UCLV
Universidad Central
"Marta Abreu" de Las Villas

FIMI
Facultad de
Ingeniería Mecánica
e Industrial

Departamento de Ingeniería Industrial

TRABAJO DE DIPLOMA

Título:

"Propuesta de un sistema de gestión de inventario de revisión continua en la Unidad Empresarial de Base MONCAR Centro."

Autor: Adaily Candita González Cardenas

Tutores:

Dr.C. Roberto Cespón Castro

Ing. Rosley Roque Abella

Junio de 2019

Santa Clara

Copyright©UCLV

UCLV
Universidad Central
"Marta Abreu" de Las Villas

FIMI
Facultad de
Ingeniería Mecánica
e Industrial

Departament of Industrial Engeneering

DIPLOMA THESIS

Title:

"Design of an inventory management system for continuous rewiev in Unidad Empresarial de Base MONCAR Centro."

Author: Adaily Candita González Cardenas

Thesis Director:

Dr.C. Roberto Cespón Castro

Ing. Rosley Roque Abella

June, 2019

Santa Clara

Copyright©UCLV

Este documento es Propiedad Patrimonial de la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, y se encuentra depositado en los fondos de la Biblioteca Universitaria “Chiqui Gómez Lubian” subordinada a la Dirección de Información Científico Técnica de la mencionada casa de altos estudios.

Se autoriza su utilización bajo la licencia siguiente:

Atribución- No Comercial- Compartir Igual

Para cualquier información contacte con:

Dirección de Información Científico Técnica. Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas. Carretera a Camajuaní. Km 5½. Santa Clara. Villa Clara. Cuba. CP. 54 830

Teléfonos.: +53 01 42281503-1419

Pensamiento

La competitividad no depende ni del tamaño ni de los recursos: Depende de la iniciativa para la innovación. "

Jorge González Moore

Dedicatoria

Dedico este proyecto a mi familia y amigos, en especial a mi Madre y Hermano quienes me han apoyado incondicionalmente para llegar a donde estoy. Ellos han sido mi inspiración, y a ellos debo mi formación como persona.

Agradecimientos

A Dios por mostrarme el camino y permitirme cumplir esta meta tan importante en mi vida.

A mi Mamá Aidapor su apoyo, esfuerzo y sacrificio durante todos estos años.

A mi Hermano Adony quién ha sido mi ejemplo de disciplina y empeño.

A mi Papá Antonio por mostrarme el valor de la familia.

A mi tía Julia por sus consejos, paciencia y confianza.

A todos mis compañeros de la carrera, en especial a Gisy y Roci quienes han hecho de estos cinco años una gran aventura, y recordarme que si existen los buenos amigos.

A los compañeros de la UEB: MONCAR Centro, en especial a Rosley Roque quien me ayudó en el desarrollo de esta investigación.

A todos mis profesores, en especial a mi tutor Roberto Cespón por guiarme y demostrarme que si puedo.

A todos los que de una forma u otra han sido partícipes en el camino hacia mi formación como futura profesional,

Muchas gracias.

Resumen

RESUMEN

La correcta gestión de inventarios es un pilar importante dentro de la gestión de la cadena de suministros en de las empresas. La presente investigación trata sobre este tema, siendo su objeto de estudio práctico la UEB: MONCAR Centro en Santa Clara. Para ello se realizó una evaluación de la gestión de inventario actual, encontrándose como deficiencias: el incumplimiento en los plazos de entrega, inestabilidad en los surtidos, poca disponibilidad de insumos para realizar las reparaciones, etc. Para atenuar las mismas se realizó el diseño de un nuevo sistema que fue aplicado a uno de los productos que mayores ingresos genera y que presenta demanda menos variable, como son los neumáticos macizos 28x9.15.

Para ello el proyecto se organiza en dos capítulos. El primero constituye el respaldo científico de la investigación y en el segundo se muestra el desarrollo y los resultados del proyecto. Este último contiene la clasificación de los productos en el inventario aplicando la clasificación ABC –XYZ, el diseño de un sistema de inventario de revisión continua, su validación mediante la simulación de Montecarlo y la comparación con la gestión actual. El sistema propuesto resultó ser más eficiente que el que se desarrolla actualmente en cuanto a elementos como el nivel de servicio al cliente y costo total de la gestión.

Abstract

Abstract

The correct administration of inventories is an important pillar inside the administration of the chain of supplies in of the companies. The present investigation tries on this topic, being its object of practical study the UEB: MONCAR Center in Santa Clara. For he/she was carried out it an evaluation of the administration of current inventory, being as deficiencies: the nonfulfillment in the delivery terms, uncertainty in the selections, little readiness of inputs to carry out the repairs etc. to attenuate the same ones was carried out the design of a new system that was applied one of the products that bigger revenues generate and that it presents less variable demand, like they are the solid tires 28x9.15.

For it the project is organized in two chapters. The first one constitutes the scientific back of the investigation and in the second it is shown the development and the results of the project. This last one contains the classification of the products in the inventory applying the classification ABC - XYZ, the design of a system of inventory of continuous revision, their validation by means of the simulation of Montecarlo and the comparison with the current administration. The proposed system turned out to be more efficient than the one that is developed at the moment as for elements like the level of service at the client and total cost of the administration.

Índice

Índice:

INTRODUCCIÓN 1
CAPÍTULO I: LOGÍSTICA, CADENA DE SUMINISTRO Y GESTIÓN DE INVENTARIOS. GENERALIDADES. 5
1.1 Introducción. 5
1.2 Logística y gestión de la cadena de suministros. Conceptos generales. 6
1.3 Gestión de inventarios. 7
1.3.1. Clasificación de los inventarios. 8
1.3.2. Clasificación de los artículos en el inventario. 10
1.3.3. Sistemas de inventario. 15
1.3.4. Costos en la gestión de inventarios. 20
1.3.5. Indicadores de gestión de inventarios. 21
1.4 Relación de la legislación con la gestión de inventarios en Cuba. 24
1.5 Empresas que reparan montacargas a nivel mundial 26
1.5.1 Gestión de inventario en estas empresas 27
1.6 Conclusiones parciales. 28
CAPÍTULO II: ANÁLISIS Y MEJORA DE LA GESTIÓN DE INVENTARIOS EN MONCAR CENTRO 31
2.1 Introducción 31
2.2 Caracterización general de la UEB MONCAR Centro 31
2.3 Caracterización de la gestión de inventarios en MONCAR Centro 35
2.4 Propuesta de un modelo de gestión de inventario en la UEB MONCAR Centro 37
2.4.1 Clasificación de los artículos en el inventario 37
2.4.2 Determinación de los costos asociados a la gestión de inventarios. 41
2.4.3 Determinación de los costos asociados a la gestión de inventario de los neumáticos macizos 28x9.15 45
2.4.4 Diseño de un sistema de inventario de revisión continua para los neumáticos macizos 28x9.15. 48
2.4.5 Validación del sistema de inventario de revisión continua diseñado mediante la simulación de Montecarlo 51
2.5 Evaluación del desempeño de la actual gestión de inventarios en MONCAR Centro con respecto al sistema de revisión continua diseñado. 55
2.6 Conclusiones parciales. 59
CONCLUSIONES GENERALES 61
RECOMENDACIONES 63
BIBLIOGRAFÍA 65
ANEXOS 70

Introducción

INTRODUCCIÓN

Los inicios del siglo XXI están caracterizados por un conjunto de procesos globales que están impactando fuertemente a las organizaciones, impulsándolas a la búsqueda de nuevas estrategias de gestión. Entre estos procesos se encuentra la globalización de los mercados, la internacionalización de las culturas, la integración multinacional, el desarrollo acelerado de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC), el combate a la pobreza, un mayor énfasis y exigencia en el desarrollo social, énfasis en la seguridad alimentaria tanto por aprovisionamiento como por calidad, énfasis en el medio ambiente, la lucha por consolidar la paz como medio de preservación de la raza humana, y otros procesos. Esta tendencia objetiva del desarrollo se traduce en una demanda de productos y servicios más eficientes, de mayor valor agregado y con una mayor personalización(Acevedo Suárez et al., 2010).

En esta realidad la función logística juega un papel fundamental, ya que, ejerciendo una adecuada gestión de ésta, se garantiza la disponibilidad de los productos necesarios para prestar un servicio cada vez mejor y con mayor calidad, en función de adquirir una orientación hacia el cliente, que se materializa en ofrecer un servicio logístico ajustado a sus necesidades y requisitos, para así lograr un elevado nivel en su satisfacción. Es en este momento cuando la función logística en la empresa, empieza a ser tratada como una actividad de carácter estratégico capaz de generar ventajas competitivas que diferencien a la empresa de la competencia (Francés Servera, 2010).

Es por esto que el novedoso orden económico mundial y comercial, caracterizado por la alta competencia, requiere de la inserción de novedosas técnicas logísticas que permitan a las empresas ser más eficientes en el momento oportuno, de realizar cualquier tipo de operación que conlleve a mejoras sustanciales en el ámbito productivo, con la finalidad de obtener ventajas competitivas sostenibles, concentrando las nuevas tendencias logísticas o tecnologías de punta, al aparato productivo de la estructura empresarial(De Pelekais and El Kardi, 2015).

En Cuba, este desarrollo y evolución de la gestión empresarial ha sido notable, puesto que desde la caída del campo socialista en la década de los 90, el bloqueo económico ha impuesto limitantes financieras a la economía cubana. En consecuencia, las condiciones actuales de la economía cubana, se encuentran inmersas en un entorno inestable, agresivo y turbulento, por lo que se precisa de un sistema de control que propicie el despliegue de

la gestión de inventarios, que permita perfeccionar el proceso de toma de decisiones, así como obtener resultados eficaces, eficientes y competitivos, con un enfoque de mejora continua(González Hernández, 2015, Martín Rivera et al., 2016).

En relación a esto la Resolución Económica del V Congreso del Partido Comunista de Cuba (9 de octubre de 1997) indica que: "Resulta insoslayable eliminar la inmovilización y pérdida de recursos en los almacenes de las entidades estatales y las cadenas de ventas minoristas, que deben tener como propósito lograr la mayor satisfacción posible de los requerimientos, gustos y preferencias de los consumidores; y desarrollar el comercio mayorista como una importante vía para evitar los elevados e innecesarios niveles de inventarios y reducir los costos financieros de las empresas"(Resolucion Economica, 1997).

Más adelante, el Decreto No. 315, publicado en Gaceta Oficial Extraordinaria No. 37, el 15 de noviembre de 2013, del Consejo de Ministros, establece el Reglamento para el Tratamiento y la Gestión de Inventarios, en particular de Lento Movimiento y Ociosos y en su Artículo 6, define que los jefes de los órganos, organismos, las organizaciones superiores de dirección empresarial y las entidades, elaboran e implementan las normas complementarias y exigen a las entidades subordinadas indicar y controlar la codificación de los bienes, según el Clasificador de Productos de Cuba, CPCU, aprobado y puesto en vigor por la Oficina Nacional de Estadística e Información, para facilitar la gestión de inventario(Decreto Nº 315, 2013).

Posteriormente, en la actualización de los Lineamientos para el periodo 2016-2021en el 7mo Congreso del Partido Comunista de Cuba efectuado en abril de 2016, en el lineamiento 250, expresa: *"Ejercer un efectivo control sobre la gestión de compras y de inventarios, para minimizar la inmovilización de recursos y las pérdidas en la economía"(Lineamientos de la politica de Cuba, 2016).*

La Unidad Empresarial de Base (UEB) MONCAR Centro, cuyo encargo social es el servicio de mantenimiento y reparación de montacargas, tomada como objeto de estudio práctico del presente Trabajo de diploma, no es ajena a la necesidad de perfeccionar su sistema de gestión de inventario. La misma se ha visto afectada por el hecho de que en numerosas ocasiones, no se disponen de los insumos necesarios para brindar su servicio, mientras que otros están abarrotados en los almacenes, incluyendo inventarios ociosos y de lento movimiento. Esto ha provocado incumplimiento en los planes de entrega,

deficiente satisfacción de la demanda, así como elevación de los costos por inventario. Lo planteado en este párrafo constituye la **situación problemática** de esta investigación.

Por esa razón, el **problema de investigación** está dado por la inexistencia en esta UEB, de un sistema de gestión de inventarios que garantice la disponibilidad de los insumos en la cantidad y momento necesarios para prestar el servicio de mantenimiento y reparación de los montacargas al menor costo posible. Para dar solución al problema de investigación planteado se establece como **objetivo general**:

- Implementar un sistema de gestión de inventarios de revisión continua para el insumo seleccionado en la Unidad Empresarial de Base MONCAR Centro.

Para lograr este objetivo general se trazan los siguientes **objetivos específicos:**

1. Elaborar un marco teórico referencial que sirva de fundamentación científica para el desarrollo de la presente investigación.
2. Diagnosticar la situación actual de la gestión de inventario para el insumo seleccionado.
3. Diseñar yaplicar un sistema de gestión de inventario de revisión continua para dicho insumo.

Para su presentación, esta investigación está estructurada por una introducción, donde se declara la situación problemática y el problema de investigación a resolver. Un capítulo I, donde se define el marco teórico-referencial de la investigación vinculada a la logística y en especial al proceso de gestión de inventarios. Un capítulo II, en el que se clasifican los insumos utilizados en el proceso de mantenimiento y reparación de montacargas, se evalúa la situación actual de la gestión de inventario del insumo seleccionado, se le aplica un sistema de revisión continua al insumo seleccionado y finalmente se evalúa el desempeño del sistema implementado.

Capítulo I

CAPÍTULO I: LOGÍSTICA, CADENA DE SUMINISTRO Y GESTIÓN DE INVENTARIOS. GENERALIDADES.

1.1 Introducción.

Este capítulo se desarrolla en respuesta al primer objetivo trazado en la introducción de este trabajo. Con él se pretende resumir los aspectos, enfoques y conceptos más importantes extraídos de la bibliografía consultada sobre temas relacionados con la logística y en especial la gestión de inventarios, así como de la actividad de mantenimiento y reparación de montacargas. Éstos se organizan en los apartados que se muestran en la **figura 1.1**, correspondiente al hilo conductor a seguir.

La estrategia llevada a cabo en la construcción de este marco teórico se estructuró de forma tal que permita vincular el estado del arte y de la práctica, permitiendo sentar las bases teórico-prácticas del proceso de investigación y con ello, contribuir al sustento científico de los principales resultados obtenidos.

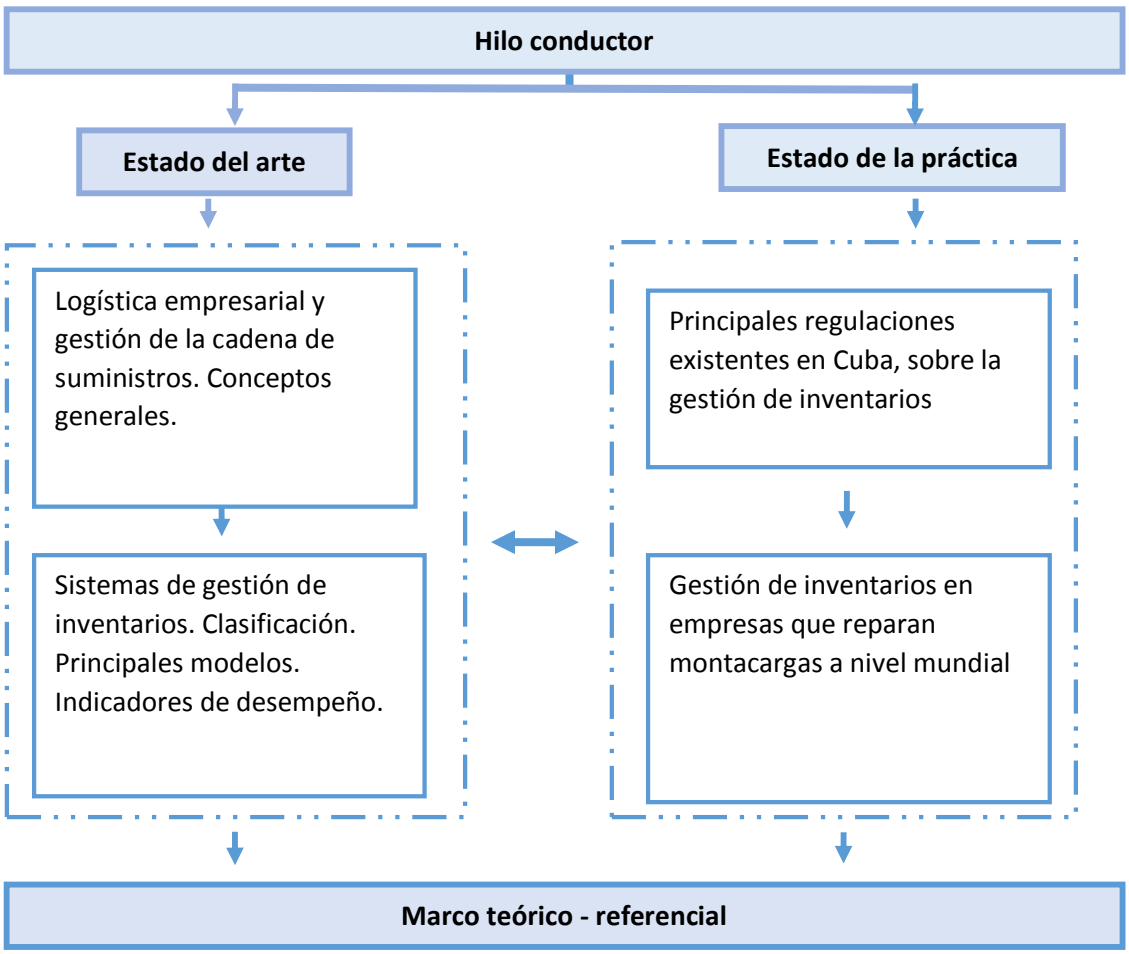


Fig. 1.1. Hilo conductor del marco teórico - referencial. (Fuente: Elaboración propia).

1.2 Logística y gestión de la cadena de suministros. Conceptos generales.

El surgimiento de la logística se remonta a la época antigua de la civilización occidental entre los años 500 y 430 antes de nuestra era (a.n.e.). Por otra parte en Atenas se llamaban logísticos a los funcionarios que calculaban las necesidades del Estado y los romanos tenían siempre un logístico como administrador de los recursos materiales en sus ejércitos.

Después de la Segunda Guerra Mundial surge el interés de los negocios por el proceso logístico. En esta época se establece una analogía entre la logística militar y el abastecimiento técnico material y se empieza a relacionar la logística militar con la producción industrial. Es decir que se dieron los primeros pasos en la aplicación de la logística en la vida civil, pues se reconoció que la misma podía ser empleada en la industria, surgiendo así la logística industrial(Rodríguez Hernández and Ferrer Valdés, 2013).

A lo largo de los años, se han dado a conocer numerosas definiciones del término logística, ya sea basado en la experiencia o bien los acertados de los primeros conocedores del tema que brindaron su opinión. Autores comoBallou Ronald (2004) la define como: "*todas las actividades relacionadas con el traslado y almacenamiento de productos que tienen lugar entre los puntos de adquisición y los puntos de consumo"*.TambiénCespón Castro and Auxiliadora Amador (2003)definen que *"Logística es el proceso de gestionar los flujos material e informativo de materias primas, inventario en proceso, productos acabados, servicios y residuales desde el suministrador hasta el cliente, transitando por las etapas de gestión de los aprovisionamientos, producción, distribución física y de los residuales".*

En concordancia a esto Knudsen González (2005) concibe que: "*logística empresarial es aquella parte de la gestión de la cadena de suministro que planifica, implementa y controla el flujo y almacenamiento eficiente de bienes, servicios e información desde el punto de origen hasta el punto de consumo para añadir valor al cliente con elevada competitividad y garantizando la preservación del medio ambiente".*

Otra definición muy completa es la que ofrece Acevedo Suárez et al. (2010) en su libro "La logística moderna", en el cual concibe a la logística como: *"La acción del colectivo laboral dirigida a garantizar las actividades del diseño y dirección de los flujos material, informativo y financiero, desde sus fuentes de origen hasta sus destinos finales, que deben*

ejecutarse de forma racional y coordinada con el objetivo de proveer al cliente los productos y servicios en la cantidad, calidad, plazos, costos, lugar y con la información demandados, con elevada competitividad y garantizando la preservación del medio ambiente".

Relacionado a esto se encuentra el término *cadena de suministro*. En ocasiones la logística y la gestión de la cadena de suministro se consideran una misma cosa y otras a la logística como parte de esta última, que a criterio de la autora es la más acertada. Diferentes autores abordan la gestión de la cadena de suministro como un enfoque, otros como una interdisciplina o conjunto de técnicas y también como conjunto de actividades o proceso(Torres Gemeil and Mederos Cabrera, 2004).

En su artículo "La evolución del concepto "Logística" al de "Cadena de Suministros" y más allá", Michael Nickl plantea que el concepto de gestión de la cadena de suministro o Supply Chain Management, no es un nombre nuevo para las tareas logísticas tradicionales, sino es una redefinición de su radio de acción o cobertura. Respecto a la gestión de la logística tradicional, las principales diferencias radican en que las áreas anexas son definidas como parte de la "SupplyChain"Nickl (2005).Por tanto, la cadena de suministros se define como: el sistema de organizaciones, personas, tecnología, actividades, informaciones y recursos involucrados en el traslado de un producto o servicio desde el abastecedor al cliente(Pinheiro de Lima and Breval Santiago, 2017, Bozarth and Handfield, 2017).

El reto de las empresas y cadenas de suministro, es mantener un alto nivel de servicio al cliente con un mínimo nivel de inventario. Esto significa lograr una gestión económica y fluida en la cadena, con el menor nivel de recursos inmovilizados posible, logrando una alta disponibilidad y variedad de productos (Acevedo Suárez et al., 2012).

Es en este punto, cuando la gestión del inventario se convierte en una actividad de gran repercusión para la economía en la empresa. En el siguiente epígrafe se abordará este tema.

1.3 Gestión de inventarios.

Los inventarios han existido desde tiempos inmemorables. Pueblos de la antigüedad almacenaban grandes cantidades de alimentos para satisfacer las necesidades de la gente en épocas de sequía. Los inventarios existen porque son una forma de evitar la escasez (Ramírez Reyes and Manotas Duque, 2014).

La gestión de inventarios se ha convertido en un tema de interés de estudio por parte de la ingeniería industrial y la investigación de operaciones, que han dado respuesta a los problemas de su administración, con base en modelos matemáticos y políticas de administración, en las cuales se toman decisiones relacionadas con el cuanto pedir y el cada cuanto emitir un pedido(Pontius, 2019).

El concepto de inventario puede entenderse como: *"cantidades de recursos que se despliegan a lo largo del complejo sistema de relaciones intra-empresariales (cadena logística) para permitir su operación económica y fluida, a la vez que para absorber el impacto de la variabilidad e incertidumbre asociadas a la operación, garantizando la máxima satisfacción del cliente"(Sincere, 2004).*

El inventario es considerado como un "buffer" o amortiguador entre dos sistemas, uno de oferta (producción o abastecimiento) y otro de demanda (clientes o distribuidores). De esta forma, se puede entonces entender que el "tamaño" de este amortiguador va a depender del comportamiento de estos sistemas(Aguilar Santmaria, 2012).

En una empresa el inventario tiene varias funciones, que según López Rivera and Agudelo Serna (2018)es posible mencionarlas de la siguiente manera:

- Especialización geográfica: permite una distribución en la empresa de acuerdo a la fabricación. Conservando los lugares, etapas del proceso y creación, permitiendo la creación de valor en la especialización.
- Desacoplamiento: separar las diferentes partes del proceso productivo. De modo que cada proceso opere de manera eficiente.
- Equilibrio de suministro-demanda: atiende el tiempo transcurrido entre la disponibilidad del inventario (fabricación, abasto, desabasto) y el consumo.
- Disminución de la incertidumbre: se relaciona con la incertidumbre de la demanda en exceso y los retrasos inesperados en el proceso de recepción.

1.3.1. Clasificación de los inventarios.

SegúnTorres Gemeil and Mederos Cabrera (2004), los inventarios pueden clasificarse, entre otros criterios, según:

- Su naturaleza.
- Su velocidad de rotación.

- Su nivel de acceso.
- Su posición en el proceso logístico.
- Su funcionalidad.
- La demanda que lo genera.

De acuerdo a su naturaleza, pueden ser:

- De materias primas y materiales: se trata de insumos que se utilizarán para formar parte del producto terminado. Por lo general, el comportamiento de estos inventarios sigue un patrón regido por el ritmo de la producción y sus correspondientes normas de consumo. Su reposición elevará los volúmenes hasta una norma máxima de inventario previamente determinada.
- De productos en proceso: Se refiere a partes y piezas que formarán parte del producto final aún sin terminar. se encuentran en todo el flujo de producción, y su comportamiento está en función de las operaciones anteriores y posteriores al momento o lugar del proceso de que se trate.
- De productos terminados*:* una vez terminado el producto es envasado (y a veces también embalado) y pasa a formar parte del inventario de producto terminado listo para su posterior distribución y venta.

De acuerdo a la velocidad de rotación podrán clasificarse en:

- Inventario corriente: es el inventario que se mueve dentro de márgenes típicos de rotación.
- Inventario de lento movimiento: integrado por productos cuyos escasos movimientos de salida conducen a su relativa inmovilización. Sus causas se originan, fundamentalmente, en compras que no se ajustan al consumo real, por errores en el pronóstico o por obsolescencia, ante el cambio de tecnología o de los patrones de la demanda.
- Inventario ocioso: formado por productos sin salidas durante un período de tiempo dado. Su origen más relevante está en las compras no justificadas y en menor medida en la obsolescencia por cambio de tecnología.
- Inventario obsoleto: integrado por productos que fundamentalmente por cambio de tecnología, se convierten en inservibles, y en consecuencia en ociosos.

De acuerdo al nivel de acceso se clasifican en:

- Inventario estratégico: se reservan de acuerdo a una estrategia nacional, ramal o empresarial porque pueden servir de repuesto a un equipo vital para una determinada actividad o que su adquisición y compra resulte muy compleja o lenta.

- Inventario de reserva estatal*:* se tienen para contingencias o catástrofes naturales. Deben rotarse para evitar envejecimientos excesivos según su propia naturaleza.

- Inventarios intocables: son reservas de las Fuerzas Armadas para su uso sólo en casos militares y deben rotarse adecuadamente.

De acuerdo a su posición en el proceso logístico:

- Inventario en existencia: se encuentran en un almacén. Equivale al inventario disponible.

- Inventario en tránsito: se encuentran moviéndose sobre un equipo de transporte entre dos nodos (almacenes) de la red logística.

De acuerdo a su funcionalidad:

- Inventario normal*:* asegura la demanda de un producto, por ello cuando ésta excede lo previsto es preciso recurrir al inventario de seguridad.

- Inventario de seguridad: permite cubrir las fluctuaciones aleatorias de la demanda y las de las condiciones de suministro (plazo de suministro y calidad del producto).

- Inventario disponible: total de las existencias que se hallan físicamente en el almacén. Por lo tanto, el inventario disponible es la suma del inventario normal y del inventario de seguridad.

Además de clasificarse los inventarios en sí, también se clasifican los productos que se encuentran almacenados. A continuación se detallan algunos tipos de clasificaciones de los productos en el inventario.

1.3.2. Clasificación de los artículos en el inventario.

Existen diferentes métodos para la clasificación de los artículos en el inventario, a continuación se explican algunos de los más utilizados.

1.3.2.1 Clasificación ABC o Curva de Pareto.

La clasificación de inventarios ABC es una técnica para segmentar las referencias de productos del almacén según su importancia en tres categorías “A”, “B” y “C”, siguiendo un criterio por ejemplo, su valor de inventario y basándose en el principio de Pareto o regla 80/20, según la cual un pequeño porcentaje de las referencias serán responsables de la mayor parte de los objetivos globales del almacén valor de inventario, facturación, beneficios, etc. Esta clasificación ayuda a tomar decisiones y priorizar los recursos del almacén hacia los productos que más impacto tienen en los objetivos globales, los del grupo A, en lugar de focalizar esfuerzos y recursos por igual en todos los productos, lo que resultaría contraproducente con los artículos de menor importancia, o sea grupo C (Wild, 2002).

Es una metodología de segmentación de productos de acuerdo a criterios preestablecidos, los cuales pueden tratarse de indicadores de importancia, tales como el "costo unitario" y el "volumen anual demandado".

Los criterios son:

- **Grupo A.**

Es hasta el 20% de los artículos totales, que representan el 80% del uso-valor. Representan la menor cantidad y más significativa, los llamados "pocos vitales". Son los productos que se deben tener en el inventario y a los que, consecuentemente, se aplicará un control especial para prevenir fallas injustificadas en su disponibilidad.

- **Grupo B.**

Es el 30% de los artículos que representan el 15% del uso-valor. Representan los productos que no son los más importantes, pero su falta puede causar afectaciones serias al funcionamiento de la empresa. En ocasiones, la falta de homogeneidad en el grupo, hace aconsejable adoptar estrategias de gestión diferentes para subconjuntos dentro de los productos B originales, identificados por una nueva estratificación según Pareto. Con esta información, se pueden discernir objetivamente la cobertura que se asignaría a cada subgrupo y discriminar aquellos cuya permanencia en el inventario no se justificaría.

- **Grupo C**

Constituyen el 50% de los artículos que representan el 5% del uso-valor, por lo que son denominados como los "muchos triviales". Estos productos deben ser constantemente

analizados para decidir su permanencia en el inventario, empleando como premisa general para justificar su exclusión, la realización de compras circunscritas al momento en que se necesiten, aún a expensas de prescindir de ellos durante el plazo de suministro. Esta estrategia requiere de una previa caracterización y evaluación de los proveedores, con vistas a acortar los períodos de desabastecimientos que incidentalmente pudieran presentarse (Fu et al., 2016).

1.3.2.2 . Clasificación XYZ.

Esta metodología es presentada por Chackelson and Errasti (2012), en ella se clasifican los productos según el análisis del coeficiente de variación, que representa la desviación estándar como porcentaje de la media aritmética y muestra una interpretación porcentual del grado de variabilidad de los datos. Es la relación entre la desviación estándar (indicador del rango de fluctuación) y el valor medio (indicador de consumo promedio), cuanto más pequeño es el coeficiente de variación, más regular será el flujo de la demanda (Dhoka and Lokeswara, 2014).

Las categorías son:

- Clasificación X. El artículo presenta una demanda o consumo regular en el tiempo, es decir un bajo coeficiente de variación.
- Clasificación Y. El artículo presenta cierta tendencia o estacionalidad y su rango del coeficiente de variación se encuentra sobre el valor medio o cercano al él.
- Clasificación Z. La demanda del artículo aparece en forma irregular o incluso intermitente y su coeficiente de variación es alto.

Autores como Chackelson and Errasti (2012) plantean que, cuando se determina la categoría, para el producto se calcula el coeficiente de variación (C.V) de la demanda, lo cual se determina empleando la fórmula:

$$CV = \frac{S_x}{|\bar{x}|} \qquad (1.1)$$

Donde:

S_x: Desviación típica del conjunto de datos.

$|\bar{x}|$: Valor absoluto de la media del conjunto de datos.

Los intervalos de coeficiente de variación propuestos por los autores se presentan en la **tabla 1.1:**

Tabla 0.1.1: Umbrales clasificación XYZ

Clasificación	Umbral coeficiente de variación (%)
X	< 30
Y	30-70
Z	>70

Fuente:(Chackelson and Errasti, 2012).

En Sindhu et al. (2014)se plantea que el inconveniente más importante del análisis XYZ es la categorización de nuevos productos. Son los más a menudo clasificados como elementos de la clase "Z" porque sus patrones de demanda no están establecidos. La forma más fácil es excluir todos los artículos nuevos. No obstante, si su contribución a los costos de inventario y los porcentajes de ventas son significativos, debe ser incorporada esta volatilidad creada por los nuevos elementos(Devarajana and Jayamohanb, 2016).

Ante los inconvenientes de uno u otro análisis, en el presente trabajo se aplica lo que se conoce como clasificación ABC-XYZ, que es un método más completo ya que clasifica los productos de forma más detallada, atendiendo a los criterios que aporta la clasificación ABC y XYZ.

1.3.2.3 Clasificación ABC-XYZ.

La clasificación ABC-XYZ es una extensión de la ABC, ya que según Stojanović and Regodić (2017) un análisis ABC basado simplemente en el valor del inventario no reflejará las variaciones en la demanda ni la frecuencia con la que se producen movimientos de mercancía en el almacén. Es decir, en la misma categoría A se puede encontrar artículos de muy alto valor unitario, pero que se venden con menos frecuencia, y artículos de menor valor unitario pero que se venden con mucha frecuencia. De igual forma, se tendrían artículos en la categoría C que, aunque de poca rentabilidad, intervengan con frecuencia en pedidos (por ejemplo, productos C que se suelan vender junto a productos A).

Es conveniente entonces disponer de una clasificación más eficiente, para lo que se recurre a la clasificación ABC-XYZ, en la que se agrupan las referencias de productos, además de por su valor de inventario, por sus patrones de demanda. Se crea una matriz de 3x3 en la que las filas son la clasificación ABC según el valor del inventario y las columnas son una clasificación XYZ según la variabilidad de la demanda o el número de líneas de pedidos. De esta forma, las referencias de productos quedarán clasificadas en nueve categorías: AX, AY, AZ, BX, BY, BZ, CX, CY y CZ, como muestra la **tabla 1.2:**

Tabla 0.2.2: Ubicación de los productos según la clasificación ABC-XYZ.

	X Demanda estable, poca variación	**Y** Mayor variación de la demanda	**Z** Demanda irregular, gran variación de la demanda
A Valor de inventario alto	**AX**	**AY**	**AZ**
B Valor de inventario moderado	**BX**	**BY**	**BZ**
C Valor de inventario bajo	**CX**	**CY**	**CZ**

Fuente: Stojanović and Regodić (2017).

Típicamente, menos del 8% de las referencias corresponderán a la categoría AX, que pueden llegar a significar en torno al 50% de las ventas. Estos son los productos que tienen el valor más alto y a la vez se venden con mayor frecuencia, presentando una demanda estable de poca volatilidad. Son los de mayor importancia para el negocio, se deberían centrar en ellos los mayores esfuerzos en la negociación con proveedores, puesto que variaciones en los precios tendrán un gran impacto. Además, serían los candidatos para la logística Just-in-time, reduciendo así los niveles de stock y aumentando la rentabilidad del almacén sin comprometer la disponibilidad para la venta.

En cambio, artículos AZ que corresponden a productos de alta rentabilidad (por estar en la categoría A) pero que se venden con menos frecuencia (por estar en la categoría Z), pueden requerir mayores niveles de stock de seguridad, puesto que la irregularidad en la demanda a menudo implicará mayores tiempos de reposición, pero al tratarse de productos rentables deberá evitarse las situaciones de falta de stock(Stojanović and Regodić, 2017).

Por su grado de completamiento y por reflejar las ventajas de la clasificación ABC y XYZ, esta es la herramienta a emplear en el presente Trabajo de diploma.

Cuando se realiza la clasificación de los productos que se encuentran almacenados, se hace con el objetivo de aplicar un sistema de gestión de inventarios que más se ajuste a dicha clasificación. Algunos sistemas de inventarios se tratan a continuación.

1.3.3. Sistemas de inventario.

Un sistema de inventario es un conjunto de normas, métodos y procedimientos aplicados de manera sistemática para planificar y controlar los materiales y productos que se emplean en una organización, según expresa. Cuando se aplica un sistema de inventario, se busca dar respuesta a las preguntas de ***cada cuánto*** debe revisarse el inventario, ***cuándo ordenar*** y ***cuánto ordenar***, bien sea ítems de demanda independiente o dependiente(Gutiérrez Gutierrez and Vidal Julio, 2008).

Una clasificación muy aceptada de los sistemas de gestión de inventarios es la siguiente:

- Sistemas de demanda independiente: aquellos donde la demanda está influenciada por las condiciones del mercado. Por ejemplo; Sistema de Revisión Continua (Q), Revisión Periódica (P) y Descuento por Cantidades.

- Sistemas de demanda dependiente: aquellos en que la demanda está determinada por la de otros artículos, no recibiendo una influencia del mercado. Por ejemplo; sistemas MRP(Cespón Castro and Auxiliadora Amador, 2003).

En la **tabla 1.3** se resume el funcionamiento de algunos modelos de inventarios.

Tabla1.3: Funcionamiento de los sistemas de gestión de inventarios.

Modelo de inventario	**Resultados que aporta**	**Observaciones**

Modelo general de inventario determinístico para un solo producto.	Tamaño óptimo del lote de producción, en unidades. Tamaño óptimo del número de unidades en déficit. Tiempo óptimo entre reaprovisionamientos. Frecuencia óptima de los reaprovisionamientos. Valor del inventario máximo, en unidades.	Con frecuencia se impone a este modelo algunas restricciones en cuanto a las posibilidades de existencia o no de déficit de unidades.
Modelo periódico único sin costo de lanzamiento	Valor óptimo de la demanda (Punto de pedido), en unidades. (r^*)	Cuando la demanda sea una variable con distribución normal con parámetros μ y σ^2 es aplicable la expresión: $r^* = \mu \sigma + {}^2$
Modelo básico EOQ	Tamaño óptimo del lote.	Constituye uno de los modelos más empleados en la práctica.
Sistema R,S	Plazo óptimo para realizar un conteo de las unidades en existencias, en unidades de tiempo.	Resulta útil en presencia de varios productos que se transportan en un mismo medio.
Cuando se realiza descuento por cantidades.	Tamaño del lote mínimo antes del descuento, en unidades. Tamaño del lote mínimo después del descuento, en unidades.	Pueden presentarse diferentes casos.
Retropedidos	Tamaño calculado del retrocedido, en unidades.	Su aplicación debe tener un carácter temporal, por la importancia actual del cliente.

Llegada continúa de artículos.	Costo total anual del inventario, en pesos. Tamaño óptimo del lote, en unidades.	Cl debe interpretarse como el costo de preparación de las máquinas.
Gestión multiproducto e introducción de restricciones.	Costo total anual, en pesos.	Aparecen restricciones que limitan los tamaños de las órdenes de diferentes productos.
Método Min-Máx.	Norma de inventario máxima. Norma de inventario mínima.	Resulta útil para determinar, en qué rango fluctúa el inventario.

Fuente: Díaz Lago (1997). Referenciado porCespón Castro and Auxiliadora Amador (2003).

Como es objetivo en esta investigación aplicar un sistema de revisión continua, en el siguiente apartado se aborda este tema con mayor precisión.

1.3.3.1 Sistema de revisión Continua o Sistema Q.

La revisión continua del inventario, consiste en determinar los elementos para asegurar el abastecimiento de mercancías en la empresa, mediante la verificación en todo momento de los niveles de inventario en la bodega. Esta revisión continua, permite saber exactamente la cantidad de productos en todo momento, y con esto se puede conocer el punto exacto en que se debe realizar una orden(Betancourt Quintero, 2018).

En términos prácticos, en un sistema de revisión continua se revisan los niveles de un determinado artículo, para conocer si la cantidad disponible en el almacén será suficiente para cubrir los próximos pedidos del cliente(Hung, 2016).

En la revisión continua se puede dar el caso de que tanto la demanda como el plazo de entrega sean estocásticos. Cuando sucede así se procede prácticamente de la forma tradicional en este modelo, pero es necesario hacer uso de la simulación, ya que es necesario estimar tanto la demanda como el plazo de entrega y el inventario de seguridad a partir de la aleatoriedad de ambos. Cuando solo uno de estos parámetros es estocástico, se emplea el denominado inventario de seguridad a partir del elemento que se comporta de forma aleatoria (Federgruen and Wang, 2015).

La **figura 1.2** muestra el gráfico correspondiente a un sistema de revisión continua.

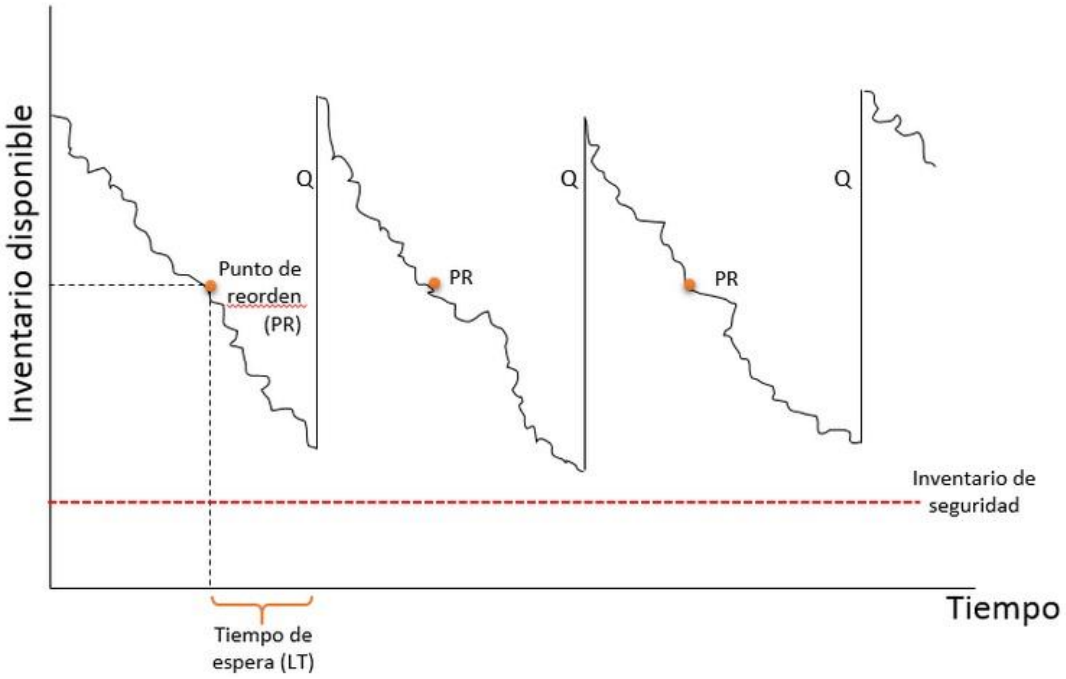


Figura 1.2: Modelo de revisión continua, o sistema Q. Fuente: Betancourt Quintero (2018)

La **figura 1.2**, muestra el caso en el que se considera que solo la demanda es estocástica. Es válido destacar que la característica principal o forma tradicional de este sistema es: cantidad a pedir fija y el plazo para pedir es variable, siendo en ambos los parámetros básicos:

- Q: Cantidad a ordenar.
- R: Punto de reorden.
- S': Stock de seguridad.

Siempre que el nivel de inventario de un producto baje a "R" unidades, se coloca una orden de "Q" unidades para reabastecer el inventario, que demorará un período L, en el cual se consume el inventario de seguridad S'. Las suposiciones que se deben cumplir al aplicar este modelo según Hillier and Lieberman (2001) son:

- Cada aplicación se refiere a un solo producto. Lo que significa que no se pueden incluir dos o más productos a la vez.
- El nivel de inventario está bajo revisión continua, por lo que su valor actual se conoce.

- La demanda para retirar unidades del inventario y venderlas durante este tiempo de entrega es incierta. Sin embargo, se conoce o se puede estimar la distribución de probabilidad de la demanda.
- Si ocurren faltantes antes de recibir la orden, el exceso de demanda queda pendiente, de manera que estos costos faltantes se satisfacen cuando llega la orden.
- Se incurre en un costo de preparación (denotado por K) cada vez que se coloca una orden.
- Se incurre en un costo de mantener (denotado por h) por cada unidad en inventario por unidad de tiempo.
- Cuando ocurren faltantes, se incurre en un costo por faltantes (denotado por p) por cada unidad que falta por unidad de tiempo hasta que se satisface la demanda pendiente.

El enfoque más directo para elegir Q en el presente modelo estocástico es simplemente usar la siguiente fórmula:

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 \times S \times D}{H}} \qquad (1.2)$$

$$H = i*C \qquad (1.3)$$

Donde:

Q: Tamaño económico del pedido, en unidades /orden

S: Costo de preparación del pedido, en unidades monetarias

D: Demanda del producto, en unidades / unidad de tiempo

H: costo de inventario, en unidades monetarias / unidad – unidad de tiempo

i: Tasa de inventario referida al mismo periodo de tiempo que la demanda

C: Costo de producción o de compra, en dependencia del pedido realizado.

Existen dos enfoques principales para el cálculo del inventario de seguridad que según Chase et al. (2005) son:

- Enfoque probabilístico: en el cual a partir del nivel de servicio fijado en la estrategia, se determina el percentil que le corresponde y se calcula el stock de seguridad, siendo su resultado más aproximado.

- Enfoque basado en el nivel de servicio: que considera la existencia de faltantes durante el plazo de entrega, siendo su resultado más exacto.

En este modelo para calcular el stock de seguridad se utiliza la siguiente fórmula:

$$S' = Z * \Gamma' \qquad (1.4)$$

$$\Gamma' = \sqrt{L} * \Gamma \qquad (1.5)$$

Donde:

Z: Percentil de la distribución normal, obtenido para el nivel de servicio fijado.

Γ': Desviación estándar en el plazo L.

Γ: Desviación estándar de la demanda, referidas a las mismas unidades que el plazo L.

Para determinar el punto de reorden, se calcula la demanda promedio durante el plazo de entrega a través de la siguiente fórmula:

$$M' = d \times L \qquad (1.6)$$

Donde:

M'**:** Demanda promedio en el intervalo L.

Luego el punto de reorden se calcula como:

$$R = M' + S' \qquad (1.7)$$

Según Cespón Castro and Auxiliadora Amador (2003)el costo total (CT) de la gestión se determina empleando la siguiente ecuación:

$$CT = \frac{Q}{2} * H + \frac{D}{Q} * S + C * D \qquad (1.8)$$

1.3.4. Costos en la gestión de inventarios.

El principal reto que enfrenta la empresa cuando gestiona sus inventarios es el de mantener en equilibrio la relación entre el servicio prestado al cliente y los costos asociados al sistema. De ahí la necesidad de una buena estimación de los mismos. Los costos logísticos son aquellos que se producen a lo largo de toda la cadena de suministros(Bragg, 2005). El autor Schroeder (2011) los define como:

Costo del artículo: es el costo al comprar y producir los artículos individuales del inventario.

Costo de ordenar o emisión del pedido: corresponden a la preparación, tramitación y seguimiento del pedido, si los costos que se incurren por este concepto guardan relación

con el número de pedidos realizados; a la descarga y la recepción de los artículos recibidos.

Costo de inventario o almacenaje: estos costos están relacionados con la permanencia de artículos en inventario durante un período de tiempo. Usualmente se determina como un porcentaje del valor total por unidad de tiempo. Este costo se puede subdividir en los elementos siguientes:

- Costo de capital invertido en inventario: cuando los artículos se tienen en inventario, el capital invertido no está disponible. Entre otras palabras, es el beneficio dejado de obtener por inmovilización del capital invertido.
- Costo de almacenamiento: incluye costos variables del espacio, seguros e impuestos de los productos almacenados, además otros costos inherentes a la operación del almacén.
- Costos de obsolescencia, deterioro y pérdida*:* estos costos se cargan a artículos con alto riesgo de hacerse obsoletos, de vencerse (alimentos), a los que se deterioran en la manipulación y almacenamiento. Los costos de pérdidas incluyen los hurtos y daños relacionados con la conservación de artículos en el inventario.
- Costo de inexistencia o ruptura de stock: refleja las afectaciones que ocasiona la falta de un artículo en el inventario, las consecuencias económicas cuando se determinan los artículos almacenados, y están determinadas por la espera o no por parte del cliente del producto agotado.

1.3.5. Indicadores de gestión de inventarios.

Para un correcto funcionamiento del área encargada de la administración del inventario, es fundamental contar con una herramienta que permita evaluar el desempeño de varias variables y de esta manera poder tomar decisiones que permitan controlar eficientemente el comportamiento de los inventarios en la organización(Zapata Cortes, 2014).

La gestión por indicadores es quizás la herramienta más práctica para este fin, ya que mediante relaciones de diferentes variables se puede determinar el desempeño y comportamiento de los materiales a almacenar en la organización(Mora García, 2007).

Para una correcta evaluación del desempeño de los inventarios, es necesario considerar diferentes puntos de vista. En general se reconocen tres grupos de indicadores para medir el desempeño de la gestión de inventarios: los financieros, operativos y de servicio al cliente que son empleados con propósitos diferentes en el campo de las finanzas y la

logística. A continuación, se muestran ejemplos de cada uno y se detallan los que serán empleados en el presente trabajo.

Indicadores financieros

Son varios los que pueden ser utilizados con fines financieros, aunque los esenciales son el porcentaje de activos, el valor económico del inventario y el porcentaje de ventas perdidas. El **porcentaje de activos** es la relación entre el valor del inventario físico, con respecto al total de activos fijos. Parte del hecho de que el inventario es considerado como un activo dado que su propósito es convertirse en ventas mediante productos o servicios entregados. Sin embargo, también es un dinero inmovilizado que afecta la liquidez de una organización. De esta forma, su comportamiento debe tender a ser mínimo.

El **valor económico del inventario** es la división del valor del inventario físico sobre el valor de costo de las ventas en un período determinado (generalmente el mes). Su tendencia debe apuntar a la reducción, lo que sería señal de que la producción o servicio que se presta fluye con rapidez.

Los indicadores anteriores reconocen la necesidad de trabajar con inventarios mínimos, sin embargo, esa reducción no debe la producción o servicio de una cadena de suministro. Este límite es analizado por el indicador **porcentaje de ventas perdidas**, que representa la relación entre el valor de las ventas perdidas por falta de inventario, respecto a las ventas totales. Su comportamiento debe ser también a la reducción. Como ya fue planteado, existen otros indicadores financieros vinculados con el inventario como la prueba ácida y la prueba amarga. Sin embargo, todos miden el valor del total de inventario de insumos, sin detallar en cada uno de los mismos, por lo que no resultan de interés para la presente investigación.

Indicadores operativos

Los indicadores operativos se emplean como forma de monitorear y controlar la eficiencia de un sistema de gestión de inventarios. Son de los más conocidos en el sector empresarial y entre los más empleados están la rotación del inventario y el inventario no disponible. A continuación, se detalla en los mismos:

Rotación del inventario

Este indicador busca medir las veces en que la mercancía entra y sale de la organización (rotación del inventario) y es expresado como las veces en que el capital invertido en el

inventario se recupera a través de las ventas. Puede ser calculado de diferentes maneras, en función de la información disponible, tal y como se muestra en las expresiones siguientes:

$$\text{Rotación de inventario} = \frac{\text{Ventas acumuladas}}{\text{Inventario promedio}} = \text{número de veces} \quad (1.9)$$

Esta forma de calcularlo incluye las ventas y el inventario en unidades monetarias de todos los insumos empleados en la empresa. Como el propósito de la presente investigación es un insumo, esta expresión debe ser restringida a este planteamiento.

Otra forma de calcular la rotación es mediante el uso del ciclo de reaprovisionamiento:

$$r = \frac{T}{t} \quad (1.10)$$

Donde:

T: Período analizado

t. ciclo de reaprovisionamiento.

Inventario no disponible

Este indicador permite determinar el porcentaje de material que no está disponible para su utilización a causa de daños, obsolescencia o vencimiento. No resulta de interés para el trabajo, en tanto para la familia de insumos que será analizada, la no disponibilidad se puede medir por el servicio al cliente.

Costo total del inventario

Es el costo de una familia o insumo, en el cual se representa la cantidad de órdenes y el costo promedio de mantener el inventario, aunque en dependencia de cada caso, puede incluir otras partidas.

Indicadores de servicio al cliente

1.3.5.1 Indicadores de servicio al cliente para la gestión del inventario.

Nivel de servicio

El indicador de nivel de servicio busca medir el cumplimiento a los requerimientos de los clientes, y puede ser expresado en términos de unidades, referencias y órdenes, mediante las ecuaciones que se muestran en la **tabla 1.4.**

Tabla 1.4: Indicadores de servicio al cliente para la gestión de inventarios.

Nivel de servicio	
Por unidad	$\frac{Unidadesdespachadas}{Totaldeunidadespedidas}$ (1.11)
Por referencia	$\frac{Referenciasdespachadas}{Totaldereferenciaspedidas}$ (1.12)
Por órdenes	$\frac{Órdenesdespachadas}{Totaldeórdenespedidas}$ (1.13)
Tasa de abastecimiento de pedidos	
Porcentaje de pedidos abastecidos correctamente	$\frac{Pedidosabastecidoscorrectamente}{Tolaldepedidosabastecidos} * 100$ (1.14)

Fuente: Elaboración propia.

De las expresiones anteriores, resulta de interés solo la primera de las contenidas en la **tabla 1.4**, dado que se trata de una familia de productos con igual sistema de gestión de inventario y en realidad será analizada a partir del tiempo con rotura de stock. Esta expresión conjuntamente con el costo total de inventario y su rotación son las medidas de desempeño a emplear en el presente trabajo de diploma.

1.4 Relación de la legislación con la gestión de inventarios en Cuba.

El entorno actual, que se caracteriza por una gran dinámica debido a los procesos de globalización, competencia, desarrollo de clientes, la innovación de los productos y de las tecnologías de la información y las comunicaciones; requiere que la gestión de los inventarios tenga un papel más activo y más integral. Dicha gestión no puede ser desarrollada en las empresas cubanas al margen de las regulaciones dictadas por los principales órganos de dirección del país (Acevedo Suárez et al., 2012).

Como parte de la investigación en el tema, en la **tabla 1.5** se muestran algunas regulaciones ministeriales con el objetivo de detectar las disposiciones que de alguna manera impactan a la gestión de inventarios. Estas resoluciones están relacionadas con la gestión de inventarios. Algunas son dictadas por el Ministerio del Comercio Interior MINCIN, organismo que decide en la actividad de logística de almacenes y aprueba el nomenclador de productos y servicios para las entidades que realizan comercio interior;

y otras son emitidas por el Ministerio de Finanzas y Precios (MFP) que regula toda la actividad contable y financiera relacionada con los inventarios en el país.

Tabla. 1.5. Algunas de las regulaciones de la Gaceta Oficial para la gestión de inventarios en Cuba.

Regulación Ministerial	**Contenido**
RM_No.5 de 2005 **Fuente:** GO_O_014_2005 **(Resolución Nº 5, 2005)**	Los órganos estatales que tengan inventarios estatales aprobados por este ministerio realizan una evaluación, donde exponen la composición de estos inventarios al cierre del período que se informa, así como los aumentos y disminuciones durante el año.
Regulación Ministerial GO_O_015_2007 **Fuente:** **(Resolución Nº 11, 2007)**	Es necesario actualizar los datos de uso obligatorio para el diseño de los modelos que se incluyen dentro del Subsistema de Inventarios.
Resolución No. 386 **Fuente:** **(Romero Gómez, 2014)**	Autoriza la aplicación de precios de oferta y demanda entre las partes para la comercialización mayorista de mercancías, estableciendo el procedimiento financiero que deberán aplicar las entidades para asumir el efecto económico derivado de la movilización de inventarios ociosos.
Resolución 153 del 2007 **Fuente:** **(Resolución Nº 153, 2007)**	Artículo 1.- Establecer el Expediente Logístico de Almacenes, en lo adelante EXPELOG en todos los almacenes de productos alimenticios y no alimenticios de la economía nacional, como medio de facilitar y proporcionar a las entidades de cada sistema las herramientas de trabajo para crear las condiciones necesarias en función del control de la actividad logística en cada instalación dedicada al almacenamiento y conservación de estos bienes de consumo en la economía nacional.

Reglamento para la logística de almacenes **Fuente:** **(Ministerio del Comercio Interior, 2019)**	Artículo 4.-La Gestión de Almacenes consiste en la dirección efectiva de los procesos que se ejecutan en un almacén: recepción, almacenamiento, y despacho, integra elementos tecnológicos, organizativos, de seguridad y control con el objetivo de garantizar las condiciones de conservación de los productos desde que se reciben del proveedor hasta que se entregan al cliente interno o externo. Incluye también el flujo informativo que posibilita la transferencia de datos entre el personal del almacén y el resto del sistema. Igualmente abarca el mejor aprovechamiento del espacio y la reducción de las manipulaciones de los materiales.

Fuente: Elaboración propia

1.5 Empresas que reparan montacargas a nivel mundial

Los montacargas son vehículos de transporte pesado que se usan principalmente para movilizar, remolcar, empujar, apilar, subir o bajar distintos objetos y elementos de forma vertical. Funcionan con dos pesos que se contraponen entre sí en los lados opuestos del punto de giro. De esta manera, la carga transportada se mantiene balanceada y estable por un centro de gravedad que está en todas las direcciones. Este equipo es empleado en un gran número de actividades dentro del proceso productivo, bajo disimiles condiciones. Las influencias ambientales extremas, como las que se dan en talleres de fundición, almacenes frigoríficos, la industria pesquera o en sectores con intensa exposición al polvo, pueden acelerar el desgaste.

Con el fin de apoyar de forma eficiente los procesos productivos, los vehículos de manipulación deben estar, ante todo, permanentemente disponibles, eso requiere disponer de un adecuado y oportuno sistema de mantenimiento y reparación. Es por ello que a lo largo del mundo existen muchas empresas que se dedican a esta importante tarea. Entre las que se encuentran:

- ADP (Ascensores de Pablo S.A) es una empresa española líder en la instalación, mantenimiento y reparación de todo tipo de sistemas de elevación, incluidos los montacargas (manuales, eléctricos, etc.). Atienden a clientes tanto particulares como profesionales en las provincias de Alicante, Valencia y Murcia. Cuentan con un equipo

técnico excepcional, capaz de atender cualquier necesidad o avería. Con la vista puesta en la seguridad de los usuarios y en la calidad de las instalaciones, esta empresa destaca por su atención al cliente. Están disponibles todos los días del año a cualquier hora, mediante un servicio urgente 24 horas. Acuden a cualquier lugar, en cualquier momento. Brindan una respuesta rápida y eficaz gracias a una amplia infraestructura(ADP Ascensores de Pablos, 2019).

- M&T. Montacargas y trasporte S.A. Es una empresa colombiana que ofrece al mercado soluciones en alquiler y reparación de toda clase de equipos para manejo de cargas; montacargas, grúas telescópicas, estibadores, patines, planchones, tracto camiones, cama bajas, capacitación de operadores de montacargas y transporte de carga terrestre(M&T Montacargas y Transportes S.A, 2019).
- General Equipos de Colombia S.A., GECOLSA es una de las empresas colombianas que ha crecido al ritmo de la economía de Colombia, contribuyendo directamente con asistencia técnica y suministro de equipos para sectores productivos como: construcción, minería, industria y petróleo, participando en las grandes obras de ingeniería y generación de energía de su país. Fue el único distribuidor autorizado de Caterpillar en este país hasta 2014 (General Equipos de Colombia SA, 2019).
- Linde Material Handling es una red en Europa con servicios integrales de mantenimiento y reparación. Cuenta con técnicos de servicio altamente cualificados, que se ocupan del cumplimiento de los intervalos de servicio y llevan a cabo de forma rápida y fiable el mantenimiento y la reparación de más de 300 tipos de vehículos. Los técnicos de servicio de Linde identifican los primeros indicios de daños y adoptan las medidas preventivas oportunas. Esto permite reducir los daños consecuenciales y evitar reparaciones innecesarias. A su vez, se preserva la garantía y se incrementa el valor de reventa. De este modo, además de contar con una disponibilidad óptima de los vehículos y la flota, las empresas pueden estar tranquilas también por lo que respecta a la seguridad laboral. Al mismo tiempo, gracias al mantenimiento regular se reducen los costes operativos y aumenta el valor de reventa de los vehículos de manipulación(Cannizzo, 2019)

1.5.1 Gestión de inventario en estas empresas

Los montacargas son de muchísimo empleo en la industria, lo que supone una alta demanda por mantenimiento o reparación. Como en todas las empresas, en las que cuyo objetivo es prestar estos servicios, contar con una adecuada gestión de inventarios es

fundamental, puesto que, de lo contrario se incurriría en costos por exceso de los mismos o pérdida de oportunidad, lo que tendría en consecuencia una falta de control de sus inventarios y podría afectar el nivel de satisfacción de sus clientes. No obstante, muchas de las organizaciones no cuentan con una apropiada de gestión de los mismos.

Un ejemplo de la necesidad del control de inventarios lo presenta GECOLSA, en el cual un grupo de especialistas analizó, en el 2005, cada uno de los aspectos que componen el manejo de los inventarios en el Centro de Reparación de Componentes (C.R.C.), con el fin de determinar el punto de reorden de los insumos y la cantidad a pedir década uno minimizando los costos totales. Esto permitió a la organización minimizar costos improductivos mejorando sus procesos, y, por ende, aumentar su competencia. Resultó que la empresa maneja stocks altos lo cual le genera costos de almacenamiento innecesarios. (Díaz Carvajal and Patiño Martínez 2011)

Por el contrario, Linde Material Handling, posee una potente tecnología de control tanto de sus inventarios como de otros sistemas y procesos. Actualmente está experimentando con drones de inventario que identifican los distintos productos del almacén, guardan la información sobre ellos y ahorran tiempo y dinero. Estos están equipados con seis rotores, una cámara, un escáner lector de códigos de barras y un telémetro. Linde posee sus procesos de producción controlados digitalmente que incrementan la efectividad, la eficiencia y la flexibilidad de todas las cadenas de producción y suministro. Además, posee un software de gestión de flotas moderno que ayuda a los usuarios a interconectar en red sus vehículos de manutención y sus procesos digitales(Cannizzo, 2019).

1.6 Conclusiones parciales

Luego de un análisis de la bibliografía que sustenta como base el desarrollo de la presente investigación se puede concluir que:

1. La literatura consultada posibilitó disponer de las bases teóricas sobre la logística, la gestión de las cadenas de suministro y el lugar que en las mismas ocupa la gestión del inventario. De manera similar fueron encontrados los conceptos, enfoques y herramientas empleadas en la gestión de inventarios.
2. Dentro de los métodos analizados para la clasificación de los inventarios, a los efectos del presente trabajo de diploma el seleccionado es la clasificación la ABC-XYZ por incluir de manera integrada los criterios de la ABC y la XYZ de manera separada.

3. La literatura presenta la existencia de varios sistemas de gestión de inventario, que en esencia responden a las preguntas qué, cuánto y cuándo pedir. Sin embargo, para el insumo que será analizado, se empleará el sistema de revisión continua.

4. Dentro de los indicadores existentes para medir el desempeño de los sistemas de gestión de inventario, se seleccionan: el costo total del inventario, el servicio al cliente y la rotación de inventario. Los mismos permitirán conocer la forma actual en que gestionan los insumos de la familia seleccionada, con el nuevo sistema de gestión diseñado.

Capítulo II

CAPÍTULO II: ANÁLISIS Y MEJORA DE LA GESTIÓN DE INVENTARIOS EN MONCAR CENTRO

2.1 Introducción

En este capítulo se evalúa el desempeño de la gestión de inventarios que existe actualmente en la UEB MONCAR Centro, con el propósito en acuerdo a los objetivos trazados en la presente investigación, basándose en la revisión bibliográfica realizada en el capítulo anterior y teniendo en cuenta las condiciones con que cuenta la unidad, proponer un sistema de inventario de revisión continua encaminado a resolver de las manera más eficiente las deficiencias detectadas.

2.2 Caracterización general de la UEB MONCAR Centro

La Empresa de Servicios y Comercialización de Equipos Automotores y de Manipulación de Cargas (MONCAR), perteneciente al grupo empresarial GESIME fue creada en febrero de 1995. Cuenta con tres UEB distribuidas en todo el país (occidente, centro y oriente). La UEB objeto de estudio en esta investigación es MONCAR Centro, que abarca las provincias: Matanzas, Cienfuegos, Villa Clara, Santis Spíritus, Ciego de Ávila y Camagüey. Posee aprobado el Expediente de Perfeccionamiento Empresarial desde 2002, y acorde a la Resolución No. 74/2014 del MEP, desarrolla las siguientes actividades:

1. Ensamblar, alquilar, producir y comercializar medios de manipulación de cargas, equipos de garaje, así como partes, piezas y agregados, componentes y accesorios.

2. Brindar servicios de Asistencia Técnica en la vía.

3. Prestar servicios de mantenimiento, inspección, diagnóstico, reparación, reacondicionamiento, remotorización, alquiler de los equipos, chapistería, pintura, montaje y puesta en marcha de los equipos de manipulación de cargas y ligeros, partes y piezas.

Desde sus inicios se constituyó con personal altamente calificado proveniente de otras entidades y en su proceso de desarrollo ha ido adquiriendo y preparando el personal de nuevo ingreso, necesario para asegurar un notable incremento en sus niveles de actividades. Los servicios que hoy comercializa MONCAR se brindan a los distintos sectores de la economía nacional, y están dirigidos fundamentalmente a la atención del Programa de Ambulancias y al de Equipos de Manipulación de Cargas, siendo éste último

el que lo distingue del resto de la competencia, por su posición de líder en este segmento del mercado.

Misión

La empresa MONCAR tiene la misión de organizar, regular, dirigir, ensamblar, alquilar y controlar la producción y desarrollo de medios de manipulación de cargas, así como sus partes, piezas y agregados, a partir de la aplicación de las políticas y lineamientos aprobados, con el fin de lograr producciones competitivas en el mercado nacional y foráneo, y apoyar el desarrollo socio-económico del país.

Visión

Ser líderes productores de equipos de manipulación de cargas, gestionar al 100% los servicios de asistencia técnica en la vía, así como las reparaciones, remotorizaciones, chapistería, pintura, montaje y puesta en marcha de los equipos. Reanudar el proceso inversionista para satisfacer al creciente mercado no cubierto aún. Utilizando tecnologías de punta, con competitividad en los mercados nacionales e internacionales.

Objetivos estratégicos

1. Cumplimiento de plan de ventas anualmente.
2. Garantizar el cumplimiento de los programas priorizados anualmente (montacargas y ambulancias).
3. Introducir herramientas de control estratégico de gestión con proyección al cliente.
4. Garantizar la gestión eficiente de los procesos logísticos.
5. Implementar el Sistema Integrado de Gestión.
6. Perfeccionar el sistema actual de costos por órdenes.
7. Priorizar el diseño y desarrollo del montacargas cubano en cooperación con la empresa IDA.

Política de Calidad

La Empresa MONCAR, en función de desarrollar la calidad y excelencia en los servicios de reparación y comercialización de vehículos ligeros y de manipulación de cargas, servicios de asistencia técnica dirigidos a satisfacer las necesidades y expectativas de sus clientes, establece como política: Disponer de un Sistema de Gestión Integrado que

cumpla con los requisitos establecidos en las normas cubanas NC ISO 9001: 2008 Sistema de Gestión de la Calidad. Requisitos, la NC ISO 14001: 2004 Sistema de Gestión Ambiental. Requisitos y NC 18001: 2005 Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo. Requisitos, todas estas normas estarán alineadas con el Sistema de Dirección y Gestión Empresarial, según el Decreto Ley No. 252 de 2007 y con el Sistema de Control Interno, según la Resolución 60/2011.Garantizar un ambiente de estética, confort, credibilidad y confianza, encaminado a la satisfacción del cliente, la protección del medio ambiente, el control de los recursos y operaciones, la salud y seguridad de sus trabajadores, así como la capacitación integral del personal contribuyendo al mejoramiento continuo del Sistema de Gestión Integrado.

Entre los principales proveedores con los que cuenta MONCAR se encuentran los siguientes:

1. UEB MONCAR Occidente.
2. Corporación Copextel Sociedad Anónima.
3. Empresa Central de Abastecimiento y Ventas de Equipos de Transporte Pesado y sus Piezas (Transimport).
4. Empresa Comercializadora y Servicios de Productos Universales.
5. Empresa Planta Mecánica.
6. Servicio Automotor Sociedad Anónima. (SASA).
7. Grupo empresarial privado, de capital estatal cubano. (Corporación CIMEX Sociedad Anónima.)

Entre los principales clientes con que la empresa comercializa se encuentran las empresas que pertenecientes a las siguientes organizaciones:

1. Organismos de Administración del Consejo de Estado: (OACE):
2. Ministerio de Comercio Interior (MINCIN).
3. Ministerio de Industrias (MINDUS).
4. Ministerio de la Industria Ligera (MINIL).
5. Ministerio de la Industria Básica (MINBAS).
6. Ministerio de las Fuerzas Armadas Revolucionarias (MINFAR).

7. Ministerio de la Industria Alimentaria (MINAL).

8. Asociaciones Económicas Internacionales. (Havana Club Sociedad Anónima, Nestlé, Corracam, Bravo Sociedad Anónima.)

Estructura organizativa

La estructura organizativa de la UEB MONCAR Centro está compuesta por un taller y un edifico administrativo (**Anexo 1**). La empresa cuenta actualmente con una plantilla aprobada de 61 trabajadores, de los cuales:

Tabla 2.1: Plantilla de la entidad UEB MONCAR Centro.

Categoría ocupacional	Cantidad
Obreros	38
Técnicos	20
Administrativos	0
Servicio	2
Dirigentes	1
Total	**61**

Fuente: Documentos de la empresa.

Relación funcional de los diferentes departamentos de la entidad

Recursos Humanos

El departamento de Recursos Humanos es quien se encarga de todo el personal de la empresa. Contrata el personal y vela por su seguridad laboral, comportamiento y cumplimiento de los indicadores de desempeño. El proceso de selección y reclutamiento del personal se realiza a partir de las convocatorias con las ofertas de trabajo y con las competencias que se requieren para optar por las mismas. La forma de pago de esta empresa es por resultados para los directos y escala para los indirectos, además se recibe una estimulación en moneda CUC y en moneda nacional CUP por el cumplimiento de los indicadores de desempeño y calidad.

Economía

Este departamento es fundamentalmente relacionado con los indicadores económicos, como son: indicador directivo gasto de salario por valor agregado, razones financieras, e

inversiones. También incluye análisis de solvencia a fin de realizar planes en función del aumento de la eficiencia y la eficacia de la empresa, desarrollando siempre una gestión contable financiera que posibilita la sostenida certificación de la contabilidad y el perfeccionamiento continuo de los sistemas de control tácticos y estratégicos, suministrando a la alta dirección la información oportuna y veraz para la toma de decisiones.

Departamento Técnico

Es el responsable de velar por el estado técnico de los equipos propios de la empresa. También se encarga de planificar y llevar a cabo los planes del sistema de mantenimiento que tengan diseñado.

Comercial

Se encarga de realizar la factura de todos los servicios que se presten en la organización. Además de comercializar los productos y piezas, es quien se encarga de gestionar las compras y los contratos de prestación de servicios de mantenimiento y reparación de vehículos.

Brigada de asistencia técnica

Esta brigada es la encargada de atender los pedidos más urgentes y de menor complejidad. Siempre que no sea necesario trasladar el equipo a las instalaciones de la empresa MONCAR, como en el caso de las reparaciones capitales, esta brigada a través de su camioneta acude a la entidad donde se encuentra el equipo a reparar.

2.3 Caracterización de la gestión de inventarios en MONCAR Centro

Mensualmente se realiza el inventario del 10% de los productos que existen en el almacén, y una vez al año a la totalidad de los mismos. De esta manera se conoce la reserva con que se cuenta para llevar a cabo las reparaciones y la información necesaria para realizar una orden de compra en caso de existir agotamiento del producto.

Los planes de compras son elaborados anualmente por el departamento de comercial a partir de los planes de reparaciones capitales y medianas provenientes de Empresa MONCAR en La Habana. En el caso de las reparaciones capitales se necesitan todas las piezas que pueda llevar un montacargas a excepción del chasis, entonces por cada reparación capital que se tenga en plan hacer, se consulta la disponibilidad al almacén y el plan de compras surge a partir de los productos que no se tengan disponibles. No

sucediendo así con las reparaciones medianas, pues las piezas requeridas son en dependencia de la avería que posea cada montacargas en particular.

La transportación de la mercancía es contratada a la Empresa Operadora de Contenedores (Transcontenedores) la cual cobra por estadía, flete y kilómetro recorrido.

Actualmente no se tiene implementado un sistema de inventarios, lo que dificulta la elaboración del plan de compras, pues al no existir un estudio de la demanda, no se estiman las piezas que se puedan necesitar, y la compra entonces se realiza de manera empírica basada en la experiencia. Esta situación da lugar a que en muchas ocasiones no se puedan realizar las reparaciones o se incumpla el plazo de entrega, por no contar con las piezas necesarias, y a su vez existe abarrotamiento de materiales ociosos, dando lugar a gastos innecesarios por almacenamiento.

Además, no se realiza una evaluación de los proveedores actuales de acuerdo a: ciclo de reaprovisionamiento, estabilidad del ciclo y nivel de disponibilidad de los productos. Es válido destacar que en muchas ocasiones la no disponibilidad de recursos para realizar las reparaciones, es debido a que los proveedores no poseen reserva para responder a los planes de compra emitidos, lo que hace que exista inestabilidad en el aprovisionamiento.

A continuación, se hace un resumen de las principales deficiencias encontradas:

Servicio al Cliente

1. Inestabilidad en la disponibilidad de piezas.
2. Incumplimiento en cuanto a tiempo de entrega.

Gestión de Inventarios

1. Inexistencia de sistemas de gestión de inventarios.
2. Inexistencia de parámetros de control de inventarios.
3. Baja disponibilidad de productos.
4. Deficiente evaluación de los proveedores.
5. Inestabilidad en el surtido.
6. Deficiente gestión de la demanda.
7. Desabastecimiento de productos líderes.
8. No existe control de los costos de almacén.

En relación al servicio al cliente si se implementa un sistema de inventario los problemas causados porla inestabilidad en la disponibilidad de piezas y el incumplimiento en cuanto a tiempo de entrega serían mitigados, puesto que el tamaño del lote y plazo de entrega son parámetros a calcular que responden directamente a estos elementos, permitiendo disponer de la mercancía necesaria para realizar las reparaciones respetando los plazos de entrega acordados. Por otra parte, respecto a la gestión de inventarios, el sistema necesita del registro de cada una de las solicitudes de piezas para los servicios de reparación, lo que genera un seguimiento de la demanda que permite conocer los productos más cotizados a la hora de realizar los pedidos, eliminando así el desabastecimiento de los mismos. El sistema de inventarios permite conocer el tiempo de aprovisionamiento y la estabilidad de los surtidos, elementos que conforman criterios de gran importancia a la hora de evaluar proveedores en caso de que se requiera. Los costos es otro componente importante que el sistema facilita conocer, para determinar así la factibilidad de la gestión. De esta manera se aprecia las ventajas de implementar un sistema de inventarios para mitigar los problemas anteriormente listados.

2.4 Propuesta de un modelo de gestión de inventario en la UEB MONCAR Centro

La empresa facilitó la información concerniente a los planes de producción, costos, y cumplimiento de los pedidos para el año 2018. Esta información recopilada permitió validar las consideraciones que se tuvieron en cuenta para la definición de costos, estimación de la demanda y construcción del modelo y sus parámetros.

2.4.1 Clasificación de los artículos en el inventario

Este análisis se realizó a través de la revisión de la información proporcionada por el departamento de comercial en relación a las ventas mensuales pertenecientes al año 2018. Para la jerarquización de los insumos más representativos se optó por la clasificación ABC-XYZ, a fin de contar con más criterios a la hora de priorizar.

En la clasificación ABC se empleó como criterio el costo unitario debido a que la empresa vende sus productos al costo, pues la ganancia en sí radica en el servicio por concepto de mano de obra.

Para esta tarea, se escogen únicamente las 180 piezas provenientes del proveedor MONCAR Occidente o Habana(es el único proveedor que les vende piezas de montacargas) utilizadas en la reparación de los montacargas, y luego se seleccionan para

la clasificación aquellas que generen un importe anual mayor a los $10 000. Finalmente se emplean para la clasificación 23 piezas.

En este proceder se hace uso de la herramienta Microsoft Excel para el cálculo de la frecuencia relativa, que no es más que el cociente del importe anual de cada producto y la suma de dichos importes, dando como resultado la parte que representa cada importe del total de importes. Luego con la suma de las frecuencias relativas (frecuencia acumulada) se llega finalmente a la clasificación ABC. Esta clasificación fue la base para la determinación de los productos estratégicos a tener en cuenta para la construcción del modelo.

La **tabla 2.1** muestra la clasificación ABC. Se clasificaron de "A" los que representaban hasta el 80% del importe, "B" a los que estuvieran entre el 80 y 95% y por último, "C" mayores del 95%.

Tabla 2.1. Clasificación ABC.

Clasificación	Cantidad
A	7
B	9
C	7
Total	**23**

Fuente: Elaboración propia.

El **gráfico 2.1** muestra un diagrama de barras, donde se observa los ingresos anuales del año 2018 por categoría y el porciento que representa cada categoría del total del importe.

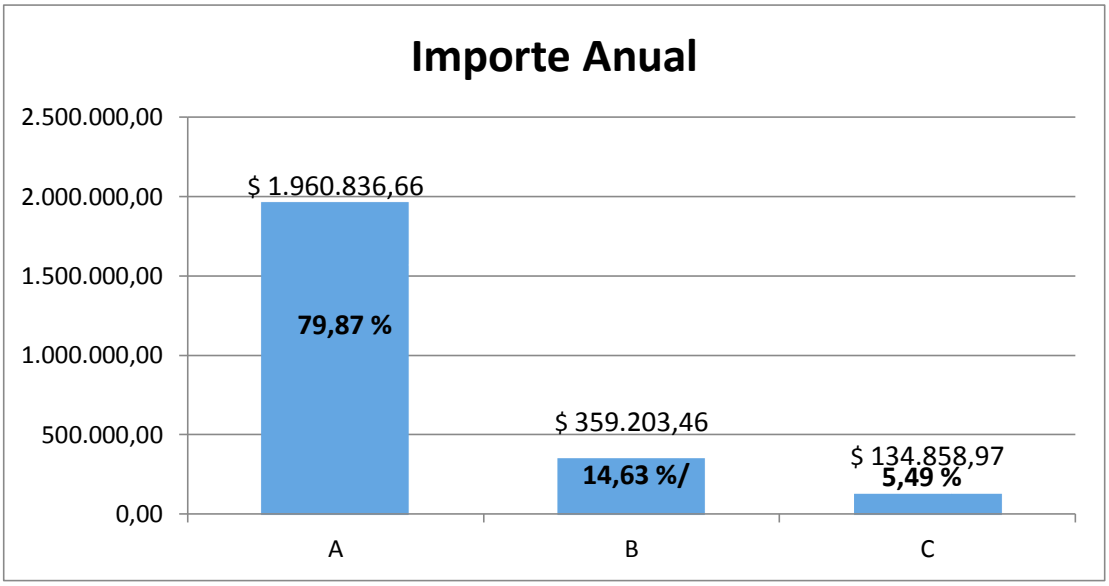


Gráfico 2.1: Importe anual por categoría en el año 2018. Fuente elaboración propia.

En la clasificación XYZ se utilizó el coeficiente de variación de la demanda. Cabe aclarar que esta demanda se obtiene de forma aproximada mediante la revisión del registro de piezas utilizadas por cada reparación mediana y general en cada mes. Se tomaron estos criterios para determinar los productos que mayor ganancia reportan a la empresa, y a su vez la variabilidad de la demanda en el tiempo. En este procedimiento también se empleó el Microsoft Excel donde se procesaron los datos de la siguiente forma:

1. Se calculó la sumatoria de cada demanda mensual al cuadrado,

2. luego el cuadrado de la sumatoria de cada demanda lineal y ese resultado dividido entre en número de demandas, o sea 12.

3. Se restan estos dos resultados (Paso 1 – Paso 2) y se dividen por un valor inferior al número de demandas, es decir 11.

4. La desviación es entonces la raíz cuadrada del resultado de esa última operación.

5. El coeficiente de variación (C.V) es el cociente de esta desviación calculada y la media de las demandas.

Este procedimiento se calcula de igual forma para cada uno de los 23 productos seleccionados.

Seguido, se realiza la clasificación XYZ reflejada en la **tabla 2.2**, manteniéndose por valor “X” los productos que posean coeficiente de variación hasta un 30%, “Y” los que

estén entre 30 y 70 % y “Z” los que sean mayores al 70 %. En el (**Anexo 2**) se demuestra su obtención.

Tabla 2.2. Clasificación XYZ.

Clasificación	Cantidad
X	4
Y	17
Z	2
Total	**23**

Fuente: Elaboración propia.

Por último, se realizó la clasificación ABC-XYZ (**tabla 2.3**). Esta categorización permitió, junto a la ratificación del especialista del departamento comercial, determinar los productos estratégicos a estudiar detalladamente, o sea los seis productos pertenecientes a la clase “A” que representan aproximadamente el 80 % de las ventas anuales de piezas.

Tabla 2.3. Clasificación ABC/XYZ.

Clasificación	X	Y	Z	Total
A	1	6	0	7
B	2	5	2	9
C	1	6	0	7
Total	**4**	**17**	**2**	**23**

Fuente: Elaboración propia.

El cuadrante seleccionado es el “AX”, que solo contiene un producto, que es el neumático macizo 28x9.15. Teniendo en cuenta la importancia por valor monetario de los productos “A” y tratándose de productos con demanda poco variable “X” se necesita evitarla rotura de stock, por lo que se decide aplicar un modelo de revisión continua con stock de seguridad. Esto además facilita la gestión de inventarios al tener control sobre la cantidad a pedir, el número de pedidos, stock de seguridad, así como los costos asociados a esta gestión.

2.4.2 Determinación de los costos asociados a la gestión de inventarios.

Para diseñar y evaluar el modelo propuesto, fue necesario determinar los costos asociados a la gestión del inventario. A continuación, se muestra como fueron estimados. Es válido aclarar que para determinar cada uno de los costos, se realizó una recolección de costos asociados a cada uno de ellos, o sea: los de almacenar, comprar, ordenar, rotura de stock, etc. Fue indispensable la consulta con especialistas y personal pertenecientes a los departamentos de comercial y economía para obtener resultados fehacientes pues, la empresa no despliega los costos por departamento.

- **Costo de mantener en inventario**

Se revisaron los costos relacionados con el gasto de salario, costos de mantenimiento de los equipos utilizados en la manipulación, gasto de energía, combustible, etc. Es decir el dato del gasto de salario que se muestra es la sumatoria del salario que recibió los tres trabajadores que laboran en el almacén durante el año 2018.

La depreciación que se muestra es de los activos fijos tangibles presentes en el almacén, es un costo que se estima mensualmente y proporcionado por el departamento de economía. El costo de mantenimiento de montacargas y transpaletases en el que se incurre por el costo de materiales que en el caso del montacargas son: por el cambio de filtro, rellenado o cambio de aceite y cambio de neumáticos, que se realiza dos veces al año; y en el caso de la transpaleta el rellenado del cilindro de elevación que al igual que el montacargas se realiza también 2 veces al año.

El gasto de electricidad se determinó mediante la cantidad de lámparas que hay en el almacén, que son 11 de 33 watt y 5 de 18 watt, lo que hace un total de 453 watt que transformado son 0,453 kW, por las horas que se mantienen las luces del almacén encendidas al día, que es de 7.00 am hasta 4.00 pm, o sea 9 horas al día, durante los 253 días laborables del año 2018, lo que hace un consumo anual de 1031,48 kW/año. La tarifa que la empresa eléctrica aplica es de 0,1635 pesos por kW.

El gasto de combustible está determinado por el consumo del motor Mitsubishi de 6 cilindros que tiene el montacargas que es de 6,5 L/h, por los ¾ de hora que por promedio es usado al día, por los 253 días laborables del 2018, hacen un consumo de 1234L/año. El litro de combustible se paga a 0.80 pesos. El valor del inventario total es lo que circuló por el almacén durante todo el año.

La literatura plantea que dentro del costo de inventario se debe incluir el costo de oportunidad, que se entiende por el dinero que se deja de ganar por tener el capital inmóvil en el inventario, que de tenerlo en una cuenta bancaria generaría intereses. Pero en Cuba esto no procede, ya que las cuentas de las empresas estatales no generan ingresos por intereses, por lo que el costo de oportunidad no está incluido en el costo de inventario calculado.

La tasa de inventario es el resultado del cociente, del total de costos entre el inventario promedio por 100.Todos los costos fueron determinados anualmente. No se hizo diferenciación en la estimación del costo por producto debido a que todos los productos se almacenan en la misma unidad de carga y no se presentan requerimientos especiales individuales.

En la **tabla 2.4** se encuentran resumidos los costos y estimaciones realizadas.

Tabla 2.4. Tasa de inventario

Elemento	**Valor anual ($)**
Gasto de salario del personal del almacén	37 802,25
Costo por depreciación	5693,63
Costo de mantenimiento del montacargas y transpaletas	4 344,40
Gasto de energía	168,65
Costo de combustible	987,20
Costo total anual de mantener en inventario	**48 996,13**
Inventario a inicio del 2018	1 246 980,59
Inventario a final del año 2018	879 790,63
Inventario promedio	**1 063 385,61**
Tasa de inventario	**4,61 %**

Fuente: Elaboración propia.

Esto significa que por cada peso (1$) que se mantenga en inventario se pagan anualmente 0.0461 centavos.

- **Costo de ordenar**

Para la estimación de este costo se identificaron las actividades relacionadas con la gestión de adquisición de artículos y el tiempo invertido en cada una de ellas, para finalmente poderle atribuir un valor monetario a cada actividad relacionada y obtener el costo de ordenar.

El gasto de salario es la suma del pago de salario que recibieron los cinco trabajadores pertenecientes al departamento de comercial durante el 2018. El gasto de materiales de oficina fue proporcionado por el departamento de economía. El costo de transportación es en el cual se incurrió por la transportación de los materiales y piezas que se adquirieron durante el año 2018 pagado a la empresa a la Empresa Operadora de Contenedores a quien se le contrata este servicio, alquiler del vehículo, estancia y kilómetro recorrido (tasa 1,022 por km). El número de órdenes está dado por la cantidad de facturas emitidas por la empresa con este fin. El costo por orden que se muestra es el resultado de dividir el total de costos, por el número de órdenes. En la **tabla 2.5** se muestran estos costos.

Tabla 2.5. Costo de ordenar

Elemento	**Valor anual ($)**
Gasto de salario del personal de comercial	67912,46
Costo de materiales de oficina y papelería del departamento de comercial	641,35
Costo de transportación	8 909,86
Costo total anual de ordenar	**77463,67**
Número de órdenes	5
Costo por orden	**15492,74**

Fuente: Elaboración propia.

- **Costo de compra**

Los siguientes datos fueron proporcionados por el departamento de comercial, la **tabla 2.6** muestra el importe anual empleado para la compra de cada uno de los 23 productos seleccionados.

Tabla 2.6. Costos de compra de los productos seleccionados

No	Producto	Costo unitario ($)	Unidades	Importe anual ($)
1	Motor diesel Isuzu c240 heli cpcd25	8618,75	84	723 974,83
2	Mástil de elevación triple full free 4700mm ensamblado	7201,28	85	612 109,14
3	Puente de dirección armado	3017,26	79	238 363,86
4	Pasador eje palanca distribuidor heli cpcd25	2058,15	80	164 652,00
5	Radiador heli	406,84	297	120 831,48
6	**Neumáticos macizos 28x9.15**	**304,85**	**331**	**100 905,35**
7	Conjunto manga diferencial ensamblado heli cpcd25	1187,01	76	90 212,76
8	Neumáticos súper elásticos	157,35	336	52 869,60
9	Horquillas heli cpcd25	320,29	133	42 599,10
10	Ruedas delanteras armadas c/llantas 7.00x12	268,55	121	32 495,32
11	Neumático	103,64	307	31 817,48
12	Abrazadera heli cpcd25	3,06	10315	31 615,48
13	Radiador motor Isuzu	314,78	85	26 756,82
14	Luz precaución Baliza Heli CPCD25	133,01	192	25 537,92
15	Válvula control (3valvulas) heli cpcd25	278,01	91	25 298,98
16	Tornillo heli cpcd25	3,41	7332	25 024,12
17	Conjunto ensamblado sistema control dirección heli cpcd25	280,97	84	23 601,48
18	Ruedas traseras armadas con llantas 6,00 x 9	120,11	158	18 978,55
19	Estructura puente heli cpcd25	191,83	87	16 689,55
20	Bomba hidráulica de piñones	117,55	120	14 106,00
21	Junta de goma Heli CPCD25	33,10	420	13905,78

22	Conjunto ensamblado sistema pedales freno avance lento Heli CPCD25	134,01	91	12195,64
23	Conjunto ensamblado depósito de aceite hidráulico heli cpcd25	123,30	84	10357,86
Importe Total de las 23 piezas seleccionadas				**2 454 899,10**
Efectivo total destinado a la compra durante el 2018				**2 629 645,73**

Fuente: Documentos de la empresa.

- **Costo de oportunidad**

Para la determinación de este costo se tomó el plan del 2018 de reparaciones tanto capitales como medianas y se comparó con las reparaciones que realmente se realizaron en ese año, o sea este costo se valoró mediante el incumplimiento en pesos del plan de reparaciones el 2018 (**Anexo 4**), ya que la causa de la no realización de estas reparaciones fue la no disponibilidad de las piezas requeridas. De esta forma se obtuvo $ 2 877 250 como costo de faltantes que también puede ser interpretado como un costo de oportunidad respecto a lo que se dejó de ganar.No obstante la consideración de este valor tergiversaría mucho los resultados y sería aceptar que la inestabilidad en los suministros continúe como ha estado hasta ahora, en lugar de emprender acciones para cambiarla.

2.4.3 Determinación de los costos asociados a la gestión de inventario de los neumáticos macizos 28x9.15

Durante el año 2018, el presupuesto destinado para la compra de piezas para las reparaciones medianas y capitales fue de $ 2 629 645,73 como se muestra en la **tabla 2.6**, que es el resultado de la suma de todos los costos de compra en el año 2018, de los cuales $ 100 905,35 fueron empleados en la adquisición de neumáticos macizos 28x9.15 a un costo de compra unitario de $ 304,85 (extraído de la **tabla 2.6**) lo cual representa el 3,83% de este presupuesto.

Para conocer específicamente los costos asociados a la gestión de inventarios sólo de este insumo es necesario aplicar este porcentaje a todos los costos anteriormente calculados.

- **Costo de mantener en inventario el neumático macizo 28x9.15**

La tasa por mantener una unidad en inventario calculada en la **tabla 2.4** del apartado anterior es del 4,61 %/año, y si se multiplica por el porcentaje que representa el costo total de compra del producto en cuestión del total empleado en la compra de piezas que es de 3,83% el cual se calculó anteriormente, se obtiene 0,386 % como tasa de inventario anual solo para este producto. Luego se multiplica esta última tasa por el costo de compra del insumo que es $ 304,85 y se obtiene la tasa anual de mantener un neumático macizo 28x9.15 en inventario. La **tabla 2.7** resume los datos utilizados en el análisis anteriormente descrito.

Tabla 2.7. Costo de mantener en inventario el neumático macizo 28x9.15

Elemento	**Valor anual**
Costo de mantener una unidad como % del inventario promedio	4,61%/año
% que representan los neumáticos macizos 28x9.15 del presupuesto total de compra	3,83%
% que representa un neumático macizo 28x9.15 del costo total de mantener el inventario	**0,386 %/año**
Costo de compra de un neumático macizo 28x9.15	304,85 $/unidad
Costo anual de inventario para el neumático macizo 28x9.15	**0.54 $/neumático - año**

Fuente: Elaboración propia.

- **Costo de ordenar del neumático macizo 28x9.15**

El costo de ordenar se estima partiendo del corto total por orden calculado en la **tabla 2.5** del epígrafe anterior que es de $ 15 492,73 y aplicando el mismo principio se obtiene el costo por orden del neumático macizo 28x9.15. Esto se realiza para conocer el costo por ordenar solo este tipo de neumáticos puesto que siempre que se realiza una orden, no siempre vienen neumáticos, y lo que se busca es la correcta gestión de este insumo. El resultado se muestra en la siguiente **tabla 2.8.**

Tabla 2.8. Costo por orden del neumático macizo 28x9.15

Elemento	**Valor anual**

Costo por orden	15 492,73$/orden
% que representan los neumáticos macizo 28x9.15 del presupuesto total	3,83%
Costo de emitir una orden del neumático macizo 28x9.15	**593,37 $/orden**

Fuente: Elaboración propia.

Siguiendo con el cálculo de los parámetros para la evaluación de este modelo, lo segundo en determinar es el plazo de entrega del proveedor. El tiempo que toma buscar la mercancía hasta el proveedor MONCAR Habana es a lo sumo 48 horas. Pero en muchas ocasiones que se emite una orden el proveedor no tiene el insumo disponible. Por lo que los datos que se muestran en la **tabla 2.9** es el tiempo que se demoró el proveedor en responder las órdenes emitidas durante el año 2018, o sea, el tiempo que transcurrió entre que se emitió la orden y el producto llegó al almacén, por lo que será tratado como el plazo de entrega. Esta información fue facilitada por el especialista del departamento de comercial.

El tiempo en meses que se muestra, es el resultado de dividir los días del plazo de entrega entre el promedio de días que por mes se trabajaron durante el 2018. Es decir, los días laborables del 2018 fueron 253, y dividido entre los 12 meses da como resultado el promedio de días trabajados por mes, que son 21,08. Esto se realiza de esta forma con el objetivo de gestionar de una forma más correcta este plazo de entrega, puesto que, si la orden está lista un viernes, no se busca hasta el lunes, ya que no se labora durante los fines de semana.

Tabla 2.9. Tiempo que demora el proveedor MONCAR Habana en responder una orden

Orden 1		**Orden 2**		**Orden 3**		**Orden 4**		**Orden 5**		**Promedio**	
Día	**Meses**	**Días**	**Meses**	**Días**	**Meses**	**Días**	**Meses**	**Días**	**Meses**	**Días**	**Meses**
16	0,759	34	1,613	48	2,277	126	5,977	30	1,423	**50,8**	**2,41**

Fuente: Elaboración propia

La estimación de la demanda para este producto se realiza a partir del plan de reparaciones medianas y capitales para el año 2018. Para ello se consulta a los especialistas del taller y del departamento de comercial, quienes coinciden en que la demanda mensual de estos neumáticos se encuentra entre 30 y 36. La **tabla 2.10** muestra la estimación de la demanda

mensual en el 2018 de neumáticos macizos 28x9.15.Esta estimación se realiza empleando la herramienta Microsoft Excel, con la cual a partir del intervalo de demanda proporcionado por la empresa se generan 12 números aleatorios en representación de la demanda mensual para los neumáticos macizos 28x9.15.

Tabla 2.10. Demanda de neumáticos macizos durante el 2018.

E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total	Promedio
35	31	34	33	32	36	35	36	36	30	33	30	**401**	**33**

Fuente: Elaboración propia

2.4.4 Diseño de un sistema de inventario de revisión continua para los neumáticos macizos 28x9.15.

Para diseñar el sistema es necesario primeramente probar los supuestos de aleatoriedad y normalidad en las muestras de demanda y plazo de entrega, para de esta manera poder hacer uso del estadístico Z, en el consiguiente cálculo del tamaño óptimo del lote. Para probar estos supuestos se hace uso de la herramienta MINITAB 16, con un nivel de confianza del 95 % y por ende $\alpha = 0{,}05$.

En el supuesto de aleatoriedad se realiza una prueba de hipótesis en las que para ambas variables fue:

H_0: Los datos de la muestra se encuentran en orden aleatorio.

H_1: Los datos de la muestra no se encuentran en orden aleatorio.

Para tomar la decisión, la región crítica empleada fue $p \leq \alpha$ que es una región de rechazo, es decir, que de cumplirse se puede afirmar que existe evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula (H_0) y decir que los datos de la muestra no se encuentran en orden aleatorio. Ambos valores de "*valor-p*" arrojados por el programa son mayores que $\alpha = 0{,}05$ no cumpliéndose la región crítica, por lo que tanto los datos de la muestra de demanda como del plazo de entrega son aleatorios, con un nivel de confianza del 95 %. En el (**Anexo 4**) se muestran los resultados de esta prueba para cada una de las variables.

La prueba de normalidad se efectuó de manera similar, para ambas variables las hipótesis fueron:

H_0: Los datos siguen una distribución normal.

H_1: Los datos no siguen una distribución normal.

La región crítica empleada fue $p \leq \alpha$, y ambos valores de p fueron mayor a 0,05 no se cumple la región crítica, por lo que hay evidencia estadística para no rechazar la hipótesis nula (H_0) y decir con un nivel de confianza del 95 % que los datos siguen una distribución normal. En el (**Anexo 5**) se ilustran las gráficas que validan esta prueba. La escala vertical de las gráficas se asemeja a la escala vertical del papel de probabilidad normal. El eje horizontal es una escala lineal para los valores de demanda y plazo de entrega. La línea forma un estimado de la función de distribución acumulada para la población de la cual se extrajeron los datos. Con la gráfica se muestran estimaciones numéricas de los parámetros de la población, μ y σ, el valor de la prueba de normalidad y el valor -p asociado.

Probados los supuestos pertinentes se procede a diseñar el sistema de inventario de revisión continua. A continuación en tres pasos se exponen los cálculos apropiados.

1. Determinar el tamaño del lote óptimo (Q^*)

Una de las características que posee este sistema es que la cantidad que se ordena o produce es fija. Para obtener dicha cantidad se hace uso de la **fórmula (1.2)** declarada en el capítulo I para calcular el tamaño del lote óptimo a pedir por cada orden.

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 \times S \times D}{H}} \qquad (1.2)$$

Donde:

D: La demanda anual es de 401neumáticos/ año que es la suma de la demanda mensual que se muestra en la **tabla 2.10.**

S: El costo por orden es de 593,37 $/orden que es lo que cuesta ordenar solamente neumáticos macizos 28x9.15, como se ilustra en la **tabla 2.8.**

H: La tasa de inventario = 0.54 $/neumático-año que es lo que se paga anualmente por cada neumático macizo 28x9.15 que se tenga en el almacén, como se ilustra en la **tabla 2.7**

Sustituyendo dichos valores en la fórmula se obtiene:

$$(Q*) = \sqrt{\frac{2 * 593{,}37 - \$/orden * 401\, neumáticos/año}{0.54\, \$/(\, neumáticos - año)}}$$

$(Q^*) = 938{,}75 \approx 939$ neumáticos/orden

Cada vez que se emita una orden esta será de tamaño igual a 939 neumáticos macizos 28x9.15.

2. Determinar el stock de seguridad (S')

Con la política de cero faltante o rotura de stock se fija un nivel de servicio al cliente del 95% para realizar el cálculo del stock de seguridad. Este nivel de servicio es provisional para determinar el percentil Z.Para un nivel de servicio del 95% el percentil Z es de 1,64.

El plazo de entrega (*L*) es determinado por el promedio de días que se demora el proveedor MONCAR Habana en responder una orden que es de 50,8como se muestra en la **tabla 2.9** que dividido por el promedio de días que se trabajó al mes durante el 2018 que es de 21,08 días, da como resultado 2,41 meses. Esto se hace porque el plazo de entrega debe estar expresado en la misma unidad que la desviación de la demanda (*T*), es decir (*T*) es la desviación de las demandas mensuales y (L) está expresado en meses.

Utilizando las ecuaciones (1.4) y (1.5) se sustituyen estos valores:

$$\mathrm{L} = \frac{50{,}8\ días}{21{,}08\ días/mes} = 2{,}41 \text{ meses.}$$

La desviación estándar de la demanda (*T*) se obtiene del software Minitab 16 cuando se procesan los datos en las pruebas de los supuestos de normalidad (**Anexo 5**).

T = 2,275 neumáticos/mes

Sustituyendo estos valores en las fórmulas se obtiene:

$$\Gamma' = \sqrt{L} * \Gamma = \sqrt{2{,}41\ meses} * 2{,}275\ neumáticos/mes = 3{,}532 \text{ neumáticos}$$

$$S' = Z * \Gamma' = 1{,}64*3{,}532 = 5{,}792 \approx 6 \text{neumáticos macizos 28x9.15.}$$

El stock de seguridad debe ser de 6neumáticos macizos 28x9.15, para garantizar un 95% de nivel de servicio al cliente.

3. Determinar el punto de reorden (R)

Mediante las **fórmulas (1.6) y (1.7)** se determina el punto de reorden, o lo que es lo mismo cuando debe hacerse un nuevo pedido, y para ello se calcula *M'*, que es el promedio de neumáticos que existirá como demanda durante el período *L*.

$$M' = d \times L \qquad (1.6)$$

$$d = \frac{401 neumáticos/año}{12\ meses/año} = 33{,}417\ \approx 33\ neumáticos/mes$$

M’ = 33neumáticos/ mes*2,41 mes M’ = 79,535 ≈ 80 neumáticos

La demanda promedio durante el plazo de entrega es de 80 neumáticos macizos 28x9.15, por lo que el punto de reorden se determina de la siguiente manera:

$$R = M' + S' \qquad (1.7)$$

R = 80neumáticos + 6neumáticos R = 86 unidades

Según los cálculos que recién se desarrollan en función del sistema de inventario de revisión continua propuesto, se realizará una orden de tamaño 939 neumáticos macizos 28x9.15 cada vez que el nivel del inventario llegue a 86 unidades, manteniendo 6neumáticos como inventario de seguridad.

2.4.5 Validación del sistema de inventario de revisión continua diseñado mediante la simulación de Montecarlo

La simulación de Montecarlo se realiza para actualizar o más bien corregirel nivel de servicio al cliente del 95% que se fijó en el epígrafe anterior para diseñar el sistema, pues esto fue necesario para calcular el percentil Z. Se procede a simular el modelo de revisión continua con demanda y plazos de entrega aleatorios en Excel, con unidad de tiempo mensual, utilizando los siguientes parámetros de entrada:

- Demanda (neumáticos/mes) = 33,417≈ 33
- Plazo de entrega (mes) = 2,41

Primeramente para llevar a cabo la simulación se listan las demandas de menor a mayor. Se halla la frecuencia absoluta que no es más que la cantidad de veces que aparece el dato en la muestra, y la acumulada es sumar por columna ese dato hasta obtener el número total de datos en la muestra, que en el caso de la demanda es 12, una por cada mes, y para el plazo de entrega sería de 5, que es la cantidad de órdenes que se emitieron durante el 2018.El intervalo mostrado en la sexta columna (de izquierda a derecha) se haya a partir del resultado que arroja el cálculo de la frecuencia relativa, y se realiza partiendo de las cifras significativas de ese cálculo.

Por ejemplo; para la primera fila el valor de frecuencia absoluta es 0,167 que redondeando es 0,17; para hacer el intervalo se toma solamente el 17, ya que para los efectos de la simulación es más cómodo trabajar con números enteros. Como es el primer valor que se

calcula, el primer intervalo entonces es de 0 a 17, para el segundo intervalo el límite inferior es una unidad más que el límite superior del intervalo anterior. Para el resto de los intervalos se procede de igual modo, hasta que el último termina en 100. Esto se realiza para que cada intervalo identifique un valor de demanda.

Para el plazo de entrega se procedió de igual forma que para la demanda. Las **tablas 2.11 A y 2.11 B** muestran el análisis de la demanda y el plazo de entrega del 2018 respectivamente.

Tabla 2.11A. Análisis de la demanda de neumáticos durante el 2018

Demanda (mes)	F.Absoluta	F. Abs Acum	Fr	Fr*100	Intervalo
30	2	2	0,167	17	0--17
31	1	3	0,250	25	18--25
32	1	4	0,333	33	26--33
33	2	6	0,500	50	34--50
34	1	7	0,583	58	51--58
35	2	9	0,750	75	59--75
36	3	12	1,000	100	76--100

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2.11 B. Análisis de los plazos de entrega del proveedor MONCAR Habana en el 2018.

Plazo de entrega (mes)	F.Absoluta	F. Abs Acum	Fr	Fr*100	Intervalo
0,759	1	1	0,200	20	0--20
1,423	1	2	0,400	40	21--40
1,613	1	3	0,600	60	41--60
2,277	1	4	0,800	80	61--80
5,977	1	5	1,000	100	81--100

Fuente: Elaboración propia.

Para hacer la simulación se generan 15 datos aleatorios (porque son 15 corridas) que se encuentren entre 0 y 100, cada uno de estos valores pertenece a un intervalo, y por ende a un valor de demanda "***D***" o plazo de entrega "***L***" específico, que se muestra en la sexta y séptima columna de la **tabla 2.10** del respectivamente.

Tabla 2.12. Simulación de Montecarlo (tercera réplica).

No	Número aleatorio		Intervalo		D	L	Dts	S'	NSC %
	Para D	Para L	Para D	Para L					
1	55	72	51--58	41--60	34	1,613	55	-26	0
2	4	12	0--17	0--20	30	0,759	23	-58	0
3	79	60	76--100	41--60	36	1,613	58	-22	0
4	30	98	26--33	81--100	32	5,977	191	**111**	**86,67**
5	94	52	76--100	41--60	36	1,613	58	-22	0
6	42	43	34--50	41--60	33	1,613	53	-27	0
7	23	37	18--25	21--40	31	1,423	44	-36	0
8	60	80	59--75	81--100	35	5,977	209	**129**	**100**
9	82	30	76--100	21--40	36	1,423	51	-29	0
10	49	86	34--50	81--100	33	5,977	197	**117**	**93,33**
11	38	10	34--50	0--20	33	0,759	25	-55	0
12	19	6	18--25	0--20	31	0,759	24	-57	0
13	30	56	26--33	41--60	32	1,613	52	-29	0
14	71	32	59--75	21--40	35	1,423	50	-31	0
15	15	66	0--17	61--80	30	2,277	68	-12	0

Fuente: Elaboración propia.

La columna "***Dts***" representa la demanda durante el tiempo de suministro, y se calcula multiplicando cada demanda "***D***" por cada plazo de entrega "***L***".El stock de seguridad "***S***" se calcula restando la columna "***D***" menos el producto resultante del plazo de entrega

promedio y la demanda promedio.El nivel de servicio al cliente "***NSC***" se haya de la siguiente manera:

Se busca el mayor valor de la columna "***S***" y se compara con el resto de los valores de esa misma columna,entonces el "***NSC***" está dado por el cociente entre la cantidad de valores que se tienen menores o iguales a ese valor sobre el total de valores, o sea 15.En el (**Anexo 6**) se muestra el resultado de esta simulación. Se realizaron 3 réplicas, cada una con 15 corridas.

Para demostrar que existe relación directamente proporcional ente el stock de seguridad y el nivel de servicio al cliente, se hace uso nuevamente de la herramienta Minitab 16, para que mediante un análisis de regresión simple quede demostrado que a mayor stock de seguridad, se obtiene un mayor nivel de servicio al cliente.

Se aplicó regresión lineal a cada una de las 3 réplicas para determinar con cuál se tiene mayor valor de R-cuadrado, el cual debe ser mayor al 60% para concluir que la variable independiente (stock de seguridad) explica bastante bien el comportamiento de la variable dependiente (nivel de servicio al cliente). Finalmente la tabla escogida es la de la tercera réplica (**tabla 2.12**), ya que tiene un valor de R-cuadrado del 95.7%. En el (**Anexo 7**) se muestran los resultados arrojados por el programa.

Mediante la aplicación de la simulación se pudo obtener que con 111 neumáticos macizos 28x9.15 de stock de seguridad se tiene un nivel de servicio al cliente de 86.67%, con 117 un 93.33% y con 129 se logra llegar al 100%.El nivel de stock de seguridad obtenido en la simulación de Montecarlo no coincide con el calculado en el sistema, pero se entiende que este tiene más sentido con lo que realmente sucede en la empresa, y como entre 117 y 129 la diferencia no es tan grande, el stock de seguridad elegido es el de los 129 neumáticos para garantizar un nivel de servicio al cliente del 100 %.

El siguiente gráfico muestra el perfil de inventario para el modelo diseñado. El punto de reorden que se muestra no es el que se obtuvo en el diseño del modelo, ya que fue necesario recalcularlo puesto que con la simulación de Montecarlo el inventario de seguridad aumentó, por lo que el punto de reorden debe aumentar también. Para ello se utiliza la misma fórmula empleada en el diseño, pero con el stock de seguridad obtenido con la simulación.

$$R = M' + S' \qquad (1.7)$$

R = 80 neumáticos + 129 neumáticos R = 209 neumáticos.

El punto de reorden en lugar de ser de 87 neumáticos como se determinó en el diseño del sistema del subepígrafe anterior, ahora es de 209 neumáticos.

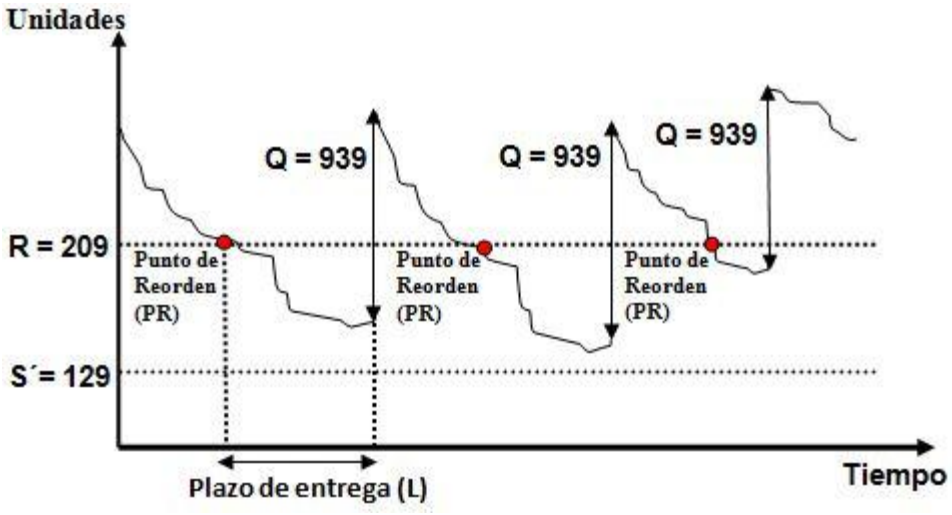


Gráfico 2.2: Perfil de inventario para el sistema de revisión continua diseñado. Fuente: Elaboración Propia.

Finalmente se emitirá una orden de tamaño igual a 939 neumáticos macizos 28x9.15 cada vez que se el inventario llegue a 209 neumáticos. El plazo de entrega es de aproximadamente 2,4 meses y la demanda durante este tiempo tendrá un promedio de 80 neumáticos. Pero la demanda y el plazo de entrega son aleatorios, por lo que pueden sufrir cambios drásticos, se hace necesario entoncesdisponer de un inventario de seguridad que será de 129 neumáticos macizos 28x9.15.

2.5 Evaluación del desempeño de la actual gestión de inventarios en MONCAR Centro con respecto al sistema de revisión continua diseñado.

Para determinar si resulta factible implementar el sistema de gestión de inventarios propuesto, es necesario evaluar la actual gestión de la UEB MONCAR Centro y compararla con la gestión del sistema de revisión continua diseñado. Esta comparación radica en analizar el año 2018 para ambas variantes, como un antes (sistema actual) y un después (sistema propuesto), y los resultados que se obtienen en la evaluación del sistema de revisión continua diseñado refleja cómo se comportaría la gestión de los inventarios para los neumáticos macizos 28x9.15 si se hubiese aplicado este sistema en el 2018. Dicha comparación se realiza tomando como referencia tres indicadores declarados en el capítulo I: rotación de los inventarios, servicio al cliente y costo total de la gestión.

Evaluación del desempeño de la actual gestión de inventarios en MONCAR Centro

- La rotación del inventario se determinó por la cantidad de órdenes que hubo en el año 2018. Considerando que cada vez que se emitió una orden se había agotado el insumo y que en cada una se surtieron los neumáticos macizos 28x9.15, se obtiene una rotación de los inventarios de 5 veces en el año.

- El nivel de servicio al cliente calculado representa el porciento de suministro real del producto en el 2018 con respecto a los suministros planificados para realizar las reparaciones. El suministro real de este insumo se muestra en la **tabla 2.6** y el suministro planificado surge a partir de los planes de reparaciones medianas y capitales mostradas en el (**Anexo 3**). Este nivel de servicio al cliente (NSC) está determinado por la razón entre los neumáticos comprados (compras reales) y los que realmente se debieron comprar (compras planificadas), como se indica a continuación:

$$\text{NSC} = \frac{\text{Compras reales}}{\text{Compras planificadas}} * 100 = \frac{331 \text{ neumáticos}}{401 \text{ neumáticos}} * 100 = 82{,}54\%$$

- El costo total de la actual gestión de inventario de neumáticos macizos 28x9.15 se calcula a partir de la suma del costo de mantener en inventario, más el costo de ordenar, más el costo de compra, como se ilustra en la **ecuación 1.8** declarada en el capítulo I.

$$CT = \frac{Q}{2} * H + \frac{D}{Q} * S + C * D \qquad (1.8)$$

En el cálculo del costo total para ninguna de las variantes se incluye el costo por faltantes, ya que para calcular el costo total del sistema diseñado tendría que asumirse que nunca habría faltantes, y asumir esto, teniendo en cuenta las características de la economía cubana, no sería completamente correcto.

El sistema actual no tiene un tamaño de lote económico por lo que no se tiene una Q, por lo que para calcular el costo de mantener en inventario se aplica el mismo principio que en el **subepígrafe 2.4.3**, es decir se aplica el porciento que representan los neumáticos macizos 28x9.15 del costo de compra total al costo total de mantener en inventario calculado en la **tabla 2.4**, o sea, 3.83% * $ 48 996,13 obteniéndose $ 1876,55 al año por mantener neumáticos macizos 28x9.15 en inventario.

El número de órdenes son las que se emitieron durante el 2018, que son 5, multiplicado por el costo de ordenar este insumo que es de $593,37 por orden extraído de la **tabla 2.8**se obtiene $ 2966,85 al año.

El costo de compra es el resultado de multiplicar la demanda de neumáticos por el costo de compra unitario del mismo, es decir 401 neumáticos * 304,85 $/neumático obteniéndose $ 122 244,85 al año.

Sustituyendo entonces los valores anteriormente citados el costo total de la actual gestión de inventarios en MONCAR Centro se obtiene:

$$\mathrm{CT} = 1876{,}55\$/\text{año} + 2966{,}85\$/\text{año} + 122244{,}85\ \$/\text{año}$$

$$\mathrm{CT} = 127\ 088{,}25\ \$/\text{año}.$$

<u>Evaluación del desempeño del sistema de revisión continua diseñado</u>

- <u>La rotación de inventarios</u> para este sistema se determina de igual forma que en la evaluación del desempeño del sistema actual, a partir de la cantidad de órdenes que se emiten, que se haya dividiendo la demanda de los 401 neumáticos mostrada en la **tabla 2.10** entre el tamaño de Q = 939 neumáticos obtenida del diseño del sistema mostrado en el **apartado 2.4.4**, es decir D/Q = 401/939 = 0.43 ≈ 1 orden. Entonces como se emite una única orden, los neumáticos macizos 28x9.15 rotan una sola vez en el año.
- <u>El nivel de servicio al cliente</u> alcanzado por esta gestión es el que se determinó mediante la simulación de Montecarlo, que es del 100% como semuestra en la **tabla 2.12.**
- <u>El costo total del sistema de revisión continua propuesto</u> se determina de igual forma que en para el sistema actual aplicando la **ecuación 1.8** declarada en el capítulo I.

$$CT = \frac{Q}{2} * H + \frac{D}{Q} * S + C * D \qquad (1.8)$$

El valor de Q es de 939 neumáticos, dato obtenido del cálculo del tamaño del lote económico en el sistema de revisión continua diseñado en el **subepígrafe 2.4.4.**

-El valor de H es de 0.54 $/neumático-año extraído de la **tabla 2.7**.

-El valor de D es la demanda de neumáticos durante el 2018, mostrada en la **tabla 2.9** que es de 401 neumáticos macizos 28x9.15.

-El valor de S, es el costo de ordenar solamente este tipo de neumáticos mostrado en la **tabla 2.8** y es de 593,37 $/orden.

-El número de órdenes resultante de dividir 401/939 es menor a uno, pero se aproxima a uno.

-El costo de compra es el que se muestra en la **tabla 2.6** que es de 304,85 $/neumático.

Dicho esto, el costo total del sistema propuesto será:

$$CT = (939\ neumáticos)/2 * 0{,}54\$/(neumático - año) + 401 neumáticos/(939\ neumáticos) * 593{,}37\$/orden + 304{,}85\$/neumáticos * 401 neumáticos$$

$$\mathrm{CT} = 123\ 091{,}75\ \$/\text{año}$$

<u>Comparación entre las variantes evaluadas. V1: Gestión actual vs V2: Sistema propuesto</u>

Una vez calculados todos los parámetros para cada una de las gestiones, es posible establecer unacomparación **(tabla 2.13)**.

Tabla: 2.13. Comparación entre el sistema actual y el sistema diseñado

Parámetros	Sistema actual	Sistema diseñado	Beneficios
Rotación de inventarios	5 veces/año	1 vez/año	----
Nivel de Servicio al Cliente	82,54 %	100 %	17,46 %
Costo total de la gestión	125 283,52 $/año	123 091,75 $/año	$ 3 996,50

Fuente: Elaboración propia.

Analizando la **tabla2.13** se puede apreciar que el sistema de revisión continua propuesto es más eficiente con respecto al que actualmente se tiene implementado en la UEB: MONCAR Centro, en cuanto a nivel de servicio al cliente y costo total de la gestión.

Es importante aclarar, que el sistema propuesto rota un menor número de veces porque cuando se calcula el tamaño óptimo de la orden, existe una diferencia muy grande en los parámetros de entrada: costo de ordenar y costo de mantener en inventario, ya que el costo de ordenar es mucho mayor que el costo de mantener en inventario, por lo que el sistema tiende a realizar una sola orden al año a costa de mantener un número mayor de unidades en inventario. Esto ayuda a que el problema de inestabilidad en el surtido afecte en menor medida al proceso de reparaciones.

El sistema diseñado permite a la empresa ahorrar $ 3 996,50 en la gestión de inventario de neumáticos macizos 28x9.15, además de elevar el nivel de servicio al cliente de un 82.54% hasta el 100%, esto significa que cada vez que se solicite este producto, debe haber disponibilidad en inventario para satisfacer la demanda; lo cual garantiza la continuidad del proceso de reparaciones medianas y capitales, lo que a su vez mejora la imagen de la empresa y permite conservar sus clientes.

2.6 Conclusiones parciales

1. El criterio ABC-XYZ permitió obtener una clasificación más completa de los productos en el inventario ya que se logró catalogar los productos no solo teniendo en cuenta el valor de las ventas sino también la desviación de la demanda, determinando finalmente que el cuadrante para aplicar el sistema de revisión continua es el AX.
2. Se diseñó un sistema de inventario de revisión continua el cual arrojó que el tamaño del lote económico a pedir en cada orden es de 939 neumáticos.
3. Mediante la simulación de Montecarlo y a través de la herramienta Excel se validó el sistema diseñado, en cuanto al stock de seguridad y el nivel de servicio al cliente quedando finalmente que se alcanza un nivel de servicio al cliente del 100% con un stock de seguridad de 129 neumáticos macizos 28x9.15.
4. El sistema diseñado a pesar de brindar un menor número de rotaciones al año presenta ventajas en cuanto al que actualmente se implementa; con respecto a nivel de servicio al cliente ya que se eleva este de 82.54% a 100% y costo total, ya que se ahorra $3996,50 en el costo total de la gestión.
5. Con la elaboración de este capítulo II quedan satisfechos el objetivo general y el 2 y 3 de los objetivos específicos trazados al inicio de esta investigación.

Conclusiones generales

CONCLUSIONES GENERALES

1. La revisión bibliográfica permitió conocer los conceptos y definiciones más recientes acerca de logística, cadena de suministro y gestión de inventarios, así como su desarrollo tecnológico en el mundo, información que facilitó el empleo de herramientas y técnicas novedosas que propiciaron el desarrollo científico y lógico del presente trabajo de diploma.
2. La recopilación de información facilitada por los departamentos de comercial y economía facilitaron el estudio de la actual gestión de inventarios en la UEB: MONCAR Centro,el cual arrojó además de que las principales deficiencias son el incumplimiento en los plazos de entrega, inestabilidad en los surtidos, poca disponibilidad de insumos para realizar las reparaciones y otras. Además permitió clasificar los inventarios mediante el criterio ABC-XYZ.
3. Se demostró que el sistema de inventario diseñado presenta ventajas para la empresa en cuanto al nivel de servicio al cliente y costo total de la gestión de inventarios, ya que se eleva el nivel de servicio al cliente de 82,54% hasta 100% y el costo total de la gestión es $ 3 996,50 más económica que la que actualmente tienen implementado en la empresa
4. Los resultados obtenidos permiten afirmar que el problema de investigación presentado para el desarrollo del presente trabajo de diploma fue resuelto y además se logró dar cumplimiento al conjunto de objetivos trazados.

Recomendaciones

RECOMENDACIONES

Con el fin de motivar la realización de futuros proyectos que enriquezcan el resultado de la presente investigación, se plantean las siguientes recomendaciones:

1. Considerar estos resultados en la tesis de maestría a la que tributa el presente trabajo de diploma.
2. Conservar la presente investigación como material de consulta para futuros proyectos relacionados con este tema, tanto en la universidad como en las empresas.
3. Someter los resultados de la presente investigación al criterio de la dirección de la empresa y de los especialistas que en ella laboran, para que sea incorporada en la práctica de la gestión de inventarios de esta entidad. De manera similar darla a conocer entre otras empresas similares existentes en otras provincias del país.
4. Divulgar los resultados del trabajo en diferentes espacios como puede ser el Fórum de Ciencia y Técnica de la empresa.

Bibliografía

BIBLIOGRAFÍA

ACEVEDO SUÁREZ, J. A., GÓMEZ ACOSTA, M. I. & COAUTORES. 2010. *La logistica moderna en la empresa,* La Habana, Editorial Felix Varela.

ACEVEDO SUÁREZ, J. A., LOPES MARTÍNEZ, I. & GÓMEZ ACOSTA, M. I. 2012. Situación de la gestión de inventarios en Cuba. *Ingeniería Industrial.* La Hbana, Cuba.: Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, Cujae. Facultad de Ingeniería Industrial. La Habana, Cuba.

ADP ASCENSORES DE PABLOS, S. A. 2019. *Instalación, mantenimiento y reparación de montacargas* [Online]. Alicante, Valencia y Murcia, España.: INFORMA D&B S.A.U. (S.M.E.). Available: adp@adp-ascensores.com.

AGUILAR SANTMARIA, P. A. 2012. Un modelo de clasificación de inventarios para incrementar el nivel de servicio al cliente y la rentabilidad de la empresa. *Revista Pensamiento y Gestión.* Editora: Universidad del Norte: Ediciones Uninorte. ed. Colombia: Pensamiento y gestión: revista de la División de Ciencias Administrativas de la Universidad del Norte.

BALLOU RONALD, H. 2004. *Logística. Administración de la cadena de suministro.*, México, Pearson Educación de México S.A. de C.V.

BETANCOURT QUINTERO, D. F. 2018. *Sistema de revisión continua de inventarios: Definición, métodos y ejemplos* [Online]. España: Ingenio Empresa, I. E. Available: https://ingenioempresa.com/sistema-de-revision-continua/.

BOZARTH, C. & HANDFIELD, R. 2017. *Introduction to operations and supply chain management,* New York, U.S.A, Pearson Education, Inc.

BRAGG, S. M. 2005. *Inventory Accounting,* USA, John Wiley & Sons.

CANNIZZO, C. 2019. *Precise and efficient* [Online]. Germany: Management Board of Linde Material Handling GmbH. Available: https://www.linde-mh.com/en/About-us/Magazine/Wuellner-Carolinenbrunnen.html.

CESPÓN CASTRO, R. & AUXILIADORA AMADOR, M. 2003. *Administración de la cadena de suminisros.,* Honduras.

CHACKELSON, C. & ERRASTI, A. 2012. Validation of an expert system for inventory replenishment using case studies. *Revista Direccion y organización.* España: Universidad Politécnica de Madrid: Centro de Estudios de Postgrado de Administración de Empresas, CEPADE.

CHASE, R. B., JACOBS, F. R. & AQUILANO, N. J. 2005. *Administración de operaciones. Producción y cadena de suministros.,* México, McGRAW-HILL - INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V. A Subsidiary of The McGraw-Hill Companies, Inc.

DE PELEKAIS, C. & EL KARDI, O. 2015. E comerce, e business , e logistics y su aplicación en la Logística empresarial. *Revista LEGEM.* Venezuela: Universidad del Atlántico. Facultad de Ciencias Jurídicas.

DECRETO Nº 315 2013. Decreto No.315. Reglamento para el tratamiento y la gestión de inventarios, en particular de lento movimiento y ociosos. *In:* MINISTROS, C. D. (ed.). La Habana, Cuba: Gaceta Oficial de la Republica de Cuba, Edición Extraordinaria.

DEVARAJANA, D. & JAYAMOHANB, M. 2016. Stock control in a chemical firm: combined FSN and XYZ analysis. *Magazine Procedia Technology.* India: Elsevier Ltd.

DHOKA, K. & LOKESWARA, Y. 2014. "XYZ" Inventory Classification & Challenges. *IOSR Journal of Economics and Finance (IOSR-JEF).* India: International Organization Of Scientific Research (IOSR).

DÍAZ CARVAJAL, D. M. & PATIÑO MARTÍNEZ , V. Y. 2011. *Implementación de Sistema de Gestión inventarios pra formas y color en lámina WJ LTD.* Ingeniero Industrial Proyecto de Grado para optar por el titulo de Ingeniero Industrial, Universidad Libre.

FEDERGRUEN, A. & WANG, M. 2015. A continuous review model with general shelf Age and delay dependent inventory costs. *Probability in the Engineering and Informational Sciences Journal.,* Volume XXIX.

FRANCÉS SERVERA, D. 2010. Concepto y evolución de la función logística. *Revista Innovar Journal.* Bogotá, Colombia.: Escuela de Administración de Empresas y Contaduría Pública, Facultad de Ciencias Económicas, Universidad Nacional de Colombia.

FU, Y., KEUNG, L. K., MIAOD, Y. & LEUNGE, W. K. 2016. A distance-based decision-making method to improve multiple criteria ABC inventory classification. *Magazine International transactions inoperational research.* U.S.A: John Wiley & Sons Ltd.

GENERAL EQUIPOS DE COLOMBIA SA. 2019. *Montacargas de infarto!* [Online]. Bogotá, Colombia.: AXIACORE. Soluciones Empresariales. Available: https://gecolsa.com/.

GONZÁLEZ HERNÁNDEZ, N. L. 2015. *Actividades básicas de la logística.* [Online]. Irlanda: gestiopolis.com. Available: https://www.gestiopolis.com/actividades-basicas-de-la-logistica.

GUTIÉRREZ GUTIERREZ, V. & VIDAL JULIO, C. 2008. Modelos de gestión de inventarios en cadenas de abastecimiento: revisión de la literatura. Revisión de la Literatura. *Revista Facultad de Ingenieria.* Medellín, Colombia: Facultad de Ingeniería, Universidad de Antioquia, Colombia.

HILLIER, F. S. & LIEBERMAN, G. J. 2001. *Advance praise for introduction to operations research. Cases developed by Karl Schmedders and Molly Stephens. Tutorial software developed by Mark Hillier and Michael O'Sullivan,* New York, USA, McGraw-Hill Companies, Inc.

HUNG, K. C. 2016. Continuous review inventory models under time value of money and crashable lead time consideration. *Magazine Yugoslav Journal of Operations Research.* Academy of Engineering Sciences of Serbia - Department of Mining, Geology and System Science, Belgrade ed. Serbia: Yugoslav Journal of Operations Research.

KNUDSEN GONZÁLEZ, J. A. 2005. *Diseño y gestión de la cadena de suministro de los residuos agroindustriales de la caña de azúcar. Aplicación a los residuos agrícolas cañeros, el bagazo y las mieles.* Doctor en Ciencias Tesis Doctoral, Universidad Central "Marta Abreu de las Villas".

LINEAMIENTOS DE LA POLITICA DE CUBA 2016. Actualización de los lineamientos de la política económica y social del partido y la revolución para el período 2016-2021. *In:* CUBA, P. C. D. (ed.). Cuba: Gaceta Oficial de la republica de Cuba.

LOJA GUARANGO, J. C. 2015. *Propuesta de un sistema de gestion de inventarios para la empresa FEMARPE CIA. LTDA.* Ingeniero Industrial Thesis de grado, Universidad Politécnica Saleciana.

LÓPEZ RIVERA, Y. M. & AGUDELO SERNA, D. A. 2018. Dinámica de sistemas en la gestión de inventarios. *Revista Ingenierías USBMed.* Medellin, Colombia.: Publindex.

M&T MONTACARGAS Y TRANSPORTES S.A. 2019. *Montacargas y Transportes SAS* [Online]. Medellín, Antioquia - Colombia: Bezur. Available: http://montacargasytransportes.com/nosotros/.

MARTÍN RIVERA, E., A., L. A. & PÉREZ DE VALDIVIA, L. M. 2016. Aportes sobre el control de gestión de la cadena de suministro a la asignatura logística. *Revista Pedagogía y Sociedad.* Cuba.

MINISTERIO DEL COMERCIO INTERIOR 2019. Reglamento para la logística de almacenes. *In:* MINCIN (ed.) *Disposiciones generales.* La Habana, Cuna.: GAceta Oficial de la República de Cuba.

MORA GARCÍA, L. A. 2007. Indicadores claves del desempeño logístico. *High logistic group. Soluciones integrales en logistica.***,** 98 pp.

NICKL, M. 2005. La evolución del concepto "Logística" al de "Cadena de Suministros" y más allá. *Revista Compras y Existencias.* Compras y Existencias S. L. ed. Santiago de Chile, Chile.: Dialnet plus.

PINHEIRO DE LIMA, O. & BREVAL SANTIAGO, S. 2017. Una nueva definición de la logística interna y forma de evaluar la misma. *INGENIARE. Revista Chilena de ingenieria.* Chile: Escuela Universitaria de Ingeniería Eléctrica - Electrónica. Universidad de Tarapacá.

PONTIUS, N. 2019. What is an Inventory Management System? Definition of Inventory Management Systems, Benefits, Best Practices & More. *50 Asset Inventory Management Tips and Best Practices* [Online]. Available from: https://www.camcode.com/asset-tags/author/nicole-pontius/.

RAMÍREZ REYES, G. & MANOTAS DUQUE, D. 2014. Modelo de medición del impacto financiero del mantenimiento de inventarios de suministros. *Scientia et Technica.* Colombia.

RESOLUCION ECONOMICA 1997. Resolucion Economica del V Congreso del Partido Comunista de Cuba. *In:* PARTIDO COMUNISTA DE CUBA, P. (ed.). Cuba: Partido Comunista de Cuba.

RESOLUCIÓN Nº 5 2005. Norma Complementaria No. 22, Del Sistema Presupuestario de Decreto-Ley No. 192 De la Administración Financiera del Estado. *In:* (MFP), M. D. F. Y. P. (ed.). La Habana, Cuba.: Gaceta Oficial de la República de Cuba, Edición Ordinaria, Ministerio de Justicia.

RESOLUCIÓN Nº 11 2007. Resolución Ministerial No 11 del 2007. *In:* (MFP), M. D. F. Y. P. (ed.). La Habana, Cuba.: Publicada en la Gaceta Oficial, Edición Ordinaria No. 15, de 12/02/2007.

RESOLUCIÓN Nº 153 2007. Procedimiento para la implementación del Expediente Logístico de Almacenes y la Categorización de los Almacenes. *In:* MINCIN (ed.). La Habana, Cuba.: Gaceta Oficial de la República de Cuba, Edición Extraordinaria. Ministerio de Justicia.

RODRÍGUEZ HERNÁNDEZ, N. R. & FERRER VALDÉS, D. 2013. Logística: evolución histórica y relevancia en el contexto actual cubano. *Revista Caribeña de Ciencias Sociales.* JUAN CARLOS M. COLL. Director de Eumednet ed. Cuba: Eumed.net (Servicios Académicos Intercontinentales S.L.).

ROMERO GÓMEZ, A. F. 2014. Transformaciones Económicas y Cambios Institutionales en Cuba. La Habana, Cuba.: Centro de Investigaciones de la Economía Internacional, Universidad de la Habana.

SCHROEDER, R. G. 2011. *Administracion de operaciones,* México, D.F, Editorial McGraw-Hill Interamericana de México.

SINCERE, M. 2004. *Understanding stocks,* USA, McGraw-Hill Education.

SINDHU, S., NIRMALKUMAR, K. & KRISHNAMOORTHY, V. 2014. Performance Analysis of Inventory Management System in Construction Industries in India. *International Journal of Innovative Research in Science (IJIRSET), Engineering and Technology.* India: Editorial Board.

STOJANOVIĆ, M. & REGODIĆ, D. 2017. The Significance of the Integrated Multicriteria ABC-XYZ Method for the Inventory Management Process. *Magazine Acta Polytechnica Hungarica.* Hungría: Obuda University.

TORRES GEMEIL, M. & MEDEROS CABRERA, B. 2004. Logistica. Temas seleccionados. *Revista Sociedad Cubana de Logistica y Marketing.*Cuba: Editorial Feijó.

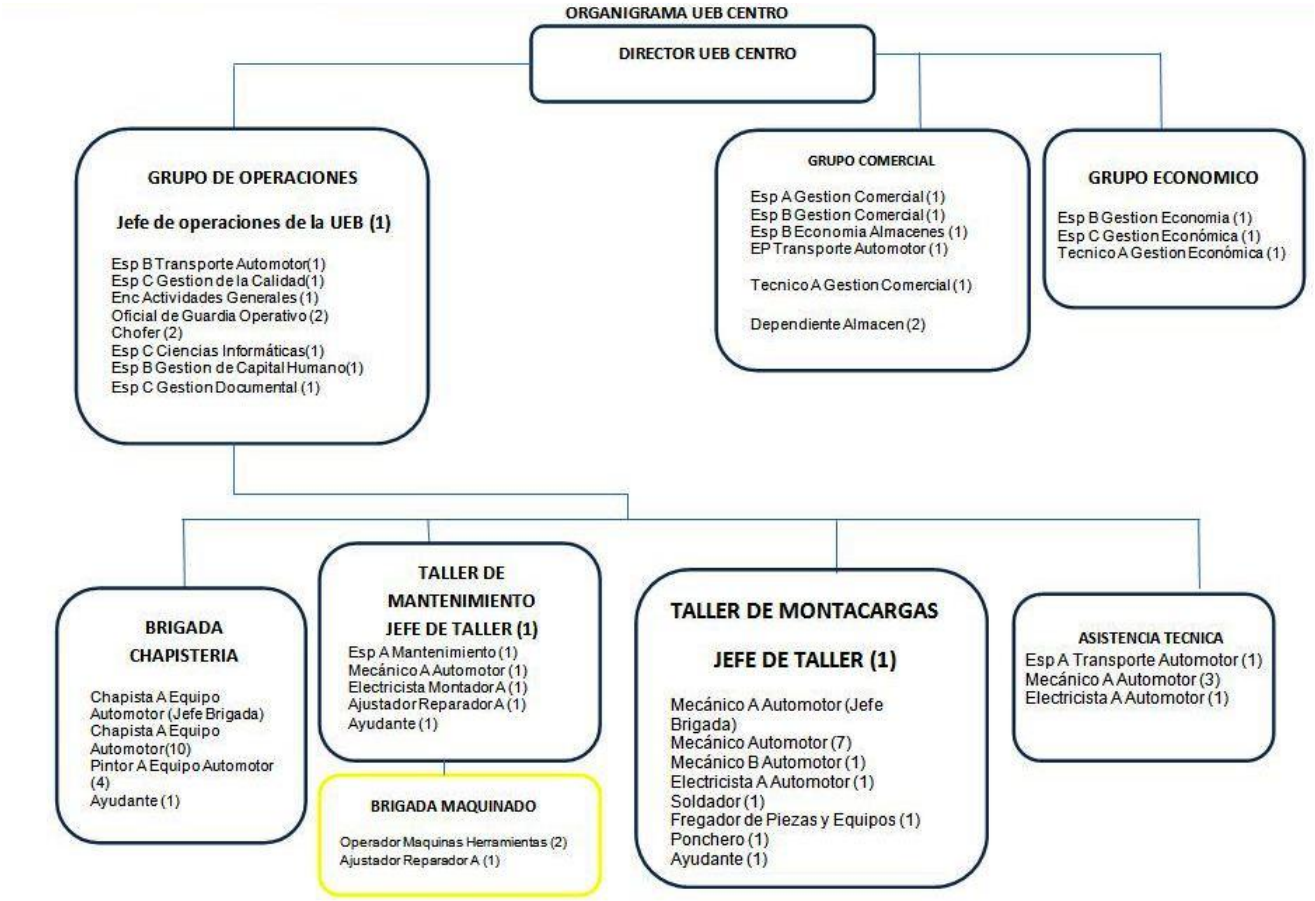
WILD, T. 2002. *Best Practice in Inventory Management,* USA, Elsevier Science Ltd.

ZAPATA CORTES, J. A. 2014. *Fundamentos de la gestión de inventarios,* Medellin, Colombia, Institución Universitaria Esumer. Facultad de Estudios Internacionales.

Anexos

ANEXOS

Anexo 1: Organigrama UEB MONCAR Centro



Fuente: Documentos de la entidad.

Anexo 2: Clasificación ABC-XYZ

Código	Descripción	Importe anual ($)	Clas f
H25S2-10202	Motor diesel ISUZU C240 PKJ HELI CPCD25	723974,83	AY
HG251-00101	Mástil elevación triple full free 4700 mm ensamblado	612109,14	AY
ZSM470	Puente de dirección armada	238363,86	AY
HRH25S3801/ H25	Pasador eje palanca distribuidor HELI CPCD25	164652,00	AY
23647-40041	Radiador HELI CPCD25	120831,48	AY
H25S2-10301	**Neumáticos macizos 28x9.15**	**100905,35**	**AX**
300260	Conjunto manga diferencial ensamblado HELI CPCD25	90212,76	AY
H24C3-00001	Neumáticos súper elásticos	52869,60	BZ
FPS130166	Horquillas HELI CPCD25	42599,10	BY
FPS130177	Ruedas delanteras armadas c/llantas 7.00X12	32495,32	BZ
HRA20A4401	Neumáticos con cámara y protector 8.25-15	31817,48	BY
600-910PRCL619	Abrazadera HELI CPCD25	31615,48	BX
24455-42211	Radiador motor ISUZU	26756,82	BY
H24C2-40491	Luz precaución Baliza HELI CPCD25	25537,92	BY
HRA20A7302/ A20	Válvula control (3válvulas) HELI CPCD25	25298,98	BY
25785-22111	Tornillo HELI CPCD25	25024,12	BX
H24C4-10001	Conjunto ensamblado sistema control dirección HELI CPCD25	23601,48	CY
LF-2-26X	Ruedas traseras armadas con llantas 6,00 X 9	18978,55	CX
H95C4-30301	Estructura puente HELI CPCD25	16689,55	CY
H2557-100	Bomba hidráulica de piñones	14106,00	CY
HRA22A6408	Junta de goma HELI CPCD25	13905,78	CY
HRH25S5401/ H2	Conjunto ensamblado sistema pedales freno avance lento HELI CPCD25	12195,64	CY
H97Y7-50001	Conjunto ensamblado depósito de aceite hidráulico HELI CPCD25	10357,86	CY

Fuente: Elaboración propia

Anexo 3: Plan de reparaciones medianas y capitales del 2018.

Plan de Reparaciones Capitales		Cant.	Cant.(MP)	Costo
Enero	Plan	7	367,5	
	Real	7	462,7	
Febrero	Plan	7	367,5	
	Real	7	467,1	
Marzo	Plan	7	367,5	
	Real	8	501,7	
Abril	Plan	7	367,5	367500
	Real	1	52.5	
Mayo	Plan	7	367,5	302500
	Real	1	66,9	
Junio	Plan	7	367,5	237500
	Real	2	242,3	
Julio	Plan	7	367,5	237500
	Real	2	94,5	
Agosto	Plan	7	367,5	302500
	Real	1	84,7	
Septiembre	Plan	7	367,5	302500
	Real	1	22,4	
Octubre	Plan	7	367,5	172500
	Real	3	73,7	
Noviembre	Plan	7	367,5	367500
	Real	1	52.5	
Diciembre	Plan	7	367,5	367500
	Real	1	52.5	

Fuente: Documentos de la entidad

Plan de Reparaciones Medianas Montacargas		Cant.	Cant.(MP)	Costo
Enero	Plan	12	43,8	37000
	Real	9	9,6	
Febrero	Plan	12	43,8	26500
	Real	23	9,4	
Marzo	Plan	12	43,8	37000
	Real	9	4,3	
Abril	Plan	12	43,8	4000
	Real	53	18,7	
Mayo	Plan	12	43,8	27250
	Real	22	202,0	
Junio	Plan	12	43,8	16000
	Real	37	21,7	
Julio	Plan	12	43,8	22750
	Real	28	34,7	
Agosto	Plan	12	43,8	38500
	Real	7	2,2	
Septiembre	Plan	12	43,8	19000
	Real	33	105,2	
Octubre	Plan	13	43,8	43750
	Real	0	0	
Noviembre	Plan	13	43,8	43750
	Real	0	0	
Diciembre	Plan	20	100,0	99250
	Real	1	0.75	

Fuente: Documentos de la entidad

Anexo 4. Prueba de aleatoriedad para las variables demanda y plazo de entrega

Prueba de corridas: Demanda

Corridas por encima y por debajo de K = 33,4167

El número observado de corridas = 6

El número esperado de corridas = 7

6 observaciones por encima de K; 6 por debajo

Valor P = 0,545

Prueba de corridas: Plazo Entrega

Corridas por encima y por debajo de K = 2,4098

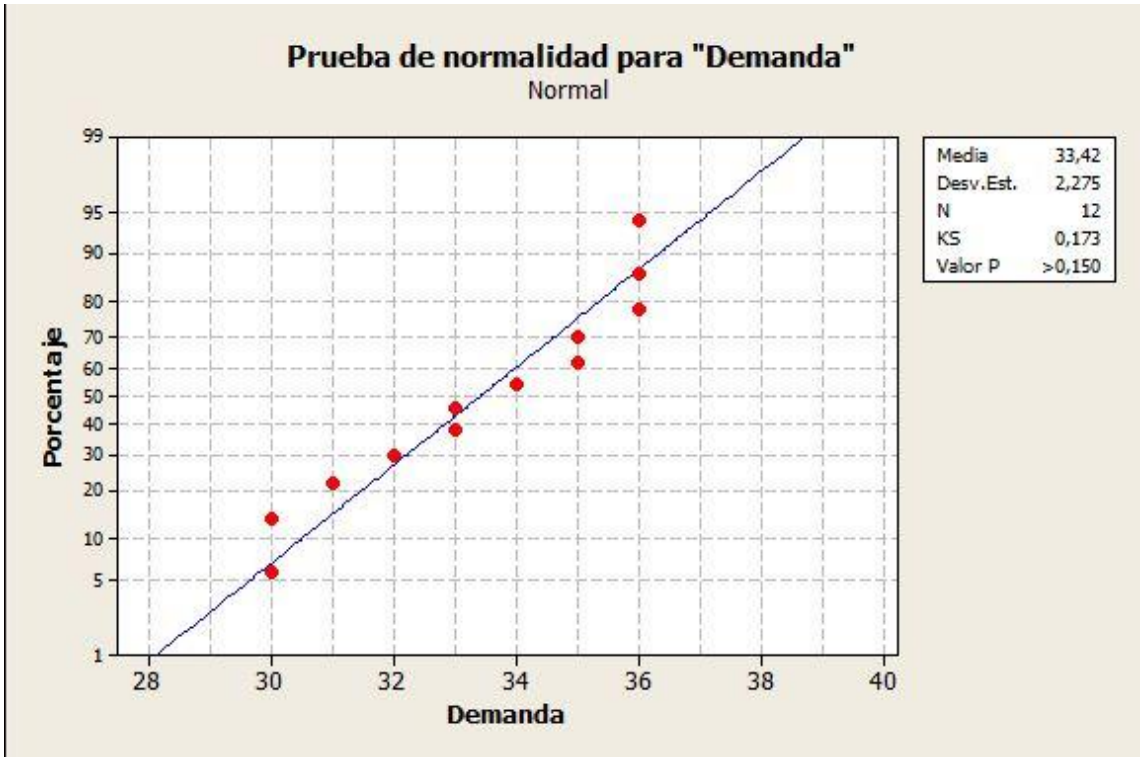
El número observado de corridas = 3

El número esperado de corridas = 2,6

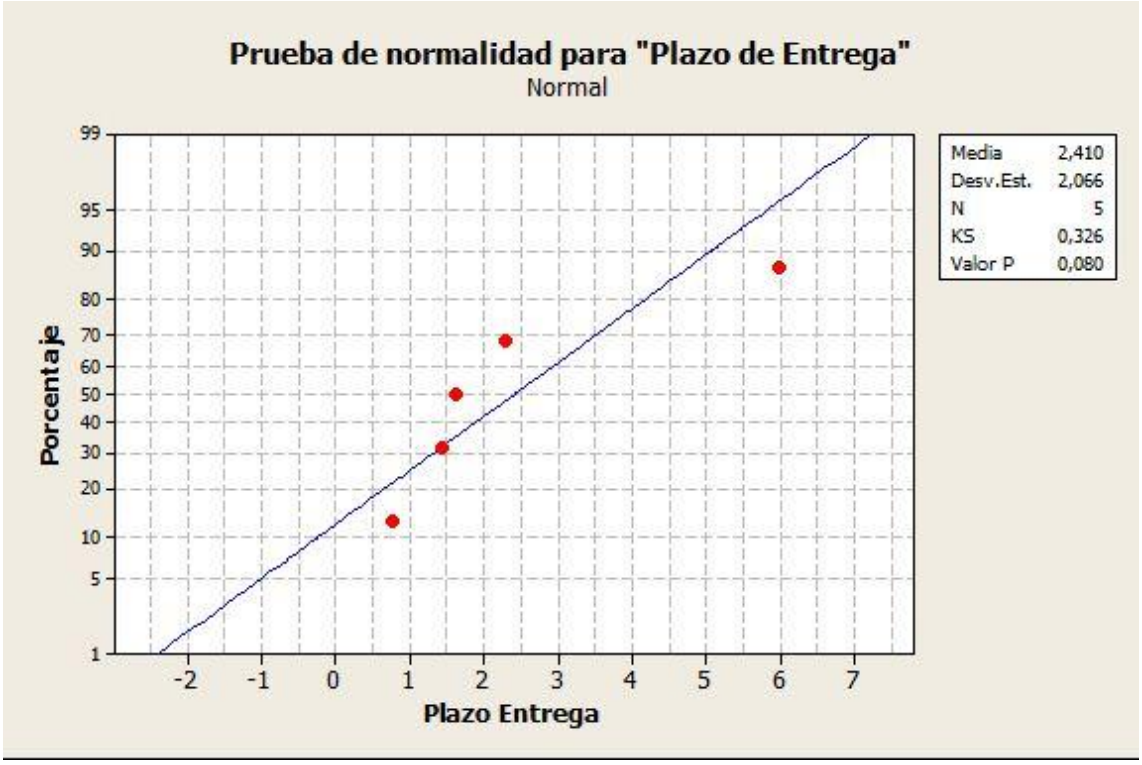
1 observaciones por encima de K; 4 por debajo

Valor P = 0,414

Anexo 5: Prueba de normalidad de la variable demanda y plazo de entrega



Fuente: Software Minitab 16.



Fuente: Software Minitab 16.

Anexo 6: Simulación de Montecarlo

Primera réplica:

No	Número aleatorio		Intervalo		D	L	Dts	S'	NSC %
	Para D	Para L	Para D	Para L					
1	30	26	26--33	21--40	32	1,423	46	-35	0,00
2	48	33	34--50	21--40	33	1,423	47	-34	0,00
3	31	36	26--33	21--40	32	1,423	46	-35	0,00
4	27	12	26--33	0--20	32	0,759	24	-56	0,00
5	76	27	76--100	21--40	36	1,423	51	-29	0,00
6	88	43	76--100	41--60	36	1,613	58	-22	0,00
7	56	32	51--58	21--40	34	1,423	48	-32	0,00
8	60	3	59--75	0--20	35	0,759	27	-54	0,00
9	86	17	76--100	0--20	36	0,759	27	-53	0,00
10	35	39	34--50	21--40	33	1,423	47	-34	0,00
11	78	16	76--100	0--20	36	0,759	27	-53	0,00
12	14	78	0--17	61--80	30	2,277	68	-12	0,00
13	22	50	18--25	61--80	31	2,277	71	-10	0,00
14	23	61	18--25	61--80	31	2,277	71	-10	0,00
15	59	82	76--100	81--100	36	5,977	215	135	**100**

Fuente: Elaboración propia a partir de la simulación de Montecarlo

Segunda réplica:

No	Número aleatorio		Intervalo		D	L	Dts	S'	NSC %
	Para D	Para L	Para D	Para L					
1	11	40	0--17	21--40	30	1,423	43	-38	0,00
2	22	0	18--25	0--20	31	0,759	24	-57	0,00
3	62	75	59--75	61--80	35	2,277	80	-1	0,00
4	38	6	34--50	0--20	33	0,759	25	-55	0,00
5	12	55	0--17	61--80	30	2,277	68	-12	0,00
6	25	70	18--25	61--80	31	2,277	71	-10	0,00
7	75	10	59--75	0--20	35	0,759	27	-54	0,00
8	40	94	34--50	81--100	33	5,977	197	117	**100**
9	71	60	59--75	61--80	35	2,277	80	-1	0,00
10	86	29	76--100	21--40	36	1,423	51	-29	0,00
11	30	27	26--33	21--40	32	1,423	46	-35	0,00
12	67	50	59--75	41--60	35	1,613	56	-24	0,00
13	25	21	18--25	21--40	31	1,423	44	-36	0,00
14	3	95	0--17	81--100	30	5,977	179	99	**93,33**
15	95	67	76--100	61--80	36	2,277	82	1	**86,67**

Anexo 7: Análisis de regresión: NSC vs. Stock de seguridad

Primera réplica		Segunda réplica		Tercera réplica	
Stock I	**NSC I**	**Stock S II**	**NSC II**	**Stock III**	**NSC III**
-35	0,00	-38	0,00	-26	0,00
-34	0,00	-57	0,00	-58	0,00
-35	0,00	-1	0,00	-22	0,00
-56	0,00	-55	0,00	111	**86,67**
-29	0,00	-12	0,00	-22	0,00
-29	0,00	-10	0,00	-27	0,00
-29	0,00	-54	0,00	-36	0,00
-53	0,00	117	**100,00**	129	**100,00**
-53	0,00	-1	0,00	-29	0,00
-34	0,00	-29	0,00	117	**93,33**
-53	0,00	-35	0,00	-55	0,00
-12	0,00	-24	0,00	-57	0,00
-10	0,00	-36	0,00	-29	0,00
-10	0,00	99	**93,33**	-31	0,00
135	**100**	1	**86,67**	-12	0,00

<u>Análisis de regresión: NSC I vs. Stock I</u>

La ecuación de regresión es

NSC I = 18,6 + 0,528 Stock I

Predictor Coef SE Coef T P

Constante 18,575 2,582 7,19 0,000

Stock I 0,52791 0,05170 10,21 0,000

S = 8,92130 R-cuad. = 88,9% R-cuad. (ajustado) = 88,1%

Análisis de varianza

Fuente GL SC MC F P

Regresión 1 8298,7 8298,7 104,27 0,000

Error residual 13 1034,7 79,6

Total 14 9333,3

Análisis de regresión: NSC II vs. Stock S II

La ecuación de regresión es

NSC II = 24,4 + 0,636 Stock S II

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constante	24,428	5,650	4,32	0,001
Stock S II	0,6356	0,1118	5,68	0,000

S = 21,5291 R-cuad. = 71,3% R-cuad. (ajustado) = 69,1%

Análisis de varianza

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Regresión	1	14970	14970	32,30	0,000
Error residual	13	6026	464		
Total	14	20996			

Análisis de regresión: NSC III vs. Stock III

La ecuación de regresión es

NSC III = 20,6 + 0,586 Stock III

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constante	20,607	2,143	9,62	0,000
Stock III	0,58637	0,03428	17,11	0,000

S = 8,28865 R-cuad. = 95,7% R-cuad. (ajustado) = 95,4%

Análisis de varianza

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Regresión	1	20102	20102	292,60	0,000
Error residual	13	893	69		
Total	14	20996			