

Optimization of Inventory Management in Veterinary Clinics: Development of a Predictive Software Based on Advanced Analytics

Abstract – Inefficient inventory management in a veterinary clinic in Guayaquil has led to issues such as stock mismanagement, excess unsold products, shortages of high-demand items, and human errors. This project aims to develop specialized software that optimizes inventory administration through predictive tools and advanced data analysis. The methodology included interviews with inventory managers, historical data analysis, and the application of tools such as the Ishikawa Diagram, Pareto Analysis, and the 5 Whys to identify the root causes of the problem. Solution alternatives were evaluated using priority and impact-difficulty matrices, ultimately selecting the design of software incorporating EOQ and Silver-Meal models. The resulting software enables the calculation of optimal inventory quantities and reorder points, adapting to demand fluctuations, and features a secure and accessible web interface to simplify usage. The results demonstrate a reduction in errors, excess, and inventory shortages, as well as an improvement in operational efficiency. The conclusions highlight the importance of identifying root causes and proposing comprehensive technological solutions to optimize processes and enhance organizational performance.

Keywords – Inventory management, process optimization, predictive software, statistical analysis.

Optimización de la Gestión de Inventarios En Clínica Veterinaria: Desarrollo de un Software Predictivo Basado en Análisis Avanzados

Michelle Dayana Cabrera Davila¹ ; David Isaías Mantuano Becerra² ; Maria De Los Angeles Marmolejo Minga³ ; Washington Joel Lescano Anchundia⁴ ; Martín Bustamante-León⁵
^{1,2,3,4,5}Escuela Superior Politécnica del Litoral, Ecuador, micadavi@espol.edu.ec, dmantuan@espol.edu.ec, mmarmole@espol.edu.ec, wjlescan@espol.edu.ec, jomabust@espol.edu.ec

Resumen– La gestión ineficiente de inventarios en una clínica veterinaria de Guayaquil ha generado problemas como descontrol de stock, exceso de productos no vendidos, escasez de artículos de alta demanda y errores humanos. Este proyecto tiene como objetivo desarrollar un software especializado que optimice la administración de inventarios mediante herramientas predictivas y análisis avanzado de datos. La metodología incluyó entrevistas con los responsables de inventarios, análisis de datos históricos y la aplicación de herramientas como el Diagrama de Ishikawa, Pareto y los 5 Por Qué para identificar las causas raíz del problema. También se evaluaron alternativas de solución utilizando matrices de prioridad e impacto-dificultad, seleccionando el diseño de un software que incorpora modelos EOQ y Silver-Meal. El software resultante permite calcular cantidades óptimas de inventario y puntos de reorden, adaptados a las fluctuaciones de la demanda, y ofrece una interfaz web segura y accesible para simplificar su uso. Los resultados muestran una reducción de errores, exceso y escasez de inventario, así como una mejora en la eficiencia operativa. Las conclusiones subrayan la importancia de identificar las causas raíz y proponer soluciones tecnológicas integrales para optimizar procesos y mejorar el desempeño organizacional.

Palabras clave– Gestión de inventarios, optimización de procesos, software predictivo, análisis estadístico.

I. INTRODUCCIÓN

Para la administración de un inventario eficiente, es fundamental disponer con sistemas que faciliten el ajuste de los niveles de stock con relación a las variaciones de la demanda. Según [1], la implementación de un sistema de gestión de inventarios engloba aspectos clave como la clasificación de productos, pronósticos de demanda y políticas de reabastecimiento. Además, en el estudio realizado por [2], se destaca que un control efectivo de inventarios permite a las organizaciones mantener un estado económico-financiero confiable, lo que es esencial para responder a las fluctuaciones del mercado y garantizar la disponibilidad de productos. En el contexto del presente documento, se expone la situación de una clínica veterinaria ubicada en la ciudad de Guayaquil que se dedica a prestar servicios médicos veterinarios y cuidado en general de mascotas, cuyo departamento de compras no cuenta con un sistema que le permita determinar las cantidades óptimas de productos en función de los puntos de equilibrio de compras y ventas, no pueden determinar valores máximos y mínimos adecuados para cada ubicación por mes y existe además una

fluctuación en los patrones de venta, lo que les genera dificultad para proyectar necesidades de inventario mensuales.

Este inconveniente ha traído consecuencias significativas para la empresa, ya que no se puede establecer valores máximos y mínimos para los productos, se presentan errores humanos y una gestión de inventario ineficiente y existe un exceso de inventario de productos no vendidos y escasez de productos de alta demanda.

Por lo tanto, el enfoque de la investigación va dirigido en reconocer los factores críticos que contribuyen a estas deficiencias a través de un análisis situacional de la clínica veterinaria con relación a la administración de sus inventarios y crear un software que integre herramientas avanzadas de análisis de inventarios para optimizar la gestión de productos. Como primer paso, se necesitará la realización de entrevistas estructuradas con los encargados en la gestión de inventarios para recopilar información detallada. Posteriormente, se procederá a revisar los datos históricos para identificar patrones en periodos anteriores y se construirá un mapa de actores para reconocer las conexiones entre el personal interno y externo. Además, se implementarán herramientas que ayuden a identificar las causas subyacentes del problema como el Diagrama de Ishikawa.

En el apartado de definición del problema, se realizará la matriz causa-efecto para dar prioridad a las causas identificadas previamente, el diagrama de Pareto para reconocer los factores de alto impacto en la operatividad de la empresa y la técnica de los 5 porqués para llegar a la causa raíz. En la sección alternativas de solución se presentarán la generación de diversas soluciones a través del “Brainstorming”, la matriz de prioridad para catalogar las soluciones y la matriz Impacto vs Dificultad para identificar las propuestas más eficientes que permita optimizar la gestión de inventarios [3].

En síntesis, la ineficiencia del sistema de gestión existente en la clínica veterinaria para adecuarse a las variaciones de la demanda ha llevado a consecuencias que influyen negativamente en su departamento de compras y área operativa. El estudio sobre esta problemática es importante para determinar las cantidades óptimas de productos en función de los puntos de equilibrio de compras y ventas, lo que ayudará a que exista un mejor abastecimiento de productos y a la disminución del costo relacionado con el exceso o ausencia de inventario [4].

II. OBJETIVOS

1. Optimizar la gestión de inventarios a través de la creación de un software que abarque herramientas avanzadas de análisis de productos.
2. Mejorar la seguridad y accesibilidad del sistema de gestión de inventarios por medio de la integración de medidas robustas de protección de datos.

III. METODOLOGÍA

El problema en la clínica veterinaria fue estudiado de manera exhaustiva, enfocándose en identificar las causas principales y desarrollar soluciones efectivas. Inicialmente, se observó que la falta de previsión de la demanda, la sobrecarga de trabajo del equipo administrativo y la dependencia de procesos manuales generaban fluctuaciones significativas en los inventarios. La gestión ineficaz de inventarios en la clínica veterinaria fue abordada utilizando el marco metodológico “Design Thinking” [5]. Estas dificultades, combinadas con deficiencias en la comunicación con proveedores, resultaban en acumulación de productos obsoletos y escasez de artículos esenciales, afectando negativamente la eficiencia operativa y la calidad del servicio al cliente [6].

A. Identificación de factores críticos

Para entender las causas subyacentes del problema, se llevaron a cabo entrevistas con los principales actores involucrados en la gestión de inventarios, tales como el contador senior, el gerente de compras y el personal administrativo. Estas entrevistas permitieron identificar los principales retos y deficiencias en el proceso actual.

Adicionalmente, se realizó una revisión de datos históricos, que incluyó el análisis de ventas y compras pasadas. Este análisis permitió comprender los patrones de demanda, las variaciones estacionales y la efectividad del sistema de inventario existente. Se identificaron inconsistencias en los registros de stock y retrasos en la reposición de productos.

B. Priorización de factores críticos

Se construyó un mapa de actores que identificó las relaciones y dependencias entre los diferentes actores internos y externos, como el personal de la clínica, los proveedores y los clientes. Esto permitió comprender mejor cómo las interacciones entre estos actores influían en la eficiencia del inventario, y dónde existían fricciones o puntos críticos

Durante esta fase, se empleó el Diagrama de Ishikawa, una herramienta clave para estructurar las causas del problema [7]. Este diagrama permitió clasificar las causas en categorías como personas, procesos, tecnología y metodología, lo que facilitó la identificación de áreas específicas que requerían atención inmediata [8]. La visualización estructurada de las causas

permitió un análisis más detallado y preciso de los puntos débiles del sistema.

C. Definición del Problema

Con los factores críticos identificados, la siguiente fase fue definir el problema de manera clara y estructurada. El objetivo era consolidar la información obtenida y formular un enunciado que guiara el proceso de búsqueda de soluciones.

Para priorizar las causas identificadas y comprender su impacto en el desempeño del inventario, se utilizó una matriz causa-efecto. Esta herramienta permitió clasificar las causas según su influencia en variables clave como la precisión del inventario, los niveles de stock y los tiempos de reposición [9] [10].

Utilizando el Diagrama de Pareto, se pudo identificar que un pequeño número de causas estaba generando la mayor parte de los problemas operativos. Este análisis reveló que un 20 % de los factores estaba detrás del 80 % de las ineficiencias observadas.

Para profundizar en las causas raíz de los problemas, se aplicó la técnica de los 5 Por Qué [11]. Este análisis permitió comprender que el problema no solo era operativo, sino también estratégico, y afectaba tanto a los procesos como a la cultura organizacional.

D. Alternativas de Solución

Una vez definido el problema, se procedió a generar y evaluar posibles alternativas de solución. Esta fase se basó en la creatividad y el análisis estructurado para identificar opciones que pudieran abordar las causas prioritarias del problema.

Se utilizó la herramienta de “brainstorming” con el objetivo de generar múltiples soluciones para abordar la problemática de la veterinaria [12]. Durante esta dinámica, se recopilaron y documentaron todas las alternativas potenciales propuestas, fomentando la creatividad y asegurando una amplia gama de opciones para resolver el problema.

Las soluciones generadas incluyeron la digitalización del inventario mediante un software especializado, la automatización del proceso de reposición de productos y la mejora en la comunicación con los proveedores a través de acuerdos de suministro más flexibles.

E. Priorización de ideas de solución

Se realizó la valoración y priorización de 21 propuestas para optimizar procesos relacionados con la gestión de inventarios y operaciones administrativas. Cada propuesta fue calificada utilizando una escala del 1 al 5, donde 1 representa una propuesta “Muy deficiente” y 5 una “Excelente”. Reduciéndose la lista de posibles soluciones a 9 propuestas.

Se empleó la matriz Impacto vs Dificultad, ya que este tipo de herramientas facilita la toma de decisiones permitiendo identificar soluciones rápidas y efectivas, se escoge las soluciones con una calificación de importancia alta (4 o 5) y una dificultad baja (2), porque son las opciones altamente viables.

Con todas estas herramientas se pudo seleccionar una sola idea de solución que va acorde con el problema y su causa raíz. La solución final seleccionada fue la implementación de un sistema de gestión de inventarios digitalizado con integración a la cadena de suministro, lo que permitirá mejorar la previsión de demanda, reducir la carga de trabajo del equipo administrativo y minimizar las fluctuaciones en los niveles de inventario.

IV. RESULTADOS

El análisis profundo de la situación se realizó mediante diversas herramientas ya mencionadas.

En la identificación y priorización de factores se evidenció que los niveles de inventario eran inestables, con frecuencias de ruptura de stock en productos esenciales y acumulación de productos obsoletos. El sistema actual no permitía una previsión adecuada de la demanda, lo que afectaba directamente la disponibilidad de productos y la eficiencia operativa.

En la definición del problema se pudo descubrir que detrás de la falta de previsión en la demanda, existía una ausencia de metodologías claras para calcular el punto de equilibrio de los productos y la falta de indicadores clave de desempeño definidos por la dirección.

Con toda esta información y con la ayuda de las herramientas de las alternativas y priorización de soluciones, se escogieron las siguientes propuestas; diseñar un software de análisis de inventarios para optimizar la gestión de productos y la evaluación de las ventas históricas.

Como solución concreta, se sugiere diseñar un software de análisis de inventarios que permita optimizar la gestión de productos, integrando capacidades predictivas y análisis estructurados para tomar decisiones más precisas empleando en si el modelo Kaizen [13].

A. Solución

El software de análisis de inventario propuesto integra herramientas avanzadas de análisis de inventarios para optimizar la gestión de productos.

Este extrae datos desde la base de datos SQL (Structured Query Language) de la empresa (Ver Fig. 1), calculando el modelo EOQ mediante Python para determinar la cantidad económica de pedido que minimiza los costos totales de inventarios. Paralelamente, implementa otro modelo de optimización, como Silver-Meal, que considera fluctuaciones mensuales de demanda.

ID	Producto	Tipo	Cantidad	Total	Costo Promedio	Unidad Promedio	Costo de Mantenimiento	Ponderación	Unidad Asignada
1	FENOBARBITAL 100MG TABLETAS	BEN	3492	1725	1206.15	408.85	126.613	1328.4575	1725
2	PRENOLSONA OVER 20 MG	BEN	2107	2151.1	2236.60	84.50	223.600	2347.8045	2151.1
3	CLOZAPINA 100MG TABLETAS	SEFR	1687	3394.27	0	0	0	3394.27	1687
4	INDOMETACINA 50MG TABLETAS	SEFR	1541	3072.36	0	0	0	3072.36	1541
5	FINLIDAZOL 20MG	BEN	1521	1053.35	4104.20	2112.88	410.420	4329.473	1053.35
6	CEFOXIMA 500MG (BIBOBE)	BEN	1468	3065.37	458.12	3336.25	45.912	482.078	3065.37
7	CLOZAPINA 100MG TABLETAS	SEFR	1440	3085.92	0	0	0	3085.92	1440
8	CLOZAPINA 100MG TABLETAS	BEN	1344	1342.5	1979.97	631.67	197.997	2072.2465	1342.5
9	EXAMENPESIFOL BUDJUMCO COMPLETO ABAB	BEN	1143	7957.40	2018.5	7228.96	201.85	7957.40	7957.40
10	CLOZAPINA 100MG TABLETAS	SEFR	1100	8796.51	0	0	0	8796.51	1100
11	MEMORINA 400MG	SEFR	1097	2302.26	0	0	0	2302.26	1097
12	Clonazepam 0.5mg TABLETAS	BEN	967	500.2	10.55	500.65	1.055	11.0775	500.2
13	CEFOXIMA 500MG (BIBOBE)	SEFR	935	1402.5	2107.25	-200.25	2107.25	2307.8025	1402.5
14	Clonazepam 0.5mg TABLETAS	BEN	910	9094	0	0	0	9094	910
15	Clonazepam 0.5mg TABLETAS	BEN	879	742.85	65.83	1072.33	4.603	911.715	742.85
16	BAÑO CANINO RAZA PEGUELA 1-15 KG (BAÑO NORMAL)	SEFR	780	1574	0	1574	0	1574	780
17	AVOXIL 4 MG	BEN	699	2323.14	1972.80	710.15	197.280	1969.880	2323.14
18	Clonazepam 0.5mg TABLETAS	BEN	724	570.66	0	0	0	570.66	724
19	FLUCLOXAPINA 500MG	SEFR	677	1338.63	0	1338.63	0	1338.63	677
20	Clonazepam 0.5mg TABLETAS	SEFR	656	48.1	0	48.1	0	48.1	656
21	SPECTRIL 10 TABLETAS	BEN	620	446.02	125	321.02	12.5	131.25	446.02
22	BAÑO CANINO RAZA PEGUELA 1-15 KG (BAÑO NORMAL)	SEFR	617	9232.74	0	9232.74	0	9232.74	617
23	Clonazepam 0.5mg TABLETAS	SEFR	600	2067	825.98	1261.04	82.598	656.418	2067
24	PRENOLSONA 20 MG	BEN	602	807.68	177.92	483.73	17.792	195.616	807.68

Fig. 1 Base de datos SQL

Luego, utiliza R para realizar análisis estadísticos (Ver Fig. 2), calculando el intervalo de confianza entre los resultados de ambos métodos, que permite validar las diferencias y garantizar que las decisiones estén respaldadas por tendencias históricas y patrones de demanda moderna. Como resultado es un documento de Excel estructurado que presenta las cantidades óptimas de inventarios y el punto de reorden para cada mes del año, adaptadas a las fluctuaciones de demanda.

```

... df['EOQ'] = df.apply(
...     lambda row: math.sqrt((2 * row['Cantidad'] * row['Costo Promedio']) / row['Costo de Mantenimiento'])
...     if row['Costo de Mantenimiento'] > 0 else 0, axis=1
... )
...
... def silver_meal(demand, setup_cost, holding_cost):
...     n = len(demand)
...     order_quantity = []
...     for i in range(n):
...         total_cost = 0
...         for j in range(i, n):
...             total_cost += setup_cost + sum(holding_cost * demand[k] for k in range(i, j + 1))
...         avg_cost = total_cost / (j - i + 1)
...         if j > i and avg_cost > total_cost / (j - i):
...             optimal_quantity = sum(demand[i:j])

```

Fig. 2 Código del análisis

Para simplificar el proceso y eliminar la necesidad de instalaciones técnicas se realizó una plataforma web mostrada en la Fig. 3, donde se debe acceder con el usuario y clave brindado por la empresa.



Fig. 3 Plataforma web

Una vez se accede hay dos opciones: análisis individual y análisis total (Ver Fig. 4). Después de escoger una de las opciones se descargará el documento de Excel.

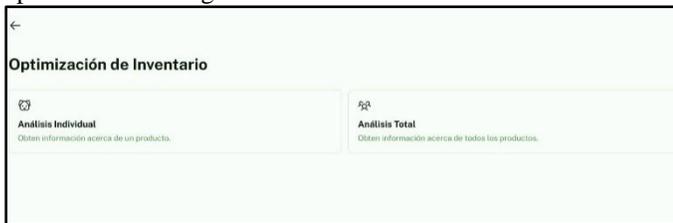


Fig. 4 Opciones de descarga

B. Optimización de Proceso de Gestión

El desarrollo de la plataforma incorpora dos modalidades principales de análisis. La primera, análisis individual permite realizar evaluaciones individuales de los productos, proporcionando información detallada sobre cantidades óptimas y puntos de reorden mensuales junto con análisis estadísticos que incluyen media, desviación estándar, varianza, máximo, mínimo, mediana, asimetría, rango, coeficiente de variación y sumatoria [14]; Y cada uno de estos términos tienen comentarios explicativos para ayudar en la interpretación (Ver Fig. 5 y 6).

SELECCIONAR EL PRODUCTO QUE DESEAS ANALIZAR		
FENOBARBITAL 100MG TABLETAS		CANTIDAD
		PUNTO DE R
Análisis	Fórmula	
Promedio	296,3333333	
Desviación estándar	25,49272029	Nos indica cuánto se desvían las cantidades óptimas respecto al promedio. Si es alta, las cantidades óptimas varían mucho entre productos; si es baja, son más uniformes.
Varianza	595,7222222	
Máximo	341	
Mínimo	264	
Mediana	287	
Asimetría	0,580821284	
Rango	77	
Coefficiente de variación	0,086027178	
Sumatoria	3556	

Fig. 5 Análisis individual

Por otro lado, está el análisis total que presenta la información de todos los productos a la vez donde muestra todos los parámetros calculados como el modelo EOQ y Silver Meal, junto con sus respectivos intervalos de confianza,

cantidades óptimas y puntos de reorden de cada mes [15] (Ver Fig. 7 y 8).

C. Mejoras e Impacto

En la primera validación se obtuvieron opciones de mejora que se ejecutaron dando como impacto los siguientes resultados mostrados en la Tabla 1.

Tabla 1
Comparativo Códigos Actuales vs Códigos Nuevos

Variable	Mejoras	Impacto
Seguridad	-Encriptación de archivos -Sistemas de autenticación	-Protección contra modificaciones no autorizadas -Mayor seguridad en el manejo de datos sensibles
Accesibilidad	-Comentarios explicativos en reportes	-Facilita la interpretación de análisis
Eficiencia Operativa	-Procesamiento automático de datos -Generación automática de reportes.	-Reducción significativa de tiempo de procesamiento -Mejor gestión del stock -Reducción de excesos y escases de productos

C. Retroalimentación de la Empresa

La retroalimentación ha sido consistentemente positiva, destacando principalmente la facilidad de uso de la interfaz para la descarga de archivos y la obtención de resultados procesados. También, ha sido valorada la generación automática de reportes Excel ya que contribuye en la eficiencia operativa, mientras que la implementación de medidas de seguridad ha incrementado la confianza en el manejo de datos sensibles.

Con estos resultados se evidencia que la solución implementada no solo ha abordado con éxito los desafíos iniciales de gestión de inventarios, sino que también ha establecido una base sólida para la mejora continua de los procesos en la Clínica Veterinaria.



Fig. 6 Análisis individual

AÑO	Producto	Tipo	Cantidad	Total	Costo Promedio	Utilidad Promedio	Costo de Mantenimiento	Pérdida Asignada	Utilidad Asignado
2023	FENOBARBITAL 100MG TABLETAS	BIEN	3460	\$ 1.725,00	\$ 1.266,15	\$ 458,85	\$126,62	\$ 1.329,46	\$ 1.725,00
2023	PREDNISOLONA OVER 20 MG	BIEN	2107	\$ 2.151,10	\$ 2.236,09	\$ -84,99	\$223,61	\$ 2.347,89	\$ 2.151,10
2023	SYNULOX 250MG	BIEN	1521	\$ 1.993,38	\$ 4.104,26	\$ -2.110,88	\$410,43	\$ 4.309,47	\$ 1.993,38
2023	GI FLORA MARCA NOVA (SOBRE)	BIEN	1498	\$ 3.695,37	\$ 459,12	\$ 3.236,25	\$ 45,91	\$ 482,08	\$ 3.695,37
2023	DOXICAN 100 MG TABLETA	BIEN	1344	\$ 1.342,50	\$ 1.973,57	\$ -631,07	\$197,36	\$ 2.072,25	\$ 1.342,50
2023	EXAMEN PERFIL BIOQUIMICO COMPLETO ABA	BIEN	1143	\$76.057,46	\$ 2.818,50	\$73.238,96	\$281,85	\$ 2.959,43	\$76.057,46
2023	GERIOOX GERIÁTRICO	BIEN	935	\$ 1.402,50	\$ 2.102,75	\$ -700,25	\$210,28	\$ 2.207,89	\$ 1.402,50
2023	APOQUEL 5.4 MG	BIEN	769	\$ 2.323,14	\$ 1.612,96	\$ 710,18	\$161,30	\$ 1.693,61	\$ 2.323,14
2023	SPECTRYL 10 TABLETA	BIEN	620	\$ 446,02	\$ 125,00	\$ 321,02	\$ 12,50	\$ 131,25	\$ 446,02

Fig. 7 Análisis total

EOQ	Silver_Meal	Intervalo de Confianza	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
263,0589288	346	(263.059, 346.0)	300,9	321,54	313,1	333,26	263,84	289,57	284	268,72	279,06	283,92	276,16	340,76
205,2802962	210,7	(205.28, 210.7)	209,33	205,87	206,63	206,87	205,69	206,76	210,04	209,31	208,13	209,94	205,73	210,48
174,4133022	152,1	(152.1, 174.413)	163,4	156,72	152,6	161,38	171,53	166,69	166,42	167,13	170,3	163,71	156,23	172,38
173,0895722	149,8	(149.8, 173.09)	167,46	152,08	162,92	159,7	150,77	157,45	152,3	163,41	164,28	169,13	165,03	168,03
163,9512123	134,4	(134.4, 163.951)	148,57	137,85	163,33	160,45	157,48	147,64	147,28	154,31	157,09	163,59	150,2	161,5
151,195238	114,3	(114.3, 151.195)	140,81	145,49	125,92	122,54	122	142,68	149,32	130,87	122,08	124,85	123,66	151
136,7479433	935	(136.748, 935.0)	713,9	410,01	752,59	593,18	517,43	758,38	933,56	736,02	787,76	507,89	862,3	662,92
124,016128	769	(124.016, 769.0)	751,03	295,77	401	703,17	486,37	712,31	598,59	584,34	695,59	580,74	259,42	410,08
111,3552873	620	(111.355, 620.0)	291,38	453,66	447,97	328,43	479,52	588,13	166,21	505,52	436,52	511,79	213,35	477,76

Fig. 8 Análisis total

V. CONCLUSIONES

El proyecto logro demostrar que la gestión de inventarios de manera eficiente depende de la detección precisa de la raíz del problema y sus causas como la falta de métricas evidentes y procedimientos estandarizados. Las herramientas involucradas como Ishikawa, Pareto y “5WHY” facilitaron el análisis, mientras que otras como el “brainstorming” guiaron hacia una solución viable: desarrollar un software especializado. Este sistema basado en modelos EOQ y Silver-Meal, mediante cálculos estadísticos calculan cantidades optimas y puntos de reorden adaptados a las fluctuaciones de la demanda.

Una plataforma web accesible y segura permitió al personal reducir los tiempos de procesamiento, eliminar excesos y escaseces en su inventario, y mejorar la eficiencia operativa, lo que contribuyó a alcanzar los objetivos de optimización del stock.

REFERENCIAS

- [1] I. Y. Guerrero Páez y A. C. Clavijo Quintero, "Diseño de un sistema de gestión de inventarios incluyendo los procesos de compras, almacenamiento y distribución en la empresa Tomirap S.A.S.," Trabajo de grado, Universidad El Bosque, Bogotá, Colombia, 2021. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.unbosque.edu.co/handle/20.500.12495/7223>
- [2] A. Khakbaz, H. K. Alfares, A. Amirteimoori, y E. Babaee Tirkolae, "A novel cross-docking EOQ-based model to optimize a multi-item multi-supplier multi-retailer inventory management system," *Annals of Operations Research*, 18 de enero de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s10479-023-05790-9>
- [3] J. Cegarra Sánchez, *Metodología de la investigación científica y tecnológica*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos, 2004.
- [4] López-Santos, J., Méndez, R. y Torres, C. (2023). "Optimización de inventarios en clínicas veterinarias: Un análisis de costos y demanda". *Revista de Gestión Empresarial y Sostenibilidad*.
- [5] K. Kumar y M. Kurni, *Design Thinking: A Forefront Insight*. Routledge, 2022.
- [6] C. Wrigley y G. Mosely, *Design Thinking Pedagogy: Facilitating Innovation and Impact in Tertiary Education*, 1st ed. London: Routledge, 2022. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.4324/9781003006176>.
- [7] N. R. Tague, *The Quality Toolbox*, 2nd ed. Milwaukee, WI: ASQ Quality Press, 2005.
- [8] Kent, H., Kiyamaz, H., & Filbeck, G. (2021). *Equity Markets, Valuation, and Analysis*. Reino Unido: Wiley.
- [9] Ella, A., Jaiswal, A., & Kumar, P. (2024). *Innovative Computing and Communications: Proceedings of ICICC 2024, Volume 4*. (2024). Singapore: Springer Nature Singapore.
- [10] Ararat, J., & Ayala, O. (2024). *Implementación NTC 6001:2017 en las mypes en Colombia*. Bogotá: Ediciones de la U.
- [11] O. Serrat, "The Five Whys Technique," *Knowledge Solutions*, pp. 307–310, 2017. [En línea]. Disponible en: https://doi.org/10.1007/978-981-10-0983-9_32
- [12] S. G. Isaksen y J. P. Gaulin, "A Reexamination of Brainstorming Research: Implications for Research and Practice," *Gifted Child Quarterly*, vol. 49, n.º 4, pp. 315–329, 2005. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.1177/001698620504900405>
- [13] A. O. Jain, A. B. Lad, y D. R. Tandel, "The Kaizen Philosophy for Industries: A Review Paper," *International Journal of Engineering Research and Applications*, vol. 5, n.º 11, pp. 30–37, noviembre 2015.
- [14] Thomsett, M. (2015). *Getting Started in Stock Analysis, Illustrated Edition*. Singapur: Wiley
- [15] C. J. Vidal Holguín, *Fundamentos de control y gestión de inventarios*. Cali: Programa Editorial Universidad del Valle, 2017.