



**UNIVERSIDAD
DEL AZUAY**

UNIVERSIDAD DEL AZUAY

DEPARTAMENTO DE POSGRADO

MAESTRIA EN GESTIÓN DE MANTENIMIENTO

Sistema de gestión de inventario para el área de servicio automotriz de un concesionario.

Trabajo de graduación previo a la obtención del título de:

MAGISTER EN GESTIÓN DE MANTENIMIENTO

Autor:

MIGUEL LEONARDO SANCHEZ RAMIREZ

Director:

FRANCISCO TORRES

CUENCA-ECUADOR

2019

Dedicatoria:

A Dios quien guía mis pasos, y me lleva por el camino correcto.

A mis padres Leonardo y Blanca, por ser ejemplo de constancia y trabajo

A mis hermanos Alejandrina y David, por darme su apoyo, aliento y cariño.

**Y de manera muy especial a mi esposa Lourdes, quien es el pilar fundamental en mi vida,
que con su amor y dedicación me supo demostrar todo su apoyo.**

Agradecimiento:

A Dios por darme la salud, por iluminar mi mente y mi alma para culminar esta meta

A la Universidad del Azuay por el apoyo en la realización de esta meta

A mi tutor Francisco Torres por apoyo y acompañamiento

A los profesores de la maestría por brindarnos su conocimiento y apoyo

INDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
INDICE DE CONTENIDOS.....	iv
INDICE DE FIGURAS.....	v
INDICE DE TABLAS.....	vi
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT.....	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. FUNDAMENTO TEÓRICO.....	1
III. MATERIALES Y METODOS.....	3
IV. RESULTADOS.....	8
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	8
VI. BIBLIOGRAFÍA.....	9

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.- Diagrama de procesos con ciclo, para mantenimiento de inventarios.....	3
Figura 2.- Esquema de fases de estudio.....	3
Figura 3.- Cuadro del método de eficiencia en compras.....	3
Figura 4.- Análisis del concepto de demanda.....	4
Figura 5.- Análisis del concepto de demanda con variación.....	4
Figura 6.- Tiempo de entrega de aprovisionamiento.....	4
Figura 7.- Cuadro de frecuencias de ventas.....	4
Figura 8.- Cuadro de ventas.....	5
Figura 9.- Pronóstico de demanda.....	6
Figura 10.- Características de la clasificación ABC	7
Figura 11.- Diagrama de Pareto.....	7
Figura 12.- Esquema jerárquico del departamento de repuestos.....	7
Figura 13.- Desglose de las actividades de la planeación y gestión de inventario.....	8
Figura 14.- Responsabilidades del Jefe de Taller	8

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro I.- Unidades vendidas por mes plato de embrague	6
Cuadro II.- Pronóstico para el abastecimiento de existencias	6
Cuadro III.- Cuadro resumen del análisis de Pareto	7

Sistema de gestión de inventario para el área de servicio automotriz de un concesionario.

RESUMEN

El contenido de este documento presenta el diseño de un sistema de gestión de inventarios para un concesionario automotriz.

El estudio de la literatura existente como conceptos definiciones de autores e investigaciones respecto a la gestión de inventarios. Se analiza un modelo de gestión integral que engloba la reposición de las existencias, control del stock, inventario de seguridad y la designación de responsabilidades al líder de la operación para el manejo adecuado y eficiente del inventario

Se aplica el modelo de Holt-Winters, para el pronóstico de la demanda y su análisis para la reposición del periodo establecido. Se aplica el análisis ABC como método de control, para dar un tratamiento preferencial a cada clasificación para su gestión y venta. Se logra integrar modelos y métodos para lograr una gestión integral.

Index Terms- Análisis ABC, inventario, pronóstico, modelo Holt-Winter, punto de pedido, demanda, frecuencia, stock, existencias.

Inventory management system for a dealership automotive service

ABSTRACT

The content of this document presents the design of an inventory management system for an automotive dealer. The study of the existing literature as concepts definitions of authors and investigations regarding inventory management. An integral management model that includes the replacement of stocks, stock control, safety inventory and the designation of responsibilities to the operation leader for the proper and efficient management of the inventory was applied in this study. The Holt-Winters model was applied to forecast the demand and its analysis for the replacement of the established period. An ABC analysis was also applied as a control method, to give preferential treatment to each classification for its management and sale. Models and methods are integrated to achieve comprehensive management.

Index Terms- ABC analysis, inventory, forecast, Holt-Winter model, order point, demand, frequency, stock, stocks.



Translated by



Miguel Sánchez

Sistema de gestión de inventario para el área de servicio automotriz de un concesionario.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad el manejo correcto del inventario representa la permanencia de una empresa en el mercado, el mantener un stock adecuado, evitar la obsolescencia, cuidar la inflación de los costos y ser competitivos, son algunos de los factores que involucra la administración del inventario y a su vez la salud financiera de una empresa.

Las empresas que logran elevar y madurar su nivel de gestión, tienen sin duda la ventaja competitiva en el segmento de mercado que se desarrollan.

Para ser competitivo, es conveniente que la gestión del inventario de repuestos se efectúe por medio de procedimientos y políticas que vayan de la mano con las necesidades de los clientes internos y externos. Siendo así, que el valor fundamental que gobierna las operaciones del departamento de repuestos, es ofrecer el mejor servicio de logística a los clientes a un costo mínimo, adicionando a esto la entrega oportuna para ganar su confianza y una excelente retención de clientes.

Actualmente en el mercado automotriz la competencia, hace cada vez más difícil el crecimiento sostenible, por ello, buscar las técnicas, modelos, y procesos para la gestión y manejo del departamento de repuestos se vuelve prioridad para las empresas.

La gestión del inventario en las bodegas que manejan repuestos automotrices, es fundamental al momento de mantener la operación de postventa dentro del centro de servicio y brindar el respaldo a los clientes.

El objetivo del estudio plantea el diseño de un sistema de gestión para el área de servicio automotriz de un concesionario, en el contexto de lo anteriormente expuesto, en el desarrollo del artículo se realiza el análisis de los tiempos de entrega del principal proveedor, para la realización de pedidos con un margen reducido de tiempo, la selección de un modelo de abastecimientos, para el pronóstico de la demanda, evitando el desabastecimiento, la paralización de las operaciones y la negativa de los clientes.

Como modelo de control, el estudio del análisis ABC, para el tratamiento diferenciado de todas las existencias que componen el inventario. Aplicando las técnicas mencionadas se identifican las falencias del actual manejo de la gestión en el área de repuestos. Así queda establecido que la definición de políticas de inventario en sistemas reales, requiere de la integración y adaptación de diferentes modelos y métodos para ser eficientes.

Sistema de gestión de inventario para el área de servicio automotriz de un concesionario.

Miguel Leonardo Sánchez Ramírez.

Departamento de Posgrado
Universidad del Azuay
Miguel110688@hotmail.com

Resumen- El contenido de este documento presenta el diseño de un sistema de gestión de inventarios para un concesionario automotriz.

El estudio de la literatura existente como conceptos definiciones de autores e investigaciones respecto a la gestión de inventarios. Se analiza un modelo de gestión integral que engloba la reposición de las existencias, control del stock, inventario de seguridad y la designación de responsabilidades al líder de la operación para el manejo adecuado y eficiente del inventario

Se aplica el modelo de Holt-Winters, para el pronóstico de la demanda y su análisis para la reposición del periodo establecido. Se aplica el análisis ABC como método de control, para dar un tratamiento preferencial a cada clasificación para su gestión y venta. Se logra integrar modelos y métodos para lograr una gestión integral.

Index Terms- Analisis ABC, inventario, pronóstico, modelo Holt-Winter, punto de pedido, demanda, frecuencia, stock, existencias.

I. INTRODUCCIÓN.

En la actualidad el manejo correcto del inventario representa la permanencia de una empresa en el mercado, el mantener un stock adecuado, evitar la obsolescencia, cuidar la inflación de los costos y ser competitivos, son algunos de los factores que involucra la administración del inventario y a su vez la salud financiera de una empresa.

Las empresas que logran elevar y madurar su nivel de gestión, tienen sin duda la ventaja competitiva en el segmento de mercado que se desarrollan.

Para ser competitivo, es conveniente que la gestión del inventario de repuestos se efectúe por medio de procedimientos y políticas que vayan de la mano con las necesidades de los clientes internos y externos. Siendo así, que el valor fundamental que gobierna las operaciones del departamento de repuestos, es ofrecer el mejor servicio de logística a los clientes a un costo mínimo, adicionando a esto la entrega oportuna para ganar su confianza y una excelente retención de clientes.

Actualmente en el mercado automotriz la competencia, hace cada vez más difícil el crecimiento sostenible, por ello, buscar las técnicas, modelos, y procesos para la gestión y manejo del departamento de repuestos se vuelve prioridad para las empresas.

La gestión del inventario en las bodegas que manejan repuestos automotrices, es fundamental al momento de

mantener la operación de postventa dentro del centro de servicio y brindar el respaldo a los clientes.

El objetivo del estudio plantea el diseño de un sistema de gestión para el área de servicio automotriz de un concesionario, en el contexto de lo anteriormente expuesto, en el desarrollo del artículo se realiza el análisis de los tiempos de entrega del principal proveedor, para la realización de pedidos con un margen reducido de tiempo, la selección de un modelo de abastecimientos, para el pronóstico de la demanda, evitando el desabastecimiento, la paralización de las operaciones y la negativa de los clientes.

Como modelo de control, el estudio del análisis ABC, para el tratamiento diferenciado de todas las existencias que componen el inventario. Aplicando las técnicas mencionadas se identifican las falencias del actual manejo de la gestión en el área de repuestos. Así queda establecido que la definición de políticas de inventario en sistemas reales, requiere de la integración y adaptación de diferentes modelos y métodos para ser eficientes.

II. FUNDAMENTO TEÓRICO.

En los actuales momentos manejar una buena logística, se transforma en la ventaja competitiva que buscan las empresas dentro de su desarrollo, donde pueden surgir grandes oportunidades de rentabilidad [1].

La relevancia e importancia que ha tomado la logística y su gestión en las organizaciones, al ser una herramienta integradora dentro de las mismas, se considera un elemento clave para el mejoramiento de la rentabilidad de las empresas; por lo tanto, el dominio de la logística abarca el servicio al cliente, gestión de inventario, transporte, almacenamiento, sistemas de información y consideraciones en el tamaño de lote [2]. En las empresas, los inventarios son parte fundamental en la cadena de abastecimiento de las mismas, sea en el sector comercial, industrial o de servicio. Siempre se encuentran manejando diferentes líneas, ya sea materias primas, productos terminados, refacciones, insumos o componentes, que ingresan y se mantienen en el inventario de las empresas en mayor o menor volumen [1]. El control y la administración adecuada de los inventarios, siempre han sido retos para las personas que se encuentran a cargo. Las causas fundamentales que originan la necesidad del mantenimiento de inventarios, en cualquier empresa, son las fluctuaciones aleatorias de la demanda y de los tiempos de reposición (conocido también con el término en inglés *Lead Times*) [3].

Al acoger un sistema de gestión en función de las operaciones que la integran y las necesidades de la empresa, se establece objetivos de gestión de stocks, el cual requiere políticas que van orientados a establecer prioridades competitivas; mismas que alcanza su ventaja cuando ha superado a sus competidores en varias características como son: costos, tiempos de entrega, nivel de servicio entre otras [4]. La gestión del inventario en las bodegas que manejan refacciones automotrices es relevante al momento de mantener la operación de postventa dentro del centro de servicio y brindar el respaldo a los clientes al momento que adquieren un vehículo. La razón de ser del departamento de repuestos es garantizar el servicio en el suministro de refacciones automotrices, para la ejecución de forma oportuna de los programas de mantenimiento y colisiones previstos en vehículos que ingresan al centro de servicio [5]. Dentro de este contexto, el controlar todos los niveles del inventario considerando la significativa inversión que representa dentro de la empresa, hace pensar que el mal manejo puede convertirse en un problema que afectaría seriamente la salud financiera de la misma [6]. Las operaciones se encuentran ligadas a la adquisición de las refacciones y el departamento responsable de venderlos, almacenarlos y entregarlos a los clientes; por lo tanto se puede mencionar que todas las operaciones que realiza el departamento de repuestos, proveen la función de conexión entre el distribuidor y el cliente; Sin embargo, para poder lograr toda la gestión y la visión que se conceptualiza, se debe llegar a los principios que enmarca la razón de la dinámica del movimiento de refacciones, dentro de una empresa automotriz enfocada al servicio postventa. Estos principios permiten a las empresas el incremento de las utilidades y el sentido en la misión como departamento; Se establecen dos segmentos con el objetivo de obtener ventas, retención y la fidelización de los clientes. En la guía Estándares de operación de postventa del concesionario nos menciona dos segmentos para analizar [5] :

Segmento 1.- Para los clientes

Basados en el principio de las 3Qs para nuestros clientes.

- Mercancía de alta calidad (Quality).
- Cantidad correcta (Quantity).
- Rapidez y eficiencia (Quickness).

Segmento 2.- Para la operación de la empresa

Se determina los principios que darán la eficiencia operacional del manejo y la distribución física dentro de las bodegas de repuestos.

- Cantidad adecuada de inventario.
- Eliminar pérdidas causado por inventario obsoleto.
- Reducir gastos de entrega.

Con el crecimiento del mercado de repuestos automotrices cabe recalcar que los factores que pueden incidir en la demanda de piezas y pronosticar este incremento o decremento se vuelve cada vez más complejo. En primer lugar, periódicamente en el mercado se inyectan cada vez más tipos de diferentes piezas de automóviles, lo cual hace que la demanda sea incierta. En segundo lugar, los factores exteriores que afectan la demanda, como las economías de los países, impuestos, restricciones en políticas de

importación, factores que son muy complejos y hacen que la demanda fluctúe notablemente; por tal razón los sistemas de gestión de inventarios adoptados por las empresas deben ser capaces de absorber las diferentes alteraciones de las condiciones de previsión [7].

Todo empieza cuando el cliente interno o externo solicita repuestos, con base a esta demanda los concesionarios abastecen sus inventarios. Considerando, que si un concesionario solicita una cantidad mayor de la que necesita, esto es contraproducente y tiene un impacto en toda la cadena de distribución, ya que el proveedor no está preparado y no podrá dar soporte de repuestos [5]. Lo importante es conocer la demanda real promedio, para evitar realizar pedidos con cantidades que no representan la demanda actual y que seguramente caerá como solicitudes pendientes de producción o llamado también *back order*.

Según [8], las cantidades de pedido generan un impacto significativo en las decisiones donde se coordina la reposición del inventario y la eficiencia de la cadena de distribución.

Moshrefi [10] propone un modelo para el aprovisionamiento integrado vendedor-comprador, en comparación con los modelos tradicionales, llegando a consolidar un modelo lineal con restricciones no lineales, analizando demanda, ventas perdidas, periodo de escasez, retrasos, tomado en cuenta que a medida que se aproxima a la finalización del periodo de escasez, aparece el fenómeno de impaciencia del cliente el cual se intensifica, este modelo contrarresta el tiempo de espera los clientes. Establecer la variable óptima de decisión, con algoritmos basados en relaciones matemáticas llegando a determinar, que una política de inventario actual e integrado genera más utilidad que las políticas tradicionales aplicadas.

Según Samak-Kulkarni, [11], en su investigación indica que, en la mayoría de las industrias de escala media, la demanda es incierta y difícil de pronosticar. Por lo tanto, abastecerse en cantidades correctas en el momento correcto es siempre trae dificultades, el análisis de un modelo que se ajuste a las necesidades de la empresa y poder determinar las políticas de pedidos que minimice el costo total del inventario, siempre será la meta a alcanzar. Es por eso que considera varios modelos como son: cantidad de orden periódica, cantidad de orden económico menor coste total, menor coste de período, menor coste unitario, algoritmo de Wagner-Whitin, Sumado a esto se evidencia la importancia del análisis del comportamiento de la demanda para evitar falencias dentro de la cadena de suministro.

Ferbar [12], en su trabajo de investigación propone la optimización de modelo al seleccionar los parámetros iniciales y de suavizado de la curva, para obtener un mejor ajuste a los datos, cuando las previsiones calculadas se utilizan en un método para optimizar simultáneamente la previsión de la demanda y generando una política de control de las existencias. Prieto et al [9] estudiaron el caso de una empresa de lubricantes donde realizan los análisis utilizando el método Holt con corrección por tendencia para analizar la proyección de la demanda.

Siguiendo la misma línea Arango et al [14] este artículo expone un modelo de abastecimiento que parte del método de Holt-Winters. Las existencias se clasifican según sus volúmenes en ventas y establece niveles de servicio

diferenciales donde aplica un sistema de inventarios por demanda probabilístico que incrementa el valor obtenido con el pronóstico de ventas en tantas desviaciones estándar como las que correspondan a la probabilidad relacionada con el nivel de servicio establecido en su política, además concluye que los modelos tradicionales como el Lote Económico de pedido son cada vez revaluados, teniendo en cuenta que almacenar es cada vez más riesgoso y oneroso para las organizaciones.

Sabater [4], en su libro analiza conceptos adyacentes al tema de gestión de inventarios, tomado en cuenta conceptos básicos como la clasificación de la demanda, el aprovisionamiento, la clasificación de los inventarios, el análisis de la herramienta ABC como método de control y finaliza con reflexiones sobre las políticas de gestión de inventarios enfocado al servicio al cliente.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

Para el análisis y desarrollo del proyecto Sistema de gestión de inventario para el área de servicio automotriz de un concesionario, cabe mencionar que nace de la necesidad del departamento de repuestos generar un modelo de gestión acorde a las necesidades de la empresa que permita tener un mantenimiento del inventario en niveles adecuados a la demanda presentada, se realizó las siguiente actividades: a) Analizar los tiempos de entrega del principal proveedor, para la realización de pedidos con un margen reducido de tiempo, b) Aplicar la metodología ABC dentro del análisis del stock de repuestos para las solicitudes repuestos, c) Proponer procesos para el manejo control y responsabilidades dentro del departamento de repuestos.

En el desarrollo de este trabajo se identifica que la empresa no posee un sistema de gestión de inventarios, se improvisa en la reposición cada que se agotan las existencias, con diferentes proveedores, no se tiene un control del stock, ni se han generado políticas para guiar sus operaciones.

Sabater [4], en su libro analiza conceptos adyacentes al tema de gestión de inventarios, tomado en cuenta conceptos básicos como la clasificación de la demanda, el aprovisionamiento, la clasificación de los inventarios, el análisis de la herramienta ABC como método de control y finaliza con reflexiones sobre las políticas de gestión de inventarios enfocado al servicio al cliente. (Figura 1)



Fig. 1. Diagrama de procesos con ciclo, para mantenimiento de inventarios

En la propuesta de Políticas de inventario presentada por Prieto [9], realiza el cuadro de fases de estudio. Figura 2 donde esquematiza de forma clara las actividades a realizar para lograr los objetivos planteados, el contenido se encuentra adaptado al estudio presentado en este trabajo.

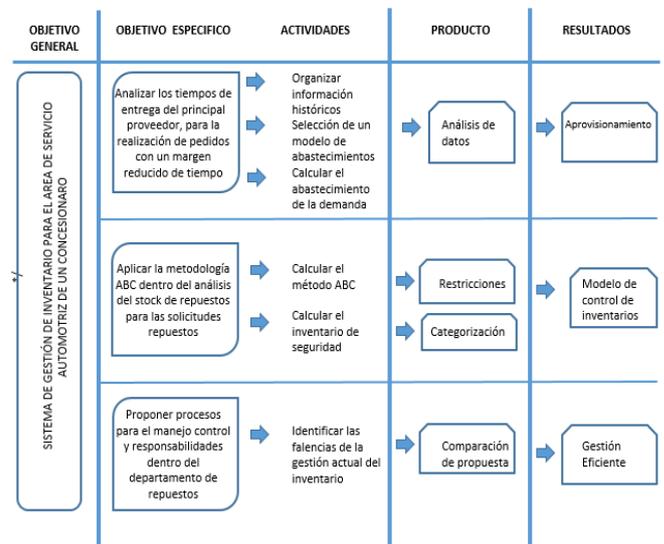


Fig. 2. Esquema de fases de estudio

La metodología “Eficiencia en Compras” [15], comprende una serie de pasos a realizar, para lograr como resultado el punto de pedido, en el cual se encuentra el análisis de tiempos y repuestos a solicitar. En la Figura 3 se muestra el esquema de la metodología aplicada en esta investigación. Se tiene como resultado final el consolidado de existencias a comprar con sus respectivas cantidades, esto se logra mediante el modelo de Holt-Winter.



Fig. 3. Cuadro del método de eficiencia en compras.

Se lleva a cabo la aplicación del método eficiencia de compras como una parte del sistema de gestión que se desarrolla en esta investigación. Se analizan los conceptos y su aplicabilidad dentro del método propuesto.

- Concepto de demanda

Sabater [4], considera la demanda independiente la que está restringida por las decisiones de los clientes que no pueden ser anticipadas. La demanda se puede establecer mediante la revisión de la frecuencia de las ventas mes a mes, para establecer un promedio, sin embargo, hay que tomar en cuenta las desviaciones que pueden ocurrir en un mes determinado y que puede causar la variación del número de piezas que se requiere, para cubrir la demanda real.

El cálculo para realizar el análisis de la demanda, analiza el criterio de exclusión de los meses donde la demanda del producto está muy por encima o muy por debajo del resto de los meses involucrados en el cálculo.

Se aplica para el caso de estudio en este documento ejemplo de casos de algunas existencias para su representación y posterior explicación de la aplicación del sistema de gestión. En el caso 1, Figura 4 no existe una variación considerable en la venta del Artículo 1 por mes, por lo que el promedio de artículos mensuales es de 10, esto es el resultado de sumar 10, 8, 11, 9, y dividirlo para 4 que es el número de meses que se vendió el artículo.

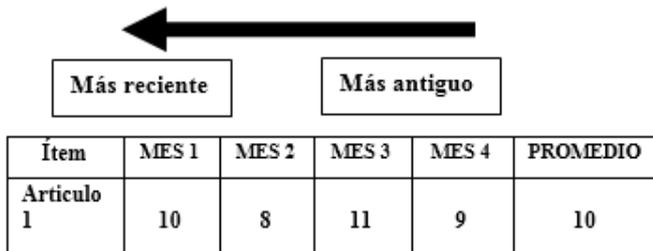


Fig. 4. Análisis del concepto de demanda

En el caso 2, Figura 5 tenemos una variación considerable por encima de la venta promedio de todos los artículos, si observamos el Artículo 4 tiene una venta de 90 unidades el cual queda excluido del cálculo, por lo que el promedio de artículos mensuales es de 25. Esto como resultado de sumar 25, 21, 28, y dividirlo para 3.

Estos análisis son necesarios para evitar comprar más o menos de lo necesario, se observa que al comparar el promedio sin exclusión y con exclusión, se tiene una variación de 31 artículos, lo que significa que la variación que afectará nuestro punto de pedido.

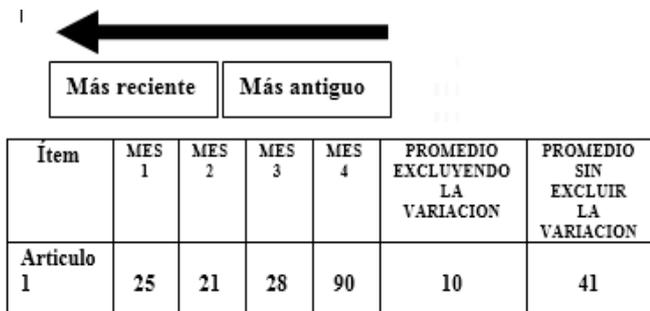


Fig. 5. Análisis del concepto de demanda con variación

- Tiempo de entrega

Sabater [4], considera que el tiempo de entrega es aquel que se establece desde el aprovisionamiento de la materia prima (fabricante) hasta la entrega del producto al cliente, menos el tiempo de ciclo de cliente (Figura 6).



Fig. 6. Tiempo de entrega de aprovisionamiento

El tiempo estimado de llegada de los pedidos de repuestos establecido por el fabricante tomando en consideración el tiempo de producción, la duración del transporte marítimo, la colocación del pedido en puerto y la nacionalización de la mercadería se encuentra acordado por la empresa y el fabricante un lapso de 45 días.

- Frecuencia de ventas

Según [15], el estudio de la frecuencia de ventas se debe tomar en cuenta la diferencia con la demanda; aclarando que la demanda solo evalúa la cantidad vendida y la frecuencia evalúa solo si hubo ventas o no en el periodo de estudio determinado.

En la Figura 7 toma en cuenta dos consideraciones para determinar que artículos se deben considerar en el pedido. Se inicia con el estudio de 6 últimos meses, se observa la frecuencia de los artículos que se han vendido en este periodo, si observamos el artículo 9, 8, 7, 6 tienen ventas en al menos 3 ventas en los últimos 6 meses de estudio (se encuentran con fondo naranja). El segundo requisito es el artículo que tenga ventas en al menos los 3 últimos meses, por lo tanto, los artículos que cumplen estos requisitos son los artículos 6, 7, 8 (se encuentran de contorno verde), estos artículos se recomiendan ser almacenados, los artículos que no cumplen esta condición se restringe su reposición.

Artículo	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Frecuencia
Artículo 6	SI	SI	SI	SI	SI	NO	5
	MAS RECIENTE			MAS ANTIGUA			
Artículo 7	SI	SI	SI	SI	NO	NO	4
	MAS RECIENTE			MAS ANTIGUA			
Artículo 8	NO	NO	SI	NO	SI	SI	3
	MAS RECIENTE			MAS ANTIGUA			
Artículo 9	NO	NO	NO	SI	SI	SI	3
	MAS RECIENTE			MAS ANTIGUA			
Artículo 10	SI	SI	NO	NO	NO	NO	2
	MAS RECIENTE			MAS ANTIGUA			
Artículo 11	NO	NO	NO	NO	NO	SI	1

Fig. 7. Cuadro de frecuencias de ventas

- Inventario de seguridad

Según [5] el inventario de seguridad dentro de los concesionarios representa un colchón el cual sirve para mantener y cuidar la operación tanto de talleres como de la venta de mostrador, este inventario tiene la finalidad de absorber todas las irregularidades que no están estimadas en la gestión de repuestos

Para calcular el inventario de seguridad I_s se detalla a continuación el cálculo.

En la Figura. 8 se muestra el cuadro con el número de ventas del artículo 2 por un periodo de 4 meses.

Ítem	Mes1	Mes 2	Mes 3	Mes4
Artículo 2	25	30	22	27

Fig. 8. Cuadro de ventas

La fórmula para encontrar el inventario de seguridad está dada por:

$$I_s = 2,33 \times \sqrt{(\text{tiempo de entrega}/30) \times (\text{desviación estandar})^2} \quad (1)$$

Donde:

- **I_s** = Inventario de Seguridad
- **2,33** = constante
- **Tiempo de entrega** = el tiempo promedio de entrega de los repuestos del principal proveedor
- **Desviación estándar** = medida de dispersión

Ahora bien, para poder completar la fórmula del inventario de seguridad se debe encontrar la desviación estándar.

La fórmula de la desviación estándar está dada por:

$$Dp = \sqrt{\frac{\sum |x - u|^2}{N}} \quad (2)$$

Donde:

Σ = Sumatoria

X= Conjunto datos de la cantidad de ventas por cada mes

μ = Promedio de conjunto de datos

N= Número de datos

Para el cálculo de la desviación estándar se calcula μ , que es el promedio simple del conjunto de datos.

Esto es, la sumatoria de la cantidad de artículos vendidos en cada mes y dividido para el número de meses (Figura 8)

$$\mu = \frac{25 + 30 + 22 + 27}{4}$$

$$\mu = 26$$

Luego la sumatoria del conjunto de datos (x), menos el promedio simple (μ), Aplicándolo a la sumatoria de la fórmula (2), tenemos:

$$\sum |x - u|^2$$

$$|25 - 26|^2 = 1^2 = 1$$

$$|30 - 26|^2 = 4^2 = 16$$

$$|22 - 26|^2 = 4^2 = 16$$

$$|27 - 26|^2 = 1^2 = 1$$

Aplicando la formula (2) de la desviación estándar tenemos:

$$Dp = \sqrt{\frac{\sum |x - u|^2}{N}}$$

$$Dp = \sqrt{\frac{1 + 16 + 16 + 1}{4}}$$

$$Dp = 3$$

Luego de conocer la desviación estándar se aplica la formula (1), para encontrar el inventario de seguridad:

$$I_s = 2,33 \times \sqrt{(\text{tiempo de entrega}/30) \times (\text{desviación estandar})^2}$$

$$I_s = 2,33 \times \sqrt{(45/30) \times (3)^2}$$

$$I_s = 9$$

El resultado del inventario de seguridad se debe mantener en 9 unidades como mínimo, para evitar el desabastecimiento de los repuestos y absorber cualquier tipo de inconveniente que no se encuentra programado en el abastecimiento de repuestos desde fábrica.

III-A. APLICACIÓN DEL MODELO HOLT-WINTER

La empresa precisa conocer las cantidades a reponer de cada uno de sus artículos que comercializa.

El tener el stock suficiente que permita cubrir tanto la demanda de los clientes externos como internos (talleres de servicio postventa), con los menores costos de mantenimiento del inventario. El modelo Holt-Winters utiliza el suaviamiento exponencial, también conocido como una extensión del modelo de Holt. El modelo tiene características diferentes a otras técnicas puede adaptarse fácilmente a cambios tendencias, patrones estacionales, puede adaptarse a serie de tiempo con tendencia lineal, estacional o periódico.

Se espera como resultado obtener la cantidad adecuada para los siguientes periodos. El pronóstico de la demanda se calcula mediante el modelo de Holt-Winter.

El modelo se calcula aplicando las siguientes formulas:

$$A_t = \alpha \frac{Y_t}{S_{t-L}} + (1 - \alpha)(A_{t-1} + T_{t-1}) \quad (3)$$

$$T_t = \beta(A_t - A_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1} \quad (4)$$

$$S_t = \gamma \frac{Y_t}{A_t} + (1 - \gamma)S_{t-L} \quad (5)$$

$$Y_{t+p}' = (A_t + pT_t)S_{t-L+p} \quad (6)$$

Donde:

α = Constante de atenuación del promedio de los datos ($0 < \alpha < 1$).

β = Constante de atenuación de la estimación de tendencia ($0 < \beta < 1$).
 γ = Constante de atenuación de la estacionalidad ($0 < \gamma < 1$).
 A_t = Valor atenuado en el periodo t
 T_t = Estimación de la tendencia del periodo t
 S_t = Estimación de la estacionalidad del periodo t
 L = Longitud de la estacionalidad
 P = Número de periodos a pronosticar en el futuro

Para efectos del cálculo y demostración de la estructura del método, se toma en consideración como ejemplo un ítem, el cual tiene una cantidad importante de ventas en todos los meses.

PLATO DE EMBRAGUE	
Mes	Unidades vendidas
Enero	33
Febrero	28
Marzo	25
Abril	25
Mayo	37
Junio	24
Julio	30
Agosto	25
Septiembre	36
Octubre	28
Noviembre	27
Diciembre	27

Cuadro I
Unidades vendidas por mes plato de embrague

Los datos recopilados en el cuadro I, corresponde a las unidades vendidas en todo el año del repuesto, al aplicar las formulas del modelo de Holt-Winter, se obtiene dos curvas, la curva naranja que establece el comportamiento de la demanda a lo largo del año anterior de estudio, que finaliza en el mes 12, como se observa en la Figura 9, y la curva azul que se va ajustando al comportamiento y nos da el pronóstico para los meses del 13 al 16, que corresponden a los meses de enero, febrero, marzo y abril, del periodo que se va comenzar y necesita conocer las cantidades a reponer para esos meses.



Figura. 9. Pronóstico de demanda

En el cuadro II se encuentra la lista de las cantidades a reponer para el periodo enero-abril.

PLATO DE EMBRAGUE	
Mes	Unidades de reposición para el siguiente periodo
Enero	37
Febrero	27
Marzo	28
Abril	27

Cuadro II
Pronóstico para el abastecimiento de existencias

III-B. APLICACIÓN DEL MODELO ORDEN DE PEDIDO

- Orden de pedido

$$OP = \left(\frac{TE}{30}\right) \times \mu(M4) + Is \quad (7)$$

Donde:

TE: tiempo de entrega

μ : Promedio de sumatoria simple de los últimos 4 meses

Is: Inventario de seguridad

$$OP = \left(\frac{45}{30}\right) \times 26 + 9$$

$$OP = 48 \text{ unidades}$$

Como resultado nos dan 48 unidades, este cálculo lo replicamos en toda la base

III-C. APLICACIÓN DE LA METODOLOGIA ABC, COMO METODO DE CONTROL DE INVENTARIO.

Según [5], el análisis ABC el objetivo del estudio de este método es aumentar las políticas adaptadas en la empresa porque permite canalizar más recursos en áreas donde se produce efecto mayor. Y con ello maximizar los recursos en cada unidad marginal. Este método se encuentra basado en la regla de Pareto, al momento de analizar cantidades de datos importantes la distribución de la mayor parte de los parámetros está distribuida de manera irregular. Este análisis se basa en clasificar los artículos del inventario según su importancia relativa (consumo o existencias fundamentalmente).

El proceso para realizar un análisis ABC es el siguiente:

- Seleccionar un criterio (ventas/uso) basado en niveles de importancia
- Clasificar los productos del inventario de acuerdo a este criterio
- Calcular las ventas o uso acumulados para todos los productos
- Clasificar los productos en grupos A, B, C según su importancia y los factores cualitativos.

- Asignar niveles de inventario y espacio en almacén para cada producto.

Según el proceso se puede realizar con base al valor anual de las ventas de cada ítem, ordenado por porcentaje de mayor a menor, de acuerdo con el orden secuencial dado por la utilización de cada ítem, según la Figura 10, se detalla la clasificación para la aplicación dentro del inventario manejado, identificando como tipo A los más importantes que representan la mayor cantidad de ventas para la empresa y que son una cantidad bastante reducida de repuestos.

Tipo B, que representan el volumen de ventas considerables y que son importantes, y tipo C donde se encuentran la mayor cantidad de ítems, que han quedado rezagados de la rotación de inventario por lo que tienen un bajo nivel de rotación y han quedado como obsoletos.

Características	
• Ítems clase A	<ul style="list-style-type: none"> • Los más importantes • Pocos ítems • El mayor porcentaje del volumen de ventas (en \$).
• Ítems clase B	<ul style="list-style-type: none"> • Ítems importantes • Volumen de ventas (en \$) considerable
• Ítems clase C	<ul style="list-style-type: none"> • Muchos ítems • Bajo volumen de ventas (en \$), pocos o ítems de muy bajo valor unitario

Fig. 10 Características de la clasificación ABC

	ZONA	N. DE ARTICULOS	%ARTICULOS	%ACTUAL	%INVERSION	%INV. ACUMULAD
0-80%	A	141	22%	22%	79,9996%	79,9996%
80-95%	B	169	27%	49%	14,9769%	94,9766%
95-100%	C	317	51%	100%	5,0234%	100,0000%
	TOTAL	627	100%		100,0000%	

Cuadro III
Cuadro resumen del análisis de pareto.

En el cuadro III, se resume el análisis de pareto con la sumatoria de los valores acumulados de las zonas A, B, C, que corresponde al siguiente análisis:

La zona A tiene en existencias 141 repuestos que representa el 22% de total del stock y constituye el 79.9% de la inversión.

La zona B tiene en existencias 169 repuestos que representa el 27% del total del stock y constituye el 14.97% de la inversión.

La zona C tiene en existencias 317 repuestos que representa el 51% del total del stock y constituye el 5% de la inversión

La Figura 11, muestra el diagrama de pareto, se identifican cuales son las causas del 80% de nuestras consecuencias, en este caso se toma la inversión y todo gira en torno a la misma.

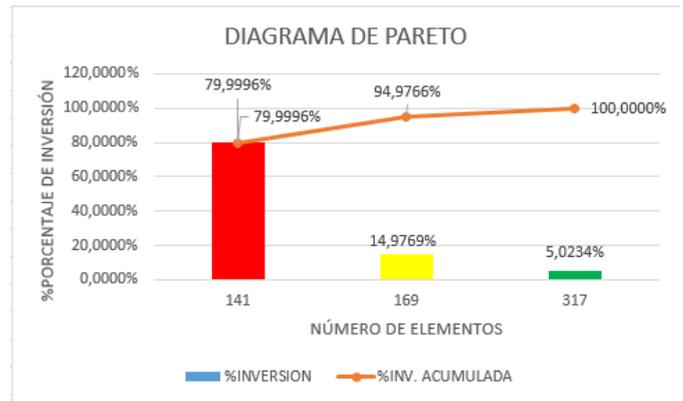


Fig. 11. Diagrama de Pareto

III-D. PROPUESTA DE PROCESOS PARA EL MANEJO, CONTROL Y RESPONSABILIDADES EN EL DEPARTAMENTO DE REPUESTOS.

Según [16] un gran número de personas han formado parte de empresas bien o mal organizadas. La organización de una empresa es un armazón, particular y armónico de unidades que mantienen una disposición independiente. La estructura de la organización tiene el objetivo de realizar funciones y actividades con el objetivo de cumplir las obligaciones y deberes de los componentes sociales de la organización. El esquema de esta estructura, donde se delegan funciones responsabilidades, se establecen los niveles jerárquicos. Para realizar las funciones y alcanzar los objetivos se realiza la fragmentación del mercado y de esta forma se crean las distintas unidades organizadas. La organización es fundamental para realizar los procesos de control, comparación y mejoramiento, para cumplir los objetivos de la organización. La Figura 12 muestra el cuadro jerárquico de organización del personal que integra el departamento de repuestos.

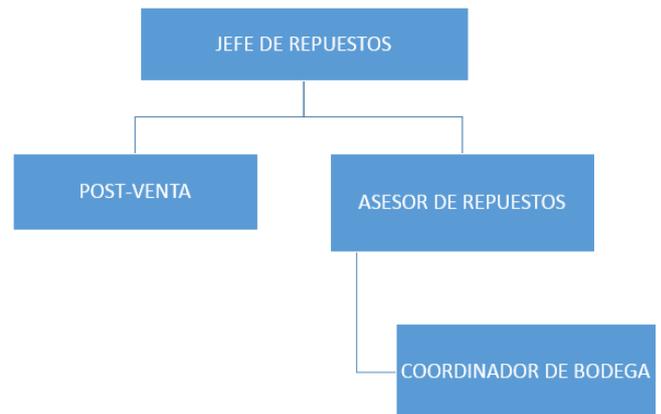


Fig. 12. Esquema jerárquico del departamento de repuestos

Dentro de esta propuesta se desglosa de la planeación y gestión de inventarios nacionales (marcado en recuadro rojo), Figura 13 los modelos y los métodos presentados en el presente trabajo. La Figura 14 muestra la propuesta planteada de las responsabilidades del jefe de repuestos para mantener la operación, el cumplimiento, y la organización del departamento repuestos y alcanzar los objetivos mensuales demandados.

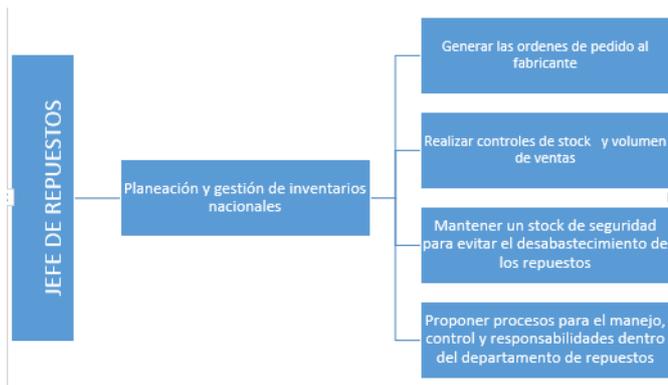


Fig. 13. Desglose de las actividades de la planeación y gestión de inventario



Fig. 14. Responsabilidades del Jefe de Taller

IV. RESULTADOS

De manera preliminar para el análisis de resultados se puede considerar la Figura 9 donde se aplica el método de Holt-Winter con un error de 3.7%, que es un error aceptable y confirma la aplicación correcta del modelo, se observa la curva de la demanda real (color naranja), y la curva (color azul) que es el pronóstico de la demanda para los 4 primeros meses del siguiente periodo en 37, 28, 28, 27 unidades respectivamente, su reposición se considera en el lapso de 4 meses, Tanto el método de Holt-Winter, como el de Orden de Pedido convergen en las cantidades a solicitar 48 unidades con el método de Orden de Pedido y 50 en el método de Holt-Winter con un error del 3,7% como se lo indicó anteriormente, los dos modelos expuestos.

Si comparamos la gestión actual se identifica la falta procesos, políticas, criterios profesionales del manejo de pedidos de repuestos, se tiene sobre-stock de artículos sin rotación y faltantes de artículos con alta y media rotación.

Basado en la falencia de la gestión actual se recomienda el modelo de Holt-Winter, al tratar una demanda variable debido a que su comportamiento en el mercado presenta una tendencia lineal creciente y una aleatoriedad que obedece a la inestabilidad del abastecimiento de los stocks.

En el cuadro III del resumen del análisis del ABC, se puede observar que del ejemplo aplicado a 628 ítems que corresponde al total de una pequeña bodega de almacenaje, 141 artículos corresponden al 79,9 de la inversión, 169 artículos corresponden al 14,97% de inversión y 317 artículos, corresponden al 5,023% de la inversión, tomando estos resultados se concluye en tomar medidas y enfocar todos los recursos necesarios al inventario tipo A, ya que corresponde a la mayor parte de la inversión que se realiza por parte de la empresa y se requiere que mejore su rotación.

La propuesta de asignar de responsabilidades a los jefes de cada agencia para el control y gestión de stock, mejora el índice de desabastecimiento, reduce los costos por logística al evitar pedidos aéreos que encarece el costo de los repuestos, alinea al departamento para dar un giro al negocio y lograr objetivos planteados por parte de la directiva.

El ejecutar la gestión que presenta este documento mejora sin duda el control y la gestión, deja sentada la base para seguir desagregando más procesos y seguir retroalimentado la gestión en cualquier empresa que se alinee con este trabajo propuesto.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se puede identificar muchos factores como: la falta de análisis de pedidos, cantidad incorrectas solicitadas, demasiados pedidos vía aérea, el desorden, faltantes y sobrantes que debilitan la gestión de inventarios dentro de las empresas, la falta de control, el seguimiento y la gestión de obsolescencia, afectan mucho la salud financiera de las empresas.

En este trabajo se ha expuesto un modelo de gestión de inventarios con demanda incierta, aplicando pronósticos por el modelo de Holt-Winters, que pronostica las cantidades de reposición mediante el ajuste de la curva de pronóstico a la curva de real de demanda a lo largo del análisis de un año. Se usa una clasificación ABC por volumen de costos para identificar las áreas de repuestos que se tener mayor énfasis en su gestión de ventas y poder recuperar en el menor tiempo posible la inversión que representa el 80% del total del inventario una bodega donde se aplicó como ejemplo el análisis.

Se propuso la asignación de actividades que debe manejar el Jefe de repuestos para lograr una gestión controlada y eficiente.

La comprensión y el compromiso de las personas que forman parte del proceso para la gestión de repuestos y el cabal cumplimiento de los procesos es primordial dentro de la organización, se entenderá que es lo que se a empresa solicita al empleado para la consecución de objetivos alineados a su misión y visión empresarial.

La gestión del inventario no solo se basa en una técnica o método aplicado al análisis de reposiciones, se debe buscar varias modelos y métodos que se vayan adaptando a las realidades y necesidades de cada empresa y se complementen para lograr un sistema integrado, funcional adaptativo a

cualquier circunstancia externa que pueda afectar la gestión de inventarios.

Learning Editores, S. A. de C. V., una Compañía de Cengage Learning, Inc, 2012.

VI. BIBLIOGRAFÍA

- [1] L. A. Mora García, *Gestión Logística Integral*, Bogotá: Ecoe Ediciones, 2010.
- [2] L. E. Carretero y S. R. Ignacio, *Gestión de la Cadena de Suministro*, Madrid: Mc Graw-Hill/Interamericana de España, S.A.U., 2007.
- [3] C. Vidal, *Fundamentos de control y Gestión de inventarios*, Cali: Universidad del Valle, Programa Editorial, 2010.
- [4] J. P. García, M. Carboneras, J. M. Albarracín y J. J. García, *Gestión de stock de demanda independiente*, Valencia: Editorial de la UPV, 2004.
- [5] L. Nissan Motor CO., *Estanderes de Operación de Postventa del Concesionario*, Mexico: Global Aftersales Planning Departament , 2006.
- [6] M. Muller, *Fundamento de administración de inventarios*, México: Norma, 2006.
- [7] J. Gong, C. Lu y X. Liu, «Modelo de pronóstico de demanda de combinación de piezas de automóviles basado en peso variable no negativo,» *Springer, Berlin, Heidelberg*, vol. 279, pp. 1031-1032, 2014.
- [8] A. T. Parga-Prieto y J. A. Aranda-Pinilla, «“Políticas de inventario para demandas con tendencia y aleatoriedad. Caso comercializadora de lubricantes”,» *Inventum*, vol. 13, nº 24, pp. 50-57, 2018.
- [9] C. H. Glock, «The Joint economic lot size problem: A review,» *Internacional Journal of Production Economics*, vol. 135, nº 2, p. 671, 2012.
- [10] F. Moshrefi y M. R. Akbari Jokar, «An integrated vendor-buyer inventory model with partial backordering,» *Journal of Manufacturing Technology Management* , vol. 23, nº 7, pp. 869-884, 2012.
- [11] S. M. Samak-Kulkarni y N. R. Rajhans, «Determination of optimum inventory model for minimizing total inventory cost.,» *Procedia Engineering*, vol. 51, pp. 803-809, 2013.
- [12] L. Ferbar, «Joint optimisation of demand forecasting and stock control parameters,» *Int. J. Production Economics*, vol. 127, nº 17, pp. 173-179, 2010.
- [14] J. A. Arango Marin, J. A. Giraldo Garcia y O. D. Castrillón Gómez, «Gestión de compras e inventarios a partir de pronósticos Holt Winters y diferenciación de nivel de servicio por clasificación ABC,» *Scientia et Technica Año XVIII*, vol. 18, nº 4, pp. 743-747, 2013.
- [15] H. M. Company, «Entramamiento de postventa del concesionario,» Sao Pablo, 2019.
- [16] G. A. Slafer, «¿Cómo escribir un artículo científico?,» *Revista de Investigación en Educación*, vol. 6, pp. 124-132, 2009.
- [17] J. Rodríguez Valencia, *Cómo elaborar y usar los manuales administrativos*, Mexico, D.F.: Cengage