

06

Fecha de presentación: septiembre, 2016

Fecha de aceptación: noviembre, 2016

Fecha de publicación: enero, 2017

PROCEDIMIENTO PARA LA GESTIÓN DE INVENTARIO EN EL ALMACEN CENTRAL DE UNA CADENA CO- MERCIAL CUBANA

PROCEDURE TO INVENTORY MANAGEMENT IN THE CENTRAL WAREHOUSE OF A CUBAN COMMERCIAL CHAIN

Dr. C. Arturo Bofill Placeres¹

E-mail: arturobofill@gmail.com

Dra. C. Neyfe Sablón Cossío²

E-mail: nsabloncossio@gmail.com

Ing. Rigoberto Florido García³

¹ Universidad Metropolitana. República del Ecuador.

² Universidad Estatal Amazónica.

³ Empresa Municipal de Alimentos, Limonar. Matanzas. Cuba.

¿Cómo referenciar este artículo?

Bofill Placeres, A., Sablón Cossío, N., & Florido García, R. (2017). Procedimiento para la gestión de inventario en el almacén central de una cadena comercial cubana. *Universidad y Sociedad* [seriada en línea], 9 (1), pp. 41-51. Recuperado de <http://rus.ucf.edu.cu/>

RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo proponer un procedimiento para la gestión de inventarios en el almacén central de una cadena comercial. El propósito es disminuir los costos asociados a los inventarios en la entidad y mejorar el servicio al cliente. El procedimiento se divide en etapas y pasos y en cada uno de ellos se describen las técnicas y herramientas que pueden utilizarse para determinar los parámetros de entradas (demanda y costos), la selección adecuada de los modelos matemáticos que deben aplicarse y el análisis de los resultados de forma tal que pueda determinarse cuánto y cuándo pedir en los productos que se estudien. Se comprueba la viabilidad del procedimiento propuesto al aplicársele a un producto y valorar sus ventajas económicas y de nivel de servicio, en relación con el método actual utilizado.

Palabras clave: Gestión de inventario, cadena comercial, costos.

ABSTRACT

This study aimed to propose a process for inventory management in the central warehouse of a commercial chain. The purpose is to reduce the associated costs to inventories in the state and improve customer service. The procedure is divided into stages and steps and in each of them the techniques and tools that can be used to determine the input parameters (demand and costs) are described, proper selection of mathematical models to be applied and analysis the results so that it can be determined how much and when to ask for the products to be studied. The feasibility of the proposed upon application of a product and to assess their economic and service level advantages over the current method used procedure is checked

Keywords: Inventory management, commercial chain, costs.

INTRODUCCIÓN

Los sistemas de gestión de inventario son temas recurrentes de estudios, por lo que ellos representan en una adecuada gestión empresarial, al tener influencia tanto en un adecuado nivel de servicio al cliente, como en los costos de la empresa. Para ello se han desarrollado diversos modelos matemáticos, acorde al comportamiento de la demanda, desde los ampliamente aplicados modelos de tamaño de lote económico, con las distintas variantes, los MRP, Just in Time, hasta la integración en los ERP de su análisis.

Para poder estudiar los sistemas de gestión de inventarios es necesario realizar un adecuado pronóstico de la demanda de los productos, los costos asociados al sistema de inventario (adquisición, almacenamiento, solicitudes y déficit), las características de los suministradores (tiempo de reaprovisionamiento, confiabilidad, respuesta ante emergencias)

Schroeder, Meyer & Rungghesanathan (2011); y Hillier & Lieberman (2012), muestran un grupo de modelos matemáticos que pueden aplicarse al estudio de la gestión de inventarios, considerando las características de la demanda y los costos involucrados en el sistema.

Pérez, Cifuentes, Vázquez & campo, (2013), estudian la gestión de inventario para una empresa de alimentos para mejorar el nivel de servicio. Para pronosticar la demanda comparan varios métodos, seleccionan el promedio móvil simple con $n=12$ por ser el de menor error medio cuadrático, aplican posteriormente en base a los valores pronosticados un modelo de revisión periódica (RS), con el cual logra aumentar el nivel de servicio. No queda claro cómo logra garantizar un nivel de servicio deseado y tampoco se justifica el cálculo de los costos utilizados en el modelo. También Arango, Giraldo & Castrillón (2013), enfatizan en la importancia del pronóstico de la demanda y la diferenciación por el sistema ABC de los productos en inventarios para distinguir el nivel de servicios, realizan una aplicación utilizando el modelo de pronóstico de Holts-Winter y determinan el nivel de servicio acorde con la desviación estándar determinada para el pronóstico de cada producto.

Con el desarrollo de la logística y las cadenas de suministro han aparecido trabajos relacionados con la gestión de inventarios. Acevedo & Gómez (2010), plantean un conjunto de modelos para inventarios con demanda independiente y nivel de servicio deseado, utilizan los modelos EOQ o de tamaño de lote económico. También plantean modelos para la gestión de inventarios cuando la demanda es dependiente, utilizan los modelos MRP y KAMBAN.

Por otra parte Díaz & Pérez (2012), desarrollan varios modelos de optimización para la gestión de inventarios en una cadena de suministro, que considera tanto al suministrador como al comprador, demuestran las ventajas de este tipo de modelo cooperado sobre los casos estudiados individualmente.

En Cuba se han desarrollado diversos trabajos de gestión de inventarios, tanto para demanda independiente como dependiente. Ortiz (2012), plantea haber aplicado el procedimiento GISERCOM en más de 60 empresas cubanas, ha obtenido resultados favorables. Este procedimiento, parte de su tesis doctoral en el 2004, plantea un grupo de etapas y pasos para realizar un estudio de gestión de inventarios con demanda independiente, que abarca métodos para la estimación de la demanda, determinación de los costos a utilizar en los modelos, selección de los proveedores y resulta bastante completo.

En el trabajo de López, Gómez & Acevedo (2012), se realiza un estudio de la situación de la gestión de inventarios en Cuba, a partir de experiencias de trabajos realizados en el Laboratorio de Logística y Gestión de la Producción del Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría (LOGESPRO), en el período comprendido entre el año 2000 y el 2011 y enumera los siguientes resultados:

- Altos niveles de inventario, sin respaldo en el consumo, resultando en una baja rotación que contrasta con el problema anterior de baja disponibilidad, pero que ha sido resultado de deficientes estudios de demanda e inestabilidad en los suministros, causa alto nivel de productos obsoletos.
- Falta de disponibilidad de productos en el mercado, afecta el servicio al cliente.
- Largos e inestables ciclos de gestión de los pedidos.
- Subutilización de los sistemas informáticos instalados, problemas en el registro de la información y uso de los clasificadores y codificadores.
- Como resultado de los problemas anteriores, se ha generado una cadena de impagos que afecta las operaciones y el flujo de caja en la cadena de suministro.

A pesar de existir una amplia bibliografía sobre este tema, es de poco dominio por parte de directivos empresariales, además de resultar engorrosa la base informativa que se requiere para poder aplicar los distintos modelos matemáticos desarrollados para optimizar la gestión de inventarios, cuando no hay sistemas de contabilidad automatizados.

En las empresas cubanas se presta más atención al control de los inventarios que a la gestión de los mismos, esto

es, la política de cuánto pedir y cuándo pedir, decisiones importantes para lograr garantizar el ritmo de producción y disminuir los costos por mantener inventarios.

El objeto de estudio donde se realiza el presente trabajo es en el almacén central provincial de una cadena comercial cubana. La misma forma parte de una cadena de suministro que tiene proveedores nacionales y extranjeros y que a su vez suministra a la red de tiendas de ventas de esta cadena comercial. La misma no está ajena a los problemas planteados anteriormente sobre la gestión de inventarios en Cuba. Por las características del mercado cubano tanto para proveedores nacionales como extranjeros es necesario hacer los pedidos con bastante antelación, lo que hace necesario realizar análisis de la demanda con anticipación y adecuada precisión.

La cadena cuenta con un ERP para su gestión comercial, pero el mismo no posee el módulo de gestión de inventario que tienen estos sistemas en la actualidad. El módulo contable de este sistema ofrece facilidades para el control de inventario tanto en unidades físicas, como en valor.

La estimación de la demanda de los productos en la actualidad se realiza sobre la base de la demanda anterior y la experiencia de los compradores y grupo de dirección, lo que conlleva a tener estimaciones que quedan por

debajo o por encima de la demanda real, creando déficit de productos importantes o inventarios altos. La gestión propiamente dicha, cuánto y cuándo pedir, también tiene como elemento esencial la experiencia, la cantidad se basa en la demanda estimada con algún por ciento por debajo o por encima si la misma es creciente o decreciente. Las peticiones se hacen en lo fundamental por período fijo, consideran las características de los proveedores.

De lo anterior se deriva que la empresa presenta problemas con la disponibilidad de algunos productos para abastecer a sus unidades de venta, lo que se deriva en un inadecuado nivel de servicio al cliente y en excesos de inventarios que obliga a buscar vías para la disminución de los mismos. El objetivo de este trabajo es desarrollar un procedimiento para la gestión de inventario para el almacén central de la cadena comercial objeto de estudio.

DESARROLLO

Se propone un procedimiento para la gestión de inventarios en un almacén de cadena comercial, y se enfoca en un producto para demostrar su aplicación. El procedimiento consta de 3 etapas, 10 pasos y las herramientas a utilizar, Figura 1.

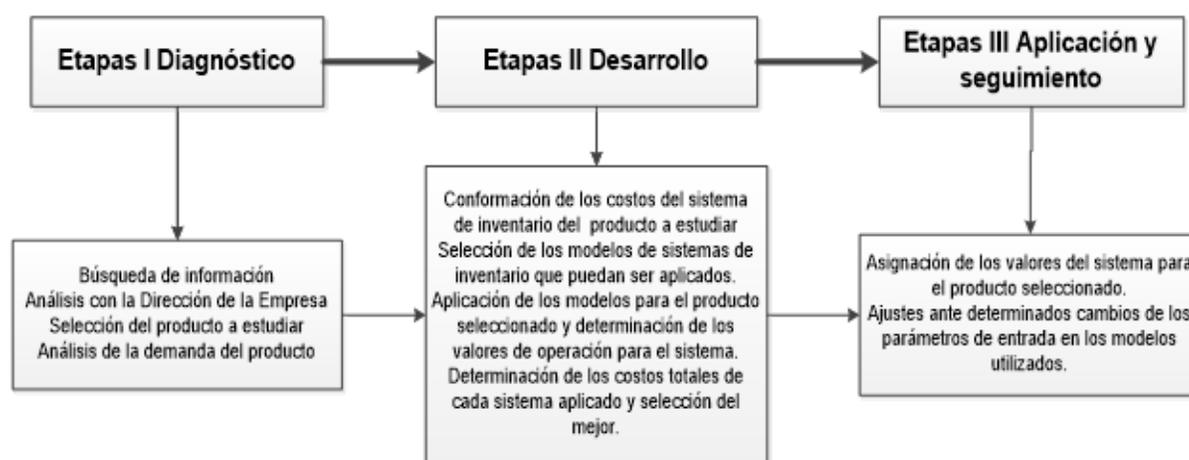


Figura 1. Pasos del procedimiento propuesto a realizar.

Fuente: elaboración propia a partir del propuesto por Ortiz (2012).

Etapa I. Diagnóstico

Paso 1: se busca información sobre el sistema de inventario, el objetivo es obtener un conocimiento del sistema que se desea estudiar, de su operación actual, para poder valorar posibles mejoras en el mismo. Este diagnóstico se basa en la revisión documental y entrevistas con los jefes y especialistas de almacenes.

Se procede a la recogida y organización de los datos necesarios en la empresa. Con este fin se solicita como mínimo la siguiente información:

- Datos del inventario por mes, del último año de operación del sistema de inventario bajo estudio. A partir de esta información, se determina: la demanda, los costos y la existencia de inventario de los productos.

- Forma actual de reaprovisionamiento para los distintos productos y principales suministradores. De aquí se deriva el sistema actual de gestión de inventario que tiene la empresa, los tiempos de reaprovisionamientos.
- Gastos en que se incurre en los almacenes y Departamento de Compra para poder calcular una magnitud de los principales gastos asociados a la gestión de inventarios.
- Situación actual sobre los déficit de inventarios, afectaciones que estos producen y solución cuando los mismos se presentan.
- Estos datos generalmente se solicitan en el área económica-contable, así como a otras dependencias de la empresa, a sus jefes y técnicos.

Paso 2: Se analiza con la Dirección de la Empresa la aplicación del trabajo a realizar, para lograr la comprensión y apoyo en cuanto al desarrollo de la investigación. Con este propósito se comunica a esta instancia la realización del estudio acerca de la situación de la gestión de inventario de productos, y se explica las posibles mejoras que se pueden lograr con la aplicación de técnicas y procedimientos que permitan mejorar los costos de operación de este subsistema. Se especifican los pasos que se deben dar y la información para la realización del trabajo.

Etapa 2: Desarrollo

Paso 1: Se seleccionan los productos de estudio en base a varias fuentes de información (Entrevistas, encuestas y herramientas como la clasificación ABC o Pareto)

Paso 2: Se analiza la demanda de los productos seleccionados para la estimación de la demanda en el horizonte a planificar. Este es uno de los pasos más importantes para la gestión de los inventarios.

El método propuesto en este trabajo es el siguiente:

- Recopilar datos históricos sobre la demanda de los productos.
- Análisis del comportamiento de la demanda en períodos anteriores (tendencia, estacionalidad). Para ello puede utilizarse el paquete estadístico SPSS 15.
- Hacer un pronóstico de la demanda para el horizonte de planificación. Se utiliza el modelador experto para series temporales que aparece en el paquete SPSS 15.
- Prueba de bondad de ajuste de los datos pronosticados para saber qué distribución probabilística sigue, se utiliza la Prueba de Kolmogorov-Smirnov (KS) o chi cuadrado.
- Análisis cualitativo del pronóstico. Consulta con especialistas (panel de experto) sobre el pronóstico

obtenido para ver si el mismo está acorde con lo esperado o si se prevé algún cambio en el patrón histórico.

Este paso permite establecer la verdadera previsión de la demanda, pueden existir factores externos que influyan en el comportamiento histórico del pronóstico y serían incluidos en este paso.

Paso 3: Se conforman los costos del sistema de inventarios para el producto seleccionado.

Costo por solicitud.

Para determinar este costo se toma como base los gastos totales del año precedente del Departamento de Compras y en el cual se incluye:

- Gastos de personal.
- Gastos telefónicos.
- Gastos por transportación.
- Gastos de materiales de oficina.
- Gastos por dietas.

A partir del gasto del Dpto. de Compras (GDC):

- Determinar el número de solicitudes totales realizadas para el almacén en el año. (NST).

Entonces, el costo por solicitud viene dado por:

$$CS = GDC / NST$$

Este método tiene como limitante que asume el mismo costo por solicitud para los distintos productos bajo estudio. Para disminuir esta limitación, se propone establecer una ponderación de este costo, y se utiliza un sistema de expertos en que se incluya un peso ponderado de acuerdo con el suministrador y las gestiones que conlleva. Para ello se propone utilizar el Triángulo de Fuller. Una vez que se determinen los pesos para los m suministradores, W_1, W_2, \dots, W_m , el costo por solicitud para los productos que se adquieren al suministrador k sería:

$$CS_k = W_k * CS$$

Donde:

W_k : Peso del suministrador k

M : Número de suministradores.

CS Costo unitario por solicitud.

$$W_1 + W_2 + \dots + W_m = 1$$

Costo por almacenamiento

El costo por almacenamiento, para cada producto, tendrá dos componentes:

- Un componente fijo en que se consideran todos los costos por mantener inventarios (electricidad, equipo, gastos de personal, depreciación, seguridad, etc.) (CF i).
- Un componente de costo de oportunidad, que es lo que se está perdiendo por tener capital inmovilizado en el almacén (CO i).

El procedimiento para calcular el componente fijo para cada producto es el siguiente:

- Determinar el costo total de operación del almacén para un año (CTO).
- Determinar el valor de cada producto almacenados (VPi) y el valor total en almacén (VTA)

$$VTA = \sum_{i=1}^n VP_i$$

- Peso específico del producto i.

$PE_i = \text{Valor total del producto } i \text{ (VPi)} / \text{Valor total de los productos almacenados (VTA)}$.

- Determinar el costo fijo unitario.

Costo fijo del producto i

$$CF_i = PE_i \times CTO$$

$$CFU_i = CF_i / \text{Cantidad total del producto } i \text{ en el año.}$$

- Determinar el costo de oportunidad.

$$CO_i = I \times CA_i$$

Donde:

I: Tasa de interés establecida por el banco.

CAi: costo de adquisición del producto i.

- Determinar el costo total por almacenamiento.

$$CAL_i = CFU_i + CO_i$$

(De esta forma el CAi estaría en \$/ unidad- tiempo).

Paso 4: Se seleccionan los modelos de sistemas de inventarios que pueden ser aplicados, acorde al comportamiento del pronóstico de la demanda. Para el almacén objeto de estudio la demanda será independiente y aleatoria de forma general. Aunque hay decenas de modelos para estas características, se propone utilizar los modelos de control por cantidad fija y por período fijo, entre ellos los más utilizados son los sistemas (Q, s), (S, s), (Q, R) y (S,R). Para el cálculo de estos parámetros de operación del sistema de inventario, se utiliza un software especializado, como el WinQSB, o hacer programas especiales en EXCEL o en otro lenguaje de programación.

Paso 5: Determinación de los valores de operación para el sistema.

Se seleccionan los modelos que se van a aplicar, de acuerdo con la característica de la demanda, se calculan

los modelos los valores de operación del sistema, para dar respuesta a las dos principales preguntas para la gestión de inventario, cuánto pedir y cuándo pedir.

Los valores que resultan modelos se ajustan a las características propias de operación, teniendo en consideración que los costos totales de operación de un sistema de inventario, no es muy sensible a movimientos discretos del valor de Q a partir del valor óptimo del mismo. Por ejemplo, hay que considerar los problemas de capacidad de transportación, de almacenaje y otros que quizás hagan modificar el valor de Q resultado por el modelo matemático.

Algo similar puede ocurrir al determinar el valor de cuándo pedir (s), en dependencia del tipo de demanda, de la característica del tiempo de reaprovisionamiento y los factores que pueden conllevar a determinados ajustes en un rango prudencial del valor calculado por los modelos.

Paso 6: La determinación de los costos totales de cada sistema aplicado y selección del mejor. Cuando se aplican distintos modelos para un mismo producto, se calcula el costo total por mantenimiento de inventario para cada uno de los modelos y se selecciona el que genere menor costo. Se selecciona otro criterio de decisión si el decisor así lo desea.

Etapa 3: Aplicación y seguimiento

Paso 1: La asignación de los valores del sistema para el producto seleccionado. Una vez que se determina el mejor modelo, se seleccionan las variables de operación del sistema que brinda dicho modelo, cuándo comprar y cuánto comprar.

Paso 2: Se ajustan ante los determinados cambios de los parámetros de entrada en los modelos utilizados. En este paso se persigue dar seguimiento a la aplicación de los resultados y vigilar si algunos de los parámetros que sirvieron de base para la determinación de las variables de operación pueden tener cambios que a su vez conlleven cambios en dicha variables. Por ejemplo: podrían ocurrir cambios sensibles en los costos, en el tiempo de reaprovisionamiento, lo que podría variar la solución anteriormente encontrada. La utilización de los paquetes informáticos permite interactuar de forma rápida, cambiando dichos parámetros de entrada, se encuentran las nuevas variables de operación.

Aplicación práctica del procedimiento propuesto

En esta explicación se obvia la etapa I de diagnóstico de la situación actual, el cual fue descrito parcialmente en la introducción del trabajo.

Selección del producto a estudiar

Se selecciona un producto en función: los productos más comprados, los más consumidos por los clientes, a partir

de los reportes de ventas de la cadena comercial, los productos producidos en el país, los productos de importación.

El puré de tomate se selecciona como centro del estudio pues está presente en todos los conjuntos analizados y se reporta una alta demanda del mismo. Además, es un producto que permite el seguimiento de la cadena desde la agricultura, industria alimenticia, proveedores de otros insumos (fertilizantes, envases), hasta las tiendas y por tanto, el comportamiento de los clientes, aunque en este estudio se limita su análisis al almacén central.

Existen distintos tipos de puré de tomate que comercializa la cadena y que se diferencia por marca, cantidad tipo de envase. Actualmente se distribuye por la cadena 12 tipos de este producto.

Análisis de la demanda del producto bajo estudio

Para un correcto análisis de la demanda se uniforman los productos bajo un solo genérico, se transforman las unidades de medida que estaban en litros (Lt) y en gramos (g) a kg y utilizando la densidad del producto se transforma todo a kilogramos.

Para analizar la demanda se recogen los valores de las ventas del producto por meses de los años 2013; 2014 y 2015. Esta tabla se muestra en el Anexo 1.

Se aplica la serie de tiempo, con el procesador SSPS 15, y se determina la demanda del producto y el pronóstico de demanda para el año 2016.

Primero, se estudia el comportamiento de la demanda del puré de tomate, para hacer un gráfico de la secuencia de la demanda en el 2013, 2014 y 2015, (Figura 2).

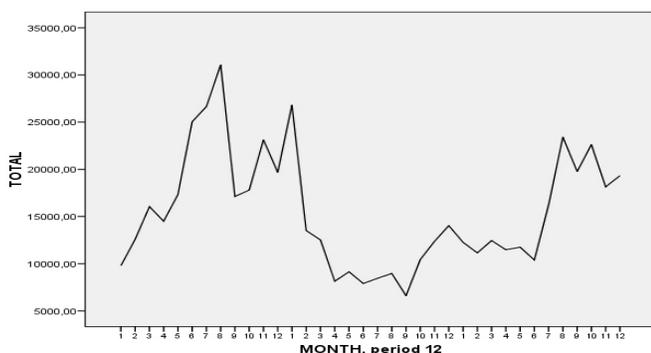


Figura 2. Gráfico de secuencia de la demanda del puré de tomate.

Fuente: tomado de los resultados del SPSS.15.

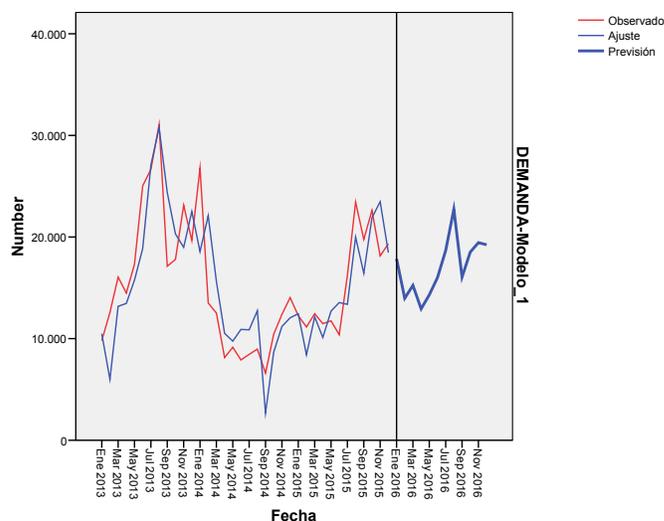
La demanda de los productos de puré de tomate en el 2013; 2014 y 2015 tiene un comportamiento aleatorio. No se observa tendencia en la serie de tiempo, pero sí estacionalidad en los meses de julio-agosto.

Con esta información se procede con el mismo paquete SPSS.15 a realizar un pronóstico de la demanda de los productos de puré de tomate para el año 2016 utilizando el modelador experto que selecciona el modelo de pronóstico con mejor ajuste basado en los errores de pronóstico. En este ejemplo selecciona el modelo estacional simple con un error medio cuadrático (MAE) de 2 853 y un promedio del por ciento de error (MAPE) del 20%. En la figura 3 se muestra gráficamente el ajuste que logra el modelo seleccionado a la serie de tiempo original y al pronóstico estimado. En el Anexo 2 se muestra la salida del SPSS con el ajuste del modelo de pronóstico.

Con la información de los valores pronosticados se analiza su comportamiento y si es aleatorio el tipo de distribución probabilística que se ajusta, pues es uno de los datos de entrada de los modelos de inventarios a utilizarse en pasos posteriores. Para esta aplicación los datos pronosticados se ajustan a una distribución normal usando la prueba de KS para un nivel de significación de 0.05.

El próximo paso consiste en revisar con expertos o especialistas seleccionados el pronóstico obtenido por la serie de tiempo, pues pueden existir factores en el horizonte planificado que varíen el comportamiento histórico de la demanda. En esta aplicación los especialistas consultados, solo plantearon modificar valores en meses picos (julio, agosto y diciembre) al considerar el período vacacional y el fin de año.

Los datos finales de la demanda para la utilización de los modelos de inventarios aparecen en la tabla 1. La demanda anual para el año 2016 se estima en 225 272 kg con una desviación estándar anual de 48 456 kg.



Fuente: tomado de los resultados SPSS.15.

Tabla 1. Pronóstico 2016 consultado con los especialistas.

Meses del 2016	Pronóstico
Enero	17851
Febrero	13975
Marzo	15240
Abril	12934
Mayo	14306
Junio	20000
julio	22000
Agosto	25000
Septiembre	24000
Octubre	18517
Noviembre	19449
Diciembre	22000

Fuente: Salida del modelo de pronóstico ajustado por los especialistas.

Conformación de los costos del sistema de inventario para los productos de puré de tomate

En este epígrafe se calculan los costos del año 2012, los datos fueron obtenidos en el Departamento de Compra.

Costo por solicitud o por hacer un pedido (cuc / solicitud)

El costo por solicitud se calcula en base a los gastos del Departamento de Compras.

El gasto total del Departamento de Compras en el año 2012 fue de 384000 cuc.

Gasto debido a la solicitud de puré de tomate. Esta información se obtendrá por prorrateo de la siguiente forma:

- Costo total de la mercancía adquirida en el año: 42 988 330 cuc
- Costo del puré de tomate adquirido en el año: 264 692 cuc
- Por ciento que representa el puré de tomate del total: 0.6% (0.006)
- Gasto anual por solicitud de puré de tomate: $0.006 \cdot 384\,000 = 2\,304$ cuc
- Asumiendo que se hacen pedidos quincenales: $2\,304 / 24 = 96$ cuc por solicitud.

Costo por mantener inventarios (cuc / kg- año)

De los componentes del costo por mantener inventario, solo se considera en esta aplicación el costo de oportunidad, que como se explicó en el procedimiento es:

Costo de oportunidad= costo de adquisición* interés bancario

Costo por mantener inventario=costo de adquisición de un kg de puré de tomate*interés bancario

Para este caso el costo de adquisición del puré de tomate en el 2014 fue de 226 973 cuc y se adquirieron 188 997 kg en ese mismo período, entonces el costo de adquisición es de 1.20 cuc por kg. Por tanto, asumiendo un interés bancario de un 2.5 %, el costo por mantener inventario será $1.20 \cdot 0.025 = 0.03$ cuc/kg-año, la solicitud es de 96 CUC/solicitud y el costo por mantener el inventario es de 0.03 cuc/kg-año.

Selección de los modelos de sistemas de inventarios que pueden ser aplicados

Pueden ser aplicados los sistemas de revisión continua y revisión periódica y los más utilizados son los sistemas (s, Q) y (R, S) respectivamente.

En el sistema (s, Q), se ordena una cantidad Q cuando el nivel de inventario llega al valor de s.

En el sistema (R,S), cada vez que se llegue al tiempo R se ordena una cantidad de producto para alcanzar el nivel de inventario S, esto es, se ordena la cantidad S menos I, donde I es el nivel de inventario en el momento R.

Aplicación de los modelos para el producto seleccionado y determinación de los valores de operación para el sistema

Teniendo en cuenta lo explicado anteriormente se procede a aplicar los modelos para el producto seleccionado (Tabla 2).

Tabla 2. Datos de entrada para los modelos.

Producto	Puré de tomate
Tipo de Demanda	Aleatoria
Distribución	Normal
Modelos a Emplear	(s, Q) y (R, S)
Demanda Anual Esperada	225 272 kg
Desviación Típica	48 456 kg
Costo por Solicitud	96 cuc/solicitud
Costo por mantener inventario	0.03 cuc/kg-año
Tiempo de Reaprovisionamiento	21 días = 0.06 años

Fuente: elaboración propia a partir de los datos de entrada de los modelos.

Posteriormente aplicando el paquete informático WinQSB se resuelve el problema para ambos modelos. Los resultados para ambos modelos son los siguientes:

Tabla 3. Resumen de los resultados obtenidos de los modelos.

Modelo Utilizado	(s, Q)	(R, S)
Cuanto Solicitar	37 970.26 kg	-----
Punto de Reorden	33 041.23 kg	-----
Intervalo de Revisión del Inventario	-----	2 meses
Nivel de Inventario Deseado	-----	89 593 kg
Nivel de Servicio	95%	95%
Costo por Ordenar	569.55 cuc	569.55 cuc
Costo por Almacenamiento	1 155.30 cuc	1 712.77 cuc
Costo Total	1 724.86 cuc	2 282.32 cuc

Fuente: elaboración propia a partir de los resultados obtenidos.

Determinación del costo total de cada sistema aplicado y selección del mejor costo total.

El costo total del sistema (s, Q) es de 1 724.86 cuc.

El costo total del sistema (R, S) es de 2 282.32 cuc.

Se seleccionará la política que indica el modelo (s, Q) ya que como se puede apreciar es el que presenta menor costo.

Aplicación práctica del modelo seleccionado

Asignación de los valores del sistema para el producto bajo estudio

Los modelos no tienen en consideraciones reales de operación de sistema de inventario tales como: posibilidades de los suministradores, capacidad de los equipo de carga, embalajes de los productos. Se necesita hacer pequeñas modificaciones a los valores que dan los modelos para ajustarlo a la realidad (Tabla 4).

Tabla 4. Ajuste definitivo de la cifra a solicitar y del inventario de reaprovisionamiento.

Producto	Modelo Utilizado	Cuanto Solicitar	Punto de Reorden
Puré de tomate	(s, Q)	38 000	33 000

Fuente: elaboración propia a partir de los valores ajustados.

Si la demanda anual es de 225 272 kg y la cantidad a solicitar es de 38 000 kg, entonces se realizarán 5.93 pedidos que serían aproximadamente 6 pedidos por año, lo cual si se multiplican esos 6 pedidos por la cantidad a solicitar en cada uno de ellos ($6 * 38 000$) la demanda anual sería de 228 000 kg de puré de tomate.

Cantidad y surtido a solicitar a cada proveedor en el año pronosticado.

Para realizar el pedido a los proveedores se tendrá en cuenta el porcentaje que cada uno de ellos representó de las compras realizadas de puré de tomate, por el almacén, en el último año analizado (2015). Primero se calcula en base a ese por ciento la cantidad que se le contrataría del total demandado para el 2015 y después de forma similar, considerando el por ciento de esa empresa en surtido se le calcula la cantidad por surtido. Inicialmente se le plantea a los productores nacionales el surtido a cubrir y la posibilidad de sobrecumplirlo o incumplirlo. Con la suma de los compromisos de producción nacional se determina cuánto debe exportarse de este producto para cumplir la demanda.

Un ejemplo se muestra en la tabla 5 referido a uno de los principales suministradores de este producto, la Empresa de Alimentos Río Zaza S.A.

Tabla 5. Ejemplo de estimación de la solicitud por proveedor.

Proveedor	Cantidad adquirida en 2015 (KG)	% del total de 2015	Total a solicitar en kg	Solicitud por surtido	Cantidad
Alimentos Río Zaza S.A.	1 792 36.43	94	2 16 600	Envases de 1 litro	73 853 kg
				Envases de 520 g	74326 kg
				Envases de 520 ml	68056 kg

Fuente: elaboración propia a partir de los datos calculados.

Ajustes ante determinados cambios de los parámetros del sistema para el producto bajo estudio

Una vez que se aplique el sistema propuesto se lleva a cabo un constante seguimiento ante posibles cambios en el comportamiento de la demanda y en los distintos costos para comprobar si los valores seleccionados mantienen su vigencia o si es necesario recalcular los mismos.

Análisis comparativos de los costos con el sistema actual de gestión de inventarios y con el sistema propuesto.

Comparación económica

Suponiendo que el almacén central, continuará aplicando su política de gestión de inventario actual de hacer una solicitud del producto analizado cada 15 días y aplicando las expresiones del costo para este sistema de inventario,

el costo total de mantener inventarios sería de 2 310 cuc en este producto.

En la tabla 6 se muestra la comparación de los costos, se muestra que hay un ahorro de 585 CUC al año.

Tabla 6. Valor actual y propuestos del sistema de Gestión de inventarios.

Producto	Política Actual	Política Propuesta	Ahorro
Puré de tomate	2 310 cuc	1 725 cuc	585 cuc

Fuente: elaboración propia a partir de los valores actuales y propuestos.

Se puede mejorar más aún la efectividad económica del sistema de gestión de inventario con un análisis más detallado del suministro, así como de los demás productos que no han sido tratados en este trabajo.

CONCLUSIONES

Se presenta un procedimiento para la gestión de inventario en el almacén central de una cadena comercial con etapas, pasos y técnicas y herramientas a utilizar en cada paso para poder determinar el mejor modelo de gestión para determinar cuánto pedir y cuándo pedir con una política de mínimo costo en el mantenimiento de inventario y un nivel de servicio fijado por el decisor. Se aplica el procedimiento a un producto del almacén bajo estudio, se demuestra que el mismo logra beneficios económicos en comparación con el sistema actual con un ahorro de 585 CUC anualmente y asegura un nivel de servicio del 95%. Se muestra para el producto estudiado el sistema de agregación que permite una mejor utilización de los modelos de pronóstico y la posterior desagregación del plan de suministro por proveedor y surtido.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acevedo, J. A., & Gómez, M. (2010). La logística moderna en la empresa. La Habana: Félix Varela.
- Arango, J. A., Giraldo, J. A., & Castrillón, O. D. (2013). Gestión de compras e inventarios a partir de pronósticos Holt-Winters y diferenciación de nivel de servicio por clasificación ABC. *Revista Scientia et Technica*, 18 (4), pp. 743-747. Recuperado de <http://revistas.utp.edu.co/index.php/revistaciencia/article/download/7171/5623>

Díaz, J. A., & Pérez, D. (2012). Optimización de los niveles de inventarios en una cadena de suministro. *Revista Ingeniería Industrial*, 33 (2), pp. 126-132. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/3604/360433580004.pdf>

Hillier, F., & Lieberman, G. (2012). *Introducción a la Investigación de Operaciones*. México: Mc Graw Hill.

López, I., Gómez, M., & Acevedo, J.A. (2012). Situación de la Gestión de inventarios en Cuba, *Revista Ingeniería Industrial*, 33 (3), pp. 317-330. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/3604/360433581011.pdf>

Ortiz, M. (2012). GISERCOM: Un procedimiento eficiente para la gestión de inventarios en empresas comerciales y de servicios. Recuperado de <http://www.eumed.net/cursecon/ecolat/cu/2012a/inventario-empresas-comerciales-servicios-cuba.pdf>

Schroeder, R., Meyer, S., & Runghesanatan, D. (2011). *Administración de operaciones 5ta Edición*. México: Mc Graw Hill.

ANEXOS

A. 1. Comportamiento de la demanda del puré de tomate durante los tres últimos años, en kilogramos.

Año/mes	2013	2014	2015
enero	9793.619	26802.515	12262.23
febrero	12577.985	13506.13	11145.13
marzo	16054.438	12517.47	12453.06
abril	14492.56	8139.902	11475.03
mayo	17324.62	9144.863	11753.04
junio	25037.084	7900.005	10386.28
julio	26654.353	8450.925	16227.85
agosto	31078.495	8967.685	23438.32
septiembre	17122.548	6601.827	19764.83
octubre	17799.612	10437.348	22620.33
noviembre	23131.938	12377.247	18143.91
diciembre	19666.807	14037.037	19327.7
Total	230734.06	138882.96	188997.71

A. 2. Salida del SPSS del modelador experto de series de tiempo.

Descripción del modelo

			Tipo de modelo
ID del modelo	bofill	Modelo_1	Estacional simple

Resumen del modelo

Ajuste del modelo

Estadístico de ajuste	Media
R-cuadrado estacionaria	,758
R-cuadrado	,649
RMSE	3718,636
MAPE	20,529
MaxAPE	63,643
MAE	2853,541
MaxAE	8595,647
BIC normalizado	16,641

A. 3. Salida del paquete informático WinQSB para los modelos de inventarios seleccionados.

Modelo (s, Q) de revisión continua

FOQ Analysis for Inventory Problem (s,Q)

05-07-2013	Input Data	Value	Inventory & Cost Analysis (year)	Value
1	Demand distribution	Normal	Reorder point (s)	33041,23
2	Average demand (year)	225272	Order quantity (Q)	37970,26
3	Std. dev. of demand (year)	48456	Average minimum on hand	19524,91
4	Unit acquisition cost	1,20 €	Average maximum on hand	57495,17
5	Order (setup) cost	96,00 €	Average on hand inventory	38510,04
6	Unit holding cost per year	0,03 €	Safety stock	19524,91
7	Estimated % of shortage	0%	Mean shortage during lead time	247,9102
8	Unit backordered cost	0	% of shortage during lead time	4,9984%
9	Estimated % of shortage lost	0%	Total order/setup cost	569,55 €
10	Unit lost-sales cost	M	Total holding cost	1.155,30 €
11	Fixed shortage cost	0	Total backorder cost	0
12	Lead time distribution	Constant	Total lost-sales cost	0
13	Average lead time (year)	0,06	Total fixed shortage cost	0
14	Std. dev. of lead time (year)	0	Total shortage cost	0
15	Average lead time demand	13516,32	Total inventory relevant cost	1.724,86 €
16	Std. dev. of lead time demand	11869,25	Expected total acquisition cost	270.326,41 €

Salida del modelo (R, S) de revisión periódica

FOI Analysis for Inventory Problem (R,S)

05-07-2013	Input Data	Value	Inventory & Cost Analysis (year)	Value
1	Demand distribution	Normal	Review interval (R) in year	0,1686
2	Average demand (year)	225272		
3	Std. dev. of demand (year)	48456	Order-up-to quantity (S)	89593,77
4	Unit acquisition cost	1,20 €	Average minimum on hand	38107,19
5	Order (setup) cost	96,00 €	Average maximum on hand	76077,45
6	Review cost	0	Average on hand inventory	57092,32
7	Unit holding cost per year	0,03 €	Safety stock	38107,19
8	Estimated % of shortage	0%	Mean shortage during lead time	483,8508
9	Unit backordered cost	0	% of shortage during lead time	5%
10	Estimated % of shortage lost	0%	Total order/setup cost	569,55 €
11	Unit lost-sales cost	M	Total review cost	0
12	Fixed shortage cost	0	Total holding cost	1.712,77 €
13	Lead time distribution	Constant	Total backorder cost	0
14	Average lead time (year)	0,06	Total lost-sales cost	0
15	Std. dev. of lead time (year)	0	Total fixed shortage cost	0
16	Average lead time demand	13516,32	Total shortage cost	0
17	Std. dev. of lead time demand	11869,25	Total inventory relevant cost	2.282,32 €
18	Average R+L demand	51486,58	Expected total acquisition cost	270.326,41 €
19	Std. dev. of R+L demand	23165,46		