para el año.

Para visualizar y comprender de manera efectiva la distribución de estas ventas, se optó por representar los resultados en un diagrama de Pareto. Este gráfico destaca la relevancia de cada producto en términos de porcentaje de participación, permitiendo una evaluación rápida y visual del impacto de cada ítem en el panorama general de las ventas. Se observó que, de acuerdo con la aplicación de las teorías pertinentes, aproximadamente el 20% de los productos representa el 80% del valor total del inventario. En consecuencia, estos productos se identifican como los

principales contribuyentes dentro del inventario bajo estudio, subrayando su significativa participación en las ventas.

3.6 Análisis de series temporal.

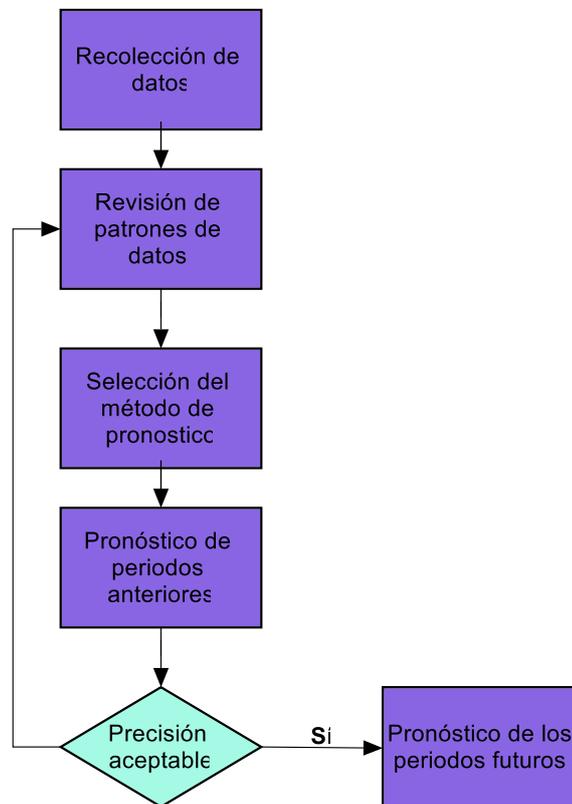


Ilustración 3-1: Proceso de análisis de series temporales.

Realizado por: Lascano, K. 2023

Fuente: (Liu, Z., 2023)

3.6.1 Análisis de tendencia.

En el marco del análisis de tendencias, se adopta la metodología de estudio destinada a examinar la dirección y magnitud de las variaciones en una serie temporal. Los modelos de tendencia, constituyentes fundamentales de este análisis, se erigen como herramientas matemáticas para la representación de la evolución temporal. Entre los modelos prevalentes en la literatura académica, destacan los modelos lineales, cuadráticos, de crecimiento exponencial y de curva S. Los modelos lineales, caracterizados por su simplicidad estructural, postulan la linealidad inherente de la tendencia temporal. Los modelos cuadráticos, por su parte, conceptualizan la tendencia como una parábola, ofreciendo un enfoque más elaborado. Mientras tanto, los modelos de crecimiento exponencial articulan la tendencia en función de una progresión exponencial, aportando una perspectiva dinámica. Por último, los modelos de curva S introducen un grado adicional de

complejidad, proponiendo que la tendencia adopta la forma de una curva en S, lo que permite capturar de manera más precisa los patrones de cambio no lineales presentes en la serie temporal.

3.6.1.1 Modelo de tendencia lineal.

La metodología de tendencia lineal constituye un enfoque analítico empleado para el estudio y pronóstico de patrones de demanda en el ámbito empresarial. Este método se fundamenta en la premisa de que la demanda de un producto o servicio sigue una progresión lineal a lo largo del tiempo. Para implementar esta metodología, se recopilan datos históricos de la demanda, y se lleva a cabo un análisis de regresión para determinar la línea de tendencia que mejor se ajusta a dichos datos. Esta línea de tendencia ofrece una estimación de la tasa de cambio en la demanda y se utiliza para proyectar las necesidades futuras.

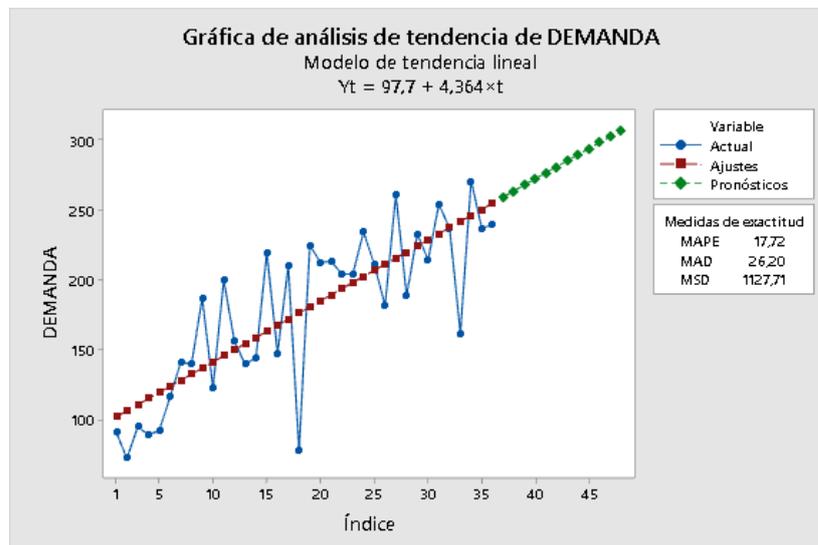


Ilustración 3-2: Pronostico modelo de tendencia lineal.

Realizado por: Lascano, K. 2023

Fuente: Exibal.

3.6.1.2 Modelo de tendencia cuadrática.

El modelo cuadrático, fundamentado en la postulación de una tendencia en forma de parábola, se caracteriza por su representación matemática mediante una ecuación de segundo grado. Esta expresión algebraica encapsula la relación funcional entre la variable dependiente y el tiempo. Al adoptar la forma de una parábola, el modelo cuadrático ofrece la capacidad de capturar variaciones no lineales en una serie temporal, permitiendo así una descripción más precisa de patrones y tendencias complejas.

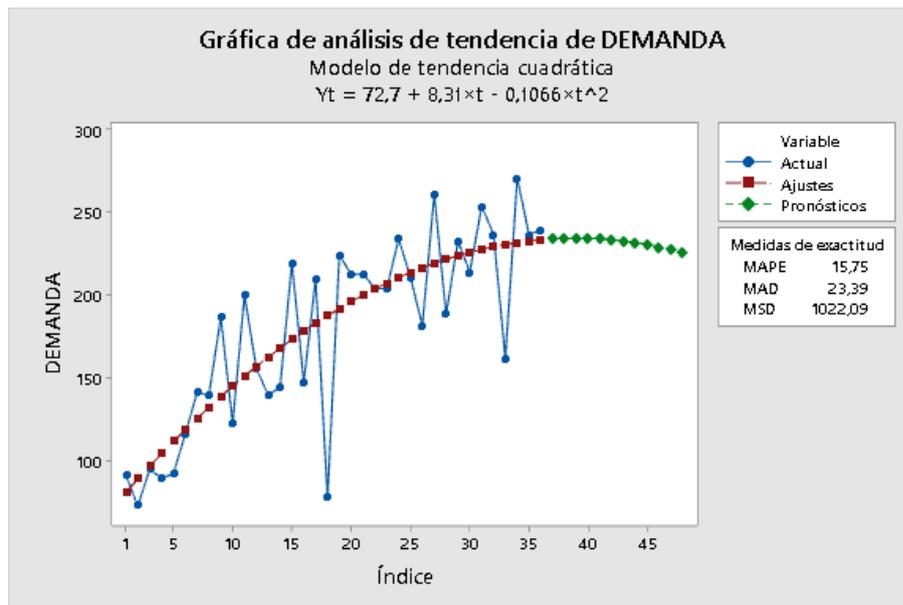


Ilustración 3-3: Pronostico modelo de tendencia cuadrática.

Realizado por: Lascano, K. 2023

Fuente: Exibal.

3.6.1.3 Modelo de tendencia curva de crecimiento exponencial.

Un modelo de análisis de series de tiempo para la tendencia de la curva de crecimiento exponencial implica la representación del crecimiento exponencial de una variable a lo largo del tiempo. En este tipo de modelo, la tasa de crecimiento per cápita se mantiene constante, independientemente del tamaño de la población, lo que resulta en un crecimiento progresivamente acelerado a medida que la población aumenta. Esta dinámica de crecimiento se visualiza a través de una curva en forma de J, la cual es característica del crecimiento exponencial. Este modelo permite analizar y prever cómo una variable específica evolucionará con el tiempo bajo la premisa de un crecimiento continuo y constante en términos proporcionales a su tamaño actual.

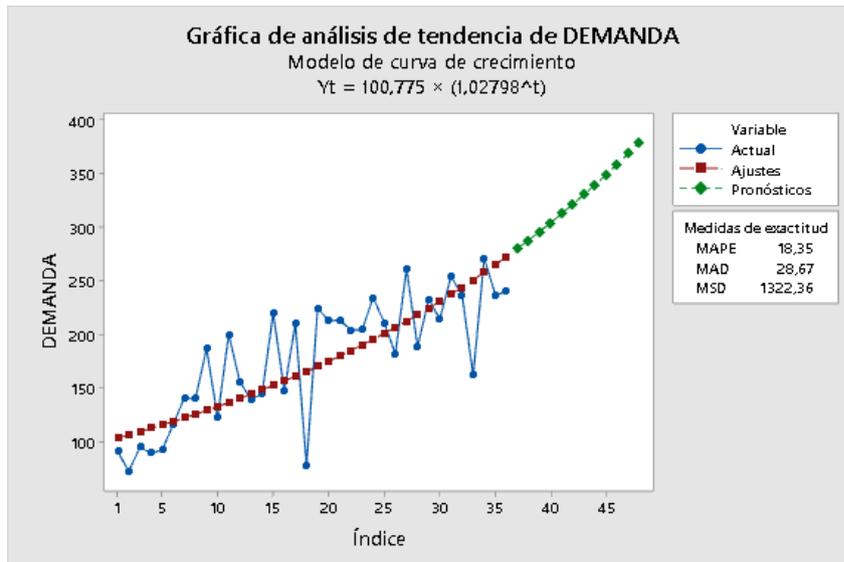


Ilustración 3-4: Pronostico modelo de la curva de crecimiento.

Realizado por: Lascano, K. 2023

Fuente: Exibal.

3.6.1.4 Modelo de tendencia de curva S.

Este modelo, también conocido como curva de crecimiento logístico, se caracteriza por su expresión matemática en forma de una función sigmoideal. La ecuación logística asociada describe la relación funcional entre la variable dependiente y el tiempo, incorporando parámetros que delimitan la tasa de crecimiento inicial y la capacidad máxima del fenómeno en estudio.

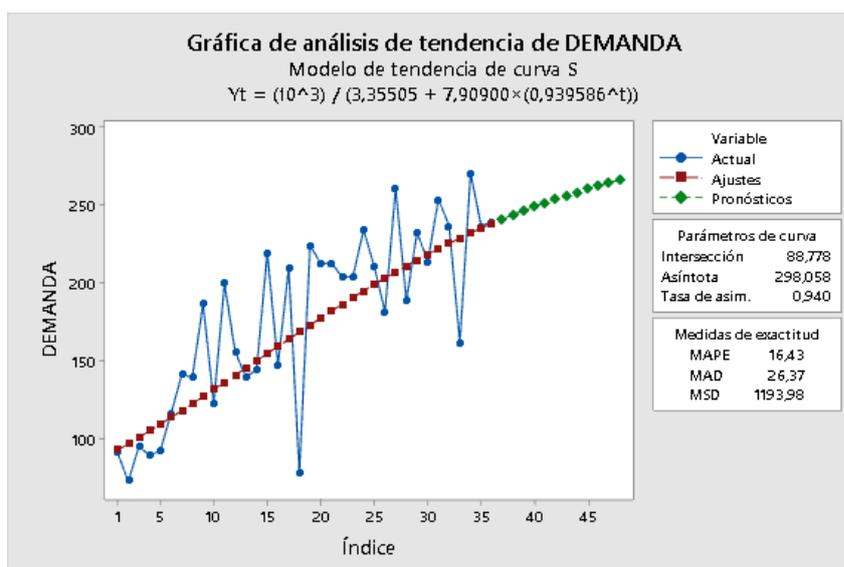


Ilustración 3-5: Pronostico modelo de tendencia de curva S.

Realizado por: Lascano, K. 2023

Fuente: Exibal.

3.6.2 Análisis de tendencia y estacionalidad metodología de descomposición.

3.6.2.1 Metodología de descomposición modelo multiplicativo componente tendencia más estacional.

El modelo de estudio de serie de tiempo Metodología de descomposición modelo multiplicativo componente tendencia más estacional busca identificar los componentes de tendencia y estacionalidad de una serie de tiempo. Estos componentes se pueden utilizar para comprender mejor la serie de tiempo, realizar pronósticos y tomar decisiones.

El componente de tendencia representa el patrón general de aumento o disminución de la serie de tiempo a lo largo del tiempo. El componente estacional representa los patrones de aumento o disminución de la serie de tiempo que se repiten a intervalos regulares, como las estaciones del año o los días de la semana.

El modelo multiplicativo asume que los componentes de tendencia y estacionalidad se multiplican entre sí para producir la serie de tiempo original.

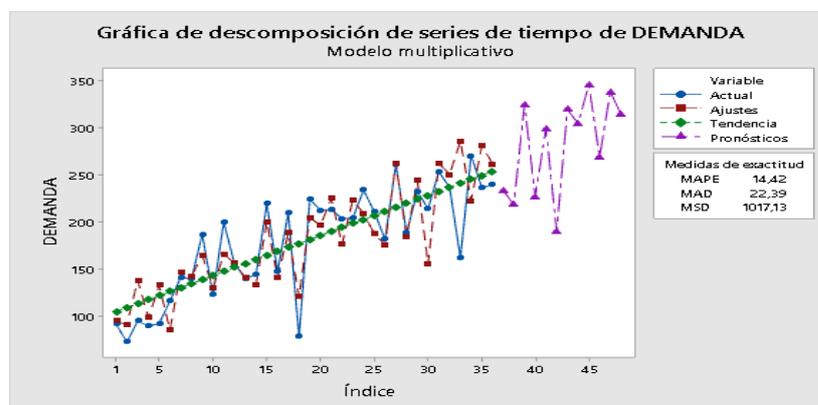


Ilustración 3-6: Pronostico modelo de descomposición de series de tiempo modelo multipilcativo.

Realizado por: Lascano, K. 2023

Fuente: Exibal.

3.6.2.2 Metodología de descomposición modelo aditivo componente tendencia más estacional.

La metodología de descomposición modelo aditivo componente tendencia más estacional es una técnica para descomponer una serie de tiempo en sus componentes de tendencia, estacionalidad y error. El modelo aditivo asume que los componentes de tendencia y estacionalidad se suman para producir la serie de tiempo original.

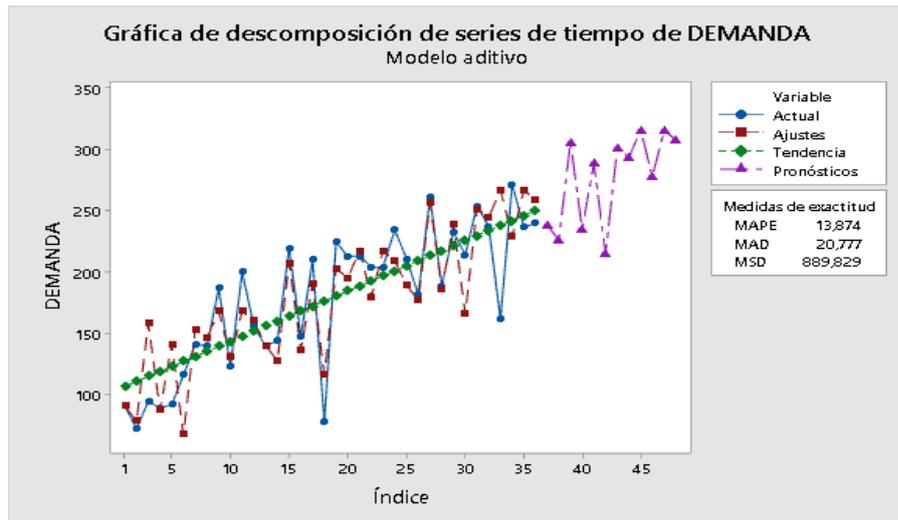


Ilustración 3-7: Pronostico modelo de descomposición de series de tiempo modelo aditivo.

Realizado por: Lascano, K. 2023

Fuente: Exibal.

3.6.3 Promedio móvil.

3.6.3.1 Promedio móvil longitud de 2 periodos.

El promedio móvil de 2 periodos es un método de pronóstico que utiliza los dos valores más recientes de una serie de tiempo para calcular el pronóstico para el siguiente período. Este método es un tipo de método de suavizado, ya que suaviza la serie de tiempo eliminando los valores más extremos.

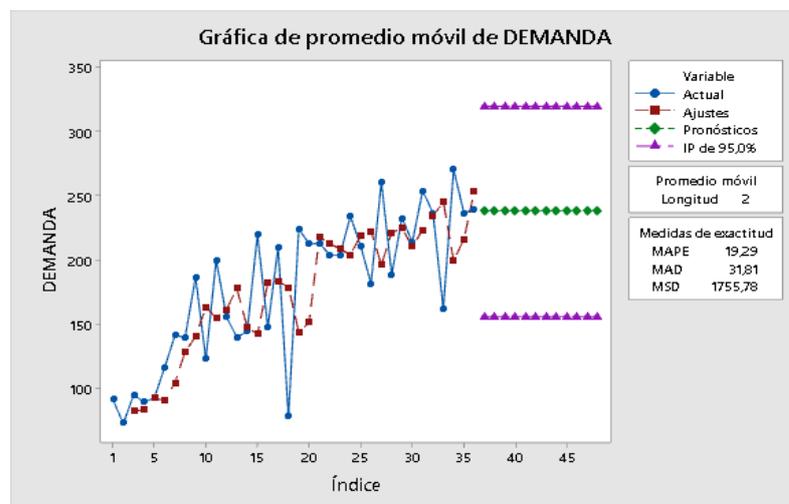


Ilustración 3-8: Gráfica de series de tiempo promedio móvil.

Realizado por: Lascano, K. 2023

Fuente: Exibal.

3.6.4 Modelo suavización exponencial.

3.6.4.1 Modelo suavización exponencial simple.

El modelo exponencial simple busca identificar la tendencia de una serie de tiempo. Para ello, utiliza una función exponencial para suavizar los datos, dando más peso a los datos más recientes.

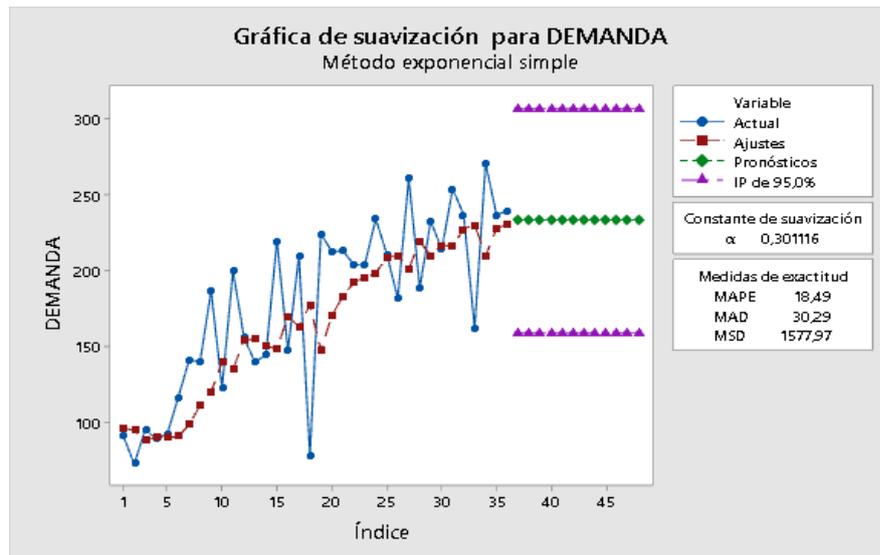


Ilustración 3-9: Gráfica de series de tiempo método exponencial simple.

Realizado por: Lascano, K. 2023

Fuente: Exibal.

3.6.4.1.1 Modelo de suavización exponencial doble.

La metodología de Suavización Exponencial Doble persigue modelar y analizar la variabilidad en la demanda mediante la incorporación de dos componentes esenciales: nivel y tendencia. Busca ofrecer una representación más precisa de la demanda al considerar no solo la variación a corto plazo, sino también las tendencias a largo plazo en los datos. Este enfoque implica la asignación de pesos exponenciales tanto al nivel como a la tendencia, permitiendo que el modelo ajuste dinámicamente sus predicciones conforme nuevos datos son incorporados.

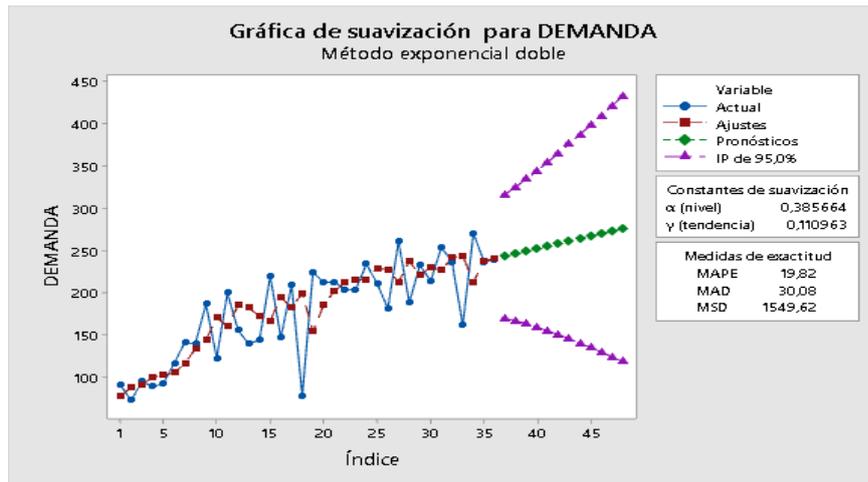


Ilustración 3-10: Gráfica de series de tiempo método exponencial doble.

Realizado por: Lascano, K. 2023

Fuente: Exibal.

3.6.5 Método de Winters.

3.6.5.1 Método de Winters modelo multiplicativo.

El modelo de Winters multiplicativo fue desarrollado por C.C. Holt y Peter R. Winters en la década de 1960. Holt desarrolló originalmente un modelo de suavizado exponencial simple para capturar la tendencia de una serie de tiempo. Winters extendió este modelo para incluir la estacionalidad.

El modelo Winters multiplicativo se basa en la suposición de que los componentes de tendencia y estacionalidad de una serie de tiempo se multiplican entre sí para producir la serie de tiempo original. Esta suposición es válida para muchas series de tiempo, especialmente aquellas con tendencia y estacionalidad fuertes.

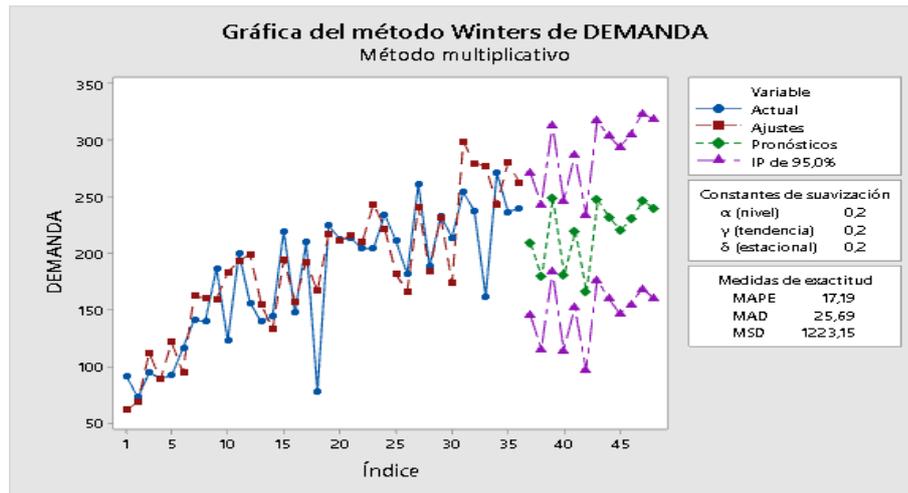


Ilustración 3-11: Gráfica de series de tiempo método Winters multiplicativo.

Realizado por: Lascano, K. 2023

Fuente: Exibal.

3.6.5.1.1 Método de Winters modelo Aditivo.

El Modelo Aditivo de Winters, concebido por Rob Winters, constituye una metodología analítica en el estudio de series temporales enfocada en descomponer la variabilidad temporal en tres componentes principales: nivel, tendencia y estacionalidad. La componente de nivel representa la media de la serie, la de tendencia modela las variaciones a largo plazo, y la estacionalidad refleja patrones repetitivos en periodos específicos. Esta aproximación aditiva permite una detallada evaluación de la contribución de cada componente a la variabilidad total, proporcionando una comprensión más profunda de los patrones estacionales y las tendencias a lo largo del tiempo.

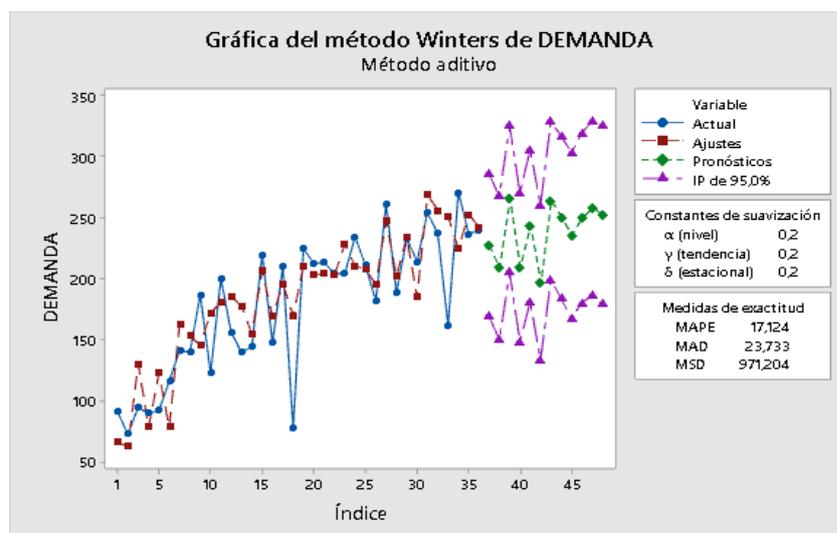


Ilustración 3-12: Gráfica de series de tiempo método Winters aditivo.

Realizado por: Lascano, K. 2023

Fuente: Exibal.

3.7 Aplicación del modelo de cantidad económica de producción (POQ).

Este modelo, diseñado para optimizar la gestión de inventario durante los períodos de producción, demuestra ser particularmente adecuado para entornos de fabricación donde la producción y el consumo de inventario se llevan a cabo de manera simultánea. Al considerar tanto la tasa de demanda como la tasa de producción, el POQ ha resultado en una herramienta invaluable para determinar la cantidad óptima de pedido, el punto de reposición, el número de órdenes colocadas al año y el tiempo entre cada orden. Esta implementación ha llevado a una gestión eficiente del inventario, permitiendo a Exibal coordinar de manera precisa los niveles de existencias con los requisitos de producción en curso.

3.7.1 Ecuaciones del modelo

3.7.1.1 Cantidad optima de pedido.

$$Q_p^* = \sqrt{\frac{2 \cdot D \cdot C_0}{C_a \cdot \left(1 - \frac{d}{P}\right)}}$$

3.7.1.2 Nivel de inventario máximo.

$$\text{Nivel de inventario máximo} = Q^* \left(1 - \frac{d}{P}\right)$$

3.7.1.3 Costo de preparación.

$$\text{Costo de preparación} = \frac{D}{Q} * C_0$$

3.7.1.4 Costo de almacenamiento

$$\text{Costo de almacenamiento} = \frac{1}{2} Q * C_a * \left(1 - \frac{d}{P}\right)$$

3.7.2 Variables de las ecuaciones.

3.7.2.1 Demanda

La demanda empleada en el modelo de inventario para el producto "Chucho presentación de 30kg" se deriva del análisis del comportamiento histórico de ventas, utilizando un enfoque de series temporales. Este modelo ha sido optimizado para pronosticar la demanda durante los 12

periodos proyectados. La precisión de las previsiones se basa en la meticulosa evaluación de patrones y tendencias pasadas, proporcionando así una base sólida para la gestión de inventario. La aplicación de este enfoque técnico garantiza que los valores de demanda utilizados en el modelo sean representativos y reflejen de manera precisa las necesidades esperadas del producto en el futuro cercano.

$$D = \text{demanda}$$

$$D = 3319,72 \text{ (toneladas/año)}$$

3.7.2.2 Costo de preparación

Los costos de preparación (C_o) se calculan considerando los siguientes elementos:

3.7.2.2.1 Proceso de preparación de pedido.

Dentro de la empresa, el proceso de preparación de un pedido listo para su fabricación requiere un tiempo promedio de una hora. Este proceso implica una serie de tareas que incluyen limpiar las mallas de la zaranda, verificar las cantidades adecuadas de materia prima para el nivel de producción planificado, limpiar pernos, cambiar moldes de extrusora, preparar todos los insumos necesarios y afinar detalles finales. Estas actividades son llevadas a cabo por dos encargados designados para la tarea: un ingeniero a cargo de la preparación y un ingeniero que actúa como asistente en el área de preparación. Cada paso de este proceso requiere una atención meticulosa y coordinación entre los encargados para garantizar una ejecución eficiente y precisa del pedido de fabricación.

3.7.2.3 Detalle de salarios en los costos de preparación.

Tabla 3- 1: Costo de preparación de la orden de producción.

	SALARIOS	# TRABAJADORES	COSTO MENSUAL	COSTO (HORA)	COSTO (TONELADA)	COSTO ANUAL
TECNICO DE BODEGA	\$ 800,00	1	\$ 800,00	\$ 3,03	\$ 0,19	\$ 9.600,00
AYUDANTE DE BODEGA	\$ 650,00	1	\$ 650,00	\$ 2,46	\$ 0,15	\$ 7.800,00
MATERIALES DE LIMPIEZA	\$ 200,00		\$ 200,00	\$ 0,76	\$ 0,05	\$ 2.400,00
			Total de costos de preparación.	\$ 6,25	\$ 0,39	\$ 19.800,00

Fuente: Exibal, 2024.

Realizado por: Lascano, K., 2024.

$$C_o = \text{Costo de preparación}$$

$$C_o = \$6.25/\text{pedido}$$

3.7.3 Coste de almacenamiento.

El costo de mantener inventario se puede calcular utilizando diferentes factores y métodos. Algunos de los factores a considerar incluyen:

3.7.3.1 Factores de la tasa de almacenamiento.

3.7.3.1.1 Capital

Este factor representa el costo de mantener el inventario en el almacén, y puede variar entre el 6% y el 12% del valor del inventario disponible.

3.7.3.1.2 Impuestos

Los impuestos aplicados al inventario pueden variar entre el 2% y el 6% del valor del inventario disponible.

3.7.3.1.3 Seguro

El costo de seguro para el inventario puede variar entre el 1% y el 3% del valor del inventario disponible.

3.7.3.1.4 Costos de almacén.

Estos costos incluyen el costo de mantener el espacio, la iluminación, la ventilación y la seguridad del almacén, y pueden variar entre el 2% y el 5% del valor del inventario disponible.

3.7.3.1.5 Manejo dentro del almacén

Este factor incluye el costo de manejar y mover los productos dentro del almacén, y puede variar entre el 2% y el 5% del valor del inventario disponible

3.7.3.1.6 Control administrativo

Este factor incluye el costo de controlar y administrar el inventario, y puede variar entre el 3% y el 6% del valor del inventario disponible

3.7.3.1.7 Deterioro y robo

Este factor incluye el costo de mantener el inventario en condiciones de ser utilizado, y puede variar entre el 3% y el 6% del valor del inventario disponible.

La "regla empírica" estándar para calcular el costo de mantener inventario es un rango entre el 20% y el 25% del valor de inventario disponible, sin embargo, estos porcentajes pueden variar según la industria y las características específicas de la empresa.

3.7.3.2 Fórmula para calcular el costo de mantener inventario.

$$\text{Costo de mantener Inventario} = \frac{Q}{2} * T * Cu * I$$

Donde:

Q= Cantidad de producto almacenado en el periodo.

T= Tiempo que un producto permanece en una bodega.

Cu= Precio unitario.

I= Tasa de almacenamiento.

La tasa de almacenamiento, conceptualizada como el coste fijo asociado al proceso de almacenamiento, se configura como la agregación de diversos factores, siendo expresada en términos porcentuales, como detalla la Tabla 3-2. Esta última desglosa de manera específica los componentes que conforman dicha tasa, proporcionando una visión detallada de los factores considerados en el cálculo.

Tabla 3-2: Porcentaje de la tasa de almacenamiento.

Fctores de almacenamiento	Valor del inventario en %
Capital	6
Impuestos	3
Seguro	2
Costos de almacén	2
Manejo dentro del almacén	2
Control administrativo	4
Deterioro y robo	3
Tasa de almacenamiento Total.	22

Fuente: Empresa Exibal 2024.

Realizado por: Lascano, K., 2024

Al obtener información de los informes de inventario en la planificación de la producción del producto "Chucho Adulto de Color Rojo", se detallan exhaustivamente los ingredientes y aditivos que componen el producto, indicando sus cantidades óptimas. Es importante subrayar que este informe implica un costo directo para la empresa, estimado en \$0.47 por kilogramo o \$469.56 por tonelada de producción

Tabla 3-3: Costo por mantener inventario dentro de la empresa Exibal producto chucho adulto.

Periodo (k)	Stk Final	Cobertura (Mes)	Costo unitario (\$/ton)	Tasa de Alm.	Costo Mantener Inv. (\$).	Costo Mantener una tonelada(\$)	Costo Mantener una unidad. 30kg (\$).
25	210,81	1	\$ 469,56	0,22	\$ 10.888,67	\$ 51,65	\$ 1,55
26	181,74	1	\$ 469,56	0,22	\$ 9.387,27	\$ 51,65	\$ 1,55
27	260,96	1	\$ 469,56	0,22	\$ 13.479,16	\$ 51,65	\$ 1,55
28	188,60	1	\$ 469,56	0,22	\$ 9.741,49	\$ 51,65	\$ 1,55
29	232,80	1	\$ 469,56	0,22	\$ 12.024,70	\$ 51,65	\$ 1,55
30	214,08	1	\$ 469,56	0,22	\$ 11.057,57	\$ 51,65	\$ 1,55
31	253,86	1	\$ 469,56	0,22	\$ 13.112,28	\$ 51,65	\$ 1,55
32	236,94	1	\$ 469,56	0,22	\$ 12.238,43	\$ 51,65	\$ 1,55
33	161,81	1	\$ 469,56	0,22	\$ 8.357,54	\$ 51,65	\$ 1,55
34	273,18	1	\$ 469,56	0,22	\$ 14.110,24	\$ 51,65	\$ 1,55
35	184,84	1	\$ 469,56	0,22	\$ 9.547,23	\$ 51,65	\$ 1,55
36	204,84	1	\$ 469,56	0,22	\$ 10.580,31	\$ 51,65	\$ 1,55

Fuente: Exibal, 2024.

Realizado por: Lascano, K., 2024.

El costo anual de almacenamiento para una tonelada de producto terminado en bolsas de 30 kg del producto Chucho se estima mediante un cargo anual por mantener en el almacén de la empresa Exibal. Este monto se establece en \$51.65 por cada tonelada producida y almacenada en las bodegas de la empresa. Este cálculo considera los costos asociados a la gestión y conservación del inventario, reflejando el desembolso necesario para mantener las existencias de producto en condiciones óptimas en las instalaciones de almacenamiento de la empresa.

$$C_a = \$51.65/\text{tonelada}$$

3.7.4 Demanda diaria.

La demanda diaria se refiere a la cantidad de un producto o servicio que se necesita o se consume en un día.

La demanda diaria de la empresa se expresa a través de la demanda planificada para el periodo 2024, la cual asciende a 3319.72 toneladas. Al dividir esta cifra entre los 264 días laborables correspondientes al año operativo de la empresa, se obtiene una demanda diaria de 12.57 toneladas. Este cálculo preciso refleja la proyección detallada de la cantidad requerida diariamente para satisfacer las necesidades del mercado en el año especificado.

$$d = 12.57 \text{ toneladas/día}$$

$$d = \text{Demanda diaria.}$$

3.7.5 Producción diaria.

En la empresa, se define como la cantidad de bienes o servicios que se generan o entregan durante un periodo de 24 horas. Esta métrica es esencial para evaluar la eficiencia operativa y la capacidad productiva en el corto plazo. Al tener una clara comprensión de la producción diaria, se facilita la toma de decisiones estratégicas para optimizar recursos, cumplir con los objetivos de producción y garantizar la satisfacción de la demanda del mercado de manera efectiva.

En la empresa Exibal, en el área de producción, se llevan a cabo dos jornadas laborales de 12 horas cada una. La capacidad máxima por jornada se ha establecido en 16 toneladas, considerándose este valor como el número óptimo de producción por jornada. Esta configuración permite maximizar la eficiencia y el rendimiento en el proceso de producción, asegurando que la capacidad productiva esté alineada con las capacidades operativas y los objetivos de la empresa.

$$p = \text{producción diaria.}$$

$$p = 32 \frac{\text{tonelada}}{\text{día}}$$

3.8 Stock de Seguridad.

El stock de seguridad desempeña un papel fundamental en la optimización de la gestión de inventarios al mitigar el error estadístico inherente al modelo de pronóstico de la demanda. Su función principal radica en salvaguardar contra las fluctuaciones aleatorias de la oferta y la demanda, permitiendo alcanzar niveles de servicio objetivos sin incurrir en aceleraciones innecesarias. La determinación del stock de seguridad se basa en la evaluación del error de pronóstico, una métrica estadística que cuantifica las disparidades entre las proyecciones planificadas y las situaciones reales. Es importante destacar que, aunque efectivo para

contrarrestar variaciones generales, el stock de seguridad no está diseñado para corregir errores específicos como sesgos en el pronóstico o imprecisiones en la predicción de factores como timing, magnitud y comportamiento de las causas especiales. La reducción del error en el modelo de pronóstico se logra al mantener un inventario de reserva que tiene en cuenta las discrepancias entre la oferta y la demanda, considerando variables clave como costos de pedido, costos de mantenimiento, precios del producto, tiempos, demanda, variación de la demanda, tiempos de entrega y errores en el pronóstico. La inclusión de estas variables contribuye a minimizar los errores derivados del juicio humano en los cálculos, proporcionando así una gestión más eficiente de los inventarios.

$$SS = z * \sigma_d * \sqrt{LT}$$

$$SS = 1.96 * 1.70ton * \sqrt{0.5días}$$

$$SS = 2.36ton.$$

3.8.1 Declaración de variables

3.8.1.1 Variación de la demanda promedio por día. ($\bar{\sigma}_d^2$)

La variación diaria promedio se define como la fluctuación media experimentada en la producción diaria en la empresa Exibal. Esta variación se estima en aproximadamente 1.70 toneladas diarias, lo que equivale a 57 sacos del producto "chucho adulto". Esta fluctuación está estrechamente relacionada con la variabilidad en la demanda experimentada por la empresa. Dicha cifra representa la diferencia entre la producción proyectada y la producción real en un día determinado, reflejando así la dinámica del mercado y las oscilaciones en los patrones de consumo.

3.8.1.2 Estadístico de prueba (Z)

El valor z estadístico de prueba es una métrica utilizada en estadística para evaluar la cantidad de desviaciones estándar (σ) entre un valor observado y la media poblacional (μ), bajo la supuesta distribución normal. La magnitud del valor z nos permite compararla con valores críticos predeterminados según el nivel de confianza elegido para la prueba de hipótesis. En el caso de pruebas de hipótesis con un nivel de confianza del 95%, el valor z crítico corresponde a 1.96.

3.8.1.3 *Tiempo de entrega (LT)*

El proceso de reposición en la empresa Exibal implica almacenar 533 fundas óptimas en un tiempo de 4 horas, además de la producción y almacenamiento de las 16 toneladas en una jornada laboral. En este contexto, se destaca que para completar el almacenamiento de las 16 toneladas se requiere una jornada completa, lo que equivale a 0.5 días de trabajo considerando que se realizan dos jornadas al día.

$$LT = 0.5\text{días}$$

3.9 **Punto de reorden (ROP)**

El Punto de Reorden es un concepto fundamental en la gestión de inventarios, utilizado para determinar el nivel de existencias en el cual se debe realizar un nuevo pedido de productos. Es el nivel crítico en el cual el inventario ha alcanzado una cantidad mínima, asegurando que haya suficiente disponibilidad para cubrir la demanda durante el tiempo de espera hasta que llegue el nuevo pedido. En términos simples, indica cuándo es el momento de reabastecer el inventario para evitar quedarse sin productos esenciales. Esta métrica se calcula teniendo en cuenta la demanda promedio diaria, el tiempo de espera para recibir el pedido y el nivel de servicio deseado. Asegurar un ROP adecuado es esencial para mantener un flujo constante de productos y evitar interrupciones en la cadena de suministro.

$$ROP = (d * LT) + SS$$

$$ROP = (12.57\text{ton/días} * 0.5\text{días}) + 2.36\text{ton}$$

$$ROP = 7.96\text{ton}$$

3.10 **Plan agregado de la producción (PAP).**

La implementación del Plan Agregado comienza con la recopilación y análisis de datos históricos de la demanda y la capacidad de producción. A partir de esta información, se proyectan las necesidades futuras de producción y se determina la capacidad requerida para satisfacer estas demandas.

Una vez establecidas las proyecciones de demanda y capacidad, se procede a desarrollar diferentes escenarios y estrategias para la asignación óptima de recursos. Esto implica decidir

sobre el nivel de producción, los recursos humanos necesarios, los inventarios de materias primas y productos terminados, y otras variables relevantes para la operación.

La clave del Plan Agregado radica en encontrar un equilibrio entre la capacidad de producción y la demanda, evitando así la subutilización o sobreutilización de recursos. Esta metodología permite a la empresa anticiparse a fluctuaciones estacionales o cambios en la demanda del mercado, adoptando medidas preventivas y ajustando la producción de manera eficiente.

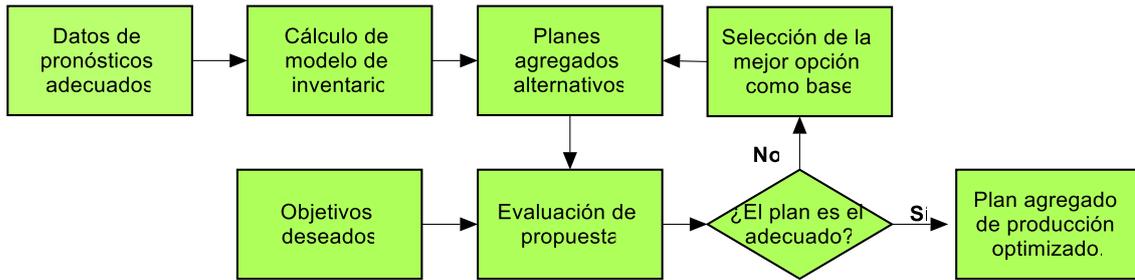


Ilustración 3-13: Proceso de aplicación plan agregado de producción.

Realizado por: Lascano, K., 2024.

3.11 Plan maestro de producción (PMP O MPS).

El Plan Maestro de Producción (PMP) es una metodología detallada y específica que se utiliza para planificar y controlar la producción en un horizonte temporal más corto, generalmente de semanas a meses. Este plan se enfoca en traducir las proyecciones de demanda y las capacidades de la empresa en un programa de producción detallado y ejecutable.

La implementación del Plan Maestro de Producción comienza con la consideración de varios factores, como la capacidad de producción disponible, los recursos humanos, la disponibilidad de materias primas y los tiempos de entrega. Se basa en proyecciones de ventas y demanda para determinar cuántos productos se deben fabricar en cada período de tiempo específico.

Una vez establecido el plan, se define detalladamente la secuencia de producción, los lotes de producción, las fechas de inicio y finalización de las órdenes de trabajo, y cualquier otra información relevante para la producción. Este plan también puede incluir la asignación de recursos como maquinaria, mano de obra y espacio en el almacén.

El objetivo principal del Plan Maestro de Producción es proporcionar una guía clara y detallada para la producción diaria y semanal, asegurando que se cumplan las metas de producción y se mantenga un nivel adecuado de inventario para satisfacer la demanda del mercado. Además,

permite a la empresa anticipar posibles cuellos de botella en la producción y tomar medidas correctivas de manera oportuna.

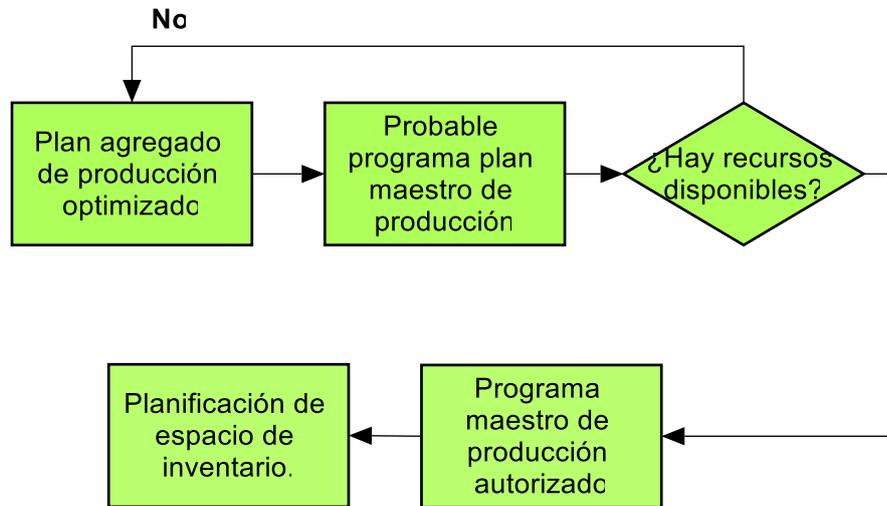


Ilustración 3-14: Proceso de planificación de un plan maestro de producción.

Realizado por: Lascano, K., 2024.

3.12 Metodología slotting.

La metodología de slotting se implementa siguiendo un proceso metodológico en tres pasos esenciales para asegurar una ubicación óptima del inventario en el almacén. En primer lugar, se realiza un análisis detallado utilizando la metodología ABC, que clasifica los productos según su contribución a las ventas y su costo unitario, durante un período de un año. Este análisis proporciona una comprensión profunda de la importancia relativa de cada producto en el inventario. (Duque et al., 2019 págs. 514-527). En segundo lugar, se lleva a cabo un análisis exhaustivo de las técnicas de gestión de inventario, utilizando herramientas como el Plan Agregado de Producción y el Plan Maestro de Producción. Estas herramientas proporcionan una visión estadística detallada de las cantidades planificadas y los niveles de inventario necesarios para satisfacer la demanda del mercado de manera eficiente. Finalmente, se determina la cantidad óptima de ubicaciones en los pallets del almacén mediante el slotting. Esto se basa en análisis de los tiempos de rotación de inventario y los patrones de demanda para cada producto (Viveros et al., 2021 págs. 1-29). Al asignar estratégicamente el espacio de almacenamiento, se optimiza la accesibilidad y la eficiencia en la preparación y el picking de pedidos, asegurando una gestión eficiente y rentable del inventario en toda la cadena logística. Este enfoque meticuloso y basado en datos garantiza una distribución inteligente del inventario, maximizando la utilización del espacio disponible y mejorando los procesos logísticos para una operación fluida y rentable.

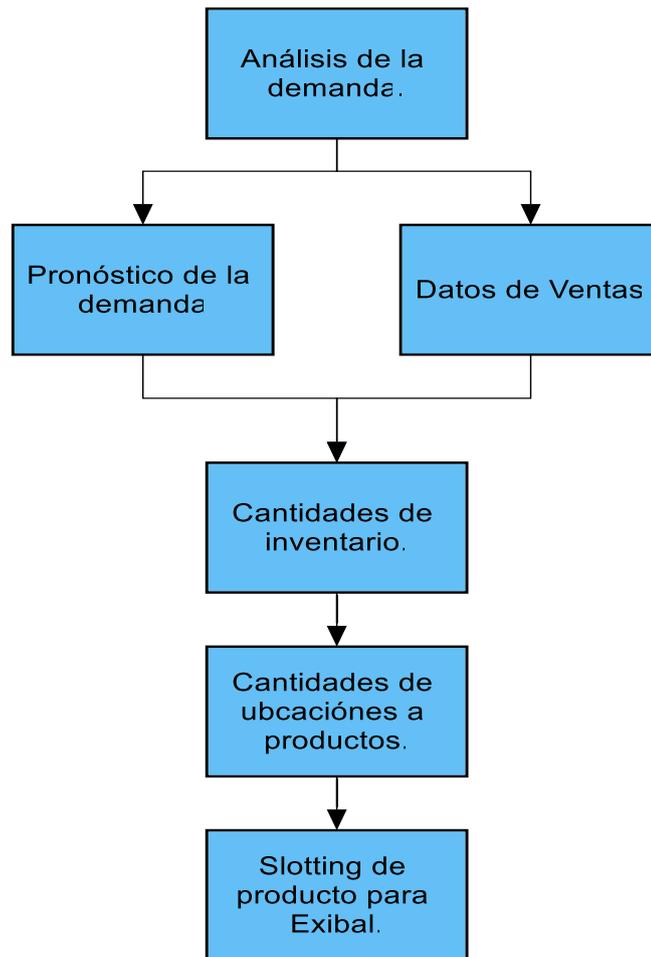


Ilustración 3-15: Proceso de estimación óptima de espacio físico de un producto en almacén.

Realizado por: Lascano, K., 2024.

CAPITULO IV

4. MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.

4.1 Análisis de margen de contribución por producto.

En el análisis de las gráficas que representan el comportamiento del inventario desde 2021 hasta 2023, se observa un patrón distintivo marcado por el producto estrella "Chucho Adulto 30 kg". Esta gráfica muestra de manera evidente cómo las cantidades y toneladas de venta fluctúan mes a mes, siguiendo el modelo general establecido por este producto principal. El comportamiento total del inventario está claramente influenciado por las ventas de este producto, que se mantiene como el líder indiscutible en términos de volumen de ventas y contribución al inventario. Es notable cómo el comportamiento de las demás líneas de productos parece seguir el ritmo marcado por el "Chucho Adulto 30 kg", lo que sugiere su importancia central en el movimiento y manejo del inventario.

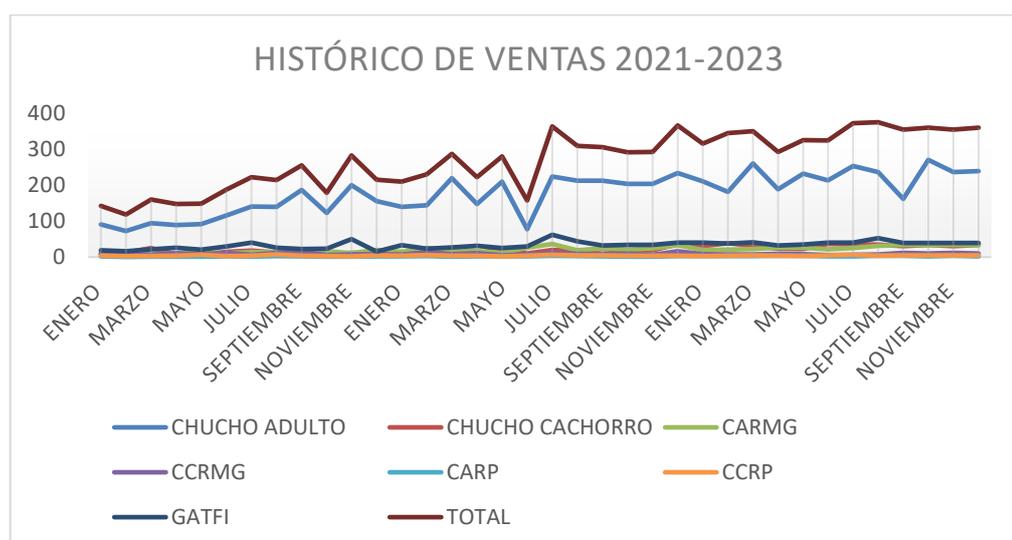


Ilustración 4-1: Histórico de ventas 2021-2023 agregado el valor total.

Realizado por: Lascano, K., 2024.

En cuanto al comportamiento actual de las ventas, al margen de los valores numéricos, es evidente que el producto "Chucho Adulto 30 kg" sobresale significativamente por encima de todos los demás productos. Este producto específico representa un valor mucho más alto en comparación con el resto del inventario, lo que indica su posición dominante en el mercado y su influencia determinante en las tendencias generales de venta. Su presencia destaca claramente en la gráfica, marcando un nivel de demanda y ventas que supera con creces a los demás productos, lo que lo convierte en el factor principal a considerar en la gestión del inventario y la planificación de la producción.



Ilustración 4-2: Histórico de ventas 2021-2023 excluido el valor total

Realizado por: Lascano, K., 2024.

Por último, al analizar la gráfica que representa el comportamiento del inventario excluyendo las ventas del producto "Chucho Adulto 30 kg", se pueden identificar patrones y comportamientos de otros productos que tienen una participación menos destacada en el total. Esta gráfica revela la dinámica de productos que, aunque no tienen el mismo nivel de impacto que el producto estrella, aún contribuyen de manera significativa al inventario. Se observa cómo estos productos muestran un comportamiento más independiente y diversificado en sus ventas, lo que sugiere la importancia de considerar estrategias específicas para su gestión y manejo en el almacén.

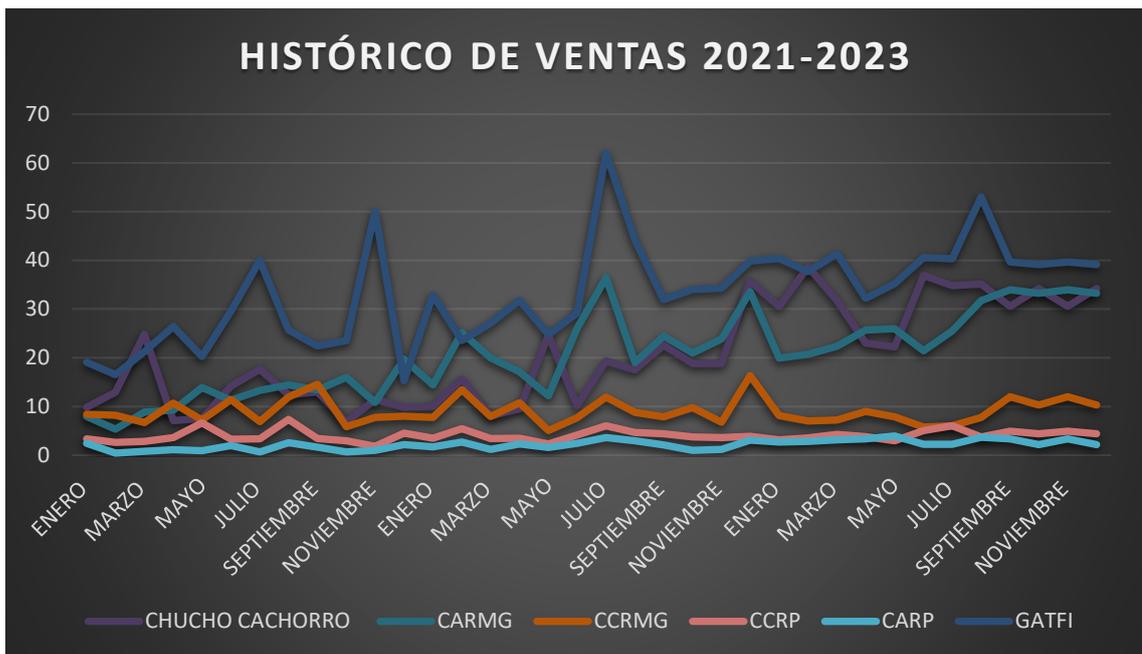


Ilustración 4-3: Histórico de ventas 2021-2023 excluido el valor total y el valor de chucho adulto.
Realizado por: Lascano, K., 2024.

4.1.1 Clasificación ABC.

Con la aplicación de una clasificación de porcentajes relativos y acumulados, se ha logrado una comprensión detallada de los resultados obtenidos. De un total de 51 productos analizados, se destaca que cuatro de ellos ejercen una influencia significativa, representando conjuntamente un 83% de la actividad total del inventario. Estos cuatro productos han demostrado ser los principales impulsores de la producción y las ventas en la línea de producción por extruido.

En particular, el Chucho Adulto en presentación de 30 kg se erige como el producto estrella, contribuyendo notablemente al inventario al representar el 53% del total de productos. Le siguen tres productos que también desempeñan roles destacados: el Gatfi Adulto en presentación de 28 kg, con una influencia del 14%; el Chucho Cachorro en presentación de 30 kg, con una participación del 8%; y el Croketoon Adulto RMG de 30 kg, que ostenta una incidencia del 7%. Estos resultados subrayan la importancia estratégica de estos productos específicos en el panorama general del inventario. La jerarquía establecida a través de la clasificación ABC resalta no solo la magnitud de su contribución individual, sino también su papel colectivo en la eficacia y el rendimiento del conjunto del inventario.

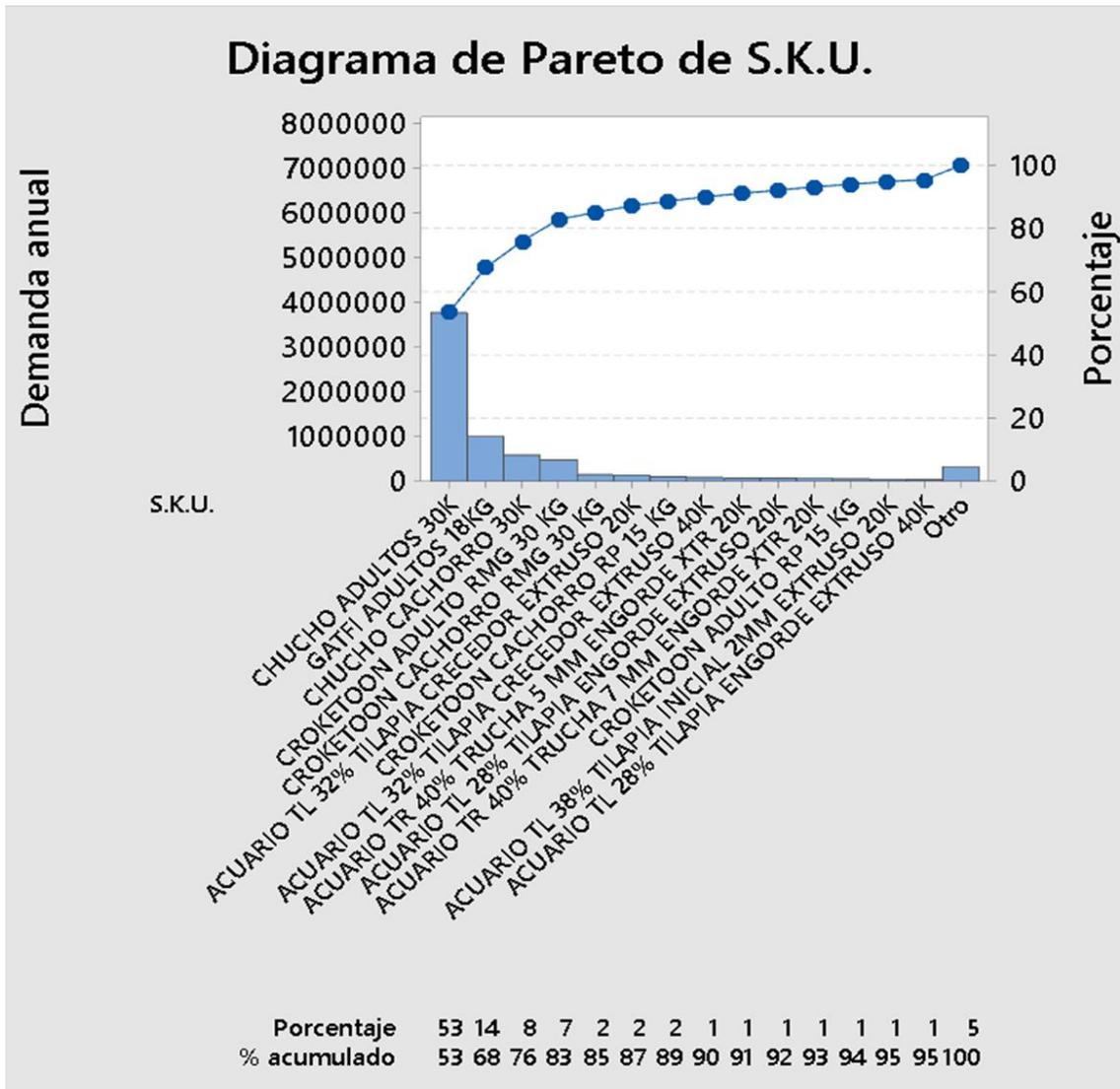


Ilustración 4-4: Diagrama de Pareto ABC de productos.

Realizada por: Lascan, K., 2024

Tabla 4-1: Clasificación ABC de la demanda de productos de la línea extrusora.

S.K.U.	P.V.P (lb o Kg)	P.V.P (Tonelada)	DEMANDA A Toneladas	Demanda anual (\$)	Porcentaje Relativo	Porcentaje Acumulado
CHUCHO ADULTOS 30K	\$ 47,20	\$ 1.573,00	2399,6	\$ 3.774.613,27	53,42%	53,42%
GATFI ADULTOS 18KG	\$ 43,70	\$ 2.427,78	412,3	\$ 1.000.882,48	14,16%	67,58%
CHUCHO CACHORRO 30K	\$ 53,70	\$ 1.790,00	330,9	\$ 592.380,81	8,38%	75,97%
CROKETOON ADULTO RMG 30 KG	\$ 56,60	\$ 1.886,67	258,6	\$ 487.946,55	6,91%	82,87%
CROKETOON CACHORRO RMG 30 KG	\$ 65,79	\$ 2.193,00	71,2	\$ 156.067,04	2,21%	85,08%
ACUARIO TL 32% TILAPIA CRECEDOR EXTRUSO 20K	\$ 19,05	\$ 953,00	154,6	\$ 147.326,72	2,08%	87,16%
CROKETOON CACHORRO RP 15 KG	\$ 40,87	\$ 2.724,67	39,2	\$ 106.680,19	1,51%	88,67%
ACUARIO TL 32% TILAPIA CRECEDOR EXTRUSO 40K	\$ 37,50	\$ 937,50	100,2	\$ 93.974,58	1,33%	90,00%
ACUARIO TR 40% TRUCHA 5 MM ENGORDE XTR 20K	\$ 28,05	\$ 1.402,50	54,6	\$ 76.597,64	1,08%	91,09%
ACUARIO TL 28% TILAPIA ENGORDE EXTRUSO 20K	\$ 18,15	\$ 908,00	81,7	\$ 74.224,09	1,05%	92,14%
ACUARIO TR 40% TRUCHA 7 MM ENGORDE XTR 20K	\$ 28,05	\$ 1.402,50	51,3	\$ 72.015,64	1,02%	93,16%
CROKETOON ADULTO RP 15 KG	\$ 38,64	\$ 2.576,00	23,6	\$ 60.826,65	0,86%	94,02%
ACUARIO TL 38% TILAPIA INICIAL 2MM EXTRUSO 20K	\$ 24,20	\$ 1.210,00	45,8	\$ 55.456,97	0,78%	94,80%
ACUARIO TL 28% TILAPIA ENGORDE EXTRUSO 40K	\$ 35,60	\$ 890,00	53,6	\$ 47.709,32	0,68%	95,48%
ACUARIO TL 24% TILAPIA FINAL EXTRUSO 20K	\$ 17,10	\$ 855,00	54,9	\$ 46.960,55	0,66%	96,14%
ACUARIO TR 40% TRUCHA 4 MM ENGORDE XTR 20K	\$ 28,05	\$ 1.402,50	31,1	\$ 43.675,83	0,62%	96,76%
ACUARIO TL 24% TILAPIA FINAL EXTRUSO 40K	\$ 33,50	\$ 837,50	39,4	\$ 32.988,73	0,47%	97,23%
ACUARIO TL 45% TILAPIA ALEVIN HARINA 20K	\$ 32,55	\$ 1.627,50	19,8	\$ 32.237,44	0,46%	97,68%
ACUARIO TR 50% TRUCHA CRECEDOR 3MM TALLA C XTR	\$ 35,80	\$ 1.790,00	10,7	\$ 19.114,33	0,27%	97,96%
GATFI POLLO Y PESCADO 15 K	\$ 41,40	\$ 2.760,00	5,7	\$ 15.607,80	0,22%	98,18%
CROKETOON ADULTO RMG (30 * 1 LB)	\$ 1,04	\$ 2.301,64	6,6	\$ 15.282,48	0,22%	98,39%
CROKETOON CACHORRO RMG (30 * 1 LB)	\$ 1,24	\$ 2.742,56	4,3	\$ 11.875,75	0,17%	98,56%
CROKETOON ADULTO RMG (4 * 4 K)	\$ 8,55	\$ 2.137,50	4,6	\$ 9.909,91	0,14%	98,70%
GATFI ADULTOS (30 * 1 LB)	\$ 1,70	\$ 3.747,88	2,6	\$ 9.752,95	0,14%	98,84%
CROKETOON CACHORRO RMG (8 * 2 K)	\$ 5,52	\$ 2.758,50	3,3	\$ 9.097,53	0,13%	98,97%
ACUARIO TR 50% TRUCHA # 4 CRECEDOR CRUM 5K	\$ 11,80	\$ 2.360,00	3,4	\$ 8.118,17	0,11%	99,08%
ACUARIO TR 50% TRUCHA # 5 CRECEDOR CRUM 5K	\$ 11,80	\$ 2.360,00	3,4	\$ 8.021,03	0,11%	99,20%
ACUARIO TR 50% TRUCHA # 3 CRECEDOR CRUM 5K	\$ 11,80	\$ 2.360,00	3,3	\$ 7.840,63	0,11%	99,31%
CROKETOON CACHORRO RP (30 * 1 LB)	\$ 1,38	\$ 3.051,21	2,4	\$ 7.409,85	0,10%	99,41%
CROKETOON ADULTO RMG (8 * 2 K)	\$ 4,39	\$ 2.193,50	3,2	\$ 7.126,20	0,10%	99,51%
CROKETOON CACHORRO RP (8 * 2 K)	\$ 6,22	\$ 3.108,50	1,8	\$ 5.521,85	0,08%	99,59%
CROKETOON ADULTO RP (8 * 2 K)	\$ 5,55	\$ 2.773,50	1,4	\$ 3.991,62	0,06%	99,65%
CROKETOON ADULTO RP (30 * 1 LB)	\$ 1,30	\$ 2.874,84	1,3	\$ 3.802,11	0,05%	99,70%
ACUARIO TR 40% TRUCHA PIGMNTD 5 MM ENGRD XTR 20K	\$ 31,20	\$ 1.560,00	2,3	\$ 3.559,15	0,05%	99,75%
CROKETOON ADULTO RP (4 * 4 K)	\$ 10,10	\$ 2.525,00	1,0	\$ 2.534,16	0,04%	99,79%
CROKETOON CACHORRO RMG 2K	\$ 5,52	\$ 2.758,50	0,8	\$ 2.176,01	0,03%	99,82%
CROKETOON ADULTO RMG (15 * 1 LB)	\$ 1,04	\$ 2.301,64	0,8	\$ 1.931,08	0,03%	99,85%
ACUARIO TR 40% TRUCHA PIGMN 7 MM ENGRD XTR 20K	\$ 31,20	\$ 1.560,00	1,2	\$ 1.908,00	0,03%	99,87%
ACUARIO TR 50% TRUCHA ALEVIN HARINA 5K	\$ 11,80	\$ 2.360,00	0,8	\$ 1.790,16	0,03%	99,90%
CROKETOON ADULTO RMG 2 K	\$ 4,39	\$ 2.193,50	0,7	\$ 1.531,06	0,02%	99,92%
GATFI ADULTOS (10 * 1 LB)	\$ 1,70	\$ 3.747,88	0,4	\$ 1.499,15	0,02%	99,94%
CROKETOON ADULTO RP 4 KILOS	\$ 10,10	\$ 2.525,00	0,6	\$ 1.498,91	0,02%	99,96%
CHUCHO CACHORRO 26 K	\$ 47,20	\$ 1.815,00	0,6	\$ 1.132,56	0,02%	99,98%
CROKETOON CACHORRO RMG 1 LIBRA	\$ 1,24	\$ 2.742,56	0,1	\$ 307,76	0,00%	99,98%
CROKETOON ADULTO RMG 4 KILOS	\$ 8,55	\$ 2.137,50	0,1	\$ 262,58	0,00%	99,99%
CROKETOON ADULTO RP 2 K	\$ 5,55	\$ 2.773,50	0,1	\$ 252,19	0,00%	99,99%
CROKETOON CACHORRO RP 1 LIBRA	\$ 1,38	\$ 3.051,21	0,1	\$ 177,60	0,00%	99,99%
GATFI ADULTOS 1 LIBRA	\$ 1,70	\$ 3.747,88	0,044	\$ 166,08	0,00%	99,99%
CROKETOON ADULTO RMG 1 LIBRA	\$ 1,04	\$ 2.301,64	0,069	\$ 159,79	0,00%	100,00%
CROKETOON ADULTO RP 1 LIBRA	\$ 1,30	\$ 2.874,84	0,0	\$ 142,08	0,00%	100,00%
CROKETOON CACHORRO RP 2 K	\$ 6,22	\$ 3.108,50	0,03	\$ 107,22	0,00%	100,00%

Fuente: Ventas Exibal 2023.

Realizada por: Lascano K., 2024

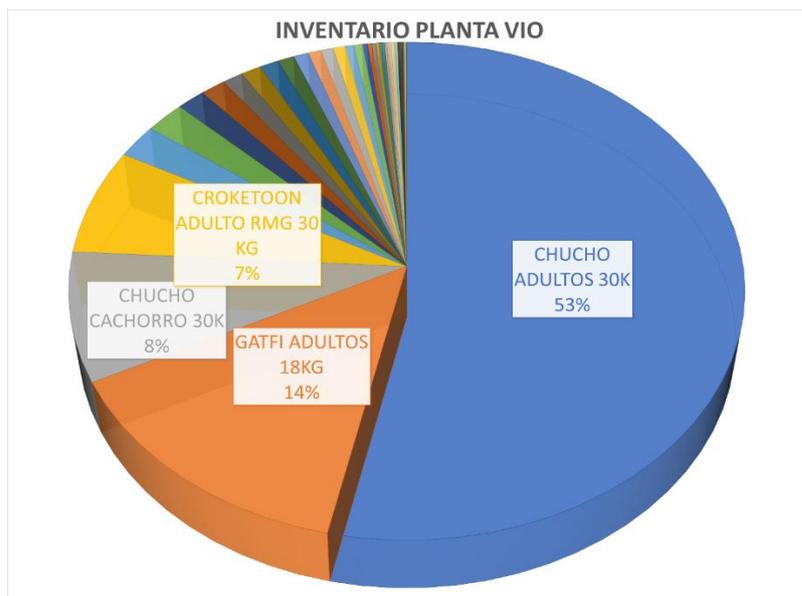


Ilustración 4-5: Diagrama de pastel representación del porcentaje de participación de la demanda por productos.

Realizada por: Lascano K., 2024

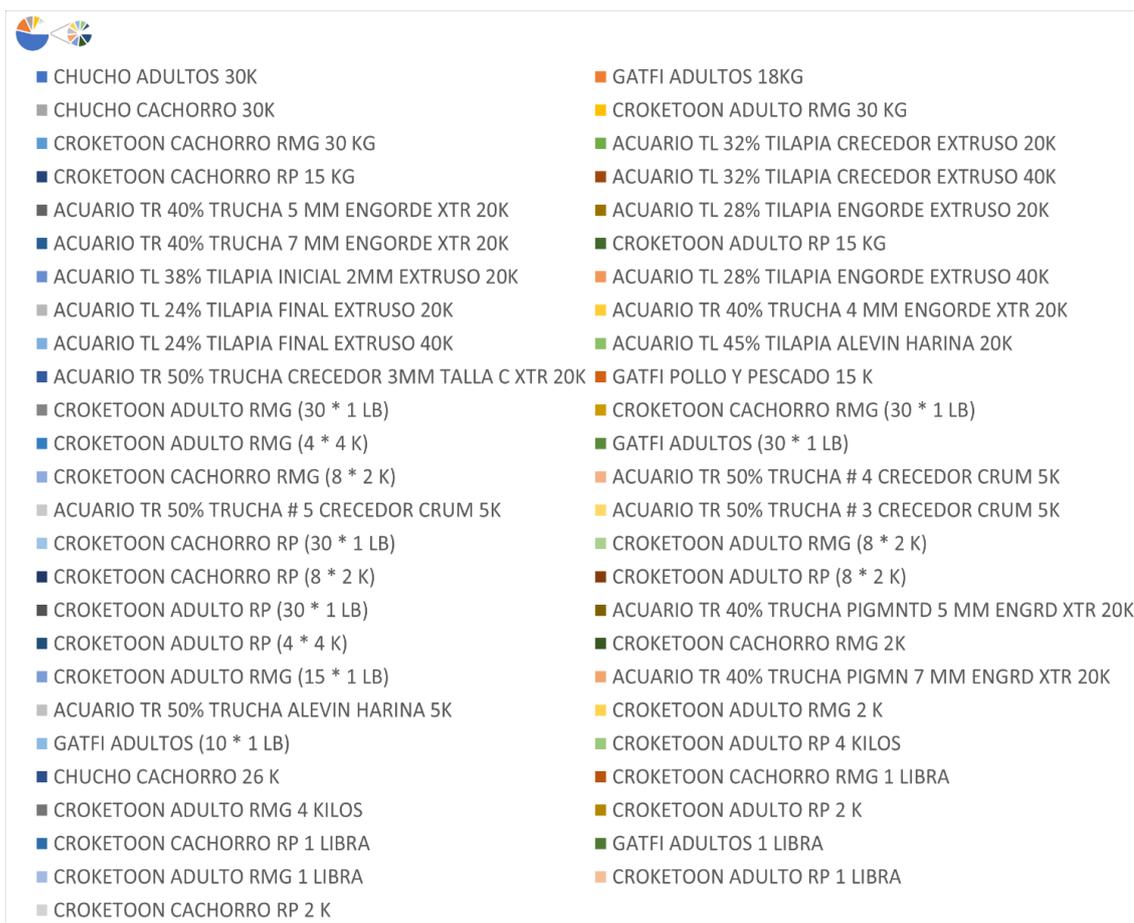


Ilustración 4-6: Etiquetas de productos diagrama pastel.

Realizado por: Lascano, K., 2024

4.2 Pronostico en función de la metodología de descomposición modelo aditivo componente tendencia más estacional.

El presente informe detalla el análisis exhaustivo del comportamiento de la demanda del producto "Chucho" en su presentación de 30 kg, abarcando el período desde enero de 2021 hasta diciembre de 2023. La metodología empleada se basó en un Modelo Aditivo de Componentes (MAC), enfocado en la descomposición de la serie temporal para entender la tendencia y estacionalidad. Además, se aplicó un modelo logístico para ajustar la tendencia observada. Los resultados indican un MAPE del 13.874 y un MAD de 20.777, demostrando la efectividad del modelo en prever la demanda.

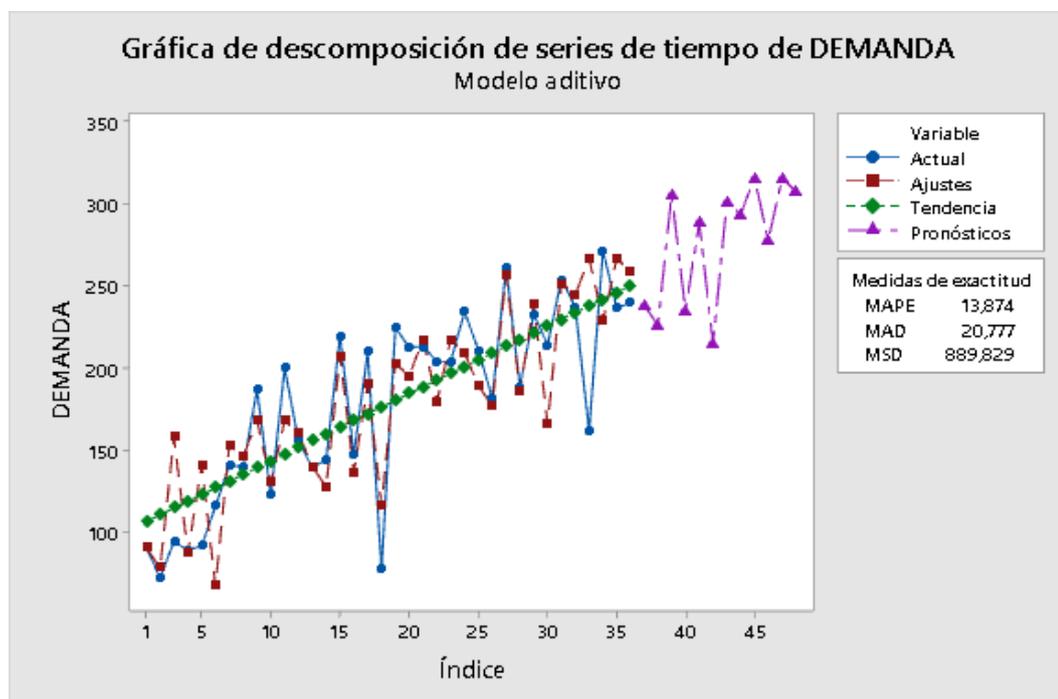


Ilustración 4-7: Modelado del comportamiento de la demanda para el año 2024.

Realizado por: Lascano, K., 2024.

4.2.1 Resultados del modelo.

4.2.1.1 Tendencia.

La ecuación de tendencia ajustada, $Y_t = 102.7 + 4.092 * t$ evidencia un crecimiento constante en la demanda del producto "Chucho". Las fases de aceleración y desaceleración proporcionan información crucial para la planificación y gestión de la cadena de suministro.

4.2.1.2 Estacionalidad.

La descomposición de la estacionalidad reveló un patrón claro que se repite cada 12 meses. La identificación de picos y valles estacionales permite ajustar la producción y la distribución según las variaciones predecibles.

4.2.1.3 Evaluación de Precisión.

Con un MAPE del 13.874 y un MAD de 20.777, el modelo demostró ser preciso en la predicción de la demanda, indicando una capacidad sólida para anticipar las necesidades del mercado.

4.2.2 Sustentación de la selección.

4.2.2.1 Análisis de precisión de pronósticos.

En el análisis exhaustivo de la demanda del producto "Chucho" en presentación de 30 kg, se ha destacado la notable eficacia del Modelo Aditivo de Componentes (MAC) al exhibir un índice de precisión MAPE del 13.874%. Este bajo nivel de discrepancia entre las predicciones del modelo y los valores reales evidencia su capacidad para identificar y modelar con precisión tanto la tendencia como la estacionalidad en la demanda.

Por otro lado, el Modelo de Análisis Detallado (MAD) presenta un índice de 20.777, consolidando la robustez del enfoque adoptado. Este valor refleja la capacidad del modelo para interpretar con precisión la variabilidad en la demanda. Como respuesta a las discrepancias identificadas, se ha implementado un valor de stock de seguridad estratégicamente calculado, contribuyendo así a cubrir posibles errores en las predicciones del modelo. Esta medida proporciona una capa adicional de resiliencia en la gestión de inventarios y garantiza una mayor confiabilidad en la cadena de suministro.

Tabla 4-2: Análisis de tiempo con distintas metodologías.

Método de estudio.	MAPE	MAD
Metodología de descomposición modelo aditivo componente tendencia más estacional.	13,874	20,777
Metodología de descomposición modelo multiplicativo componente tendencia más estacional.	14,42	22,39
Modelo tendencia cuadrático	15,75	23,39
Modelo cuarta S	16,43	26,37
Método de Winter	17,124	23,733
Modelo tendencia lineal	17,72	26,2
Modelo tendencia crecimiento exponencial	18,35	28,67
Modelo suavización exponencial simple	18,49	30,29
Modelo exponencial doble	19,82	30,08
Modelo promedio móvil.	19,89	36,79
Metodología de descomposición modelo aditivo componente estacional solamente.	29,6	41,79
Metodología de descomposición modelo multiplicativo componente estacional solamente.	29,92	42,08

Fuente: Exibal, 2023.

Realizado por: Lascano, K., 2024

4.2.3 Demanda pronosticada para el periodo 2024.

Tras analizar los próximos 36 meses y realizar proyecciones para el año 2024, el modelo ha generado pronósticos para el período que abarca desde el mes 37 hasta el mes 48 datos de demanda en toneladas. Estos valores pronosticados representan una extensión coherente de la tendencia y la estacionalidad identificadas en el análisis de la serie temporal.

Tabla 4-3: Pronostico de la demanda producto chucho adulto de 30kg

Período	Pronóstico (Ton)
37	238,40
38	225,98
39	305,82
40	235,02
41	288,60
42	214,85
43	300,87
44	293,57
45	315,76
46	277,74
47	315,53
48	307,58

Fuente: Exibal, 2023.

Realizado por: Lascano, K., 2024

4.3 Gráfica de costo óptimo de inventario.

La aplicación del modelo de punto de equilibrio en el ámbito de la producción y distribución de productos ha permitido obtener un resultado que destaca el valor económico de 29 toneladas como la cantidad mínima de producir en la que se alcanza un punto de equilibrio entre los costos de mantenimiento y los costos de preparación de pedidos. Este resultado es importante ya que permite identificar la cantidad mínima de producción necesaria para alcanzar un equilibrio y mejorar la eficiencia en la producción y el manejo de recursos.

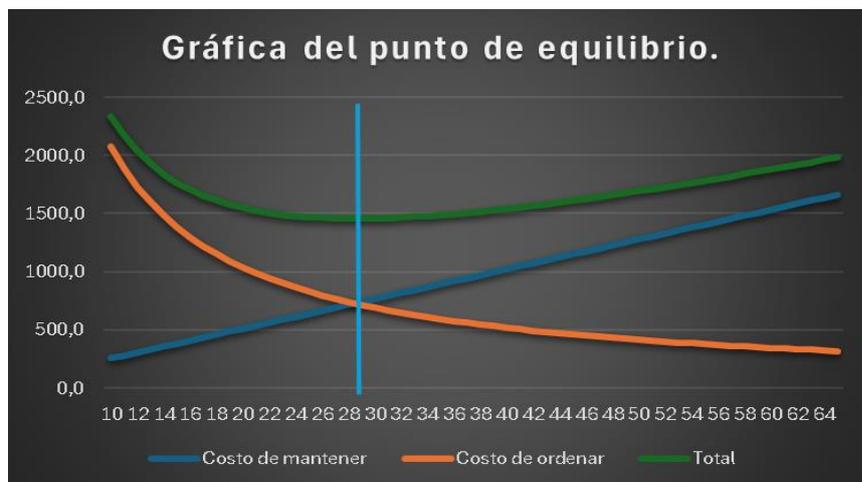


Ilustración 4-8: Punto de equilibrio entre costos de mantener y ordenar.

Realizado por: Lascano, K., 2024.

4.4 Aplicación del modelo de cantidad económica de producción (POQ)

4.4.1 Ecuaciones del modelo

4.4.1.1 Cantidad optima de pedido.

$$Q_p^* = \sqrt{\frac{2 \cdot D \cdot C_0}{C_a \cdot \left(1 - \frac{d}{p}\right)}}$$

$$Q_p^* = \sqrt{\frac{2 * 3319.72ton \cdot \$6.25}{\$51.65 \cdot \left(1 - \frac{12.57ton}{32ton}\right)}}$$

$$Q_p^* = 37 \text{ toneladas.}$$

Tras meticulosas evaluaciones y consideraciones, se ha determinado que la óptima cantidad de producción para satisfacer las demandas proyectadas asciende a 37 toneladas. Este valor representa el balance preciso entre la eficiencia operativa y la gestión eficaz de inventario, asegurando así el flujo continuo de suministros y el cumplimiento cabal de las necesidades del mercado.

4.4.1.2 Nivel de inventario máximo.

$$\text{Nive de inventario máximo} = Q^* \left(1 - \frac{d}{p}\right)$$

$$\text{Nivel de inventario máximo} = 37ton^* \left(1 - \frac{12.57ton/día}{32ton/día}\right)$$

$$\text{Nivel de inventario máximo} = 22.47 \text{ toneladas}$$

4.4.1.3 Costo de preparación.

$$\text{Costo de preparación} = \frac{D}{Q} * C_0$$

$$\text{Costo de preparación} = \frac{3319.72\text{ton}}{37\text{ton}} * \$6.25$$

$$\text{Costo de preparación} = \$567.62$$

4.4.1.4 Costo de almacenamiento

$$\text{Costo de almacenamiento} = \frac{1}{2} Q * C_a * \left(1 - \frac{d}{P}\right)$$

$$\text{Costo de almacenamiento} = \frac{1}{2} 37\text{ton} * \$51.65 * \left(1 - \frac{12.57\text{ton}}{32\text{ton}}\right)$$

$$\text{Costo de almacenamiento} = \$567.62$$

4.4.1.5 Costo Anual del producto.

$$\text{Costo anual del producto} = D * C_u$$

$$\text{Costo anual del producto} = 3319.72\text{ton} * 369\$$$

$$\text{Costo anual del producto} = \$1.224.976,68$$

4.4.1.6 Costo total de inventario.

La empresa Exibal anticipa un gasto total de \$1.226.111,93 al implementar el modelo de inventario de lote de producción económica para la planificación del periodo 2024. Este modelo se basa en la cantidad óptima de producción, establecida en 37 toneladas, diseñada para satisfacer de manera efectiva la demanda proyectada. El monto mencionado comprende los costos asociados con la preparación de equipos y maquinarias, crucial para maximizar la eficiencia de la producción. Cabe destacar que este gasto se calcula considerando el costo de preparación por pedido y puede incluir otros costos relacionados con la gestión de inventarios, tales como mano de obra directa, materiales específicos, piezas de repuesto y pérdidas en la producción inicial. La empresa se embarca en este enfoque estratégico para optimizar sus operaciones y asegurar la satisfacción de la demanda de manera eficaz durante el periodo planificado.

4.4.1.7 Gráfico de modelo de inventario POQ.

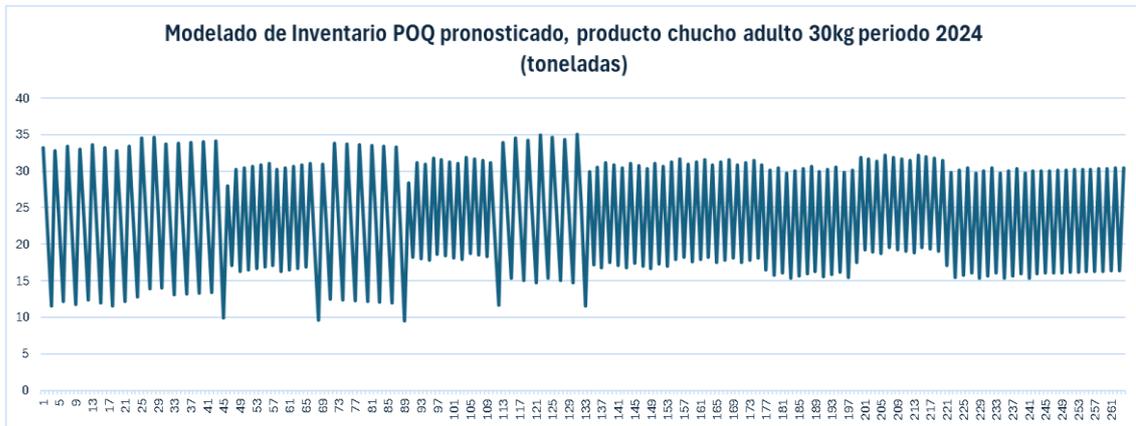


Ilustración 4-9: Gráfica del modelo de inventario POQ, del comportamiento de la demanda en toneladas para el periodo 2024.

Realizado por: Lascano, K., 2024.

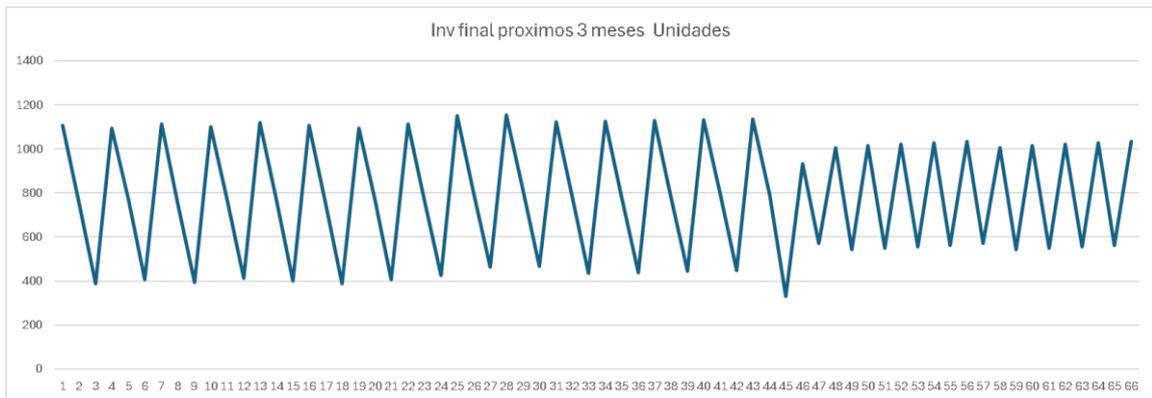


Ilustración 4-10: Gráfica del modelo de inventario POQ, del comportamiento de la demanda en unidades durante los 3 primeros meses para el periodo 2024.

Realizado por: Lascano, K., 2024.

4.5 Plan agregado de producción.

Tabla 4-4: Pronostico de la demanda producto chucho de 30kg, días laborales al mes.

Meses	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Totales
Demanda Pronosticada (cientos de cajas)	238	226	306	235	289	215	301	294	316	278	316	308	3.320
Días de Trabajo	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22

Fuente: Exibal, 2023.

Realizado por: Lascano, K., 2024

Tabla 4-5: Requerimientos para la planeación de la producción.

Tiempo requerido (jornada/Tonelada)	0,13
Inv. Inicial (tonelada)	16,71
Inv. De seguridad al final del Cgucho (toneladas)	1,67
Fuerza laboral inicial (trab)	6
Costo de contratar y entrenar (\$/trab)	800
Costo de almaceamiento (\$/Ton)	51,65

Fuente: Exibal, 2023.

Realizado por: Lascano, K., 2024

Tabla 4-6: Plan agregado de producción periodo 2024.

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Demanda (Tons/mes)	238,4	226,0	306	235	289	215	301	293,57	316	278	316	308
Inv. Inicial (Tons/mes)	16,71	32,31	23,33	30,51	22,49	30,89	25,04	31,18	30,60	29,84	31,10	29,57
Inv. De seguridad(Tons/mes)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Requerimiento (Tons/mes)	222	194	282	205	266	184	276	262	285	248	284	278
Fuerza laboral (trab/mes)	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Producción (Tons/mes)	254	217	313	227	297	209	307	293	315	279	314	308
Sobrantes-faltantes (Ton/mes)	32	23	31	22	31	25	31	31	30	31	30	30
Inv. Final (Tons/mes)	32	23	31	22	31	25	31	31	30	31	30	32

Fuente: Exibal, 2023.

Realizado por: Lascano, K., 2024

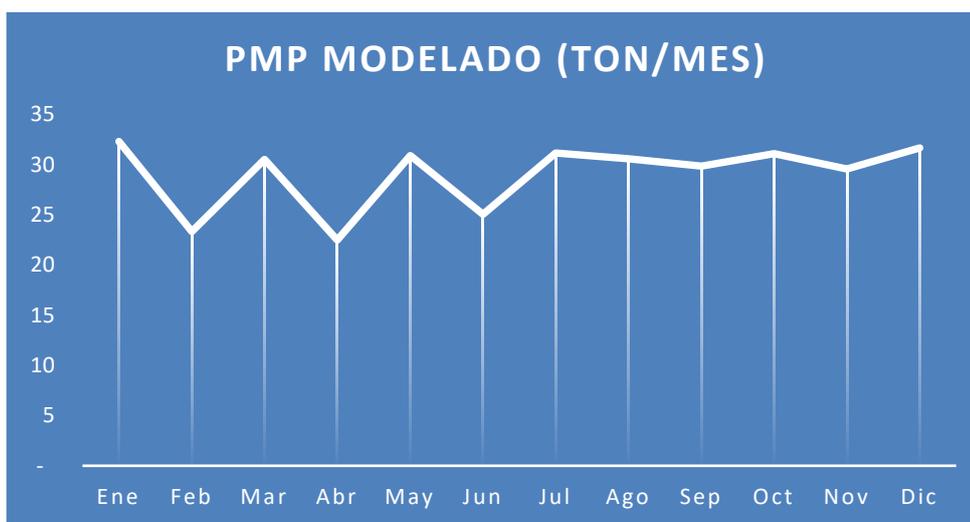


Ilustración 4-11: Gráfica plan maestro de producción periodo 2024 producto chucho adulto 30kg.

Realizado por: Lascano, K., 2024.

Tabla 4-7: Costos de almacenamiento del inventario planificado de producto terminado almacenado al final de cada mes.

Mes	Costo de almacenamiento	Inv. Final (Ton/mes)
Enero	\$ 1.668,91	32
Febrero	\$ 1.205,15	23
Marzo	\$ 1.575,94	31
Abril	\$ 1.161,71	22
Mayo	\$ 1.595,62	31
Junio	\$ 1.293,52	25
Julio	\$ 1.610,24	31
Agosto	\$ 1.580,70	31
Septiembre	\$ 1.541,44	30
Octubre	\$ 1.606,37	31
Noviembre	\$ 1.527,45	30
Diciembre	\$ 1.635,34	32
Total (\$/año)	\$ 18.002,40	349

Fuente: Exibal, 2023.

Realizado por. Lascano, K., 2024

Tras el análisis del plan agregado de producción para el periodo 2024, se proyecta que el costo de almacenamiento de inventario del producto "Chucho 30 kg" alcanzará un total de \$18.002,40 al finalizar dicho periodo. Este costo se espera que se comporte de manera consistente con la planificación realizada, reflejando así las decisiones estratégicas tomadas en la gestión del inventario de este producto específico. Además, se observa una mejora notable en la eficiencia y la optimización de los recursos, lo que se refleja en una mayor capacidad de respuesta a la demanda del mercado y una reducción en los costos asociados al almacenamiento. Estos resultados respaldan la efectividad del plan agregado de producción como una herramienta clave para la planificación estratégica y el control eficiente del inventario en la empresa.

4.6 Plan maestro de producción (PMP o PMS)

El plan maestro de producción describe una estrategia de gestión del inventario que implica mantener un total de 9 turnos de producción en un período de 12 días hábiles. Cada turno de producción incurre en un costo de preparación de \$56.25 y está destinado a producir el producto "chucho adulto 30 kg". Se planea realizar un nuevo pedido después de un lapso de 3 días, como se ha planificado. Al final de cada día de producción, los niveles de inventario se mantendrán constantes, lo que dependerá del número de períodos estudiados.

En cuanto al costo de almacenamiento, se espera que los niveles de inventario oscilen entre un máximo de 33 toneladas y un mínimo de 22 toneladas durante el período planificado. Este rango de inventario implica un costo de almacenamiento total de \$14 015.

Tabla 4- 8: Plan Maestro de Producción del producto Chucho 30kg en toneladas, para los 12 primeros días de producción

POQ	37 Toneladas												
Tiempo de espera.	1 (Hora)												
Concepto	Período de tiempo (Días) TON												TOTAL
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Necesidades Brutas	10,82	10,82	10,82	10,82	10,82	10,82	10,82	10,82	10,82	10,82	10,82	11	
Recepciones programadas													
Inventario Disponible	17	33	22	12	33	23	12	33	22	12	33	22	
Necesidades netas	-6	-22	-12	-1	-22	-12	-1	-22	-12	-1	-22	-11	
Recepciones de orden	27			32	1		32			32			
Lanzamiento de orden	27			33			32			32			
Costo de mantener	\$ 869,55	\$ 1.697,25	\$ 1.143,90	\$ 590,55	\$ 1.674,00	\$ 1.171,80	\$ 618,45	\$ 1.701,90	\$ 1.148,55	\$ 595,20	\$ 1.678,65	\$ 1.125,30	\$ 14.015,10
Costo de preparación	\$ 12,50	\$ -	\$ -	\$ 12,50	\$ 6,25	\$ -	\$ 12,50	\$ -	\$ -	\$ 12,50	\$ -	\$ -	\$ 56,25
Costo Total.	\$ 882,05	\$ 1.697,25	\$ 1.143,90	\$ 603,05	\$ 1.680,25	\$ 1.171,80	\$ 630,95	\$ 1.701,90	\$ 1.148,55	\$ 607,70	\$ 1.678,65	\$ 1.125,30	\$ 14.071,35

Fuente: Exibal.

Realizado por. Lascano, K., 2024

Tabla 4- 9: Plan Maestro de Producción del producto Chucho 30kg en unidades, para los 12 primeros días de producción

Concepto	Período de tiempo (Días) UNI												TOTAL
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Necesidades Brutas	361	361	361	361	361	361	361	361	361	361	361	361	
Recepciones programadas													
Inventario Disponible	567	1106	745	384	1090	762	401	1106	745	384	1090	729	
Necesidades netas	-206	-745	-384	-23	-729	-401	-40	-745	-384	-23	-729	-368	
Recepciones de orden	900	0	0	1067	33	0	1067	0	0	1067	0	0	
Lanzamiento de orden	900	0	0	1100	0	0	1067	0	0	1067	0	0	
Costo de mantener	\$ 869,55	\$ 1.697,25	\$ 1.143,90	\$ 590,55	\$ 1.674,00	\$ 1.171,80	\$ 618,45	\$ 1.701,90	\$ 1.148,55	\$ 595,20	\$ 1.678,65	\$ 1.125,30	\$ 14.015,10
Costo de preparación	\$ 12,50	\$ -	\$ -	\$ 12,50	\$ 6,25	\$ -	\$ 12,50	\$ -	\$ -	\$ 12,50	\$ -	\$ -	\$ 56,25
Costo Total.	\$ 882,05	\$ 1.697,25	\$ 1.143,90	\$ 603,05	\$ 1.680,25	\$ 1.171,80	\$ 630,95	\$ 1.701,90	\$ 1.148,55	\$ 607,70	\$ 1.678,65	\$ 1.125,30	\$ 14.071,35

Fuente: Exibal.

Realizado por. Lascano, K., 2024

4.7 Análisis de la metodología propuesta.

Se ha llevado a cabo un estudio de los datos históricos correspondientes al periodo de enero y febrero de 2024, donde se comparan las ventas registradas por la empresa con las toneladas

pronosticadas. Este análisis permite determinar si se cuenta con la capacidad necesaria para satisfacer la variabilidad en el comportamiento de la demanda.

Los datos relevantes incluyen el número de toneladas almacenadas al final de cada mes y el número de turnos planificados para la producción del producto "chucho adulto 30 kg". Se ha determinado que, dentro de los 22 días hábiles de trabajo en cada mes, se han planificado un total de 44 turnos, considerados óptimos para la producción de este producto. De estos, se han programado 25 turnos en enero y 15 en febrero para producir el producto "chucho adulto 30 kg".

Al evaluar el inventario almacenado al final de cada mes, se registraron 47 toneladas en enero y 28 toneladas en febrero. Comparando estos valores con los planificados según el modelo de gestión de inventario, se aprecia un beneficio del 27% en el costo de almacenamiento, lo que se traduce en un ahorro de \$1025. Además, se identifica un ahorro del 18% en el costo de preparación de la planificación, equivalente a \$43.75.

Tabla 4-10: Tabla comparativa mes de enero y febrero 2024.

	PLANTA VIO				PROPUESTA			
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL
Ventas	227,4	215,9	312,2	244,6	227,4	215,9	312,2	244,6
Pronostico (ton)	237,42	244,54	251,88	259,44	238,40	225,98	305,82	235,02
Excedente o Faltante	-10,0	-28,6	60,3	-14,9	-11,0	-10,1	6,3	9,5
Tasa % Error	4%	13%	19%	6%	5%	5%	2%	4%
Tasa % Error Promedio	11%				4%			
Producción (Ton)	272,0	256	288	256	240	240	320	240
Inv. Final (Ton/mes)	44,6	40,1	-24,2	11,4	12,6	24,1	7,8	-4,6
Costo de almacenamiento	2280,3	2051,1	-1236,3	585,2	643,5	1232,7	400,5	-233,2
Costo de almacenamiento trimes	\$ 3.680,24				\$ 2.043,44			
#Turnos de producción	17	16	18	16	15	15	20	15
Costo de preparación	\$ 106,25	\$ 100,00	\$ 112,50	\$ 100,00	\$ 93,75	\$ 93,75	\$ 125,00	\$ 93,75
Costo de preparación tetramestr	\$ 418,75				\$ 406,25			
Costo Total	\$ 4.098,99				\$ 2.449,69			
Rotación de inventario	56				100			
Días de Inventario	1,7				1,0			

Fuente: Exibal.

Realizado por: Lascano, K., 2024

4.8 Fase de diseño Slotting.

4.8.1 Asignación de cantidad de ubicaciones.

En la fase final del diseño de almacenes, la asignación de ubicaciones, también conocida como "slotting" de productos, se vuelve esencial. En el caso particular del Centro de Distribución de Exibal, se cuenta con 140 ubicaciones para pallets en el área del almacén de la planta. De estas, el 68%, o 95 ubicaciones, están actualmente ocupadas, dejando el 32% restante, equivalente a 45

ubicaciones, disponibles. El portafolio de 51 productos almacenados en esta bodega requiere una distribución eficiente de estas ubicaciones. El 96% de los productos carece de una ubicación predefinida debido a la falta de categorización previa, mientras que el 4% restante ya tiene asignadas ubicaciones en el diseño actual del almacén.

Para determinar la cantidad óptima de ubicaciones por producto, se ha considerado el volumen de pallets despachados diariamente, asegurando así que el inventario disponible pueda satisfacer la demanda eficientemente. Este enfoque analítico de "slotting" se basa en el análisis detallado de la demanda y la capacidad de almacenamiento disponible. La planta de producción Vio de Exibal emplea un sistema de almacenamiento meticuloso para el producto terminado "producto chucho" en presentaciones de 30kg. Cada columna de pallets se organiza de manera específica, permitiendo almacenar hasta 60 bolsas del producto dispuestas en 4 sacos por fila y 15 niveles por columna. Esto resulta en una capacidad de 1.8 toneladas por columna, actualmente en promedio, se mantienen aproximadamente 27 columnas de producto chucho en el almacén, lo que contribuye a un inventario medio de 48.6 toneladas.

Tabla 4- 11: Numero sugerido de ubicaciones destinadas al producto chucho adulto 30kg.

Descripción del Artículo	Pallet por día	Ubicaciones actuales	Ubicaciones sugeridas
Chucho Adultos 30kg	7	27	20

Fuente: Exibal, 2023.

Realizado por: Lascano, K., 2024

La propuesta de ubicaciones sugeridas para la planta de producción de Chucho Adulto 30kg es efectiva y contribuye a reducir el costo de inventario almacenado en la planta. La utilización de un nivel máximo de inventario de 35 toneladas y un espacio de 19 pallets es una excelente acción tomada para optimizar resultados y mejorar la eficiencia operativa de la planta. Además, se propone agregar una ubicación adicional para optimizar resultados. Esto permitirá a la planta manejar el inventario de manera más eficiente y garantizar que el inventario esté disponible en tiempo y forma para producir el producto en demanda.

5. CONCLUSIONES.

Al culminar esta investigación, se confirma que la optimización de la gestión de inventario puede ser alcanzada mediante la implementación de una metodología adecuada que considere un tratamiento específico para cada producto, basado en su comportamiento y clasificación. Este enfoque no solo repercute en la mejora de la salud financiera de la empresa, sino que también facilita el desarrollo de un modelo de inventario que permite la planificación futura de los productos. Esto brinda una visión integral de la operación de la empresa y sus departamentos asociados, como adquisiciones, ventas, inventario y producción. La planificación precisa de los niveles de inventario resulta fundamental, ya que no solo optimiza la inversión en productos, sino que también garantiza una gestión eficiente de los recursos, evitando la escasez o exceso de productos en el almacén. Además, esta planificación proporciona una visión clara del nivel de inventario que se almacenará entre los diferentes períodos, lo que permite asignar el espacio de manera eficiente para gestionar los productos de forma óptima. En conjunto, estos hallazgos destacan la importancia crítica de implementar estrategias efectivas de gestión de inventario para mejorar la eficiencia operativa y la rentabilidad de la empresa.

Al concluir el análisis de la gestión de inventarios de Exibal en la planta VIO, se evidencia un incremento significativo en el volumen de ventas entre 2021 y 2023, respaldado por datos históricos de toneladas vendidas. Destaca el producto "chucho adulto 30kg" como influyente en la trayectoria general de ventas. Este hallazgo subraya la importancia de una gestión precisa de inventarios para responder efectivamente a las demandas del mercado.

Después de analizar la cartera de 51 productos de la planta Vio de la empresa Exibal y emplear la metodología ABC para clasificar según niveles de volumen de ventas en toneladas, hemos identificado que cuatro productos representan aproximadamente el 80% de la influencia presente en el total del volumen vendido durante el período 2023. Este hallazgo subraya la importancia de mantener un conocimiento detallado de la influencia actual de los productos en el inventario. Al priorizar y centrar nuestros esfuerzos en estos productos de alto impacto, podemos optimizar nuestras acciones y mejorar la eficiencia en la gestión de la cartera de productos. Este enfoque estratégico nos permite maximizar los recursos disponibles y potenciar el rendimiento general de la empresa en términos de ventas y rentabilidad.

Se analizó el comportamiento del volumen de ventas histórico del producto "Chucho Adulto 30kg", se ha determinado que el modelo de descomposición de tipo aditivo con componente estacional es el más adecuado. Este modelo exhibe la menor desviación media de error, con un

MAD de 13.87, lo que lo posiciona como el más prometedor para proporcionar predicciones precisas sobre el comportamiento futuro de las ventas de dicho producto.

El modelo de cantidad económica de producción emerge como la solución idónea para interpretar nuestro entorno empresarial, considerando una demanda variable y un lead time constante. Tras un riguroso análisis, hemos determinado que la cantidad óptima a producir para minimizar costos es de 37 toneladas. Esta cifra no solo maximiza la eficiencia en la producción y el almacenamiento al generar un número ideal de preparaciones, sino que también controla el nivel de inventario, reduciendo los costos asociados al mantenimiento. La implementación de este modelo nos permitirá tomar decisiones estratégicas fundamentadas en datos, impulsando así la rentabilidad y la eficiencia operativa de nuestra empresa.

La elaboración de un plan agregado y un plan maestro de producción representa un componente fundamental en la planificación a futuro de una empresa, ya que proporciona una visión integral y generalizada de los recursos necesarios, tanto en términos de maquinaria como de mano de obra y aspectos económicos, destinados a la producción de productos para satisfacer la demanda del mercado. Estas estrategias permiten anticipar y coordinar eficazmente los esfuerzos necesarios para hacer frente a las fluctuaciones de la demanda, optimizando así la eficiencia operativa y garantizando una respuesta efectiva a las necesidades del mercado.

Tras la meticulosa evaluación de los datos de demanda reales correspondientes a enero y febrero del año 2024, en comparación con las estimaciones planificadas, se constata un alto grado de alineación entre los valores planificados y los observados. Además, se ha identificado un notable beneficio en términos de costos de almacenamiento, con una reducción del 27% equivalente a \$1025, y un beneficio del 18% representando \$18.45 en la optimización del número de turnos para la preparación de pedidos. Esta optimización ha permitido reducir los turnos necesarios mientras se mantiene la capacidad de satisfacer la demanda real. La planificación para un volumen mayor de toneladas pronosticadas, en relación con la demanda real, confirma la idoneidad de la estrategia para garantizar la capacidad de respuesta frente a la demanda real del mercado.

El proceso de planificar el nivel de inventario, que colabore con la eficiencia de la cadena de suministro, permite determinar un número específico de ubicaciones expresadas en espacio dentro del almacén para gestionar el nivel necesario y cumplir con los objetivos de eficiencia establecidos por la empresa. Bajo el principio de que el inventario en piso debe ser el volumen necesario para satisfacer los requerimientos del mercado sin incurrir en excesos, se asigna un total de 20 pallets o ubicaciones al producto estrella, el producto "Chucho Adulto 30kg". Cada pallet

tiene una capacidad de 60 bolsas, lo que equivale a un total de 1.8 toneladas por ubicación, planeando así un total de 36 toneladas. El nivel máximo de inventario almacenado se establece en 1200 bolsas. Este enfoque estratégico garantiza una gestión eficiente del inventario, optimizando el uso del espacio disponible en el almacén y asegurando niveles adecuados de stock para satisfacer la demanda del mercado.

6. RECOMENDACIONES.

Dividir los productos en categorías A, B y C según su demanda y valor, priorizando la implementación del modelo de optimización en los productos de categoría A. Asimismo, asignar las 15 ubicaciones de almacenamiento del producto Chucho adulto 30kg de manera estratégica, considerando la accesibilidad y la rotación de productos.

Adoptar un stock de seguridad de 2,36 toneladas para los productos de categoría A, permitiendo un equilibrio óptimo entre minimizar el riesgo de desabastecimiento y optimizar los costos de mantenimiento de inventario. Este nivel de stock de seguridad proporcionará una amortiguación efectiva ante las fluctuaciones de la demanda y los tiempos de entrega.

Monitoreo Continuo de Indicadores de Gestión de Inventarios: Implementar un sistema de seguimiento en tiempo real de los niveles de inventario, los tiempos de reposición y otros indicadores relevantes para detectar de manera proactiva posibles desviaciones y oportunidades de mejora. Esto permitirá una toma de decisiones informada y ágil para optimizar la gestión de inventarios.

Comparar varios modelos de estudio de series de tiempo es esencial para identificar aquel que mejor comprenda y modele los requerimientos del proceso de pronóstico. Esta selección precisa es fundamental para una planificación efectiva y precisa. Se recomienda realizar un análisis exhaustivo para elegir el modelo que mejor se adapte a las características específicas de los datos, lo que garantizará una planificación más efectiva y precisa.

Adopción de Tecnologías Avanzadas de Gestión de Inventarios: Implementar herramientas y tecnologías de gestión de inventarios avanzadas, como sistemas de pronóstico de demanda, software de planificación de recursos empresariales (ERP) y sistemas de gestión de almacenes (WMS). Estas tecnologías automatizadas mejorarán la precisión en los pronósticos, la eficiencia en el manejo de inventarios y la visibilidad en toda la cadena de suministro

BIBLIOGRAFÍA

1. **AKTEPE, Adnan; et al.** “An inventory classification approach combining expert systems, clustering, and fuzzy logic with the abc method, and an application”. *South African Journal of Industrial Engineering* [en línea], 2018, (South African), vol. 29 (1), págs. 49-62. [Consulta: 2 noviembre 2023]. ISSN 1012277X. Disponible en: <https://doi.org/10.7166/29-1-1784>
2. **ARENAL LAZA, Carmen.** *Gestión de inventarios. UF0476* [en línea]. Logroño la rioja-España: tutor formación, 2020 [consulta: 1 noviembre 2023]. Disponible en: <https://elibro-net.proxy.esPOCH.edu.ec/es/lc/esPOCH/titulos/126745>
3. **ARIAS UNUZUNGO, Lisbeth Lourdes; et al.** “Software y métodos de control: herramientas claves para el manejo de inventarios microempresariales”. *Digital Publisher CEIT* [en línea], 2021, (Ecuador), vol. 6 (3), págs. 308-324. [Consulta: 4 noviembre 2023]. ISSN 1819-4575. Disponible en: <https://doi.org/10.33386/593dp.2021.3.586>
4. **Caballero, R. & González, A.** “Propuesta metodológica para el diseño del slotting de mercancía en centros de distribución”. *I+ D Tecnológico* [en línea], 2021, (Panamá), vol. 17(2), págs. 5-13. [Consulta: 4 noviembre 2023]. ISSN 1680-8894. Disponible en: <https://revistas.utp.ac.pa/index.php/id-tecnologico/article/view/3258>.
5. **CAMACHO ZAPATA, Adriana Stefany; et al.** “Importancia de la gestión de inventario en empresa de Manufactura”. *Boletín de innovación, logística y operaciones* [en línea], 2020. (Colombia), vol. 2 (2), págs. 1-6. [Consulta: 2 noviembre 2023]. ISSN 2711-3280. Disponible en: <https://revistascientificas.cuc.edu.co/bilo/article/view/3472/3223>
6. **CAMPÓ QUESQUÉN, Alexis André.** “Gestión de almacén e inventarios para reducir los costos de inventarios en un almacén de productos terminados”. *Revista De Investigación Multidisciplinaria CTSCAFE* [en línea], 2020, (Perú), vol. 4 (12), págs. 39-50 [Consulta: 4 noviembre 2023]. ISSN 2500-5782. Disponible en: <http://www.ctscafe.pe/index.php/ctscafe/article/view/133>
7. **CÁRDENAS BARRÓN, L. E; et al.** “Inventory model optimization revisited: Understanding service inventories to improve performance”. *Scientia Iranica Transactions*

E: Industrial Engineering [en línea], (México), vol. 27 (3), págs. 1572 - 1592. [Consulta: 2 noviembre 2023]. ISSN 10263098. Disponible en: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85104606222&doi=10.24200%2fSCI.2018.50333.1639&origin=inward&txGid=ef346d70334c766dd4bb22ce5a26bd72>

8. **CHUNING, Deng & YONGJI, Liu.** "Un método de optimización de la predicción de la demanda y la gestión de inventario basado en el aprendizaje profundo para la detección de anomalías". *Wireless Communications and Mobile Computing* [en línea], 2021, (China), vol. 2021, págs. 1-14. [Consulta: 2 noviembre 2023]. ISSN 1530-8669. Disponible en: <https://doi.org/10.1155/2021/9969357>
9. **CONTRERAS JUÁREZ, Arturo; et al.** "Análisis de series de tiempo en el pronóstico de la demanda de almacenamiento de productos perecederos". *Estudios gerenciales* [en línea], 2016, (México) vol. 32 (141), págs.387-396. [Consulta: 2 noviembre 2023]. ISSN 0123-5923. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.estger.2016.11.002>.
10. **DONATO DESPOSORIO, Patricia Del Pilar & MAGALLANES NACARINO Fabrissio Guldemar.** Efecto Del Plan de Requerimiento de Materiales en los Costos de Inventarios en la Producción de Alimento Balanceado de la Empresa Asociación De Productores Agropecuarios TIL &CAM, 2018. [En línea]. (Trabajo de titulación), (Técnico) Universidad César Vallejo. Trujillo – Perú. 2018 págs. 1-102 [Consulta: 29 octubre 2023]. Disponible en: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/34350/donato_dp-SD.pdf?sequence=4&isAllowed=y
11. **DUQUE JARAMILLO, Juan Camilo; et al.** "Slotting y picking: una revisión de metodologías y tendencias". *Ingeniare* [en línea], 2019, (Chile), vol. 28(3), págs. 514-527. [Consulta: 4 noviembre 2023]. ISSN 0718-3305. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-33052020000300514>
12. **ENRÍQUEZ ZÁRATE, Lucía Guadalupe. & RODRÍGUEZ LOZADA, Miguel Ángel.** "Beneficios de utilizar el Análisis ABC en la administración de inventarios en una Pequeña y Mediana Empresa (PyME) comercializadora en Tlaxcala, México". *Ciencia Administrativa 1* [en línea], 2020, (México), vol. (1), págs. 10-20. [Consulta: 4 noviembre

2023]. ISSN 1870-9427. Disponible en: <https://www.uv.mx/iesca/files/2020/09/02CA2020-01.pdf>.

13. **FLORES GUTIÉRREZ, Xóchitl P; et al.** “Redistribución de inventario con base en clasificación ABC para mejorar el flujo de materiales”. *Ingeniería Industrial* [en línea], 2023, (México), vol.44 (2), págs. 65-80. [Consulta: 29 octubre 2023]. ISSN 2523-6326. Disponible en: https://revistas.ulima.edu.pe/index.php/Ingenieria_industrial/article/view/6244/6238
14. **GIOIA, Daniele Giovanni & MINNER, Stefan.** “On the value of multi-echelon inventory management strategies for perishable items with on-/off-line channels”. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review* [en línea], 2023, (Germany) vol. 180, págs. 1-13, [Consulta: 1 noviembre 2023]. ISSN 1366-5545. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1366554523003423>
15. **HERNÁNDEZ, Héctor Andres; et al.** “Diseño de un sistema de gestión de inventarios para el almacén técnilaller S.A.S de la ciudad Neiva-Huila, Colombia”. *Revista de Investigaciones Universidad del Quindío* [en línea], 2021, (Colombia), vol. 33(2), págs. 143-152 [Consulta: 4 noviembre 2023]. ISSN 2500-5782. Disponible en: <https://doi.org/10.33975/riuq.vol33n2.562>
16. **HOSTAR, Matías Ruben.** Implementación de un sistema de gestión de inventarios aplicado a los insumos almacenados en el depósito de una empresa. [En línea]. (Trabajo de titulación) (Maestría). Universidad Nacional de Córdoba. Córdoba-Argentina. 2014. Págs.1-64 [Consulta: 4 noviembre 2023]. Disponible en: https://t-disposition=inline%3B+filename%3DUNIVERSIDAD_NACIONAL_DE_CORDOBA.pdf&Expires=1703167476&Signature=QNvUATN1mUdnHmrzP9qy~bWnoxUIYCTCvVt36OmuLRbuHK-WHSSUw4fmJGLqWR10FMjQoXRSqvLs1UZipka432-
17. **IZAR LANDETA, Juan Manuel; et al.** “Estudio comparativo del impacto de la media y varianza del tiempo de entrega y de la demanda en el costo del inventario”. *Ingeniería Investigación y Tecnología* [en línea], 2016, (México), vol. 17 (3), pp. 273-274 [Consulta: 29 octubre 2023]. ISSN 1405-7743. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0123592316300754>
18. **LIU, zhenyu; et al.** “Forecast Methods for Time Series Data: A Survey”. *IEEE Access* [en línea], 2021, (United State of America), vol. 9 (9461796), págs. 91896-91912. [Consulta: 2

- noviembre 2023]. ISSN 0377-7332. Disponible en: <https://ieeexplore.ieee.org/ielx7/6287639/9312710/09461796.pdf>
19. **MARULANDA GRISALES, Natalia & GONZÁLEZ GAITÁN, Henry Helí.** “Objetivos y decisiones estratégicas operacionales como apoyo al lean manufacturing”. *Suma de Negocio* [en línea], 2017, (España), vol. 8 (18), págs. 106-114. [Consulta: 1 noviembre 2023]. ISSN 2215-910X. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2215910X17300344>
20. **ORTEGA MÁRQUEZ, Ana; et al.** “Nivel de importancia del control interno de los inventarios dentro del marco conceptual de una empresa”. *Liderazgo estratégico* [en línea], 2017, (Colombia), vol. 7 (1), págs. 1-12 [Consulta: 20 octubre 2023]. ISSN: 2463-0217. Disponible en: <http://revistas.unisimon.edu.com>.
21. **PÉREZ VERGARA, Ileana; et al.** “Un modelo de gestión de inventarios para una empresa de productos alimenticios”. *Ingeniería Industria* [en línea], 2013, (Colombia), vol. 34 (2), págs. 227-236. [Consulta: 2 noviembre 2023]. ISSN 1815-5936. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=360433580012>
22. **PROIETTI, Tomasso & GRASSI, Stefano.** “Stochastic trends and seasonality in economic time series: new evidence from Bayesian stochastic model specification search”. *Empirical Economics* [en línea], 2015, (Germany), vol.48 (3), págs. 983-1011. [Consulta: 2 noviembre 2023]. ISSN 0377-7332. Disponible en: <https://typeset.io/papers/stochastic-trends-and-seasonality-in-economic-time-series-4i08ct9xha>
23. **RODRÍGUEZ, Josselin Ventura; et al.** “Modelo de gestión de inventario para reducir los costos logísticos de materia prima en la empresa ARY Servicios Generales S. A. C.; 2017”. *Tecnología & Desarrollo (Trujillo)* [en línea], 2018, (Perú), vol. 18 (1), págs. 100–115. [Consulta: 4 noviembre 2023]. ISSN 308-324. Disponible en: <https://doi.org/10.18050/td.v16i1.1966>
24. **SHOFA, M J; et al.** “Effective production planning for purchased part under long lead time and uncertain demand: MRP Vs demand-driven MRP”. *Institute of Physics Publishing* [en línea], 2018, (Indonesia), vol. 337 (1), págs. 1-7. [Consulta: 4 noviembre 2023]. ISSN 17578981. Disponible en: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85046245780&doi=10.1088%2f1757->

[899X%2f337%2f1%2f012055&partnerID=40&md5=963797be14ae4232bf00192021c1eed4.](https://doi.org/10.1080/00207543.2022.2112105)

25. **SISLEY, Harry; et al.** “Multi-product multi-region supply chain optimisation for seasonal crops”. *International Journal of Production Research* [en línea], 2023, (Australia), vol. 61(16), págs. 5704-5722. [Consulta: 4 noviembre 2023]. ISSN 00207543. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/00207543.2022.2112105>
26. **STOPKOVÁ, Mária; et al.** “Inventory Model Design by Implementing New Parameters into the Deterministic Model Objective Function to Streamline Effectiveness Indicators of the Inventory Management”. *Sustainability (Switzerland)* [en Línea], 2019. (Czech Republic), vol. 11 (15), págs. 1-15. [Consulta: 2 noviembre 2023]. ISSN 20711050. Disponible en: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85070364676&doi=10.3390%2fsu11154175&partnerID=40&md5=698c0e34d11e1c27e34c4bb280ce6448>
27. **SVETUNKOV, Iván; et al.** “Complex exponential smoothing”. *Naval Research Logistics* [en línea], 2022, (United Kingdom), vol. 69 (8), págs. 1108 – 1123. [Consulta: 2 noviembre 2023]. ISSN 0894069X. Disponible en: <https://doi.org/10.1002/nav.22074>
28. **VELÁZQUEZ MÁRQUEZ, Daimy; et al.** “Material de apoyo «Métodos de control de inventarios»”. *Universidad&Ciencia* [en línea], 2018, (México) vol. 7 (2) págs. 52-168 [Consulta: 29 octubre 2023]. ISSN 2227-2690. Disponible en: <https://revistas.unica.cu/index.php/uciencia/article/view/221/1174>
29. **VIDAL HOLGUÍN, Carlos Julio.** *Fundamentos de control y gestión de inventarios* [en línea]. Cali-Colombia: Programa Editorial Universidad del Valle, 2010. [Consulta: 4 noviembre 2023]. Disponible en: <https://elibro-net.proxy.esPOCH.edu.ec/es/lc/esPOCH/titulos/128995>
30. **YOUNG, Kai Leung; et al.** “Sistema de clasificación de inventario en el reabastecimiento de componentes de misiones espaciales mediante clasificación ABC difusa de atributos múltiples”. *Sistemas de datos y gestión industrial* [en línea], 2021, (England), vol. 121 (3), págs. 637-656. [Consulta: 2 noviembre 2023]. ISSN 02635577. Disponible en: <https://doi.org/10.1108/IMDS-09-2020-0518>.

31. **ZOWID, F. M; et al.** “Multi-criteria inventory ABC classification using Gaussian Mixture Model”. *IFAC-PapersOnLine* [en línea], 2019, (Germany), vol. 52 (13), págs. 1925-1930. [Consulta: 2 noviembre 2023]. ISSN 2405-8963. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405896319314685>.

ANEXOS

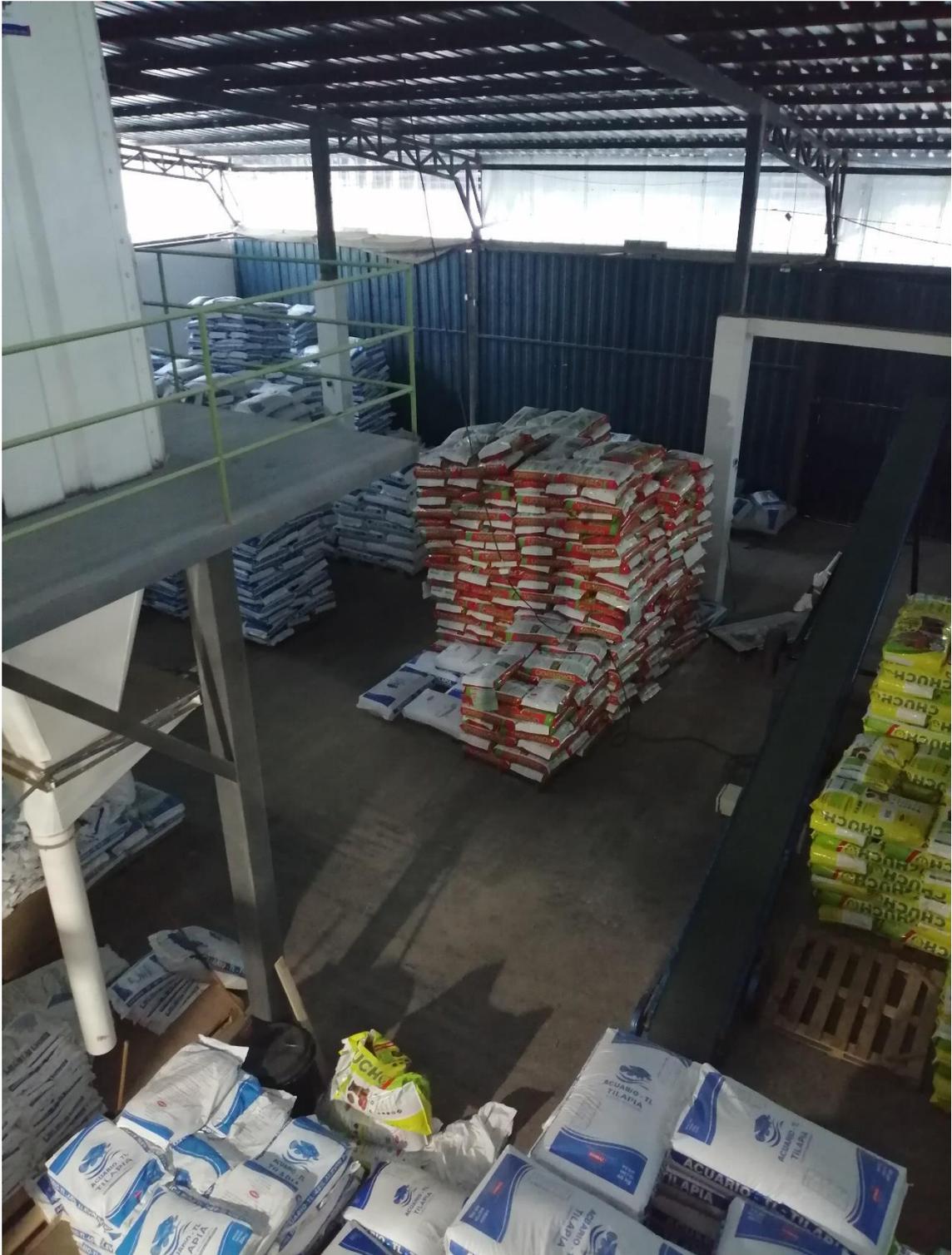
ANEXO A: VISTA FRONTAL PLANTA DE PRODUCCIÓN VIO.



ANEXO B: ALMACÉN DE PRODUCTO TERMINADO LADO 1



ANEXO C: ALMACÉN DE PRODUCTO TERMINADO LADO 2.



ANEXO D: SILOS DE ALMACENAMIENTO MATERIA PRIMA.



ANEXO E: SILOS DE ALMACENAMIENTO MATERIA PRIMA PLANTA DE PRODUCCIÓN VIO.

