

Modelos para el control de inventarios en las pymes

CARLOS OSORIO GARCÍA

caosorio@poligran.edu.co

RESUMEN

El propósito fundamental de una cadena de abastecimiento consiste en maximizar el valor de la organización, al tiempo que se satisfacen los requerimientos del cliente. En el cumplimiento de este objetivo deben participar de manera coordinada e integrada todos los actores involucrados en la cadena. Recientemente, las empresas han comprendido que la aplicación de buenas prácticas es sinónimo de integración, la cual empieza por la coordinación operativa de áreas tales como compras, transporte e inventarios, entre otras. La gestión de inventarios es relevante en este proceso de unificación, ya que refleja tanto la inversión realizada por los dueños de la empresa, como la capacidad de generar buenos niveles de servicio al cliente. Sin embargo, la administración de inventarios puede llegar a ser una actividad muy compleja por la incertidumbre que la rodea y la naturaleza misma de los productos que se gestionan. Esa complejidad puede manejarse por medio de los modelos de inventarios integrados en sistemas de información transaccionales, llamados “sistemas de soporte para la toma de decisiones” (SSD). Este documento revisa los modelos teóricos para el control de inventarios que se pueden ajustar a las necesidades reales de la pyme colombiana, así como los elementos por considerar para alcanzar la integración de estos modelos y conformar un sistema para la toma de decisiones.

PALABRAS CLAVE

Cadena de abastecimiento, control de inventarios, sistema de soporte para la toma de decisiones, administración, pyme.

ABSTRACT

The primary purpose of a supply chain is to maximize the value of the organization, while also satisfying the customer's requirements. In the fulfilling of this objective, all those involved in the chain should participate in a coordinated and integrated way. Recently, companies have realized that the application of good practices is synonymous with integration, which starts with the coordination of operational areas such as shopping, transportation and inventory, among others. Inventory management is important in this process of unification, as it reflects both the investment made by the owners of the company, such as the ability to generate good levels of customer service. However, the inventory management can become a very complicated activity due the uncertainty that surrounds it and the very nature of the products that are managed. This complexity can be managed through integrated models of inventories in information systems transactional, called “support systems for decision making” (SSD).

This paper reviews the theoretical models for inventory control that can be adjusted to the real needs of the Colombian SME, and the elements to be considered to achieve the integration of these models and establish a system for decision making.

KEY WORDS

Supply chain, inventory control, support systems for decision making, pyme (SME).

I. INTRODUCCIÓN

El control de inventarios es uno de los temas más complejos en Logística y Gestión de la Cadena de Abastecimiento. Con frecuencia se escucha a los administradores, gerentes y responsables de la gestión logística afirmar que uno de sus principales problemas a los que se deben enfrentar es la administración de los inventarios. Uno de los problemas típicos, por ejemplo, es la existencia de excesos y de faltantes. Lo interesante de este problema es que ocurre prácticamente en cualquier empresa del sector industrial, comercial o de servicios, que manejan, de alguna u otra forma, materias primas, componentes, repuestos, insumos y/o productos terminados, que mantienen en inventario en mayor o menor medida. Las causas principales para acudir a la necesidad del mantener inventarios en cualquier organización son las fluctuaciones aleatorias de la demanda y de los tiempos de entrega de pedidos. Los inventarios también surgen del desfase que existe entre la demanda de los consumidores y la producción o suministro de dichos productos. Sin embargo, se pueden atenuar estas causas mediante una o más de las siguientes estrategias:

- La obtención de información precisa y en tiempo real sobre la demanda en el punto de consumo. A mayor información disponible oportunamente, la planeación será mucho más fácil y eficaz.
- La consolidación de centros de distribución y bodegas para aumentar los volúmenes de demanda por instalación, ya que más altos volúmenes de demanda conducen generalmente a menores niveles de variabilidad de la misma.
- La estandarización de productos para evitar el mantenimiento de inventarios de una gran diversidad de ítems que sólo difieren en aspectos menores de forma, color, condición, etc. Las características finales del producto pueden ser implementadas en el momento de recibir las órdenes de los clientes.
- El mejoramiento de los sistemas de pronósticos de demanda a través de técnicas estadísticas ampliamente conocidas.
- El mejoramiento de alianzas y de sistemas de comunicación con proveedores y clientes para la reducción de

tiempos de entrega.

- La emisión de órdenes conjuntas para diversos grupos de ítems con el objeto de balancear su inventario y la consolidación de despachos desde o hacia las localidades, utilizando instalaciones como el cross-docking
- La reducción de demoras a lo largo de toda la cadena de abastecimiento, incluyendo los tiempos de tránsito en los sistemas de transporte.

Debido a que las causas que generan la necesidad de mantener inventarios no pueden ser eliminadas totalmente, la mejor alternativa es aplicar sistemas óptimos de gestión y control para responder a dichas causas. El problema en la mayoría de las organizaciones, especialmente hablando de las pymes, radica en que los inventarios de seguridad y sus correspondientes puntos de reordenamiento (o inventarios máximos) se determinan exclusivamente con base en el promedio de la demanda, ignorando su variabilidad.

Por lo tanto, es un error conceptual grave, definir inventarios de seguridad y puntos de reorden de un ítem proporcionalmente a su demanda promedio en forma exclusiva. De aquí precisamente provienen los desbalances de inventario mencionados anteriormente. Sólo en algunas ocasiones los inventarios de seguridad y los puntos de reorden calculados solamente con base en la demanda promedio, coinciden con el valor óptimo obtenido como resultado de un análisis estadístico formal. La clave consiste entonces en liberar capital invertido en inventarios de seguridad de ítems con baja variabilidad y distribuirlo en inventarios de seguridad de ítems con alta variabilidad. El balance de esta operación es frecuentemente positivo y el servicio al consumidor se puede mejorar significativamente sin invertir un peso adicional en inventarios, se puede mantener el servicio actual si es el adecuado, con mucho menos capital invertido, o se puede diseñar una combinación intermedia de ambos beneficios.

La solución a estos problemas frecuentes de desbalance de inventarios es la de diseñar e implementar estrategias adecuadas de control, a través de las siguientes alternativas:

- Utilización de sistemas adecuados de pronósticos de demanda, que permitan estimar con precisión el patrón, el promedio y la variabilidad de la demanda de cada ítem

que se mantenga en inventario. De esta forma, los inventarios de seguridad se calculan proporcionalmente a la variabilidad de la demanda, de acuerdo con el nivel de servicio deseado, y no proporcionalmente al promedio de la misma. Debe minimizarse las causas frecuentes de errores excesivos en los pronósticos, tales como la selección del modelo matemático inadecuado, la utilización de datos poco confiables y de datos de ventas en lugar de demanda, los sesgos en los pronósticos, la inclusión de datos atípicos y la selección errada del período fundamental del pronóstico.

- Medición adecuada de los tiempos de entrega y su variabilidad.

- Implementación de la clasificación ABC para establecer prioridades de administración y diferenciar los sistemas de control de ítems en cada categoría.

- Definición de los lugares más adecuados dentro de la cadena de abastecimiento donde se deben mantener inventarios, y determinación de sus niveles correspondientes.

- Consideración de aspectos fundamentales tales como el ciclo de vida del producto, la naturaleza del proceso productivo en estudio y los aspectos financieros relacionados con inventarios, tales como los plazos de pago y sus descuentos asociados.

- Generación de indicadores de eficiencia que consideren simultáneamente todas las variables de interés. Es un error medir el desempeño de un sistema de control de inventarios por la rotación del mismo y querer mejorarla, incluso a costa del nivel de servicio ofrecido al cliente.

II. POLÍTICAS GENERALES DE CONTROL

Al igual que cualquier tipo de sistema, los inventarios necesitan la presencia e implementación de una política confiable de control. La elección del sistema de control depende de la complejidad del escenario de operación, el número de ítems que se necesitan controlar, el número de instalaciones donde se puede almacenar el inventario, y la disponibilidad de la información en tiempo real. En este orden de ideas, las políticas de control de inventarios se

pueden dividir en tres grandes grupos:

- Control de inventarios de distribución
- Control de inventarios de manufactura
- Control situacional

2.1. Control de Inventarios de Distribución

Distribución Dentro de esta modalidad de control, existen seis políticas de control que a su vez se pueden organizar en dos subcategorías:

- Control manual
 - Sistema Two-Bin (2BS)
 - Revisión Visual

- Esquemas básicos de reabastecimiento
 - Punto de reorden con lotes económicos de pedido.
 - Punto de reorden con lotes dependientes del nivel de inventario.
 - Revisión periódica con lotes dependientes del nivel de inventario.
 - Revisión periódica con puntos de reorden y lotes dependientes del nivel de inventario.

Sistema Two-Bin

Lo conforman dos locaciones o instalaciones que manejen un ítem en particular. Cuando se agota el inventario en una de las instalaciones, se lanza una orden para cubrir el producto faltante, de esta manera se ve afectado el nivel de inventario de la otra instalación. El sistema Two-Bin es bastante común en operaciones pequeñas de manufactura, donde una instalación puede ser una estiba que tenga componentes en una estación de ensamble. Su principal ventaja es su simplicidad, mientras que la desventaja más importante es la falta de confiabilidad en aquellos casos en que los operadores no tienen la disciplina de monitorear los niveles de inventario.

Revisión visual

En este sistema, el inventario disponible se inspecciona de manera visual, y con base en el juicio del inspector, se lanza la orden o el pedido de reabastecimiento para determinado ítem. Al igual que con los sistemas 2BS, la principal ventaja es su simplicidad, la desventaja es la falta de confiabilidad si la mano de obra es indisciplinada.

Puntos de reorden con lotes económicos de pedido (EOQ)

Bajo revisión continua, se ordena el lote económico de pedido cuando el nivel de inventario alcanza el punto de reorden. Este punto se fija teniendo como base el inventario de seguridad y la demanda pronosticada durante el plazo de entrega. La principal ventaja es que utiliza el modelo EOQ, el cual minimiza la suma de los costos de ordenar y almacenar. Por otro lado, la desventaja principal es la necesidad de revisar continuamente los niveles de inventario.

Puntos de reorden con lotes dependientes del nivel de inventario

Bajo revisión continua, se lanza un pedido que corresponde a una cantidad variable suficiente para tener existencias cercanas al nivel deseado, siempre y cuando se haya llegado al punto de reorden. Este nivel está afectado por la probabilidad de incurrir en faltantes durante el plazo de entrega de un pedido.

Revisión periódica con lotes dependientes del nivel de inventario

Cada vez que se cumple un periodo de revisión, se ordena una cantidad de abastecimiento, que puede ser variable, dependiendo del nivel que se posea de inventario. La principal desventaja de este sistema es el exceso de inventarios que se puede requerir para soportar esta política. Otra desventaja aparece cuando se presenta demanda estacional, pues aumenta la probabilidad de incurrir en faltantes, si esta estacionalidad no es tenida en cuenta antes de que se cumpla un periodo de revisión.

Revisión periódica con puntos de reorden y lotes dependientes del nivel de inventario

Este sistema se diferencia con el anteriormente descrito en que el nivel de inventario que se determina para realizar el pedido correspondiente al punto de reorden. La principal ventaja es que posee el costo global más económico de los sistemas anteriores. Sin embargo, el esfuerzo computacional es considerable y no se justifica tal esfuerzo para ítems de clase B o C.

III. CONTROL CONJUNTO DE ITEMS

Todos los métodos de control descritos anteriormente especialmente se refieren a un ítem en particular. Normalmente, la administración está interesada en el control conjunto de varios ítems en forma simultánea. Esto se debe al hecho de que dichos ítems pueden ser suministrados por un mismo proveedor, o comparten un mismo modo de transporte, o son producidos en las mismas máquinas o línea de producción.

Existen diversas ventajas cuando se realiza control conjunto, a saber:

- Ahorros en precios unitarios de compra, ya que, al efectuar la coordinación, se pueden lograr los tamaños de orden mínimos impuestos por el proveedor para otorgar cierto descuento. Igualmente, se pueden lograr economías de escala al utilizar medios de transporte con cierto volumen mínimo.

- Ahorro en los costos totales de ordenamiento, ya que al incluir más ítems en una orden sencilla, es posible disminuir el número anual de órdenes.

- Facilidad de programación, en cuanto a recepción de materiales, inspección, etcétera. En efecto, muchas empresas piensan en pedidos realizados por proveedor, en lugar de considerar ítems individuales.

Por otra parte, algunas desventajas al realizar la coordinación también pueden ocurrir:

- Incremento en el nivel promedio de inventario, debido a que algunos ítems pueden ser incluidos en una orden antes de que alcancen su punto de reorden.

- Incremento en los costos de control, debido a la necesidad misma de la coordinación de varios ítems. Estos consisten específicamente en los costos de revisión, costos de procesamiento, de hardware y software.

- Reducción de flexibilidad, especialmente con respecto de los niveles de servicio de ítems individuales.

3.1. Curvas de intercambio

Normalmente, la administración de un sistema de inventarios está interesada en medidas agregadas de eficiencia, constituidas por varios ítems individuales. Esta idea da

más información globalizada para la toma de decisiones. Por ejemplo, es difícil en muchas ocasiones determinar valores aproximados del costo de ordenamiento S y del costo de mantenimiento del inventario h . Por lo tanto, se recurre a las denominadas curvas de intercambio, las cuales reúnen a varios ítems individuales y pueden servir para estimar valores de S y/o h .

Considerando varios ítems, las medidas agregadas de eficiencia más comunes son las siguientes (generalmente son referidas a un año, pero puede utilizarse otra unidad de tiempo):

- Máximo costo total anual del inventario promedio
- Máximo costo fijo total (o número total) de reposiciones por año
- Máximo valor de faltantes por año
- Máxima demora permitida de órdenes pendientes

3.1.1. Curvas de intercambio determinísticas

Considérese los siguientes parámetros y variables (asúmase una situación de demanda aproximadamente constante):

S = Costo de ordenamiento, común para todos los ítems. Si este no es el caso, se puede definir un costo de ordenamiento S_i para cada ítem i , en \$/orden

D_i = Demanda anual del ítem i en unidades/año

n = Número de ítems considerados en el análisis

Q_i = Tamaño de pedido del ítem i en unidades

v_i = Valor unitario del ítem i en \$/unidad

El inventario cíclico promedio total viene dado por:

$$ICPT = \sum_{i=1}^n \frac{Q_i v_i}{2} \quad (1)$$

Y el número total de reposiciones o ciclos por año viene dado por:

$$N = \sum_i^n \frac{D_i}{Q_i} \quad (2)$$

Como se está utilizando la cantidad óptima de pedido EOQ para cada ítem, se tiene que:

$$Q_i = \sqrt{\frac{2SD_i}{v_i h}} \quad (3)$$

Por lo tanto, al reemplazar (3) en (1) y (2), se obtiene:

$$ICPT = \sum_i^n \sqrt{\frac{SD_i v_i}{h}} \quad (4)$$

$$N = \sum_i^n \sqrt{\frac{D_i v_i h}{2S}} \quad (5)$$

Obsérvese que tanto $ICPT$ como N dependen de la relación S/H . Más aún, si se multiplican las dos ecuaciones miembro a miembro, se obtiene:

$$(ICPT)(N) = \frac{1}{2} \left[\sum_i^n \sqrt{D_i v_i} \right]^2 \quad (6)$$

Esta corresponde a la ecuación de una hipérbola. Obsérvese que la expresión del lado derecho se puede calcular fácilmente cuando se dispone de los datos correspondientes para todos los ítems agrupados. Además:

$$\frac{ICPT}{N} = \frac{S}{h} \quad (7)$$

Por lo tanto, se puede dibujar la hipérbola y para cada punto sobre ella calcular la relación de S/h , la cual puede utilizarse para estimar el valor de uno de los parámetros si se conoce el otro.

BIBLIOGRAFÍA

- Adam, Everett E., Jr. y Ronald J. Ebert, *Administración de la producción y las operaciones: Conceptos, modelos y funcionamiento*, 4ª Edición, Prentice–Hall Hispanoamericana, S.A., México, 1991.
- Axsäter, Sven, *Inventory Control*, Kluwer Academic Publishers, Boston, 2000.
- Ballou, Ronald H., *Logística: Administración de la Cadena de Suministro*, 5ª Edición, Prentice Hall, Pearson Educación, México, 2004.
- Banks, J. y J. S. Carson II, *Discrete–Event Simulation*, Prentice–Hall, Inc., Inglewood Cliffs, New Jersey, 1984.
- Chase, Richard B. y Nicholas J. Aquilano, *Dirección y administración de la producción y de las operaciones*, 6ª Edición, McGraw–Hill, México, 1995.
- Chase, Richard B., Nicholas J. Aquilano y F. Robert Jacobs, *Administración de Producción y Operaciones: Manufacturas y Servicios*, 8ª Edición, McGraw–Hill Interamericana, S.A., Santafé de Bogotá, 2000.
- Chopra, Sunil y Peter Meindl, *Supply Chain Management: Strategy, Planning, and Operation*, segunda edición, Upper Saddle River, New Jersey, 2004.
- Ehrhardt, R., “The power approximation for computing (s, S) inventory policies”, *Management Science*, Vol.25, No.8, pp. 777–786, 1979.
- Ehrhardt, R. y C. Mosier, “Revision of the power approximation for computing (s, S) policies”, *Management Science*, Vol.30, No.5, pp. 618–622, 1984.
- Fogarty, Donald W., John H. Blackstone, Jr. y Thomas R. Hoffmann, *Administración de la producción e inventarios*, 2ª Edición Continental, S.A. de C.V., CECOSA, México, 1994. (Primera reimpression, México, 1995).
- Graves, S.C., G.L. Nemhauser, A.H.G. Rinnooy Kan y P.H. Zipkin (Editores), *Logistics of Production and Inventory*, *Handbooks in Operations Research and Management Science*, Volumen 4, North–Holland, Amsterdam, 1993.
- Heizer, Jay y Barry Render, *Dirección de Producción: Decisiones Tácticas*, 4ª Edición, Prentice Hall, Madrid, 1997.
- Holt, C. C., *Forecasting Seasonals and Trends by Exponentially Weighted Moving Averages*, Office of Naval Research, Memorandum No. 52, 1957.
- Karlin, S., “The application of renewal theory to the study of inventory policies”, *Studies in the Mathematical Theory of Inventory and Production*, K. Arrow, S. Karlin y H. Scarf (Editores), Stanford, California, Stanford University Press, Capítulo 15, 1958.
- Krajewski, Lee J. y Larry P. Ritzman, *Administración de operaciones: Estrategia y análisis*, 5ª Edición, Pearson Educación de México S. A. (Prentice–Hall), México, 1999.
- Landeros, Robert y David M. Lyth, “Economic–Lot–Size Models for Cooperative Inter– Organizational Relationships,” *Journal of Business Logistics*, Vol. 10, No. 2, 1989.
- Law, A. M. y W. D. Kelton, *Simulation Modeling and Analysis*, segunda edición, McGraw–Hill, Inc., New York, 1991.
- Lee, H. L. y C. Billington, “Managing Supply Chain Inventory”, *Sloan Management Review*, Spring, pp. 65–73, 1992.
- Lee, H. L., C. Billington y B. Carter, “Hewlett–Packard Gains Control of Inventory and Service through Design for Localization”, *Interfaces*, Julio–Agosto, pp. 1–11, 1993.
- Montgomery, Douglas C., Lynwood A. Johnson y John S. Gardiner, *Forecasting & Time Series Analysis*, 2ª Edición, McGraw–Hill, Inc., New York, 1990.
- Naddor, E., “Optimal and heuristic decisions in single and multi-item inventory systems”, *Management Science*, Vol. 21, No. 11, pp. 1234–1249, 1975.
- Nakane, J. y R. W. Hall, “Management Specs for Stockless Production,” *Harvard Business Review* 61, No. 3 (1983).
- Narasimhan, Seetharama L., Dennis W. McLeavey y Peter J. Billington, *Planeación de la producción y control de inventarios*, 2ª Edición, Prentice–Hall Hispanoamericana, S.A., México, 1996.
- Noori, Hamid y Russell Radford, *Administración de producción y operaciones: Calidad total y respuesta sensible rápida*, McGraw–Hill, Santafé de Bogotá, 1997.
- Roberts, D., “Approximations to optimal policies in a dynamic inventory model.” En *Studies in Applied Probability and Management Science*, Stanford University Press, California, K. Arrow, S. Karlin y H. Scarf (Editores), pp. 207–229, 1962.
- Ross, Sheldon M., *Introduction to Probability Models*, 5ª Edición, Academic Press, Inc., Boston, 1993.
- Roundy, R., “98%–Effective Integer–Ratio Lot–Sizing for One–Warehouse Multi–Retailer Systems”, *Management Science*, Vol. 43, No. 10, pp. 1469–1489, 1997.

ment Science, Vol. 31, No. 11, pp. 1416–1430, 1985.

•Roundy, R., “98%–Effective Integer–Ratio Lot–Sizing for One–Warehouse Multi–Retailer Systems”, *Management Science*, Vol. 31, No. 11, pp. 1416–1430, 1985.

•Roundy, R., “98%–Effective Lot–Sizing Rule for a Multi–Product Multi–Stage Production/Inventory System”, *Mathematics of Operations Research*, Vol. 11, pp. 699–729, 1986.

•Schroeder, Roger G., *Administración de Operaciones*, 3ª Edición, McGraw–Hill, México, 1992. [Pronósticos (pág. 52–91); Administración de los inventarios (pág. 451–554)]

•Schwarz, L. B., “A simple continuous review deterministic one–warehouse N–retailer inventory problem”, *Management Science*, Vol. 19, No. 5, pp. 555–566, 1973.

•Silver, Edward A. y H. C. Meal, “A Heuristic for Selecting Lot Size Quantities for the case of a Deterministic Time–Varying Demand Rate and Discrete Opportunities for Replenishment,” *Production and Inventory Management Journal*, 2nd quarter, 1973, 64–74.

•Silver, Edward A. y Rein Peterson, *Decision Systems for Inventory Management and Production Planning*, 2ª Edición, John Wiley & Sons, New York, 1985.

•Silver, Edward A., David F. Pyke y Rein Peterson, *Inventory Management and Production Planning and Scheduling*, 3ª Edición, John Wiley & Sons, New York, 1998.

•Sipper, Daniel y Robert L. Bulfin, Jr., *Planeación y control de la producción*, McGraw– Hill, México, 1998.