

OPTIMIZACIÓN DE LA GESTIÓN DE INVENTARIOS EN LA SUCURSAL CIMEX DE LAS TUNAS

Omar Nápoles Peña

Dpto Matemática
Universidad Vladimir I Lenin, Cuba
omarnp@ult.edu.cu

RESUMEN

La gestión de los inventarios constituye un aspecto fundamental en la gestión empresarial, dentro de la tendencia general de reducción de costos que caracteriza a la empresa moderna para ser cada día más competitiva.

La presente investigación titulada “Optimización de la gestión de inventarios en la Sucursal Cemex de Las Tunas” tiene como objetivo, diseñar y aplicar un procedimiento sobre la base de técnicas e instrumentos estadísticos matemáticos que posibiliten el perfeccionamiento de la gestión de inventarios.

Con la aplicación del procedimiento propuesto se logra perfeccionar la gestión del inventario al solicitarse pedidos de mercancías óptimos, incrementándose el margen de utilidad, la rotación de los inventarios, obteniéndose mayor rentabilidad económica y nivel de servicio al cliente.

PALABRAS CLAVES: Gestión de inventarios, costos de inventarios, técnicas e instrumentos estadísticos matemáticos.

INTRODUCCIÓN

En el ambiente socioeconómico actual, altamente competitivo y complejo, los métodos tradicionales de toma de decisiones se han vuelto relativamente ineficaces, debido a que los responsables de dirigir las actividades de las empresas, se enfrentan a situaciones complicadas y dinámicas, que requieren de soluciones creativas y prácticas apoyadas en una base cuantitativa sólida.

La dinámica empresarial ha conllevado, a que los empresarios se dirijan a la búsqueda de herramientas o métodos de acuerdo a los recursos disponibles y a los objetivos que se persiguen. Los directivos se enfrentan constantemente a situaciones sobre las cuales tienen que tomar decisiones que les permitan optimizar sus resultados de manera que se obtenga el mayor beneficio posible.

La gestión del inventario constituye una herramienta necesaria para mejorar la calidad del servicio que se le oferta al cliente al más bajo costo posible para la entidad. El análisis y cumplimiento de estos objetivos requieren de la participación de grupos multidisciplinarios capaces de aplicar métodos y técnicas inherentes a la administración de empresas.

La administración científica del inventario, como actividad de soporte de la logística en el ámbito empresarial, ha contribuido a su desarrollo, mediante la creación de métodos cuantitativos con la utilización de instrumentos matemáticos y estadísticos. El análisis de los flujos materiales, informativos y

financieros basados en un enfoque cuantitativo y sistémico por parte de la logística, le aportan a la empresa ventajas competitivas.

Para una empresa comercial, el inventario consta de todos los bienes propios y disponibles para la venta en el curso regular del comercio. La mercancía disponible para la venta normalmente será convertida en efectivo dentro de un período menor de un año y por tanto es tenida en cuenta como un activo corriente.

La administración de inventario juega un papel decisivo dentro del sistema contable en una entidad, éste es esencial para garantizar los niveles de ventas deseados, los que son necesarios para el alcance de las utilidades.

La novedad científica de la investigación y sus principales aportes pueden resumirse en la propuesta y aplicación de un procedimiento que integra coherentemente técnicas e instrumentos estadísticos-matemáticos que posibiliten una buena política de compras, un control más eficiente del inventario repercutiendo en la disminución de los costos, mejorando la rentabilidad económica y el nivel de satisfacción del cliente. En la aplicación del procedimiento se determinan los costos de inventarios y técnicas e instrumentos estadísticos-matemáticos de relevancia para el perfeccionamiento de la gestión de inventarios al no ser aplicados por la organización.

Para el desarrollo de esta investigación se utilizaron diferentes métodos y técnicas de investigación:

Científico: Como método general del conocimiento, realizando una observación cuidadosa del estado actual del objeto que permita formular el problema para luego construir un modelo científico por lo general matemático que intenta abstraer la esencia del problema real, utilizándose como hipótesis que el modelo es lo suficiente preciso como para que las soluciones obtenidas sean válidas también para el problema real.

Teóricos: El análisis y síntesis de la información obtenida mediante la revisión bibliográfica especializada para la confección del marco teórico. El inductivo-deductivo en el diagnóstico del sistema de aprovisionamiento y el analítico-sintético en el desarrollo del análisis del objeto de estudio.

Empíricos: Mediante las técnicas de recopilación de la información, realizándose entrevistas a especialistas en comercialización y directivos de la entidad; observación directa al funcionamiento del pedido automático y la revisión de documentos para obtención de datos.

Estadísticos: Utilizándose la prueba no paramétrica de Kolmogorov- Smirnov para determinar la distribución teórica de probabilidad de la demanda de los productos seleccionados, así como los métodos cuantitativos de pronósticos con series cronológicas para determinar la demanda futura de los productos seleccionados.

El trabajo está estructurado de la siguiente manera: índice, introducción, marco teórico referencial y bibliografía.

En el marco teórico referencial, se presenta los aspectos teóricos referidos a la gestión de inventarios, así como los diferentes modelos económicos-matemáticos existentes para la gestión de inventarios y los costos asociados a éstos.

PARTE I. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

En el presente capítulo se ofrece el marco teórico y conceptual de la

investigación. Donde se abordan los aspectos fundamentales a tener en cuenta para el logro de una eficiente gestión de inventarios.

1.1 La gestión de inventarios como actividad de soporte de la logística

La Logística, entre otras ramas de la ciencia, constituye un método de gestión inspirado en el enfoque sistémico e integrador que exige la administración actual.

El término logística tiene sus orígenes en la actividad militar, que desarrolló esta herramienta para abastecer a las tropas con los recursos y pertrechos necesarios. A partir del comienzo de la segunda mitad del siglo XX inició su época de crecimiento en el ámbito empresarial, caracterizado por el surgimiento de la distribución física como vía para controlar los costos logísticos, alcanzando su etapa de desarrollo en los últimos años con la integración de la gestión de materiales y la distribución física.

La logística según Gambino A, es el "...conjunto de conocimientos, acciones y medios destinados a prever y proveer los recursos necesarios que posibiliten realizar una actividad principal en tiempo, forma y al costo más oportuno en un marco de productividad y calidad".¹

Por su parte Arthur D. Little, precisa: "la Logística es el proceso tradicional asociado con la adquisición y distribución de mercancías e incluye las funciones de compra, transportación, control de inventarios, manipulación de materiales, fabricación, distribución y sistemas de flujos de información relacionados".²

El Centro Internacional de Investigaciones Logísticas³, la define como: "el área de la empresa dedicada a gestionar el posicionamiento de los materiales en tiempo y lugar con el principal objetivo de posibilitar transacciones entre vendedor y cliente, teniendo en cuenta el flujo de información asociado".

Ante la realidad del entorno actual, generado por períodos de crisis e incertidumbre económica, aparecen nuevos enfoques demandando de las

¹ Gambino A. (2006). *La Logística Hoy*. Argentina: Instituto Universitario Aeronáutico. La Universidad de la Fuerza Aérea. Pág 3.

² Little Arthur D. (1991). *Logistics in Service Industries*, Council of Logistics Management, USA, Pág 31.

³ Asociación que brinda servicios a empresas de cualquier sector y tamaño en el campo de la logística. <http://www.iese.edu/ciil/press.html>

empresas ventajas competitivas.

La definición ofrecida por el Council of Logistics Management⁴, tiene en cuenta este aspecto. La misma plantea que: “la Logística es el proceso de planear, implementar y controlar de forma eficiente, con enfoque de efectividad de costos, el flujo y el almacenamiento de materias primas, inventarios en proceso, productos terminados y la información correspondiente desde el punto de origen al punto de consumo de acuerdo a los requerimientos del cliente”.

Las definiciones antes mencionadas reflejan el carácter integrador y sistémico de la logística, coincidiendo todos en que aborda el estudio de un conjunto de actividades que se ejercen sobre los flujos materiales, informativos, financieros y de decisiones a un costo razonable, con la calidad requerida orientado a satisfacer las necesidades del cliente en el momento oportuno, permitiéndole de esta forma ocupar una posición competitiva ventajosa.

Su operatividad incide en el desenvolvimiento de muchas áreas de la organización, a lo largo de la denominada cadena logística, lo cual se podría representar de la forma siguiente.

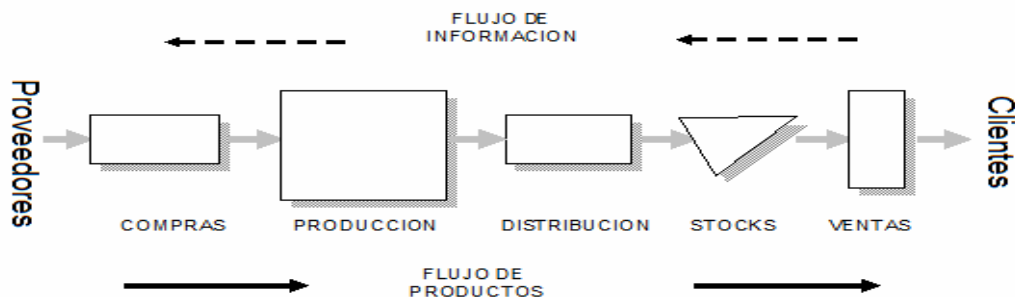


Figura 1 Cadena Logística.

Fuente: Elaboración propia.

El empresario que aspira al liderazgo debe necesariamente introducir la logística en la esfera empresarial como factor clave de sus estrategias, prestando especial atención a las actividades que forman parte de la misma y que le permiten a la empresa reducir sus costos sin reducir sus ingresos.

Evidentemente una de las actividades logísticas en la que la reducción de costos es más viable, lo constituye la administración en los niveles de

⁴ Asociación que se dedica al estudio de la logística y ayuda a profesionales y empresas interesadas en el tema. <http://www.clm.org.htm>.

inventarios depositados en los almacenes. La Investigación de Operaciones y la Estadística matemática constituyen los cimientos básicos en los que se sustenta la logística integral para gestionar de forma eficiente y eficaz los stocks, con ayuda de la Contabilidad financiera y gerencial posibilitando mediante el registro y el análisis de la información, la utilización de métodos cuantitativos que contribuyan a los gerentes lograr la planificación estratégica, el control y la toma de decisiones óptimas.

El inventario constituye un activo fundamental dentro de la mayoría de las organizaciones. De él dependen varias funciones como son las de producción, ventas, compras, financiación, llegando a ser parte medular de un negocio.

Cuervo A.G en su libro "Análisis y planificación financiera de la empresa", hace una conceptualización del inventario ó stocks, "como el conjunto de mercancías o artículos acumulados en el almacén en espera de ser vendidos o utilizados en el proceso productivo."⁵

Desde un punto de vista más formal podemos definir como stocks a todo conjunto de recursos útiles que se encuentran en espera de una demanda para su uso. Se dice que son útiles porque son capaces de satisfacer una necesidad, bien sea una necesidad productiva cuando nos referimos a las materias primas, materiales y productos en proceso, o satisfacer la necesidad del consumidor cuando nos referimos a productos terminados.

Álvarez M. BV en su obra " Modelos Económicos Matemáticos", denomina al inventario como: "el conjunto de recursos o mercancías en buen estado, que se encuentran almacenados con el objetivo de ser utilizados en un futuro. Estos recursos pueden ser materiales, equipos, dinero, etcétera".⁶

De acuerdo con Sipper, D y Bulfin, R Jr., "Los inventarios son acumulaciones de materias primas, provisiones, componentes, trabajo en proceso y productos terminados que aparecen en numerosos puntos a lo largo del canal de producción y de logística de una empresa."⁷

La bibliografía consultada permite establecer una definición generalizada del inventario como el conjunto de existencias disponibles con el objetivo de

⁵ Cuervo A.G. (1994).Análisis y planificación financiera de la empresa. Editorial Civitas, España, Pág. 242.

⁶ Álvarez M. BV. (2006). Modelos económicos matemáticos II, parte 2.Editorial Félix Varela, La Habana. Pág 392

⁷ Sipper, D y Bulfin, R Jr. (2003). *Planeación y control de la producción*. México: Mc Graw – Hill. Pág 124

satisfacer el proceso productivo o la demanda de un cliente.

Varios autores le atribuyen especial importancia a la toma de decisiones financieras en el corto plazo referente a las existencias, refiriéndose al papel del director financiero.

Weston J. Fred, Copeland Thomas en su obra "Manual de Administración Financiera" señala: "... al área de finanzas le corresponde financiar el inventario de la empresa. Le gustaría destinar para ello el menor capital posible, ya que a la empresa no le conviene comprometer sus recursos en inventario que resulte excesivo...". ⁸

En esta obra es importante destacar que se exponen todos los aspectos referentes a la gestión de inventarios, utilizándose términos precisos por parte del autor, que le permiten al lector adquirir los conocimientos sin un nivel alto de complejidad. Realiza un análisis detallado del inventario de seguridad donde propone un método tabular para determinar las existencias de seguridad óptimas mediante la relación que se establece entre los costos por faltantes y de mantenimiento.

En la obra " Finanzas en Administración ", Weston J. Fred y Brigham se refieren a las ventajas y desventajas que significa el tener grandes cantidades de existencias. Afirman que generalmente los gerentes financieros tienden a aceptar niveles relativamente excesivos de inventarios por lo que asumen diversos tipos de riesgos. El tratamiento de este aspecto le imprime particularidad a la obra al ser una temática insuficientemente abordada en materia de gestión de inventarios.

Debe señalarse que existen diferentes definiciones acerca de los que unos y otros consideran como Gestión de stocks.

Hernández, S. N en su libro "Gestión de Stocks. Modelos de optimización y software" define la gestión de stocks como: "el conjunto de acciones destinadas a minimizar los gastos e incrementar los beneficios originados en el almacenamiento de existencias". ⁹

La definición anterior es muy limitada enmarcando la gestión de stocks sólo al proceso de almacenamiento de las existencias obviando el resto de los

⁸ Weston J. Fred, Copeland Thomas.(1996). Manual de Administración Financiera, Editorial Mc Graw Hill, Colombia, Pág 143.

⁹ Hernández, S. N y un colectivo de autores. (1999).Gestión de Stocks. Modelos de optimización y software. Editorial Universidad de Valladolid. Pág 134

elementos que inciden directamente en la gestión de los inventarios.

Ferrin A.G en su libro Gestión de Stocks. Optimización de almacenes expresa la siguiente definición: “la gestión de stocks consiste en una proyección de la evolución futura de los stocks que nos permite establecer un programa de compra, controlando los pedidos a los proveedores”.¹⁰

La tarea fundamental que debe desempeñar el gestor de inventarios, es mantener un nivel de existencias que permita responder al nivel de servicio que el cliente exija al menor costo posible para la empresa.

Brindar un nivel de servicio acorde a los requerimientos del mercado, minimizar las posibles inversiones de capital circulante, obtener la rentabilidad deseada sobre las inversiones de inventarios, constituyen metas alcanzables con una eficiente gestión de inventarios.

Dado el contenido económico que estas metas requieren conviene recordar las implicaciones económicas y financieras derivadas de una buena gestión de stocks. Es conocido, que los inventarios forman parte del activo circulante, éste se caracteriza en lo fundamental por estar compuesto por elementos que pueden ser convertidos en dinero sin pérdida significativa de valor en un plazo relativamente corto (inferior a un año).

Las implicaciones que para la entidad tiene una buena gestión del activo circulante y en particular de la gestión de inventario pueden analizarse fácilmente a partir del ratio de rentabilidad económica:

$$R_e = \frac{UAI}{Total Activo} \quad (1 - 1)$$

$$R_e = \frac{UAI}{Ac + Af}$$

UAI : Utilidad antes de intereses e impuestos.

Ac : Activo circulante *Af* : Activo fijo

Basado en la fórmula podemos afirmar que a medida que se logre una mayor eficiencia en la gestión de inventarios, se logrará una influencia directa en la obtención de una mayor rentabilidad económica, dependiendo de mayor o menor inmovilización financiera y por tanto de la magnitud del activo circulante; así como del nivel de beneficio que obtiene la entidad, que en última instancia se convierte en una disminución de los costos asociados a los sistemas de

¹⁰ Ferrin A.G. (1998). Gestión de Stocks. Optimización de Almacenes. Fundación CCONFEMETAL. Barcelona. Pág 24.

inventarios que la gestión trata de minimizar.

Generalmente, los autores plantean la contradicción existente entre los objetivos financieros relacionados con la gestión de inventarios, debido a que el gerente debe conservar inventario suficiente para protegerse de las desviaciones en la demanda, pero a su vez desea minimizar la inversión en inventarios por mantenerlos en existencia.

En el libro "Fundamentos de Administración Financiera", Weston plantea: "... el inventario debe rotarse con prontitud, ya que mientras más rápida sea la rotación de éste, menor es el monto que debe invertir la empresa en el inventario para satisfacer una demanda de mercancías...", "... este objetivo financiero a menudo está en conflicto con el objetivo de la empresa de mantener inventarios suficientes para minimizar la escasez de inventario y satisfacer la demanda..."¹¹

Este ratio merece un análisis por la amplia utilización para medir la eficiencia en la gestión y que, a criterio del autor de la investigación, demuestra ciertas limitaciones. El ratio es formulado de la siguiente manera:

$$\text{Rot Inventario} = \frac{\text{Ventas netas ó CMV}}{\text{Inventario Promedio}} \quad (1 - 2)$$

CMV : Costo de las mercancías vendidas

Esta definición de Weston si se analiza desde el punto de vista de la rentabilidad para la empresa, será deseable un incremento en la rotación que implique menos cantidad de capital inmovilizado. Sin embargo una rotación muy elevada puede ser consecuencia de un inventario muy bajo, lo cual puede provocar frecuentes rupturas de stocks o muchos pedidos de pequeño volumen, incrementando los costos que pueden ser superiores que los que se obtendrían con la aplicación de otras políticas que tuvieran niveles de inventario más altos y, por tanto rotaciones, más bajas.

Es por ello que la rotación de inventario, a pesar de su extendido uso, es una variable que individualmente no debe ser utilizada como juicio para establecer políticas de gestión y control de inventarios, pues tiene un carácter puramente descriptivo. El valor resultante del ratio debe ser comparado con la norma que se establezca a partir del establecimiento de políticas óptimas o

¹¹ Weston J. Fred, Copeland Thomas, Fundamentos de Administración Financiera, Tomo I, Editorial MES. Pág 195

económicamente ventajosa, de esa forma sí le daría a la empresa una medida de cómo se están gestionando los inventarios.

La gestión de inventarios es una de las responsabilidades funcionales dentro de la logística integral y sus resultados inciden directamente tanto en el grado de servicio como en los costos logísticos, el resultado de una eficiente gestión de inventarios radica en lograr el equilibrio entre los costos logísticos proporcionando el nivel óptimo de inventario para proteger las operaciones de la empresa.

En la entidad se gestionan los inventarios mediante un sistema informático donde se manifiestan los elementos antes expuestos, susceptibles de perfeccionamiento con la aplicación de un procedimiento científicamente fundamentado, con enfoque sistémico, donde se integren todos los elementos que inciden en el mismo, y que le permita diseñar políticas de gestión de inventarios económicamente ventajosas para la organización, es vital para la obtención de los niveles de eficiencia con que deben operar las empresas en la actualidad.

1.2 Aspectos teóricos a tener en cuenta en el diseño de políticas de inventario

El primer factor a considerar lo constituye el conocimiento y diagnóstico de la situación actual para determinar las fortalezas y debilidades que presenta la organización con relación a la gestión de sus inventarios, así como los factores de índole externo que inciden en la solución del problema. De ahí que necesariamente tenga que ser analizada la situación con respecto a los proveedores, clientes y al resto de las áreas de la empresa que intervienen en el proceso.

1.2.1 Análisis de la demanda

El objetivo es determinar para cada artículo del inventario, las cantidades requeridas siempre orientados a la necesidad del cliente, por lo que se debe tener en cuenta, las características en cuanto a hábitos de consumos, tamaño y frecuencia de los pedidos, uniformidad de la demanda, y la posibilidad de diferir demanda insatisfecha.

Schroeder, indica que en cuanto a la naturaleza de la demanda, ésta se puede

clasificar según el nivel de dependencia como sigue: ¹²

- ✓ Independiente: la demanda de un producto es independiente cuando está influenciada por las condiciones del mercado fuera del control de las operaciones y no se relaciona con la demanda de otros artículos producidos en la empresa (productos terminados).
- ✓ Dependiente: la demanda de un producto es dependiente cuando está relacionada con la demanda de otro artículo y el mercado no la determina independientemente (materias primas, productos en proceso).

De forma general en la bibliografía consultada prevalecen los mismos conceptos para clasificar los artículos atendiendo al nivel de dependencia de la demanda, aplicándose a los artículos terminados, modelos de reaprovisionamiento no programado, y para las materias primas y productos en proceso, modelos de reaprovisionamiento programado de acuerdo a los planes de ventas.

De acuerdo a como estén clasificados los productos requerirán distintos enfoques para la administración del inventario. Para Demanda Independiente es apropiada una filosofía de reposición, por su parte la Demanda Dependiente exige la utilización de modelos más complejos destacándose los sistemas MRP, KANBAN, DRP, y las técnicas de simulación.

Los artículos que presentan este comportamiento no son objeto de estudio de esta investigación por las características de la red minorista, que vende productos terminados a la población.

En segundo lugar se clasifican en función del grado de conocimiento que se tenga de la demanda, en deterministas y aleatorias. Se dice que la demanda es determinista cuando se conoce exactamente la cantidad y el momento en que debe emitirse un pedido. Entre ellos podemos encontrar:

- Artículos destinados a una promoción que cesará con el agotamiento de la cantidad especificada, sin generar otra demanda posterior.
- Artículos que son requeridos sobre la base de un programa, sin experimentar variaciones en la cantidad y plazos respecto al plan inicial.

Se dice que la demanda es aleatoria cuando no se conoce con certeza la cantidad y el momento en que van a ser necesitados los artículos, pero si es

¹² Schroeder R. G. (1992). Administración de Operaciones. Toma de Decisiones en la Función de Operaciones. TomoII, Editorial Mc Graw Hill, México, Pág 460.

posible conocer la distribución de probabilidades que sigue el comportamiento de la misma.

Charles A.G y Hugh J. Watson, en su obra “Métodos cuantitativos para la toma de decisiones en administración”, se plantea: “los sistemas de inventarios con demanda incierta o probabilística, suponen que se conoce la distribución de probabilidad de la demanda, pero que esa demanda es impredecible en un día o mes dados, con frecuencia este es el caso cuando se trata de ventas en una tienda, ventas industriales y la mayoría de los servicios”.¹³

De acuerdo a la bibliografía consultada, podemos señalar que en la empresa se manifiestan los productos con demanda independiente y con un grado de incertidumbre ya que no es conocida, en ningún establecimiento, lo que se va a vender al día siguiente.

En tercer lugar la naturaleza de la demanda es clasificada de acuerdo a la frecuencia de demanda del producto, en rápido o lento movimiento. Se considera de rápido movimiento al producto que es demandado con regularidad, independientemente de la cantidad que se solicite, y de ocurrir lo contrario, se clasifica de lento movimiento por los bajos niveles de ventas, sinónimo de poca aceptación y de una deficiente política de gestión de inventarios.

Distribución de la demanda

Establecer la distribución de la demanda es fundamental para un buen control de los inventarios. La presencia de variaciones en la demanda obliga el uso de herramientas estadísticas por el comportamiento estocástico de la misma. Los sistemas de gestión diseñados con base determinísticos, tomando en cuenta sólo el promedio de la demanda, son de utilidad limitada. De ahí la importancia de determinar la ley de probabilidad correspondiente a la demanda de cada artículo mediante la construcción de histogramas (distribución de frecuencia de una muestra en forma gráfica) y la aplicación de pruebas no paramétricas como Chi cuadrado ó Kolmogorov - Smirnov para determinar la distribución más conveniente, que sigue la demanda de un producto.

Los modelos de gestión de inventarios, estarán diseñados de acuerdo a la distribución teórica de los productos con demanda probabilística. Es objetivo,

¹³ Charles A.G y Hugh J. Watson. (2005). Métodos cuantitativos para la toma de decisiones en administración. Parte^{2da}. Editorial Félix Varela. La Habana. Pág 431-432.

para el autor de la investigación, determinar de una muestra, aquellos productos con distribución normal para la aplicación de las políticas de gestión de inventarios óptimas, mediante la prueba de Kolmogorov- Smirnov donde se planteen las siguientes hipótesis:

$$\begin{aligned} H_0 : P^\Lambda \geq 0,05 & \text{ Aceptar } H_0 \text{ Se distribuye normalmente} \\ H_1 : P^\Lambda < 0,05 & \text{ Rechazar } H_0 \text{ No se distribuye normalmente} \end{aligned} \quad \{1-3\}$$

Si con el cálculo del estadígrafo de la distribución normal se obtiene un Pvalor superior a 0,05 la demanda se comporta normalmente y se acepta la hipótesis nula de lo contrario la variable no sigue una distribución normal y aceptamos la hipótesis alternativa.

Distribución de probabilidad Normal

Esta distribución tiene un rol dominante en la estadística, pues se ha establecido que todas las distribuciones tienden a comportarse como una Normal, teniendo gráficamente una forma de campana de Gauss, es continua y simétrica

(Ver Figura1).

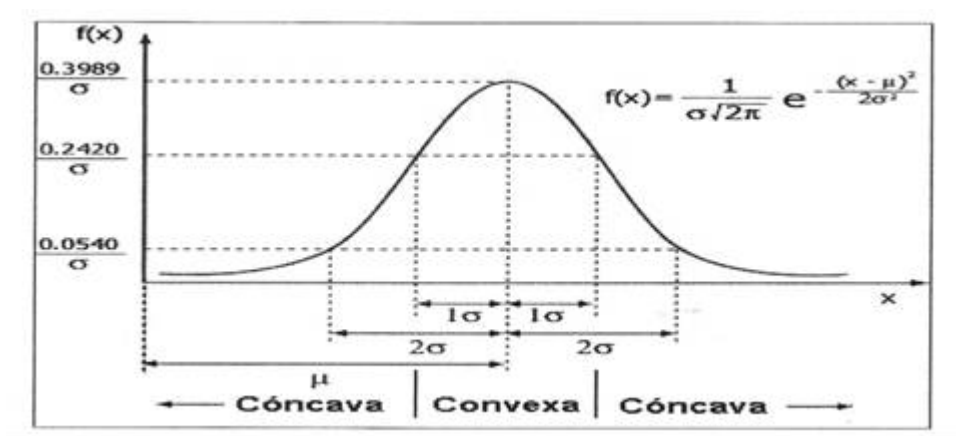


Figura 1. Campana de Gauss.

Fuente: UCM España.

Los parámetros de la distribución son la media y la desviación estándar, \bar{x} y σ respectivamente. Para datos agrupados las fórmulas de la media y la desviación estándar son las siguientes:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i f_i \quad \{1-4\} \quad \sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n f_i (x_i - \bar{x})^2} \quad \{1-5\}$$

La media es el promedio aritmético de un conjunto de números comúnmente llamada promedio y la desviación estándar es la raíz cuadrada de la media de

las desviaciones cuadradas.

La ecuación de la distribución normal es:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-1/2[(x-\mu)/\sigma]^2} \quad \text{para } -\infty \leq x \leq +\infty \quad \{1-6\}$$

Por la complejidad de la ecuación se han desarrollado tablas, conocidas como distribución normal estándar con media igual cero y desviación estándar igual uno para facilitar los cálculos, estandarizando a Z, función utilizada en los modelos de inventarios como factor de seguridad:

$$Z = \frac{x - \mu}{\sigma} \quad \{1-7\}$$

La distribución normal será satisfactoria si el tamaño de la muestra es por lo menos 30 sin importar cuál será la forma de la población para casos de interés prácticos.

Charles A.G y Hugh J. Watson en su obra “Métodos cuantitativos para la toma de decisiones en administración”, realizan una valoración de la conceptualización del límite central, donde plantean que conforme al aumento del tamaño de la muestra, las medias de la muestra tienden a una distribución normal, independientemente de la distribución de la población.¹⁴

Proyección de la demanda

En la mayoría de las decisiones de negocios se encuentra el reto de pronosticar la demanda del cliente, constituyendo una tarea difícil porque la demanda de bienes y servicios suele variar considerablemente en el tiempo.

En tal sentido, cabe resaltar lo expuesto por Gaither, N. y Frazier, G quienes señalan que: “la variación de la demanda en el tiempo es producto del incremento o declinación de los índices de ventas, variación estacional del patrón de demanda, así como de las variaciones globales ocasionadas por diversos factores”.¹⁵

Los pronósticos forman parte de los datos que la empresa usa para determinar su estrategia de negocios. Para el logro de una correcta planificación y control

¹⁴ Charles A.G y Hugh J. Watson. (2005). Métodos cuantitativos para la toma de decisiones en administración. Parte 1^{ra}. Editorial Félix Varela. La Habana. Pág 568.

¹⁵ Gaither, N. y Frazier, G. (2003). Administración de Producción y Operaciones. México: Internacional Thomson. Pág 165

de la gestión de inventario se necesita estimados precisos de la demanda. Estos estimados se presentan comúnmente en la forma de pronósticos y predicciones.

Una forma de garantizar que no existan excesos de inventario, que luego repercutan en elevados costos de conservación de los productos en los almacenes o niveles muy bajos que provoquen rupturas de stocks, es prever las necesidades, a través de las proyecciones de la demanda mediante la aplicación de los siguientes métodos:

- ✓ Cualitativos.
- ✓ Proyección de series temporales.
- ✓ Causales de pronósticos.

Los Métodos Cualitativos con frecuencia se utilizan para situaciones a largo plazo, altamente incierta en la cual los modelos cuantitativos no parecen apropiados, en estos casos es normal que el juicio subjetivo sea la base para llegar a pronosticar. Entre los más conocidos se encuentra el método DELPHI que consiste en obtener pronóstico mediante el consenso de grupos de expertos.

Cabe destacar lo expresado por Gil Estallo y Giner de la Fuente en su obra “Cómo crear y hacer funcionar una empresa” que plantean lo siguiente: “El que intenta prever se ve obligado a utilizar su juicio, por ejemplo en la recogida de datos, en la fijación del horizonte económico, en el detalle de la previsión: por grupos ó artículos, al seleccionar el método más adecuado, al interpretar los resultados obtenidos, al poner al día las previsiones y los métodos utilizados”.¹⁶

Es meritorio destacar de los autores de la anterior obra , los aspectos a tener en cuenta para la selección adecuada del método a seleccionar, de forma tal que logran demostrar la importancia de una buena intuición por parte del decisor en el proceso de decisión, para lograr previsiones acordes a los objetivos previstos.

Los métodos de análisis de series temporales utilizan sólo datos históricos del pasado para la variable que se pronostica al generar proyecciones al futuro. Suponen de manera implícita, lo que ha sucedido en el pasado, proporcionan información de lo que va a suceder en el futuro.

¹⁶ Gil María, E y Giner Fernando, de la Fuente. (2007).Cómo crear y hacer funcionar una empresa. Editorial ESIC.Madrid. Pág 146.

Entre los métodos de series de tiempo más usados, para el cálculo de las proyecciones podemos citar entre otros a los siguientes:

- Promedios Móviles.
- Suavización exponencial.
- Extrapolación utilizando MCO en función del tiempo.
- Series Box-Jenkins.

Estos métodos serán usados, de acuerdo al horizonte de planificación que se desee y los patrones de comportamiento de la demanda, acorde a los datos históricos de la variable. Los métodos de pronósticos al corto plazo, tienen un horizonte de tiempo de un mes a seis meses hacia el futuro, los de mediano plazo de seis meses a dos años hacia el futuro y los de largo plazo tienen un horizonte mayor de dos años.

Varios autores le atribuyen especial importancia, al análisis de las componentes que se manifiestan en las series de tiempo a lo largo del horizonte de planificación.

Charles A.G y Hugh J. Watson en su obra “Métodos cuantitativos para la toma de decisiones en administración”, plantean: “la componente de tendencia refleja un movimiento general a largo plazo, ya sea hacia arriba o hacia abajo a través del tiempo...”¹⁷

En la anterior obra es meritorio enfatizar que se exponen todos los aspectos referentes a la aplicación de pronósticos, utilizando términos comprensibles de forma tal que el autor logra hacer llegar al lector los conocimientos necesarios sobre esta temática.

El componente estacional se manifiesta con fluctuaciones hacia arriba y hacia abajo en puntos fijos. Los métodos que tratan de identificar componentes cíclicos y aleatorios no forman parte del objetivo de esta investigación.

En el contexto de esta investigación el autor propone la aplicación de los métodos cuantitativos de series temporales a corto plazo a partir del análisis de los datos de las series de tiempo mediante visualización gráfica para detectar, los patrones que exhiben los datos para seleccionar el método más apropiado.

Promedios Móviles

¹⁷ Charles A.G y Hugh J. Watson. (2005). Métodos cuantitativos para la toma de decisiones en administración. Parte^{1ra}. Editorial Félix Varela. La Habana. Pág 118.

El método de promedios móviles es útil y sencillo, se usa para hacer pronósticos a corto y mediano plazo. El promedio de lo que ha ocurrido en el pasado se emplea para pronosticar el futuro. x_t es el promedio móvil calculado del valor de x en el período t ,

determinándose el pronóstico del valor de x en el período, se toma como X_t .

Expresando el valor de x en el período $t+1$ como F_{t+1} , puede decirse que:

$$F_{t+1} = X_t \quad \{1-8\}$$

Con un promedio móvil se usan las últimas observaciones, cada vez que se dispone de una nueva observación, el promedio se mueve para incluir la información nueva y deja la observación más vieja de las que se usaron anteriormente. Matemáticamente se calcula de la siguiente forma:

$$\begin{aligned} X_t &= \frac{X_t + X_{t-1} + \dots + X_{t-N+1}}{N} \\ &= \frac{1}{N} \sum_{i=t-N+1}^t X_i \end{aligned} \quad \{1-9\}$$

El promedio móvil hasta el período t se usa para el pronóstico del período $t+1$:

$$F_{t+1} = \frac{1}{N} \sum_{i=t-N+1}^t X_i \quad \{1-10\}$$

Con la aplicación de los promedios móviles, se busca eliminar los factores estacionales en la serie de tiempo, con el objetivo de promediar los períodos de demanda alta y baja dentro del ciclo estacional. La determinación del período para pronosticar, está relacionada con el ciclo estacional y constituye la cantidad de veces que se repite el ciclo en un año. Para determinar el mejor pronóstico entre diferentes períodos, se calcula la desviación media absoluta como la sumatoria del módulo de las diferencias entre la demanda real y las predicciones entre la cantidad de períodos:

$$MAD = \frac{\sum |D_t - F_t|}{n} \quad \{1-11\}$$

El método de promedio móvil no constituirá el ideal para pronosticar al presentarse en una serie de tiempo componentes de estacionalidad y de tendencia a la vez, por presentar retrasos respecto a la tendencia de ahí la importancia del juicio del investigador para seleccionar otros métodos.

Suavización exponencial

Constituye una alternativa a los promedios móviles, cuando las empresas disponen de datos históricos para predecir el comportamiento de la demanda a corto plazo, ponderando las observaciones anteriores de forma no constante, disminuyendo exponencialmente. Calculándose de la siguiente manera:

$$X_t = \alpha X_t + (1 - \alpha)F_t \quad \{1-12\}$$

Igual que en el caso de promedios móviles, el promedio calculado hasta el período t se usa para pronosticar el período $t + 1$:

$$F_{t+1} = \alpha X_t + (1 - \alpha)F_t ; (0 \leq \alpha \leq 1) \quad \{1-13\}$$

Si se desea que la predicción responda en alto grado a la demanda reciente se debe elegir un valor alto de α , si se desea que se responda con mayor lentitud entonces se debe elegir un valor pequeño.

Debe señalarse que este es uno de los métodos que se consideran más adecuados utilizar, primero no requiere de mucho espacio de almacenamiento en memoria, lo que se necesita es determinar la constante de suavizado, la observación más reciente y el pronóstico anterior, y segundo en este método nunca se descarta por completo ninguna observación, quedando incorporada siempre en algún grado en el pronóstico anterior.

Al no tener en cuenta este método las variaciones con componente estacional es recomendable utilizarlo cuando existan variaciones de tendencia en la serie de tiempo.

Métodos de extrapolación utilizando MCO en función del tiempo

La extrapolación supone proyectar al futuro la trayectoria de la magnitud que se trata de prever. Implica que la variable que se quiere predecir está en función del tiempo. Es apropiado para detectar tendencia y constituye un método de gran utilidad para el mediano y largo plazo. Permite identificar la ecuación de una línea recta, ajustando matemáticamente una curva a un conjunto de datos mediante el análisis de tendencia lineal de la forma $y = a + bx$.

Donde y es el valor del pronóstico, a es la ordenada en el origen (intercepción de la recta con el eje vertical), b es la pendiente de la línea y x el período para el que se prepara el pronóstico. Los valores de a y b que minimizan la suma de los cuadrados de todas las distancias verticales definen la ecuación que mejor se ajusta a los datos.

Las ecuaciones utilizando el método de mínimos cuadrados son la siguiente:

$$a = \frac{\sum y}{N} - \frac{b \sum x}{N} \quad \{1-14\} \qquad b = \frac{N \sum xy - \sum x \sum y}{N \sum x^2 - (\sum x)^2} \quad \{1-15\}$$

Una vez calculado estos indicadores el analista estará en condiciones de determinar mediante la ecuación de la recta, el pronóstico de la demanda para cualquier período en el futuro a mediano y largo plazo.

No obstante, en aquellas series de tiempo que describen a la vez componentes de tendencias y estacional es importante determinar un ajuste estacional. El ajuste estacional se determina calculando el promedio de las diferencias entre la demanda real y la pronosticada (variación estacional) en cada ciclo.

Al respecto Charles A.G y Hugh J. Watson plantean: “con frecuencia se necesita una variación estacional, realizándose la extensión al modelo de análisis de tendencia sin agregar mucha complejidad, agregándose el ajuste al pronóstico de tendencia anteriormente calculada”.¹⁸

$$\text{Pronóstico}_t = a + bx + \text{ajuste estacional} \quad \{1-16\}$$

En las series de tiempo que representen ambos comportamientos la aplicación de estos métodos de extrapolación proporcionan resultados satisfactorios.

En la actualidad no hay necesidad de efectuar estos cálculos manualmente ya que existen paquetes de cómputo capaz de procesar información rápida y precisa, utilizándose en la investigación la función análisis de datos en el Excel. Los Modelos Causales de Pronóstico como su nombre lo indican proyectan el valor de la variable demanda en función del comportamiento de otras variables. Los más utilizados son:

- Análisis de Regresión Lineal.
- Modelos Econométricos.

En la fase de corrección del pronóstico los resultados obtenidos son sometidos a juicios de los especialistas involucrados en el proceso de proyección. Aquí se integran las técnicas cuantitativas con los métodos cualitativos, pues de esta forma los resultados de la proyección son complementados con los criterios aportados por los especialistas dando como resultado un nivel de demanda futura más cercana a la realidad, permitiendo de esta forma una mejor gestión

¹⁸ Charles A.G y Hugh J. Watson. (2005). Métodos cuantitativos para la toma de decisiones en administración. Parte ^{1ra}. Editorial Félix Varela. La Habana. Pág 131.

de los inventarios.

1.2.2 Períodos de entrega y reaprovisionamiento

Por lo general la mayoría de los autores determinan el tiempo de entrega como el tiempo que transcurre desde el instante que se hace un pedido hasta que se recibe en el almacén y el tiempo de reaprovisionamiento como el acumulado de tiempo de entrega más el de revisión ($L+T$) para un sistema de revisión periódica y el propio tiempo de entrega para un sistema continuo.

Sin embargo, el autor considera que la definición dada por la mayoría de los autores presenta ciertas limitaciones pues no se tiene en cuenta el período de tiempo que transcurre desde el momento que se hace la revisión y se detectan las necesidades.

Al igual que la demanda, estos parámetros pueden ser deterministas o aleatorios, provocándose rupturas de stocks cuando no se establece un control estricto de la aleatoriedad del mismo. Este desconocimiento puede dar lugar a situaciones no deseables como las mostradas en la figura 2.

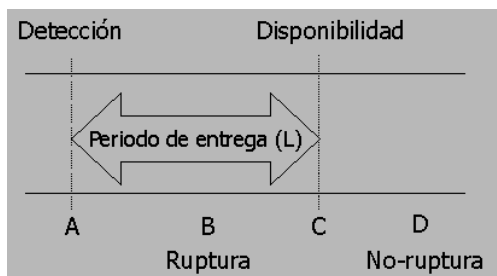


Figura 2: Tiempo de entrega

Fuente: Elaboración propia

En el instante A se detecta la necesidad de stocks y se lanza una orden de pedido. La mercancía estará disponible para el consumo en el instante C; si la necesidad real del producto se produce en el instante B, se producirá una ruptura de stocks y la demanda quedará insatisfecha; si, por el contrario, la necesidad surge en el instante D, entonces se habrá producido un reaprovisionamiento precipitado que repercutirá sobre los costes de posesión de stocks.

1.2.3 Nivel de servicio e Inventario de seguridad

Un término ampliamente utilizado en la administración del inventario es el nivel de servicio al cliente, la mayoría de los autores coinciden, en que dicho

concepto está asociado a la disponibilidad de un producto o la confiabilidad del cumplimiento de un plazo, dado que son estos los elementos de mayor impacto en la apreciación que se hace el cliente del servicio que recibe. Es importante definir como nivel de servicio la probabilidad de que no ocurra un faltante en el tiempo de entrega.

Un nivel de servicio del 100% según Schroeder representa: “la satisfacción de todos los requerimientos del comprador con material de inventario, por lo que el porcentaje de inexistencia es igual a 100 % menos el nivel de servicio”.¹⁹

En condiciones de demanda y tiempo de entrega aleatorio, como se ha planteado con anterioridad, existe la posibilidad de incurrir en ruptura de stocks. Al respecto Rojí S. F afirma: “este tiene lugar cuando el punto de pedido ya se ha alcanzado y dependerá de si la demanda no esperada es superior a nivel de pedido”.²⁰

En consecuencia, es necesario disponer de cantidades adicionales de productos almacenados, este inventario se denomina inventario de seguridad y su determinación estará relacionada con el nivel de servicio que la empresa esté dispuesta a ofrecer a sus clientes. El inventario de seguridad se determina en condiciones de demanda probabilística para hacerle frente a las necesidades de los clientes en el tiempo de entrega.

De ocurrir lo contrario incurriremos en inventarios de seguridad excesivos debido a que la demanda, en el tiempo de entrega, se comportará por debajo de lo esperado, aumentándose los costos de almacenamiento. El objetivo de la administración del inventario es determinar el punto de pedido óptimo que permita niveles de servicios adecuados al cliente.

Cuando se conoce el costo de ruptura es posible determinar el óptimo del nivel de servicio y del punto de reorden, mediante el análisis marginal de los costos de faltantes y de almacenamiento, minimizando la suma de ambos costos.

Gil María, E y Giner Fernando en su obra “Cómo crear y hacer funcionar una empresa”, son más específicos al plantear: “el punto de pedido R es óptimo cuando el costo esperado de tener una unidad menos de la necesaria es igual

¹⁹ Schroeder R. G. (1992). Administración de Operaciones. Toma de Decisiones en la Función de Operaciones. Tomo II, Editorial Mc Graw Hill, México, Pág 468.

²⁰ Rojí S. F. (2002). Teoría y Práctica de la gestión empresarial. Editorial Miletto. Madrid. Pág 203.

al costo esperado de mantener esa unidad en el almacén".²¹

Varios autores atribuyen especial importancia al análisis marginal, para determinar sobre bases estadísticas la probabilidad de tener un artículo en el almacén cuando se necesite o sea, el nivel de servicio que estamos dispuestos a ofrecerle al cliente al menor costo posible.

El costo marginal de faltantes será igual al costo de cada unidad dejada de vender multiplicado por la cantidad de pedidos emitidos al año y la probabilidad de que ocurra el faltante en el plazo de entrega.

El costo marginal de almacenamiento ó conservación será igual al costo de cada unidad almacenada por la probabilidad de que no haya déficit.

Igualando los costos marginales podemos determinar el nivel de servicio óptimo al consumidor. La probabilidad de que ocurra deficit.

$$C_p * \frac{D}{Q} * P(D > R) = C_h * P(D \leq R) \quad \{1-17\}$$

$$P(D > R) = \frac{C_h * Q}{C_p * D}$$

Corresponde al personal comercial, siguiendo sus estrategias, establecer el nivel de servicio óptimo. Una vez determinado, el gestor de inventarios lo maneja como variable primordial incorporándolo a sus métodos de cálculo como elemento de gestión.

1.2.4 Costos asociados a la gestión de stocks

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, que sirva de información oportuna para la toma de decisiones.

Los costos logísticos asociados a la administración del inventario son los siguientes: costos de adquisición, costos de emisión del pedido, costos de almacenamiento, costos de oportunidad y costos de ruptura del inventario.

Los costos de adquisición representan la cantidad total invertida en la compra de la mercancía, generalmente se expresa como un costo unitario multiplicado por la cantidad adquirida ó producida. Mallo Carlos y un colectivo de autores lo

²¹ Gil María, E y Giner Fernando de la Fuente. (2007). Cómo crear y hacer funcionar una empresa. Editorial ESIC. Madrid .Pág. 519.

define como sigue: “es aquel que se produce por situar los materiales en el almacén, preparados para su posterior consumo”.²²

Los costos de emisión del pedido incluyen gastos administrativos fijos que se incurren para formular y recibir un pedido. Rojí S. F precisa en relación a los pedidos: “estos requieren de un proceso formado por procedimientos administrativo: solicitud y evaluación de licitaciones, negociación de precios, preparar órdenes de compra y documentos, además del transporte, desembalaje, inspección, y control de la calidad”.²³

En cuanto a los costos de mantenimiento ó conservación de inventarios Lieberman en su obra “Introducción a la Investigación de Operaciones”, afirma: “este incluye el costo de capital invertido, del espacio, seguros, protección e impuestos atribuibles al almacenamiento”.²⁴

Los costos de ruptura del inventario constituyen aquellos beneficios dejados de percibir por no encontrarse el artículo en el momento que es demandado por el consumidor. Estos costos básicos son manejados por el gestor de stocks, mediante la contabilización y el análisis de los diferentes elementos de gastos en cada área en específico relacionados con la actividad de comercialización.

Determinación de los costos totales de aprovisionamiento

Calcular los costos totales de aprovisionamiento constituye el punto de partida para el logro de una eficiente gestión de inventarios, de manera general en las bibliografías antes mencionadas los autores no ilustran de forma cuantitativa los costos totales de aprovisionamiento atendiendo a las diferentes partidas de gastos.

Basados en el aporte teórico de los autores las expresiones matemáticas para el cálculo de los costos totales de aprovisionamiento son:

➤ Costo total de adquisición ó de compra en el período

$$Cta = \sum_{p=1}^n Cc_i * D \quad \{1-18\}$$

Donde:

n: Cantidad de productos adquiridos en el período.

²² Mallo Carlos y un colectivo de autores. (2000). Contabilidad de costos y estratégica de gestión. Editorial Prentice Hall Iberia Madrid. Pág 133.

²³ Rojí S. F. (2002). Teoría y Práctica de la gestión empresarial. Editorial Mileto. Madrid. Pág 196.

²⁴ Lieberman G.Y.(2005). Introducción a la investigación de operaciones Tomo III. Edit. Félix Varela. Cuba. Pág 759

Cci: Costos de compras promedios.

D: Cantidad de unidades demandadas de cada producto.

➤ **Costo total de emisión u ordenar en el período**

$$C_{ot} = C_{o1} + C_{o2} + C_{o3} + C_{o4} + C_{o5} \quad \{1-19\}$$

Donde:

C_{o1} : Estimado del costo de los modelos, impresos y materiales de oficina.

C_{o2} : Estimado del costo del combustible gastado durante la transportación de mercancías por parte de la entidad y durante las gestiones del pedido.

C_{o3} : Estimado del costo de salario y de la contribución a la seguridad social del personal que atiende el proceso de los pedidos y de los chóferes de la organización, que realizan el traslado de las mercancías ó trasladan a los comerciales en las reuniones de negocios.

C_{o4} : Costo de las mermas, pérdidas y deterioros que sufren las mercancías en el proceso de transportación que son imputables a la organización.

C_{o5} : Se incluyen otros gastos monetarios tales como comunicaciones, dietas de chóferes, alquiler de equipos de transporte externo, pago por fletes a la entidad que transporte los suministros, si el mismo no constituye parte del costo de adquisición.

Costo total de almacenamiento en el período

$$C_{talm} = C_{alm1} + C_{alm2} + C_{alm3} + C_{alm4} + C_{alm5} \quad \{1-20\}$$

Donde:

C_{alm1} : Costo de los materiales correspondientes a envases, embalajes y materiales auxiliares de envases y embalajes.

C_{alm2} : Estimado del costo de energía gastada en el almacén, incluyendo la necesaria para iluminación, equipos de climatización, equipos de procesamiento de la información y carga de baterías de equipos de manipulación.

C_{alm3} : Estimado de los costos de salarios, de la contribución a la seguridad social e impuesto sobre la fuerza de trabajo de todo el personal que labora en el almacén.

C_{alm4} : Costos incurridos por el mantenimiento de equipos de manipulación,

climatización, pesaje y del almacén en general.

C_{alm} : Costo de las mermas, pérdidas, deterioros y obsolescencia que sufren los productos en el período de almacenamiento, así como el pago por seguros, impuestos, comunicaciones, servicios de protección.

➤ **Costo de oportunidad del capital**

$$C_k = InvProm * i \quad \{1 - 21\}$$

Donde:

i : Tasa de interés ó de descuento.

$InvProm$: Valor del inventario promedio en el período.

➤ **Costo total de mantenimiento de inventario**

$$C_{th} = C_{talm} + C_k \quad \{1 - 22\}$$

➤ **Costo total de Ruptura de inventario**

$$C_{tp} = \sum_{p=1}^n C_p * D_i \quad \{1 - 23\}$$

Donde:

n : Cantidad de productos dejados de vender en el período.

C_p : Costos unitarios por pérdida de oportunidad promedio.

D_i : Cantidad de demandas insatisfechas de cada producto.

➤ **Costo total de reaprovisionamiento en el período.**

$$CTA = C_{ta} + C_{to} + C_{talm} + C_k + C_{tp} \quad \{1 - 24\}$$

Costos unitarios de aprovisionamiento

Determinar los costos unitarios de aprovisionamiento es de vital importancia para el gestor de inventarios. Los costos unitarios relevantes en la formulación de los modelos matemáticos son:

✓ **Costo unitario de adquisición(Ca)**

Es el precio que establece el proveedor para el artículo que suministra, donde puede quedar incluidos en la factura, los costos de seguros durante la transportación, impuestos aduanales y fletes.

✓ **Costo unitario de Ordenar (Co)**

Este costo está relacionado con la cantidad óptima que se debe ordenar en cada emisión de pedido, y no con la cantidad de unidades compradas en cada lote, constituye un costo fijo y se calculan mediante la división aritmética entre

los costos totales de ordenar y el número de pedidos u órdenes de compras solicitados en un período de tiempo, se expresa en pesos por órdenes.

Costo de ordenar unitario (Co):

$$C_o = \sum_{i=1}^n \frac{C_{to}}{\# \text{ de ordenes de compra}} \quad \{1 - 25\}$$

✓ **Costo unitario de conservación ó almacenamiento (Ch)**

Los costos de conservación unitarios se manifiestan para la totalidad de todos los artículos a través de la tasa anual de almacenaje, método utilizado con bastante frecuencia en la planificación de los sistemas logísticos, el cual consiste en admitir que cuando más cara es una mercancía más caro es el costo de almacenamiento. Este indicador se calcula dividiendo el costo anual de almacenamiento y el inventario promedio anual. El costo anual de conservación se determina sumando la tasa anual de almacenaje con la tasa de interés ó descuento y multiplicando el resultado de esta suma con el costo de adquisición promedio en el período analizado:

Tasa de almacenaje(a):

$$a = \sum_{i=1}^n \frac{C_{talm}}{Inv \text{ Pr } om} \quad \{1 - 26\}$$

Costo de conservación ó almacenamiento unitario (Ch)

$$C_h = (a + i) * \left(\frac{\text{Saldo inventario}}{\text{Cant uds en existencia}} \right) \quad \{1 - 27\}$$

Donde:

a : Tasa anual de almacenaje

i : Tasa de interés ó de descuento

$\left(\frac{\text{Saldo inventario}}{\text{Cant uds en existencia}} \right)$: Costo de adquisición promedio

De esta forma se imputan los costos de almacenamiento anual a cada mercancía en inventario, este costo es expresado en peso por unidad al año.

Costo de ruptura unitario (Cp)

Se estima el costo unitario de ruptura como el beneficio ó utilidad dejado de ingresar a la organización en un momento dado por la falta de ese producto una vez que fue solicitado por el cliente.

Álvarez M. BV en su obra “Modelos Económicos Matemáticos II” afirma: “en el

caso de inventarios para la venta, sería la utilidad que se pierde por dejar de vender mercancías que un consumidor ha solicitado”.²⁵

El análisis de los costos unitarios de cada uno de los productos unido a la clasificación de los artículos de acuerdo al grado de importancia que representan para la organización permitirá tener un mayor control e información, herramientas indispensables para la gestión eficiente de los inventarios.

1.2.5 Clasificación de los productos en Inventario ABC Multicriterio

Un eficiente sistema de control de inventario no tratará por igual a todos los renglones en existencia, sino que aplicará métodos de control y análisis en correspondencia con la importancia económica relativa de cada producto.

El método ABC se fundamenta en el aporte del economista Vilfredo Pareto (1848-1923), tras un estudio de la distribución de los ingresos en Italia. En 1951 el norteamericano H. Ford Dickie presentó un método de clasificación de inventarios basado en el principio de Pareto, cuyo planteamiento general es el siguiente: “en cualquier clasificación de los inventarios una pequeña fracción expresada en términos de elementos representa una fracción mayoritaria en términos de efecto”.

Es generalizada la tendencia de diferenciar la gestión de inventario en dependencia de las zonas que clasifiquen los artículos de acuerdo al empleo de uno ó más parámetros bases cuantificables. Se nombran parámetros bases a los criterios de clasificación que son cuantificables y expresan la importancia económica de los productos en inventario. Existe consenso en los autores consultados en la definición de los rangos, que suponen para la zona A adoptar hasta un 80 % de participación en el efecto económico total y para la zona B y C hasta un 15 % y un 5 % respectivamente. Tal como se muestra en la figura 3.

²⁵ Álvarez M. BV. (2006). Modelos económicos matemáticos II, parte 2. Editorial Félix Varela, La Habana. Pág. 395.

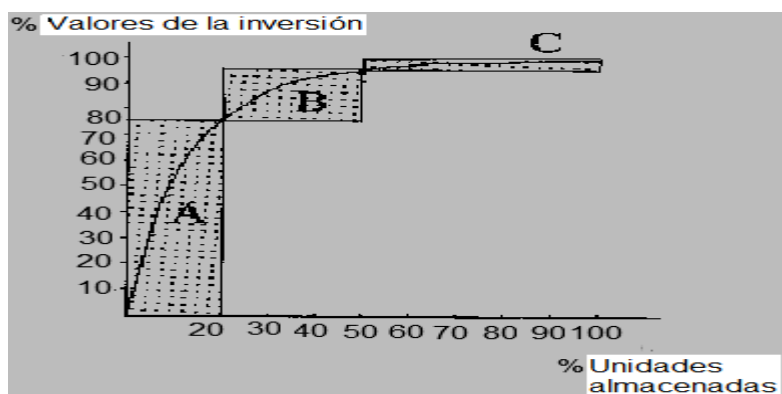


Figura 3. Representación Gráfica del Método ABC

Fuente: Elaboración Propia

En sus tesis en opción al título académico de Doctor en ciencia, los autores cubanos Maritza Ortiz y Oscar Parada realizan una valoración integral de los productos mediante la aplicación del método ABC Multicriterio, analizando elementos cuantitativos y cualitativos a través de coeficientes de ponderación.

El empleo por los autores de más de un elemento en la aplicación del método, no introduce cambios conceptuales en el procedimiento a seguir, a pesar del nuevo criterio de clasificación. La aplicación del método permite analizar de forma integral al producto de acuerdo a su categorización y establecer estrategias diferenciadas, encaminadas a una gestión de aprovisionamiento eficiente orientadas a los clientes.

El autor propone en el contexto de la investigación la interacción conjunta de los parámetros bases, valor consumo, valor saldo real en existencia, valor del inventario promedio y beneficio aportado a la organización.

Este método consta de los siguientes pasos:

Paso 1: Determinar los parámetros que miden el grado de importancia de cada producto. Utilizando la siguiente notación:

i : Número de parámetros ó criterios seleccionados $i = 1, 2, \dots, m$

j : Número de productos $j = 1, 2, \dots, n$

Paso 2: Evaluar el impacto que cada parámetro i , tiene en el desempeño de la organización, para cada producto j .

Para ello se utilizará una escala de valor desde uno hasta tres de acuerdo a la clasificación dada en la definición de los rangos:

Alto impacto : 3; Impacto medio : 2; Bajo impacto : 1

Paso 3: Determinar los rangos de valores para cada grupo A-B-C de la forma

siguiente:

Se denotará por x_{ij} : Evaluación otorgada al parámetro i en el producto j (en dependencia del impacto que tiene para la organización). Para cada producto j , se calculará la suma de la evaluación obtenida en cada parámetro i , denotada por t_{ij} , para establecer los rangos para cada grupo de la siguiente forma:

Grupo A: Para Valores de $t_{ij} = (2 * (m - 1) + 3 ; 3 * m) \quad \{1 - 28\}$

Grupo B: Para Valores de $t_{ij} = (m + 2 ; 2 * m) \quad \{1 - 29\}$

Grupo C: Para Valores de $t_{ij} = (m ; m + 1) \quad \{1 - 30\}$

El análisis permite establecer políticas de revisión continua para los productos A y B, ya que son los que requieren la mayor inversión de capital, y para los artículos C por tener una demanda poco frecuente manejarlos con un sistema de revisión periódica ó bien una política Minmáx.

Matriz impacto en el beneficio riesgo en el suministro

Otra técnica que puede ser utilizada para la clasificación de los productos es la llamada matriz (IB/RS). La misma sido aplicada con frecuencia para la toma de decisiones en relación con la política de inventarios a seguir, pero también puede ser utilizada para la configuración de una estrategia de compras.

La matriz permite clasificar los productos en cuatro grupos con características diferentes:

1. Artículos estratégicos: Alto impacto y alto riesgo.
2. Artículos básicos: Alto impacto y bajo riesgo.
3. Artículos no críticos: Bajo impacto y bajo riesgo.
4. Artículos cuello de botella: Bajo impacto y alto riesgo.

El impacto que tienen los artículos en la organización, puede ser expresado atendiendo a la calidad del producto, al margen de utilidad que reporta a la organización, o al aporte para mantener una imagen favorable a la organización.

El riesgo en el suministro de un producto puede ser evaluado a través de la variabilidad del tiempo de entrega del suministrador, en las cantidades entregadas y en la estabilidad del suministrador.

A partir de la clasificación, el tratamiento que se le dará a los inventarios será

el siguiente:

1. Artículos básicos: Garantizar que los inventarios estén protegidos contra la aleatoriedad de la demanda.
2. Artículos cuello de botella: Garantizar que los inventarios estén protegidos contra la aleatoriedad del tiempo de entrega.
3. Artículos no críticos: En este caso no se necesita protección.
4. Artículos estratégicos: Garantizar que los inventarios estén protegidos contra la aleatoriedad de la demanda y el tiempo de entrega.

1.2.6 Modelos utilizados para la gestión de Stocks

Existen diferentes modelos que permiten establecer políticas óptimas o económicamente ventajosas para el manejo de los inventarios en las organizaciones. Los modelos se pueden agrupar según sea la demanda, en modelos de reaprovisionamiento no programado para demanda independiente, y modelos de reaprovisionamiento programado para cuando la demanda es dependiente, que como se expuso anteriormente, queda fuera de los marcos de este trabajo.

A su vez los modelos no programados se clasifican en otras dos categorías:

Modelo de reaprovisionamiento continuo: En los que se lanza una orden de compra cuando los inventarios decrecen hasta el punto de pedido. La cantidad que se pide representa el lote económico óptimo como se muestra en la figura 4.

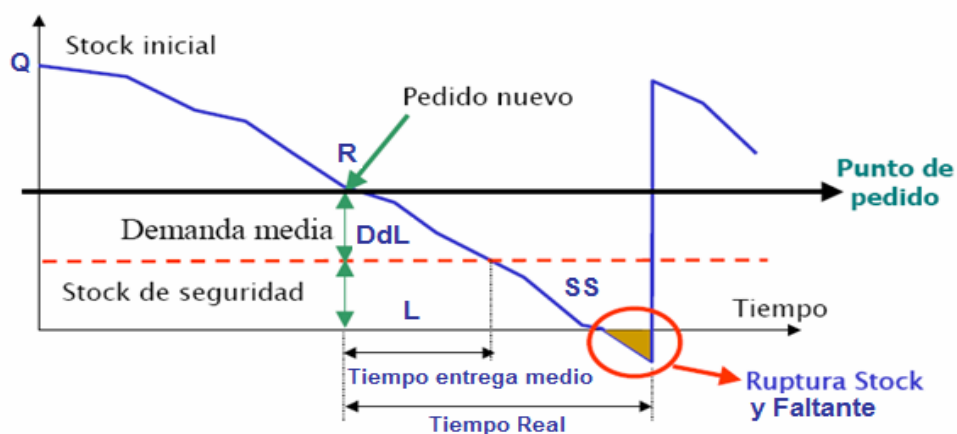


Figura 4

Fuente: Elaboración propia.

Modelo de Reaprovisionamiento periódico: En los que se lanza una orden de compra cada vez que se alcance el período óptimo de reaprovisionamiento.

La cantidad a pedir se establece por la diferencia entre el nivel máximo de existencia y la cantidad de unidades almacenadas en el momento de la revisión como se muestra en la figura 5.

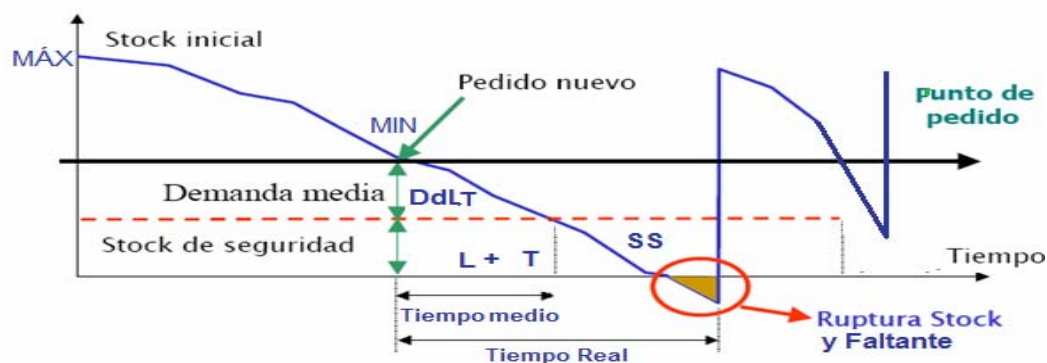


Figura 5:

Fuente: Elaboración propia.

Tanto los modelos continuos como los periódicos se pueden utilizar cuando la demanda es determinista o aleatoria.

La explicación de los modelos que se presenta a continuación está referida al comportamiento aleatorio de la demanda, pues el autor considera que los artículos objeto de inventario en la entidad por lo general se comportan con demanda independiente. Se detallarán las expresiones matemáticas de cada modelo. Más bien lo que se pretende es destacar la forma en que deben ser controladas las existencias en cada caso, así como las variables que intervienen.

Modelo de reaprovisionamiento continuo

El modelo de revisión continua supone que el inventario se actualiza inmediatamente después de cada transacción.

Cuervo García en su obra: "Análisis y planificación financiera de la empresa", plantea: "el modelo implica la necesidad de control casi continuo de inventarios a productos de gran peso dentro de las existencias".²⁶

La totalidad de los autores coinciden en afirmar que este modelo es aplicable en aquellos artículos que representan una mayor inversión para la entidad, por lo que se recomienda en la empresa objeto de estudio para la optimización de los artículos clasificados como A y B.

²⁶ Cuervo A. García. (2004). Análisis y planificación financiera de la empresa. Editorial Civitas. Pág 245.

Conocido mayormente como modelo Wilson ó de cantidad fija de reorden, el mismo consiste en determinar la cantidad óptima de pedido minimizando los costos totales anuales de inventario representado por los costos de conservación y de pedido. (Ver Figura 6)

En el gráfico se observa que al incrementarse el volumen de cada pedido el costo por unidad de pedido disminuye en una tasa decreciente mientras que los costos de mantenimiento aumentan con una tasa constante. Calculando la primera derivada de la curva con respecto a la cantidad óptima a pedir e igualándola a cero se logra obtener el punto mínimo.

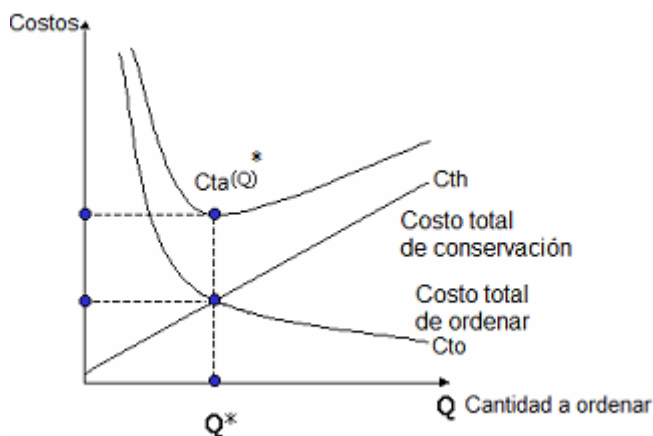


Figura 6:

Fuente: Elaboración propia.

Como se muestra en la figura 4, en condiciones de demanda y tiempo de entrega aleatorio el gestor de inventario deberá tener en cuenta que la cantidad que se tiene en el momento de recibir una orden no se comportará constante, por lo que existe la posibilidad de que ocurra un faltante en el tiempo de entrega. El reto es encontrar el mejor intercambio entre el riesgo de faltantes y el aumento en el costo de conservación.

Según la bibliografía consultada se puede afirmar que al trabajar con muestras mayores a treinta períodos, la distribución normal describe con suficiente confiabilidad el comportamiento de la demanda.

Las fórmulas matemáticas en el empleo de este modelo son las siguientes:

- Cantidad óptima a pedir en cada lote

Constituye la cantidad de unidades que se deben de solicitar de un producto, con el objetivo de minimizar los costos de inventarios. Se obtiene despejando la variable Q una vez determinado el punto mínimo de la función de costo total.

$$\begin{aligned}
\frac{dCt}{dQ} &= \frac{D}{Q} Co + \frac{Q}{2} (a + i)^* Cci + SS * (a + i)^* Cci \\
\frac{dCt}{dQ} &= - \frac{D}{Q^2} Co + \frac{(a + i)^* Cci}{2} \\
- \frac{D}{Q^2} Co + \frac{(a + i)^* Cci}{2} &= 0 \quad \{1 - 31\} \\
\frac{D}{Q^2} Co &= \frac{(a + i)^* Cci}{2} \\
Q^2 (a + i)^* Cci &= 2 DCo \\
Q &= \sqrt{\frac{2 DCo}{(a + i)^* Cci}}
\end{aligned}$$

Cuando la distribución teórica de la demanda en el tiempo de entrega es normal y la demanda diaria en dicho periodo se iguala al punto de reorden, el inventario que se tiene en el momento de recibir la orden será igual a cero en promedio y la probabilidad de quedar con existencia es de 0,50, por lo que el 50 % de las veces habrá inexistencia en el inventario, de ahí la necesidad de agregar un inventario de seguridad al punto de reorden para protegerse mejor de los faltantes como se observa en la figura 4.

Según la bibliografía consultada el punto de reorden se obtiene sumando la demanda diaria en el tiempo de entrega y el inventario de seguridad, el punto de pedido alcanza el nivel óptimo cuando el gestor del inventario conociendo la probabilidad de que ocurra escasez, es capaz de determinar el nivel de servicio que está dispuesto a ofrecerle al cliente, minimizando la suma de los costos marginales de conservación y de faltantes.

- Punto de reorden

$$\begin{aligned}
P(DdL > R) &= 1 - P_Z(DdL \leq R) \\
Z &= \frac{R - DdL}{\sigma DdL} \quad \{1 - 32\} \\
R &= DdL + Z * \sigma DdL \\
R &= DdL + SS
\end{aligned}$$

Donde:

DdL : Demanda diaria en el tiempo de entrega.

R : Punto de reorden.

σDdL : Desviación estándar de la demanda en el tiempo de entrega.

SS : Inventario de seguridad.

$P(DdL > R)$: Probabilidad de que ocurra un déficit.

$P_Z(DdL \leq R)$: Probabilidad de que no ocurra un déficit (Nivel de servicio).

En la ecuación {1-32} el valor de Z representa las unidades estándares de gran utilidad para el tomador de decisiones, conocido por factor de seguridad ya que la multiplicación más menos con respecto a la demanda media esperada, constituye el intervalo en que la demanda se debe comportar en el tiempo de entrega, es un valor importante para el cálculo de el inventario de seguridad y el inventario promedio indicador importante para conocer la rotación del inventario óptimo.

- Inventario promedio

$$\text{Inventario Promedio} = \frac{Q}{2} + SS \quad \{1-33\}$$

Los autores consultados recomiendan la utilización del pronóstico de la demanda por métodos de series temporales, en aquellos artículos que están sujetos a un patrón de tendencia o estacional por lo que resulta erróneo el uso de la demanda promedio, al sustituirse está por la demanda pronosticada en cada período, los valores de las expresiones anteriores fluctuarán acordes al comportamiento histórico de los artículos sin dejar de ser óptimos.

Modelo de reaprovisionamiento periódico

El modelo de revisión periódica lo emplean de forma general las empresas que no poseen automatizados los sistemas de control de inventario. El objetivo principal es determinar un periodo óptimo de reaprovisionamiento fijo capaz de minimizar los costos totales de inventario denominado en la literatura intervalo económico de pedido.

Es aplicable para aquellos productos clasificados como C, que constituyen la menor inversión realizada por parte de la entidad. De acuerdo a la figura 5, se puede observar que en períodos fijos de tiempo se realiza una revisión de los niveles de inventario.

Este modelo se diferencia del continuo en que no hay un punto de pedido R , sino un inventario objetivo M o inventario máximo; en que no hay un lote económico de pedido Q^* , sino que la cantidad a pedir varía en función de la demanda de los artículos almacenados, y en que este modelo el intervalo de compra es fijo T , no así la cantidad de pedido Q .

El nivel de inventario objetivo puede fijarse lo suficiente alto para satisfacer la demanda durante el período de entrega más el de revisión y establecer el inventario de seguridad teniendo en cuenta ambos períodos.

Es evidente que los costos de inventarios cuando se utiliza el modelo de reaprovisionamiento periódico suelen ser superiores a los de reaprovisionamiento continuo por lo que se debe aplicar el modelo cuando el seguimiento continuo de los inventarios para la organización sea muy costoso, y se ordenan artículos múltiples a un mismo proveedor.

Las fórmulas matemáticas en el empleo de este modelo son las siguientes:

- Período óptimo de reaprovisionamiento

$$\begin{aligned}\frac{dCt}{dT} &= \frac{Co}{T} + \frac{TD}{2} (a + i)^* Cci + SS * (a + i)^* Cci \\ \frac{dCt}{dT} &= -\frac{Co}{T^2} + \frac{D(a + i)^* Cci}{2} \\ -\frac{Co}{T^2} + \frac{D(a + i)^* Cci}{2} &= 0 \quad \{1 - 34\} \\ \frac{Co}{T^2} &= \frac{D(a + i)^* Cci}{2} \\ T^2 D(a + i)^* Cci &= 2 Co \\ T &= \sqrt{\frac{2 Co}{D(a + i)^* Cci}}\end{aligned}$$

Nivel objetivo o Inventario máximo

$$M = DdLT + Z * \sigma DdLT \quad \{1 - 35\}$$

$DdLT$: Demanda promedio durante el tiempo de entrega más el de revisión.

$\sigma DdLT$: Desviación estándar de la demanda promedio durante el tiempo de entrega más el de revisión.

- Cantidad a pedir

$$Q = M - Ce \quad \{1 - 36\}$$

Ce : Cantidad en existencia en el instante de la revisión del inventario

Modelo Minmáx

En la práctica es frecuente encontrar modelos híbridos que son el resultado de la mezcla de modelos continuos con periódicos en este grupo se encuentra los modelos de inventario Minmáx.

Este modelo consiste en establecer a la vez un inventario objetivo y un punto de reorden o valor mínimo del inventario por lo que existe un control continuo de los stocks, si el stocks disminuye por debajo del valor mínimo antes del

período óptimo de revisión, se ordena una cantidad igual a la diferencia entre el valor objetivo de existencia y el valor del punto de pedido, si por el contrario llega el momento de hacer la revisión y el inventario se encuentra por encima del punto de pedido o valor mínimo se ordena por una cantidad igual a la diferencia entre el valor objetivo y la cantidad de existencia que había en el momento de la revisión. Es apropiado para los artículos C.

La política Minmáx brinda mayor flexibilidad y se ajusta por ello mejor a las características y condiciones de muchas organizaciones.

Por las características de la entidad que presenta un desarrollo en la informatización de todos sus procesos operativos, el autor recomienda utilizar los modelos de cantidad fija de reorden y Minmáx de acuerdo al tratamiento diferenciado para cada producto resultado de la clasificación dada, con el uso de herramientas estadísticas-matemáticas.

Software estadístico SPSS

Nació en 1968 como un programa denominado Statistical Packcage for Social Sciences. Su éxito en el mercado español como herramienta de análisis fue rápido debido a su versatilidad, facilidad de uso, buen precio, y los algoritmos robustos y continuamente mejorados que lo integran. Como muestra de ello la práctica totalidad de las Universidades españolas son usuarias de este producto.

Los elementos de la Estadística Descriptiva, con los que se comienza generalmente cualquier trabajo de procesamiento estadístico de datos están bien respaldados con los recursos disponibles en el SPSS, el cual tiene funciones que permiten hacer de manera independiente estos cálculos. También en funciones están disponibles las distribuciones teóricas de probabilidades de mayor uso, e incluidas algunas de las pruebas estadísticas más comunes.

BIBLIOGRAFÍA

1. Álvarez-Buylla Valle, Mercedes. Modelos económicos matemáticos II parte
2. Editorial Félix Varela. La Habana, 2006. pp. 421- 441.
2. Análisis e interpretación de Estados Financieros. II Programa de
preparación económica para cuadros. 2005.
3. Ballou Ronald H., Logística Empresarial. Control y Planificación, Editorial
Díaz de Santos S.A., Madrid, España, 1991.
4. Brealey, R.A, Myers, S.C. Fundamentos de Financiación Empresarial.
Editorial Mc Graw Hill- Interamericana de España, 1993.
5. Brealey, R.A, Myers, S.C. Principios de Finanzas Corporativas. Octava
edición. Editorial McGraw- Hill Companies, inc. Impreso en España. 2006.
pp. 901- 903. Proyecto CIFAED.
6. Charles A.G, Watson, J.H. Métodos cuantitativos para la toma de decisiones
en administración. Parte 1ra y 2da. Editorial Félix Varela. La Habana,
2005.pp.114-132. pp.402-452.
7. Cuervo García, Álvaro. Análisis y planificación financiera de la empresa.
Editorial Civitas. 1ra edición. Madrid, 1994. pp.242-250.Proyecto CIFAED.
8. Del Toro Ríos, José Carlos y otros. Herramientas para el contador. Edición
CECOFIS. 2004. pp.92-102.
9. De La Rosa Ortega, Isnaury. La utilización del SPSS en el desarrollo de la
Estadística Matemática. Trabajo de Diploma en opción al Título de Lic. En
Contabilidad y Finanzas. Centro Universitario de Las Tunas. 2005.
- 10.Eppen, G. D. Investigación de Operaciones en la Ciencia Administrativa.
Editorial Prentice Hall, México. 2000.
- 11.Ferrin Gutiérrez, Arturo. Gestión de stocks optimización de almacenes.
Fundación CCONFEMETAL. Barcelona 1998.
- 12.Gaither N, Frazier G. Administración de Producción y Operaciones. México:
Internacional Thomson. 2003.
- 13.Gambino A. La Logística Hoy. Argentina: Instituto Universitario Aeronáutico.
La Universidad de la Fuerza Aérea. 2006.
- 14.Gil Estallo, María de los Ángeles y Giner de la Fuente, Fernando. Cómo
crear y hacer funcionar una empresa. Editorial ESIC, Madrid.2007. pp.130-
131. pp.141-156.pp.514-536.Proyecto CIFAED.

15. Gitman, Lawrence J. Fundamentos de administración financiera. Tomo I. Editorial MES. 1996.
16. Guevara de la Serna, Ernesto. Apuntes críticos a la Economía política. Editorial Ciencias Sociales, La Habana. Cuba. 2006. pp.235.
17. Hernández Sampieri, Roberto. Metodología de la Investigación Parte I y II. Editorial Félix Varela, Cuba. 2007.
18. Hernández, S.N, García, L.J. Gestión de Stocks. Modelos de optimización y software. Editorial Universidad de Valladolid. 1999.
19. Hillier, F.S. y Lieberman, G.J. Introducción a la Investigación de Operaciones. Tercera parte. Editorial Félix Varela, La Habana. 2005.
20. Hisrich, D.R, Peters, P.M, y Shepherd, A.D. Emprendedores. Editorial McGraw – Hill. Sexta edición. México. 2003. pp.272-276. pp.363-366. Proyecto CIFAED.
21. Horngren, Charles. Contabilidad Tomo I y II. Editorial Félix Varela. La Habana, 2005. pp.179-206. pp.367-390.
22. Little Arthur D. Logistics in Service Industries, Council of Logistics Management, USA, 1991.
23. Rizo Lorenzo, Eimyn. Perfeccionamiento de la gestión de inventarios en la empresa Materiales de construcción de Las Tunas. Tesis en opción al título de Máster en finanzas. 2006.
24. Mallo Kaplan, Carlos. S Robert, Meljem Silvia. Contabilidad de costos y estratégica de gestión. Editorial Prentice Hall Iberia. Universidad Carlos III. Madrid. 2000. pp.130-133. Proyecto CIFAED.
25. Ministerio de Finanzas y Precios. Resolución No.11. 2007.
26. Ministerio de Auditoría y Control. Resolución 026.
27. Ortiz Torres, Maritza. Procedimiento para la gestión de inventarios con demanda independiente en empresas comerciales y de servicio. Tesis Doctoral. La Habana. Cuba. 2004.
28. Parada G, O. Modelo Operacional para la Gestión de Aprovisionamiento Hotelera, Tesis en Opción al Título Científico de Doctor en Ciencias Económicas y Empresariales, Universidad de Oriente, Santiago de Cuba, Cuba, 2000.
29. Parra Bofill, Santiago. Sistemas y modelos de inventarios. Editorial Félix Varela. La Habana, 1993.

30. Perdomo, A. Análisis e Interpretación de los Estados Financieros. Ediciones Contables.
31. Polimeni. Contabilidad de costos para la toma de decisiones gerenciales. Editorial Macgrew Hill. Cap 1. Tomo I. 1990.
32. Prída B. Mejora de la Competitividad de la Empresa a través de la Gestión de Aprovisionamiento, Manutención y Almacenaje, Madrid, España, 1992.
33. Pulido, A. Modelos econométricos Tomo I. Editorial Félix Varela. La Habana, 2006. pp.27-33. pp.105-184.
34. Rojí Ferrari, Salvador. Teoría y Práctica de la gestión empresarial. Ediciones Mileto Madrid. 2002. pp.194-205. Proyecto CIFAED.
35. Schroeder R.G. Administración de Operaciones. Toma de Decisiones en la Función de Operaciones. Mc Graw Hill, México. Tomo I y II. 1992. Cap 3 y 14.
36. Sipper, D y Bulfin, R Jr. Planeación y control de la producción. Editorial: Mc Graw – Hill. México. 2003.
37. Soret Santos, Ignacio. Logística Comercial y Empresarial. Editorial ESIC. Segunda Edición. Madrid, España. 2000. pp.238.
38. Suárez Suárez, Andrés. Decisiones Óptimas de Inversión y Financiación en la empresa, Editorial pirámides S.A. 1993.
39. Vega Rosales, Miguelina. Administración de inventarios. Teoría y Práctica. Universidad austral de Chile. 2001.
40. Weston T, F. Fundamentos de Administración Financiera. Volumen I, II, III, IV. Editorial Félix Varela, La Habana 2006.

Enlaces electrónicos consultados

- ✓ <http://www.gestiopolis.com>
- ✓ <http://www.monografias.com>
- ✓ <http://www.investigacion-operaciones.com>
- ✓ <http://books.google.com.cu>

<http://www.ilustrados.com>