

# **GISERCOM: UN PROCEDIMIENTO EFICIENTE PARA LA GESTIÓN DE INVENTARIOS EN EMPRESAS COMERCIALES Y DE SERVICIOS.**

**Dra. Maritza Ortiz Torres.**

[maritza@fec.uh.cu](mailto:maritza@fec.uh.cu)

Universidad de la Habana

## **RESUMEN**

El presente trabajo presenta el diseño de un procedimiento para la gestión de inventarios con demanda independiente en empresas comerciales y de servicios cubanas, el cual constituyó el fundamento de la tesis de doctorado defendida por la autora en el año 2004. Durante estos años el procedimiento ha sido aplicado en más de 60 empresas obteniendo resultados que validen su aplicación.

El mismo utiliza la concepción de sistema, a partir de integrar todos los elementos que intervienen en el proceso de gestión, además, combina el enfoque cuantitativo y cualitativo en el proceso de toma de decisión en sus diferentes etapas, y entre las técnicas y herramientas propuestas se encuentran: el método para la evaluación de los proveedores a partir de la utilización del enfoque cuantitativo y cualitativo en la evaluación de los parámetros, el método ABC con enfoque multicriterio para clasificar los productos, la matriz IB/RS con enfoque multicriterio para determinar los inventarios de seguridad, la forma de calcular los costos de aprovisionamientos y la propuesta de modelos económicos matemáticos a utilizar a partir de la relación producto – proveedor para establecer políticas de inventario económicamente ventajosas.

## **Palabras claves**

**Aprovisionamiento, gestión de inventarios, modelos económico- matemáticos.**

## **INTRODUCCIÓN**

Cualquier tipo de empresa, sea grande, mediana, o pequeña, necesita del aprovisionamiento y con ello, la existencia de inventarios. Tradicionalmente los inventarios han sido vistos dentro de la gestión empresarial como una mal necesario para garantizar la continuidad de su actividad fundamental; sin embargo, la gestión empresarial actual está necesitada de una buena gestión de los inventarios, donde debe primar el criterio de mantener las cantidades mínimas necesarias que garanticen

la continuidad de todo el flujo en la cadena logística y que permita absorber el impacto de la variabilidad e incertidumbre asociada a la operación, garantizando la máxima satisfacción del cliente. Sin lugar a dudas, una buena administración de los inventarios es esencial para el funcionamiento exitoso de las organizaciones y resulta ser una de las áreas donde más factible es la reducción de costos sin reducir los ingresos, elemento este de vital importancia para la subsistencia de la empresa en los tiempos modernos.

La utilización de la modelación económica matemática constituye indudablemente una herramienta de gran utilidad para ello. Sin embargo, las empresas cubanas en su mayoría no poseen un dominio de dicha herramienta, por lo que no la utilizan en el proceso de toma de decisiones.

De ahí la necesidad de perfeccionar los sistemas de gestión de inventarios, fundamentado en el uso de modelos económico matemáticos, de forma tal que se integren todos los elementos que lo conforman, respondiendo a las particularidades de cada empresa, con vistas a alcanzar un nivel adecuado de equilibrio entre el servicio que presta, la satisfacción del cliente y la racionalidad en los costos de operación del sistema.

Es precisamente en este marco en que, para dar respuesta a esta problemática tan actual en las empresas cubanas, se desarrolla el procedimiento denominado **GISERCOM**<sup>1</sup> (Ortiz Torres, 2004)

## **DESARROLLO.**

El procedimiento consta de tres etapas:

1. Caracterización de la situación actual de la gestión de aprovisionamiento en la organización objeto de estudio.
  - Diagnóstico de la gestión de inventarios
  - Selección y evaluación de proveedores.
2. Diseño de políticas de inventario mediante el uso de modelos económico-matemáticos.
  - Clasificación de los productos.
  - Proyección de la demanda.
  - Asignación de inventarios de seguridad.

---

<sup>1</sup> Procedimiento para la gestión de inventario en empresas comerciales y de servicios.

- Determinación de los costos de aprovisionamiento.
  - Selección de los modelos económico-matemáticos a utilizar
3. Control y actualización periódica de los resultados.

**Primera etapa: Caracterización de la situación actual de la gestión de inventario en la organización objeto de estudio.**

Cuando se decide implantar un sistema para la gestión de inventario en una organización, es necesario conocer con la mayor exactitud posible, la cantidad de productos almacenados. Por tanto, si no se lleva un control estricto de los mismos se hace necesario, la realización de un recuento físico de todos los productos que están depositados en los almacenes.

En el procedimiento no se propone una técnica específica para realizar el recuento, pues la forma de hacerlo puede variar de una organización a otra, en dependencia de las particularidades de cada una, así como, de los controles que tengan implantados en cada lugar. Sin embargo, en todas las organizaciones independientemente de las técnicas que se empleen, el proceso de recuento, si se efectúa, debe culminar con la corrección de las cantidades que figuran en los sistemas de información, a partir de los datos proporcionados por el recuento físico de los productos.

**Diagnóstico de la gestión de inventarios.**

Constituye un aspecto muy importante a considerar en esta etapa, la caracterización del proceso de aprovisionamiento de la organización objeto de estudio, para a partir de ahí, poder diagnosticar la situación en que se encuentra la gestión de inventario en la organización, relacionándolo con el resto de los elementos que integran dicho proceso.

Los principales factores internos y externos que deben ser tenidos en cuenta durante la etapa de diagnóstico, dada su incidencia directa en el proceso de aprovisionamiento dentro de la organización, son los siguientes:

- Estrategia de la organización y su relación con la estrategia de compras.
- Disposiciones dictadas por los organismos superiores, en relación con el aprovisionamiento de los productos objeto de inventario.
- Principales proveedores, relación con ellos y estabilidad de las fuentes de suministros.
- Principales clientes.
- Disponibilidad de recursos financieros para realizar la gestión de aprovisionamiento.

- Interrelación entre la gestión de inventario propiamente en el almacén y la gestión de compras de los productos objetos de inventario.
- El sistema de control de inventario en la organización, destacando sus aspectos positivos y negativos.
- Posibilidad real de proyectar las demandas sobre la base de los registros de datos históricos.
- Utilización de los costos de aprovisionamientos en el proceso de toma de decisiones en la gestión de los inventarios. Posibilidad de estimarlos en caso que no se registren.
- Capacidad de almacenamiento y condiciones de los almacenes.

Para realizar el diagnóstico, se pueden emplear diferentes técnicas. Las más usadas son: las encuestas, las entrevistas, las observaciones directas, el análisis documental, las técnicas estadísticas y el trabajo en grupo.

Es evidente que, como culminación del diagnóstico se obtendrá una caracterización del proceso de aprovisionamiento en la organización, destacándose los principales problemas detectados, tanto de índole interno como externo, así como, los factores positivos que inciden en el mismo. A partir de los resultados obtenidos en esta etapa, la organización estará en condiciones de tomar las medidas correctoras para solucionar los problemas.

#### **Selección y evaluación de proveedores.**

Una de las decisiones importantes que debe considerarse en el proceso de aprovisionamiento, es precisamente, definir con qué proveedores debe la organización negociar sus compras. Es por ello, que se considera la selección de proveedores, como una decisión preliminar a cualquier otra decisión sobre política de inventario que se quiera establecer.

Actualmente se manifiesta con fuerza, la tendencia de basar las relaciones entre clientes y proveedores en la integración de aspectos tales como: la calidad, el diseño de los productos, la tecnología de producción y el intercambio electrónico de datos. Se plantea que esta integración debe ser sustentada en un nuevo estilo de interacción cliente - proveedor, en el que se destaquen la confianza, la lealtad y la cooperación mutua.

Existen diferentes métodos para realizar la selección de proveedores, en su mayoría, estos utilizan dos etapas:

La primera etapa consiste en identificar los proveedores potenciales. Aquí se precisa conocer toda la información actualizada sobre los mismos, en función de las características de los negocios que se planteen será la magnitud de la información que se requiera. Para las entidades de prestigio, el volumen de sus operaciones, su solvencia y sus resultados económicos son su mejor carta de presentación, por lo que no debe existir reparo en solicitarles, ni en obtener la información requerida.

La segunda etapa consiste en seleccionar, entre todos los proveedores potenciales, aquellos que reúnan mejores condiciones para la empresa. Entre los criterios que contribuyen a la selección, se pueden mencionar los siguientes:

- Ubicación geográfica de los proveedores.
- Compatibilidad entre los requerimientos de calidad de las demandas y las características de calidad de los artículos provenientes del proveedor.
- Estabilidad financiera del proveedor.
- Restricciones en los precios y facilidades ofrecidas para los pagos.
- Plazo de entrega.
- Otras.

La selección de proveedores será un proceso por pasos donde en cada paso se profundice cada vez más en las características del proveedor objeto de estudio, de forma tal que el listado se vaya reduciendo hasta determinar los proveedores finales, que serán, por supuesto, aquellos que reúnan las mejores condiciones para la empresa con los cuales la misma negociará sus compras y firmará sus contratos.

Los proveedores que la empresa haya seleccionado, deben ser sometidos a un proceso de evaluaciones periódicas, con el objetivo de disponer de elementos (cuando éstos se necesiten) que fundamenten la continuación o suspensión del contrato y también brindar información que retroalimente la ejecución y monitoreo del mismo.

El estudio de diversos métodos de evaluación, así como las características de las organizaciones estudiadas, permitió proponer el método que se describe a continuación.

Dado que en las investigaciones de campo realizada se pudo constatar que en muchas ocasiones, la empresa no posee la información estadística suficiente para

evaluar el parámetro de forma cuantitativa, y en otros casos por la propia naturaleza del parámetro, resulta muy difícil evaluarlo cuantitativamente, el método propuesto parte de la concepción de utilizar el enfoque cuantitativo y/o cualitativo en la evaluación de cada parámetro.

### **Descripción del método para la evaluación de proveedores:**

Paso 1: Definir los parámetros a utilizar:

En correspondencia con de las características y requerimientos de las empresas que participaron en la investigación y sobre la base de los métodos estudiados se decidió utilizar los parámetros que se relacionan a continuación. Vale destacar que el método permite la inclusión de nuevos parámetros o la sustitución de algunos de los propuestos, en dependencia de los objetivos y requerimientos de las empresas que lo vayan a implementar

- ◆ Calidad. (C)
- ◆ Cumplimiento del tiempo de entrega. (CTE)
- ◆ Flexibilidad. (F)
- ◆ Faltantes en la entrega. (FE)
- ◆ Precios. (P)
- ◆ Estabilidad del suministro, con relación a la disponibilidad del producto. (ES).

Paso 2: Determinación de los criterios de evaluación y la escala a utilizar:

La evaluación final de cada parámetro se realizará de forma cualitativa, sobre la base de sus evaluaciones cuantitativas y/o cualitativas, en una escala de 1 a 3 puntos donde:

- 3 sería la puntuación más elevada y expresará el cumplimiento total del parámetro.
- 2 para un cumplimiento parcial del parámetro, pero que la organización lo considera aceptable.
- 1 para un incumplimiento del parámetro, y por tanto, la organización lo considera inaceptable.

Paso 3: Evaluación del proveedor:

La evaluación del proveedor se obtendrá mediante la suma ponderada de cada uno de los parámetros según se expresa en la siguiente ecuación:

$$EP_j = \alpha_1 C + \alpha_2 CTE + \alpha_3 F + \alpha_4 FE + \alpha_5 P + \alpha_6 ES$$

$\alpha$  : Refleja el peso que la empresa le da a cada parámetro;  $0 < \alpha < 1$

$EP_j$ : Evaluación del proveedor j.

Los coeficientes  $\alpha$  que permiten ponderar cada criterio, pueden ser determinados mediante criterio de expertos según los requerimientos de cada empresa.

A continuación se detalla el contenido de cada uno de los parámetros, y la forma de evaluarlo, desde el punto de vista cuantitativo y/o cualitativo. Se recomienda, que siempre que sea viable evaluar el indicador desde el punto de vista cuantitativo, se utilice esta evaluación.

- **Calidad (C):** Expresa el grado de cumplimiento de las características cualitativas de los artículos que suministra el proveedor.

Desde el punto de vista cuantitativo la evaluación se realizará a través del siguiente indicador:

$$RC = \frac{\text{Cantidad de artículos aceptados}}{\text{Cantidad total de artículos recibidos}} * 100$$

Si:

- $RC \geq 90\%$ , la puntuación que recibe el parámetro será de 3.
- $70\% \leq RC < 90\%$ , la puntuación que recibe el parámetro será de 2.
- $RC < 70\%$ , la puntuación será de 1.

Desde el punto de vista cualitativo, la evaluación se realizará, comparando la calidad de las mercancías vendidas por el proveedor, con la calidad de otros productos similares que se ofertan en el mercado, según su cartera de proveedores.

- Si la calidad ofrecida es superior a la de productos similares en el mercado, la puntuación que recibe el parámetro será de 3.
- Si la calidad ofrecida es igual a la de productos similares en el mercado, la puntuación que recibe el parámetro será de 2.
- Si la calidad ofrecida es inferior a la de productos similares en el mercado, la puntuación que recibe el parámetro será de 1.

En el caso específico de calidad, se recomienda que debe evaluarse tanto cualitativa como cuantitativamente y la puntuación final del parámetro será el promedio entre las dos puntuaciones recibidas.

- **Cumplimiento del Tiempo de Entrega (CTE):** Evalúa el grado de cumplimiento de lo pactado; es decir, se valorará del total de solicitudes recibidas, cuántas han cumplido con los plazos de entregas acordados.

Desde el punto de vista cuantitativo será a través del siguiente indicador:

$$CTE = \frac{\text{Cantidad de solicitudes recibidas en el tiempo acordado}}{\text{Total de solicitudes recibidas}} * 100$$

Si:

- $CTE \geq 90\%$ , la puntuación que recibe el parámetro será de 3.
- $70\% \leq CTE < 90\%$ , la puntuación que recibe el parámetro será de 2.
- $CTE < 70\%$ , la puntuación será de 1.

Desde el punto de vista cualitativo, la evaluación se realizará a través de la siguiente relación.

- Tiempo de entrega real = Tiempo de entrega acordado, la puntuación que recibe el parámetro será 3.
  - Tiempo de entrega real = Tiempo de entrega acordado + 1 ó 2 intervalos de tiempo<sup>2</sup>, la puntuación que recibe el parámetro será de 2.
  - Tiempo de entrega real = tiempo de entrega acordado + 3 ó más intervalos de tiempo, la puntuación que recibe el parámetro será de 1.
- **Flexibilidad (F):** Mide el grado de respuesta del proveedor frente a nuevos requerimientos de la organización, que no estén contemplados en los contratos efectuados. Este parámetro es muy difícil evaluar desde el punto de vista cuantitativo, por lo que se propone sea evaluado solo cualitativamente, de la forma siguiente.

---

<sup>2</sup> Los intervalos de tiempo estará en dependencia de las características del aprovisionamiento y los tiempos de suministro

- Si no se producen variaciones con respecto a los contratos, o si la respuesta del suministrador ante una variación es satisfactoria, la puntuación que recibe el parámetro será de 3.
  - Si la respuesta es medianamente satisfactoria, la puntuación que recibe el parámetro será de 2.
  - Si la respuesta es poco satisfactoria o no se aceptan cambios, la puntuación que recibe el parámetro será de 1.
- **Faltantes en la entrega (FE):** Evalúa el grado de cumplimiento de las cantidades solicitadas en cada pedido cuantitativamente, a través del siguiente indicador:

$$FE = \frac{\text{Cantidad de artículos o lotes recibidos}}{\text{Cantidad de artículos o lotes solicitados}} * 100$$

Si:

- $FE \geq 90\%$ , la puntuación que recibe el parámetro será de 3.
  - $70\% \leq FE < 90\%$ , la puntuación que recibe el parámetro será de 2.
  - $FE < 70\%$ , la puntuación que recibe el parámetro será de 1.
- **Precios (P):** Valora si los precios ofertados son adecuados o no, a través, de la relación entre el precio mínimo establecido por el mercado (PM) y el precio planteado por el suministrador (PS)

Si:

- $PS < PM$ , la puntuación que recibe el parámetro será de 3.
  - $PS = PM$ , la puntuación que recibe el parámetro será de 2.
  - $PS > PM$ , la puntuación que recibe el parámetro será de 1.
- **Estabilidad del Suministro con relación a la disponibilidad del producto (ES):** Evalúa el grado de estabilidad que presenta el suministrador, con respecto a la disponibilidad de los productos en el momento que se soliciten.
    - Si el suministrador mantiene una oferta estable, la evaluación que recibe el parámetro será de 3.
    - Si el suministrador mantiene una oferta poco estable, pero con cierta frecuencia, el parámetro será evaluado de 2.
    - Si el suministrador presenta una oferta muy inestable o eventual, la evaluación que recibe el parámetro será de 1.

La periodicidad de las evaluaciones debe ser determinada por la empresa, de acuerdo a las características de cada proveedor. Aunque resulta interesante señalar que en el caso de las empresas cubanas se propone como mínimo una evaluación anual.

### **Segunda Etapa: Diseño de políticas de inventario mediante el uso de modelos económico – matemáticos.**

En esta etapa, es donde se diseñan específicamente las políticas de inventario, que debe seguir la organización para realizar eficientemente la gestión de los mismos. A continuación, se explica cada una de los procesos que son necesarios llevar a cabo en esta etapa.

#### **Clasificación de los productos.**

El objetivo de clasificar los productos que integran el inventario, está dado por la necesidad de diferenciar los artículos que conforman el mismo, para que en dependencia del grado de importancia que cada uno represente en el desempeño eficiente y eficaz de la organización objeto de estudio, establecer estrategias diferenciadas para su gestión.

El método ABC conocido también como regla 20-80, constituye una de las técnicas universalmente más aplicadas para seleccionar aquellos elementos más importantes dentro de un colectivo determinado. Se fundamenta en el aporte del economista italiano Wilfredo Pareto, el cual observó en un estudio realizado en 1897 sobre la distribución de los ingresos, que un gran porcentaje de los mismos estaba concentrado en las manos de un pequeño porcentaje de la población.

Basándose en el principio de Pareto y en sus propias experiencias prácticas el norteamericano H. Ford Dickie, en 1951, presentó un método de clasificación que respondía de forma general al siguiente planteamiento: *“En cualquier clasificación de los inventarios una pequeña fracción expresada en términos de elementos representa una fracción mayoritaria en términos de efecto”*. (Heizer & Render, 1998, pág. 135)

A tales efectos, el ABC es un sistema de clasificación, en el cual se dividen todos los artículos, en tres grupos: A-B-C. Estos grupos se establecen a partir de un parámetro base cuantificable, de forma tal, que se centre el control sobre los artículos más importantes. De esta manera, el esfuerzo y el costo de la gestión serán proporcionales

a la importancia del producto. Este agrupamiento es arbitrario; pueden crearse otros grupos aunque en la práctica empresarial se prefieran estos tres.

Es un hecho comprobado empíricamente, que la mayor parte del valor invertido en inventario se concentra en un pequeño número de productos, y buena parte del importe de las compras se les retribuye a pocos proveedores.

De modo que, aplicado a los inventarios, si se toma como referencia el parámetro ventas, en términos de ABC, esto significaría que: **el 80% de las ventas de una empresa son generadas por el 20% de sus productos**; por consiguiente, si se refiere al aprovisionamiento de los productos en términos de costo de adquisición, se podrá inferir que, **el 80% del valor invertido en stocks, es generado por el 20% de los productos que forman el inventario**. De esta manera, el mayor control debe ejercerse sólo sobre el 20 % de los productos que forman el inventario. *¿Será válida esta conclusión, si lo que se trata es de gestionar eficiente y eficazmente los inventarios de una organización?*

Es evidente que, el parámetro elegido condiciona la importancia del producto y cuando se habla de gestión de inventarios, no se puede focalizar el problema sólo en función de lo que, en términos de costos de adquisición signifique para la entidad, pues existen un conjunto de factores, tanto de índole cuantitativo como cualitativo, que resultan de vital importancia para el buen desempeño de la organización.

Por ejemplo, existen productos en inventario que, a pesar de no representar en términos de **valor invertido** un producto importante para la organización, una gestión no adecuada de los mismos podría traer graves consecuencias, por lo que en términos de **valor de uso** representa.

Por tanto, el método ABC utilizado hasta ahora, basado en un sólo parámetro para clasificar los artículos objeto de inventario, no resuelve el problema en cuestión. De ahí, la necesidad de utilizar más de un criterio para realizar dicha clasificación.

### **El Método ABC multicriterio<sup>3</sup>.**

---

<sup>3</sup> El método fue desarrollado por la autora constituyendo uno de los aportes de la tesis doctoral (Ortiz Torres, 2004)

El método permite relacionar diferentes factores o criterios, en función del grado de importancia que los mismos representen, y de esta forma llegar a realizar una clasificación ABC con enfoque multicriterio.

El mismo consta de diferentes pasos que se relacionan a continuación:

**Paso 1: Determinar los factores que medirán el grado de importancia de cada producto.**

Para ello, se utilizará la siguiente notación:

i: Número de factores o criterios seleccionados  $i=1,2,\dots,m$

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

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

Para ello se utilizará una escala de 1 – 3 de la siguiente forma:

**Alto Impacto: 3;      Impacto Medio: 2;      Bajo Impacto: 1**

**Paso 3: Determinar los rangos de valores para los diferentes grupos A-B-C, de la forma siguiente:**

Se denotará por  $X_{ij}$ : Evaluación otorgada al factor 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 factor i, denotada por  $ET_j$ , es decir:

$$ET_j = \sum_{i=1}^m X_{ij} \quad i=1,2,\dots, m; \quad j=1,2,\dots, n$$

- Establecer los rangos para cada grupo de la forma siguiente :

- ⇒ **Grupo A: Para Valores de  $ET_j = (2*(m-1)+3 ; 3*m)$**
- ⇒ **Grupo B: Para Valores de  $ET_j = (m+2 ; 2*m)$**
- ⇒ **Grupo C: Para Valores de  $ET_j = (m ; m+1)$**

Los rangos de valores para cada grupo garantizan que, si al menos, un factor es evaluado de alto impacto en un producto, aunque el resto sea evaluado de bajo impacto, el producto nunca clasificará dentro del grupo C, que es precisamente el grupo que, una vez diseñadas las estrategias de gestión de inventarios requerirá menos esfuerzo.

A continuación se describe la aplicación del método ABC multicriterio, en las empresas estudiadas. Para ello, dada las características de dichas organizaciones, así como, la información disponible, se consideró, como factores de mayor interés los siguientes:

### **Paso 1: Factores seleccionados.**

1. Valor del producto en inventario, expresado en términos del precio de compra del producto.
2. Importancia del producto en el servicio que presta la organización, por su valor de uso.
3. Riesgos de robo.
4. Riesgo de obsolescencia.
5. Riesgo en el suministro. Se refiere a escasez del producto en el mercado o la dificultad para adquirirlo, es decir, se relaciona con la disponibilidad del producto en el mercado.
6. Plazo de entrega del suministrador. Se refiere al tiempo que demora el suministrador en abastecer el producto, una vez que recibe la solicitud.

### **Paso 2: Forma de evaluar cada uno de los factores seleccionados:**

#### **1. Valor del producto en inventario.** Se procederá de la forma siguiente:

1. Determinar el valor anual de cada producto, multiplicando el precio de compra o costo de adquisición por la cantidad de producto vendido o consumido en el año.
2. Ordenar de forma decreciente los productos de acuerdo con su valor.
3. Calcular el porcentaje de cada producto, con relación al valor total y acumularlo.
4. Evaluar el impacto a partir de los siguientes rangos de valores.
  - De 0 – 79.9 → **Alto (3)**
  - De 80 – 94.99 → **Medio (2)**
  - De 95 – 100 → **Bajo (1)**

**2. Importancia por su valor de uso.** Para evaluar este factor, entre otros, se deben considerar los siguientes aspectos: si existen en el mercado productos sustitutos, la estabilidad con que es demandado el producto y las consecuencias que traería para la empresa no disponer del mismo en un momento determinado.

**3. Riesgos de robos** Con relación al riesgo de robo, al evaluarlo, debe considerarse; si el producto potencialmente puede satisfacer una necesidad fuera de la empresa, y dada las características de mismo puede ser susceptible a ser robado.

**4. Riesgos de obsolescencia:** Con respecto a la obsolescencia, está claro que se refiere, a aquellos productos, que pueden caducar en una fecha determinada o que tecnológicamente se puedan volver obsoletos.

**5. Riesgo en el suministro.** El riesgo en el suministro, se refiere a la estabilidad de la oferta de un determinado producto, es decir, si la oferta para un determinado producto es estable, el producto no posee riesgo, en cambio cuando se dificulta su adquisición en el mercado, entonces si debe considerarse que existe riesgo en el suministro.

**6. Plazo de entrega del suministrador.** Se evaluará de acuerdo a los siguientes parámetros.

1. Si es un valor desconocido o con mucha fluctuación. **Alto (3)**
2. Si es un valor como promedio conocido o se mueve en un rango de valores conocidos. **Medio (2)**
3. Si es un valor conocido y constante. **Bajo (1)**

**Paso 3: Intervalos para la determinación de los grupos en función de los 5 factores considerados:**

- ⇒ **Grupo A: Para Valores de ETj comprendidos entre 13 y 18**
- ⇒ **Grupo B: Para Valores de ETj comprendidos entre 8 y 12**
- ⇒ **Grupo C: Para Valores de ETj comprendidos entre 6 y 7**

Es importante señalar, que dada las características de las empresas estudiadas, se propuso la utilización de los 6 factores señalados anteriormente. Sin embargo, el método puede emplearse, no sólo en términos de gestión de inventarios, por lo que, en dependencia del objetivo que se persiga con la utilización del mismo, así como, las

características de las organizaciones donde pretenda aplicarse, pudieran incluirse otros factores o eliminar alguno de los planteados.

### **Proyección de la demanda.**

Es importante, realizar los planes de compras, sin incurrir en excesos de inventarios, pues estos excesos repercuten luego, en la elevación de los costos de conservación y en el incremento de los inventarios ociosos o de lento movimiento. Por otra parte, el no prever las necesidades reales, puede traer como consecuencia niveles muy bajos de inventarios, incrementándose el costo por ruptura de stocks o agotamiento de existencias e incluso llegando a comprometer el ciclo de operaciones de la empresa.

De ahí que determinar para cada artículo del inventario, las cantidades requeridas por la organización para el cumplimiento de su misión, teniendo en cuenta la estrategia definida por la organización y orientados siempre a las necesidades del cliente es un aspecto clave en la gestión de inventarios

La proyección de la demanda, en este sentido, se caracteriza por la necesidad de elaborar gran cantidad de pronósticos, de gran cantidad de artículos, generalmente para períodos cortos. Es importante señalar que antes de proyectar la demanda, la empresa debe analizar los siguientes factores que condicionan el proceso de proyección:

#### ◆ Análisis de los clientes.

Asociado a este factor, se requiere conocer la máxima información posible sobre su comportamiento, entre las que se destacan:

- Características en cuanto a hábitos de consumo.
- Tamaño y frecuencia de los pedidos.
- Uniformidad de la demanda.
- Posibilidad de diferir demanda insatisfecha.

#### ◆ Clasificación de la demanda.

La demanda puede ser clasificada atendiendo a diferentes criterios. Dentro de éstos se consideran tres de vital importancia, a los efectos de la propuesta de procedimiento que se presenta:

- Según sea el nivel de dependencia de la demanda: Dependiente o Independiente. Se considera demanda independiente, a aquella que se ve influenciada directamente por las condiciones del mercado, y por tanto, es independiente a la demanda de cualquier otro artículo. Se considera demanda

dependiente, a aquella que está relacionada directamente con la demanda de otro artículo; se relaciona, fundamentalmente, con la demanda de partes o piezas de ensamble, así como, de productos en proceso, por lo que la misma es generada mediante un programa de producción o venta.

- En función del comportamiento que tenga la demanda: Determinista o Aleatoria. Se considera determinista, cuando se conoce exactamente la cantidad y el momento en que va a ser necesitada. Es aleatoria, cuando no se conoce con certeza la cantidad y el momento en que van a ser necesitados los artículos, pero si es posible conocer la distribución de probabilidades que sigue el comportamiento de la misma.
- Según la frecuencia con que es demandado el producto, a lo largo del tiempo: Se agrupan en Movimiento frecuente o lento movimiento. Se considera movimiento frecuente, cuando un producto es demandado con regularidad, independientemente de la cantidad que se solicite; por tanto, si un determinado producto es demandado frecuentemente, aunque cada vez que se demande sea sólo una unidad, se puede afirmar que es de movimiento frecuente. Se consideran de lento movimiento, aquellos productos que no se demandan frecuentemente, independientemente de la cantidad que se solicite, por lo que si un determinado producto es demandado en un período y no es demandado regularmente en los períodos que siguen, aunque cada vez que se necesite sea en grandes cantidades, se dice que es de lento movimiento.

Es importante destacar para determinar si un producto es demandado o no regularmente es imprescindible verificar que, habiendo existencias en almacén, no se produzcan salidas regularmente durante períodos consecutivos.

Otros aspectos importantes a considerar, para determinar el sistema de gestión de inventarios que debe emplearse con cada artículo o grupo de artículos, es el modelo general de demanda esperada. En este sentido se pueden señalar tres grupos:

**Demanda Estable.** Es aquella en la que, aunque el valor de la demanda varía, lo hace alrededor de una cifra constante a lo largo del tiempo. Por lo tanto, no hay evidencia de ninguna tendencia creciente o decreciente.

**Demanda con Tendencia.** Es aquella en la que el valor medio de la demanda varía con el tiempo, mostrando una tendencia creciente o decreciente.

Demanda Estacional. Es aquella que muestra una variación en la demanda media en diferentes puntos del ciclo de planificación, y esta variación puede relacionarse con determinados factores del mercado, que tienen influencia en el comportamiento de la misma.

Por lo general, los sistemas de inventarios contienen una gran cantidad de artículos, de ahí que, un análisis completo, artículo por artículo puede ser sumamente laborioso. Es por ello que, el personal involucrado en la tarea debe aplicar sus conocimientos y experiencias para establecer la categoría de cada artículo, antes de realizar las proyecciones correspondientes.

- ◆ Previsión de las necesidades.

La previsión de las necesidades incluye dos elementos importantes:

- Estimación de las ventas futuras mediante el uso de modelos de pronóstico.

Consiste en determinar, con el empleo de métodos de pronósticos, las demandas. Para ello, es necesario seleccionar el método más adecuado, en dependencia de las características de la organización objeto de estudio y ejecutarlo.

Los métodos para proyectar las demandas futuras de un producto se pueden agrupar en tres grandes grupos:

- Métodos Cualitativos.
- Proyección de Series Temporales.
- Modelos Causales de Pronóstico.

Para artículos con demanda independiente y aleatoria, en la mayor parte de la bibliografía consultada, se plantea utilizar los modelos de pronósticos basados en series de tiempo y, dentro de éstos, el Alisamiento Exponencial.

Se considera que este método es factible a ser utilizado bajo las siguientes condiciones:

- ✓ Necesidad de realizar pronósticos para un gran número de artículos.
- ✓ Disponibilidad de datos históricos en la organización para predecir el comportamiento futuro de la demanda, considerando que el comportamiento futuro seguirá la tendencia del pasado.
- ✓ Horizonte del pronóstico relativamente corto.

- ✓ La información disponible acerca de las posibles relaciones causa efecto, entre la demanda de un producto y los factores independientes que actúan sobre ella es escasa o no existe.
- ✓ Disponibilidad de medios de cómputo automatizados y sistemas o paquetes informáticos que incluyan la utilización de dicho método de pronóstico.

Sin embargo, cuando estas condiciones no están presentes en la organización, se propone utilizar métodos cualitativos de pronóstico, basados en la elaboración de escenarios alternativos.

La elaboración de escenarios alternativos permite analizar con mayor efectividad los posibles cambios del entorno. De esta forma, la organización dispone de diferentes alternativas en el proceso de toma de decisiones.

Dada las características de las empresas estudiadas, en el procedimiento se propone que para la elaboración de los escenarios alternativos la empresa tome como base, la demanda real que se hubiera producido en el año anterior, quiere esto decir, que no sólo tenga en cuenta las salidas de almacén, sino que en casos que no se hayan producido salidas, por agotamiento de existencias, determinar cuál hubiera sido la posible demanda, tomando como referencia las salidas de periodos anteriores y el criterio de los expertos de la organización. A partir de esta información, que refleja el comportamiento más real de la demanda, se pueden proyectar los escenarios, teniendo en cuenta, los por cientos de crecimiento que se planifiquen o las investigaciones de mercados que pudieran realizarse.

Es importante señalar, que aun, cuando estuvieran presentes las condiciones para realizar los pronósticos por el método de Alisamiento Exponencial, se considera, que no debe desecharse la posibilidad de realizar los escenarios alternativos.

- Ajuste de la estimación que refleje los cambios en las expectativas de las ventas futuras (corrección del pronóstico)

En la fase de corrección del pronóstico, los resultados obtenidos son sometidos a juicios de los expertos involucrados en el proceso de proyección. Aquí se integran las técnicas cuantitativas con los métodos cualitativos, para de esta forma, complementar los resultados obtenidos, dando como resultado, un nivel de demanda futura más cercana a la realidad.

### **Asignación de inventarios de seguridad.**

En condiciones de demanda y tiempo de entrega aleatorios, existe la posibilidad de incurrir agotamiento de existencias, con sus incidencias negativas, tanto en la calidad del servicio prestado, como en los incrementos innecesarios de costos que pueden presentarse por este concepto.

En consecuencia, es necesario disponer de cantidades adicionales de productos almacenados. Este inventario se denomina Inventario de Seguridad. Es precisamente el objetivo de este proceso determinar el mismo, de forma tal que se establezca un balance adecuado entre el servicio prestado al cliente, y los costos generados por este concepto para la organización.

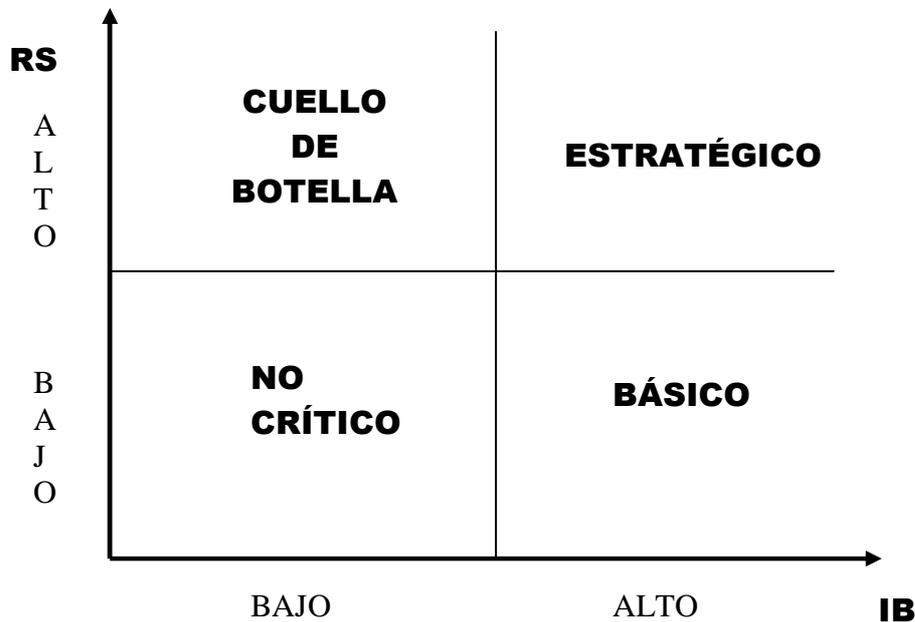
El inventario de seguridad posee dos magnitudes bien diferenciadas:

- El que protege al inventario contra la aleatoriedad de la demanda.
- El que protege al inventario contra la aleatoriedad del tiempo de entrega.

Dicho inventario de seguridad dependerá, por tanto, de las desviaciones que presenta, tanto el consumo de los clientes, como el plazo de entrega de los suministradores. Es por ello que es necesaria una nueva clasificación de los artículos, en esta ocasión con la finalidad de diferenciar el tipo de inventario de seguridad que se requiere en cada caso. Para ello, se propone utilizar la matriz IB/RS: Impacto en el beneficio, Riesgo en el suministro. 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.

**Diagrama No 1: Matriz Impacto en el Beneficio/Riesgo en el Suministro. IB/RS.**



El impacto que tienen los artículos en la organización, puede ser expresado según diferentes criterios, entre los que se destacan:

- Nivel de incidencia del artículo en la calidad del producto o servicio final de la organización.
- Margen de contribución del artículo a la organización.
- Trascendencia del artículo en la imagen de la organización.

El riesgo en el suministro puede ser evaluado a través de diversos factores, entre los que se destacan:

- Variabilidad en el tiempo de entrega del suministrador.
- Variabilidad en las cantidades entregadas.
- Estabilidad del suministrador en cuanto a disponibilidad del producto.

A pesar de que, en la bibliografía especializada, se reconoce que existen diversos factores que evalúan, tanto el impacto en el beneficio como el riesgo en el suministro; cuando se utiliza dicha matriz con el objetivo de establecer inventarios de seguridad, por lo general, se escoge un sólo factor en cada caso, y no se aplica el enfoque multicriterio. Sin embargo, la autora considera, que es necesario establecer el enfoque multicriterio a la hora de utilizar dicha matriz, pues de esa forma, los resultados

obtenidos, revelan mejor la ubicación de cada producto en cada uno de los cuadrantes, y con ello la determinación del inventario de seguridad.

### **La Matriz IB/RS con enfoque multicriterio.**

La matriz IB/RS con enfoque multicriterio, utilizada se desarrolló tomando como base, los resultados de las evaluaciones obtenidas en algunos de los factores utilizados en el método ABC multicriterio para la gestión de inventarios descrito con anterioridad.

Para medir el **Impacto en el Beneficio** se utilizaran los factores:

- **valor del producto.**
- **valor de uso.**

Para medir el **Riesgo en el Suministro** se utilizaran los factores:

- **riesgo en el suministro.**
- **plazo de entrega del suministrador.**

Como esta matriz clasifica cada factor en dos escalas: alto y bajo, y la clasificación ABC utiliza tres escalas, se propone lo siguiente:

#### **Se considerará de alto impacto:**

- Si obtuvo calificación de alto en ambos factores.
- Si obtuvo un factor con calificación de alto y otro factor con calificación de medio.
- Si obtuvo un factor con calificación de alto y otro factor con calificación de bajo.
- Si obtuvo calificación de medio en ambos factores.

#### **Se considerará de bajo impacto:**

- Si obtuvo calificación de bajo en ambos factores.
- Si obtuvo calificación de bajo en un factor y medio en el otro factor.

A partir de esta clasificación, los inventarios de seguridad se asignan, teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

1. **Artículos básicos:** Se asignaran inventarios de seguridad que proteja contra la aleatoriedad de la demanda, debido a que el impacto en el beneficio es alto y el riesgo en el suministro es bajo. Las expresiones matemáticas para su cálculo, estarán en dependencia del modelo matemático que se utilice.

2. **Artículos cuello de botella:** Se asignará el inventario de seguridad que proteja contra la aleatoriedad del tiempo de entrega, debido a que el riesgo en el suministro es alto y el impacto en el beneficio es bajo. Las expresiones matemáticas para su cálculo, estarán en dependencia del modelo matemático que se utilice.
3. **Artículos no críticos:** En este caso, no se necesita protección o se necesita protección mínima, debido a que el riesgo en el suministro es bajo, al igual que el impacto del artículo en el beneficio de la organización. Por lo que no se asignarán inventarios de seguridad.
4. **Artículos estratégicos:** Se asignará el inventario de seguridad que proteja contra la aleatoriedad de la demanda y del tiempo de entrega a la vez, ya que es alto, tanto el impacto en el beneficio como el riesgo en el suministro. Las expresiones matemáticas para su cálculo, estarán en dependencia del modelo matemático que se utilice.

Por otra parte, el cálculo del inventario de seguridad está ligado a la determinación de la probabilidad de que un artículo se encuentre en existencia cuando es demandado. Esta probabilidad se puede calcular enfrentando los costos relevantes que entran en contradicción: el costo de conservación del inventario y el costo de ruptura de stocks o agotamiento de existencia. Dada la dificultad real que existe para el cálculo de este último, se recomienda utilizar el concepto de nivel de servicio.

Existen diferentes definiciones con relación al nivel de servicio, pero en lo que la mayoría de los autores coinciden, es en que dicho concepto está asociado a la disponibilidad de un producto o la confiabilidad del cumplimiento en un plazo, dado que son estos los elementos de mayor impacto en la apreciación que se hace el cliente del servicio que recibe. En dependencia de ello, el nivel de servicio puede expresarse como:

- El porcentaje de veces que se satisfacen las solicitudes de los clientes sin presentarse ruptura de stocks. En este caso el concepto está asociado a disponibilidad.
- El porcentaje de veces que los plazos acordados con los clientes son cumplidos.

Corresponde a la dirección de la empresa, siguiendo sus estrategias, establecer el nivel de servicio que está dispuesta a ofrecer a sus clientes, que no sólo tendrá en cuenta los requerimientos del mercado, sino las implicaciones que en términos de

costos traería para la entidad. Una vez fijado, el gestor de stocks lo toma como directriz y lo incorpora a sus métodos de cálculo como elemento de gestión. Es importante destacar que todos los productos no tienen necesariamente que tener el mismo nivel de servicio, podrían diferenciarse en función de la clasificación ABC multicriterio.

Por tanto, la determinación del Inventario de Seguridad estará ligada, a la percepción que se tenga de las desviaciones, tanto del consumo como del tiempo de entrega, y al grado de fiabilidad o “nivel de servicio”, que la organización esté dispuesta a ofrecer a sus clientes; lo cual se ve reflejado, en las expresiones matemáticas utilizadas para su cálculo.

### **Determinación de los costos de aprovisionamiento.**

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.

La clasificación habitual de costos que se utiliza en los sistemas de gestión de inventarios es la siguiente:

- Costo de adquisición de los productos.
- Costos de lanzamiento del pedido.
- Costo asociado a la conservación de los productos en el almacén.
- Costos de rupturas de stocks.

En la práctica, los costos asociados a los sistemas de gestión de inventarios, no son fáciles de estimar, y sólo los costos significativos deben ser tenidos en cuenta. A continuación, se muestra el contenido de cada uno de los costos antes mencionados, así como las partidas significativas que los conforman.

#### **➤ Costo de adquisición de los productos.**

Expresa el valor de los productos almacenados, por lo que se relaciona con el precio de compra de los artículos objeto de aprovisionamiento.

#### **➤ Costo de lanzamiento del pedido.**

Se entiende por costo de lanzamiento del pedido, al conjunto de gastos en que incurre la empresa, al preparar y enviar las solicitudes a los proveedores.

A continuación se relacionan los principales elementos que intervienen en la formación de dicho costo. (Pau i Cos & Gasca, 1998. )

- ◆ Personal del área de compras. Dentro de este concepto, se incluyen todos los costos relacionados con las personas que laboran en dicha área, directamente relacionados con la función de aprovisionamiento de los productos en el almacén. Las partidas fundamentales que lo conforman son:
  - Salarios.
  - Seguridad social.
  - Otros gastos de personal.
- ◆ Gastos generales del área de compras para la gestión de los pedidos.
- ◆ Gastos en correspondencia y comunicaciones por la emisión, envío y control de los pedidos realizados a proveedores.

Este costo debe expresarse por pedido y nunca por unidad de producto, pues el mismo se relaciona directamente con la cantidad de pedidos que realiza el área de compras, independientemente de las unidades que contengan cada pedido.

Su cálculo debe hacerse estableciendo la relación en forma de cociente entre el costo total de emisión de pedidos y el número de pedidos por línea o referencia de producto; de esa forma se relaciona la actividad del área de compras expresada por línea, con el costo total incurrido para realizar dicha actividad, proporcionando en cierta medida una noción de rentabilidad. (Pau i Cos & Gasca, 1998. )

Sin embargo, en la realidad empresarial cubana, es prácticamente imposible delimitar el costo total anual por línea o referencia de productos, como también resulta bastante difícil diferenciar la parte fija y variable que conforman dicho costo.

Debido a ello, coincidiendo con lo planteado por otros autores consultados se propone que la **determinación del costo de lanzamiento del pedido se realice sobre la base del cálculo del costo total anual del departamento de compras, o en su defecto del departamento encargado de las tareas de aprovisionamiento, dividido entre la cantidad de pedidos que se cursan durante el año.** El número de pedidos que se cursan durante el año, se calcula teniendo en cuenta las órdenes de compra que se emitan para cada proveedor. De esa forma, este costo queda expresado por lote o por pedido, asignando el mismo costo para todos los pedidos que se realicen.

Es importante destacar, que en ocasiones, asignar el mismo costo a todos los pedidos, no permite hacer un cálculo lo más ajustado posible a la realidad, por cuanto, la complejidad de la gestión no es la misma. Sin embargo, dada las comprobaciones práctica realizadas, que en empresas comerciales y de servicios, se pudo comprobar que la complejidad en la gestión no difiere mucho de un pedido al otro, no obstante, en caso que existiera tal diferencia, la diferenciación del costo de un pedido a otro, en cada una de las partidas que lo conforman, puede realizarse sobre la base de criterios de expertos.

➤ **Costo asociado a la conservación de los productos en el almacén.**

Se entiende por costo de almacenamiento o conservación, a todo el conjunto de gastos en que incurre la empresa por la manipulación, mantenimiento y conservación de los productos en el almacén.

Debe tenerse muy presente que, como este costo está referido a la conservación de los productos en el almacén, si se quiere optimizar el sistema de gestión de inventarios de la empresa, debe expresarse por unidad de producto y de tiempo conjuntamente, es decir, se debe conocer cuál será el costo por cada unidad de producto almacenado, en base al tiempo de referencia.

Debe señalarse que, para cada tipo de empresa existe una contabilidad adecuada y un tratamiento específico de los costos por partidas. No obstante, a continuación se relacionan los principales elementos que intervienen en la formación de dicho costo. (Pau i Cos & Gasca, 1998. )

- ◆ Costo del Espacio. Se entiende por costo de espacio al conjunto de gastos derivados de la utilización de un local donde se almacenan los productos. La empresa puede tener un local propio destinado al almacenamiento o puede alquilar un local con este fin; según sea el caso, la estructura de costos por este concepto, adquirirá configuraciones diferentes. Se relacionan a continuación las principales partidas que lo conforman:
  - Alquiler o Amortizaciones.
  - Reparaciones y Mantenimiento.
  - Seguros.
  - Impuestos.

Según sea el concepto para el cual se quiera utilizar, en el costo del espacio se pueden emplear diferentes unidades de medidas. La unidad de medida más frecuente para expresar el espacio es el metro cuadrado, pero, a los efectos de valorar el costo del espacio dentro del costo de almacenamiento y conservación de las mercancías, con el fin de optimizar la gestión de inventarios, se hace necesario expresar el mismo por unidad de producto almacenado.

Para expresarlo por unidad de producto, se debe entonces conocer el coeficiente estándar de ocupación, es decir, los metros cuadrados que son necesarios para almacenar una unidad de producto, de cada uno de los productos para cada línea o referencia. El resultado de aplicar este coeficiente estándar al costo obtenido por metro cuadrado, da la unidad de medida antes mencionada.

- ♦ Costo de las Instalaciones. Se entiende por costos de las instalaciones al conjunto de gastos relacionados con las distintas inversiones realizadas en el almacén, con el objetivo de mejorar su capacidad de almacenamiento y facilitar el manejo de las cargas. Este costo se encuentra directamente ligado al costo del espacio, por lo que en muchos casos es considerado como otro de sus componentes. Los costos asociados a esas instalaciones fijas tienen un tratamiento similar al costo del espacio.

La unidad de medida empleada para valorar este costo es, la relación entre el costo total de la instalación y la capacidad máxima de almacenamiento proporcionada por esas instalaciones. A los efectos de optimizar sistemas de inventario la capacidad debe estar expresada en términos de los productos que se almacenan, pues, como se planteó anteriormente, este costo se expresa por unidad de producto y de tiempo.

- ♦ Costos de Manipulación. Se entiende por costo de manipulación el que corresponde a los recursos empleados, tanto humanos como técnicos destinados a cubrir esta labor en el almacén. Las principales partidas que se asocian a este costo son.
  - Salarios y Gastos de Personal.
  - Alquiler o Amortización.
  - Reparaciones y mantenimiento.

Con relación a estas partidas reciben el mismo tratamiento que en los casos anteriores, pero referidas, en esta ocasión, al grupo de operarios destinados a las

tareas de manipulación de los productos y a los medios técnicos destinados a estos fines.

En este caso, es extremadamente difícil expresar este costo por unidad de producto, dado lo disímil que resultan los envases y las formas de presentación de cada uno de los productos ubicados en el almacén, y que son objeto de manipulación.

- ◆ Costos Financieros de Tenencias de Stock. Desde hace algún tiempo, existe en las empresas una tendencia generalizada a reducir en gran medida, sus stocks. El origen de esta tendencia está en el conocimiento que se tiene del capital invertido, e inmovilizado en forma de materiales y mercancías. Si este capital inmovilizado estuviera libre, podría emplearse en otras inversiones. Por ejemplo, la empresa podría depositarlo en una entidad financiera y obtener un interés por ello; también podría dedicarlo a inversiones que rindieran mayores intereses o emplearlo en la compra de equipos adicionales para ampliar sus capacidades, etc.

Por tanto, al decidir crear stocks, se está excluyendo la posibilidad de invertir el capital de otro modo. La no posesión de los rendimientos proporcionados por esta otra inversión significa un costo que se denomina Costo de Oportunidad o Costo Financiero.

La forma más común de valorar el Costo de Oportunidad o Costo Financiero, es aplicar a los capitales invertidos en stock, el interés financiero que se le aplica a la empresa cuando pretende conseguir capitales ajenos, o aplicar las tasas de rendimientos de otras inversiones que la empresa hubiera podido ejecutar con esos capitales.

- ◆ Costos de riesgo del inventario. Incluye lo relativo al deterioro, merma, robo, desperfectos y obsolescencia. Este tipo de costo puede estimarse como una pérdida directa del valor del producto, como el costo de volver a fabricar el producto o como el costo de suministrarlo desde otro almacén.
- ◆ Costos relacionados con las primas de los seguros que cubren riesgos directos sobre los productos almacenados. Este puede deducirse fácilmente cuando se calculan sobre una base unitaria, dado que las cantidades almacenadas y declaradas, determinan directamente el costo de esas primas. Sin embargo, puede resultar muy difícil el cálculo cuando se establecen seguros que cubran los

edificios y naves destinados a almacén, conjuntamente con el contenido de esos almacenes.

Como puede apreciarse, a pesar de que en la literatura especializada se indican algunas formas para el cálculo del costo de conservación en la unidad de medida que se requiere, es decir por unidad de producto y de tiempo, esto, en la mayoría de los casos, resulta prácticamente imposible de determinar, y al final, todos los costos de conservación del producto se transformarán en un porcentaje sobre su precio de compra. En la práctica, este porcentaje oscila entre un 20 y un 30%, aunque hay otros autores que afirman que el costo de conservación anual se encuentra entre el 15% y el 45% del valor del inventario promedio. (Gallagher & Watson, 1990., pág. 407)

Como consecuencia de lo anterior, se propone calcular el costo unitario de conservación como un porciento del precio de compra o costo de adquisición del producto, de la forma siguiente:

**Dividir el costo total de conservación en dos partidas. Una referida al almacenamiento propiamente dicho, que incluiría todas las partidas relacionadas con la manipulación y almacenamiento de las mercancías, y otra relacionada con el costo financiero de tenencia de stocks o costo de oportunidad del capital.**

- ✓ Con relación al costo unitario de almacenamiento, este costo se formulará como una fracción expresada en porciento del precio unitario o costo de adquisición de las mercancías. **La fracción se denotará por a, y será el resultado de dividir el costo total anual por concepto de almacenamiento y manipulación, teniendo en cuenta al personal del área de almacén relacionados con la manipulación y control de las mercancías, y las partidas referidas a la utilización del espacio, mermas, deterioro, etc., entre el inventario promedio anual.**
- ✓ Con relación al costo de oportunidad del capital, dadas las características de las empresas estudiadas, se aconseja utilizar **la tasa de interés que aplican las entidades bancarias a la empresa cuando le concede préstamos bancarios, denotando dicha fracción por i.**

Por tanto, el costo de conservación quedará determinado, como un porciento del precio unitario. El porciento a utilizar será la suma de las fracciones antes

mencionadas y será el mismo para cada producto. La expresión para su cálculo será entonces

$$Chj = (a + i)Cj$$

donde:

Chj: Costo unitario de conservación del producto j.

Cj: Precio de compra del producto j.

a: Fracción referida al costo de almacenamiento y manipulación.

i : Fracción referida al costo financiero de tenencia de stocks.

### ➤ Costo de ruptura de stocks.

Es el más difícil de establecer a priori, pues se corresponde con las afectaciones que ocasiona la falta de un artículo en inventario. Los principales criterios que se utilizan para valorar este costo son:

- ◆ Ingresos dejados de obtener por la pérdida o retardo de una venta, es decir, supone una reducción de los ingresos por ventas, tanto por la orden diferida en el tiempo cuando el cliente acepta que su demanda sea diferida, o una pérdida absoluta cuando el cliente no acepta que su demanda sea aplazada; en este caso, debe incluirse el riesgo de que el cliente se pase a la competencia.
- ◆ Pérdida de imagen de la entidad en el mercado de competidores.
- ◆ Incremento de los gastos por concepto de penalizaciones contractuales, paradas en el proceso de producción, etc.

A los efectos del procedimiento propuesto, el costo de ruptura de stocks, no es objeto de estudio, pues en los modelos matemáticos que se utilizan no se tienen en cuenta.

### **Selección de los modelos económico - matemáticos adecuados para la gestión de inventarios.**

Atendiendo al nivel de dependencia de la demanda, los modelos pueden agruparse en dos grandes categorías:

- Modelos de Reaprovisionamiento no Programado: Se utilizan para el manejo de los inventarios con demanda independiente.
- Modelos de Reaprovisionamiento Programado, los que se utilizan para el manejo de los inventarios con demanda dependiente. Los artículos se gestionan mediante filosofías de requerimientos. Los artículos que presentan este comportamiento no son objeto de estudio de este procedimiento.

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

- Modelos de Cantidad Fija de Reorden o Sistema de Revisión Continua. Según este sistema, se realiza un pedido cuando los inventarios decrecen hasta una cierta magnitud o “punto de pedido”. La cantidad a pedir será el “lote económico o lote óptimo”.
- Modelos de Período Fijo de Reorden o Sistema de Revisión Periódica. Según este sistema, se realiza un pedido cada cierto tiempo previamente establecido. La cantidad a pedir será la que restablece un cierto “nivel máximo de existencias” o “nivel objetivo”.

El objetivo de este proceso es, precisamente, determinar de los modelos de reaprovisionamiento no programado, qué modelos utilizar, teniendo en cuenta las circunstancias que pudieran presentarse en cada caso concreto.

Para ello es preciso antes de dar respuesta al problema de decisión, haber realizado lo siguiente:

- Diferenciar los productos de movimiento frecuente de los de lento movimiento.
- Clasificar los productos utilizando el Método ABC, con enfoque multicriterio.
- Establecer para cada producto la correspondencia producto – proveedor.

Es importante destacar que, tanto los modelos de Cantidad Fija de Reorden, como los modelos de Período Fijo de Reorden, son predominantemente modelos monoartículos, lo que supone que el control de cada artículo del inventario es independiente al de los demás. En la práctica, en la mayoría de los casos no se comporta así; quiere decir esto, que no se diseñan sistemas de control para cada artículo independiente, pues por lo general, siempre existen muchos artículos objeto de inventario en las empresas, y los sistemas de gestión y control que se establezcan deben contemplar a todos en su conjunto.

Es por esto que, partiendo de la relación producto proveedor, para los productos de movimiento frecuente, se ha establecido 2 grupos, y a partir de ello, se ha formulado una propuesta de modelos a utilizar en cada caso.

**Clasificación según la relación producto proveedor y propuesta de modelos a utilizar:**

**1. Varios productos servidos por un proveedor, o por varios proveedores. Lo importante a destacar en este grupo, es que cada proveedor suministra varios productos diferentes.**

Se considera que, cuando un proveedor ofrece una amplia gama de productos, es más factible, solicitar en un mismo pedido las cantidades necesarias para todos los productos, es decir, realizar pedidos multiartículos. De esta forma, se evita estar continuamente haciendo pedidos a un mismo proveedor, cada vez que el inventario de un producto iguale su punto de reorden

Es por ello que, para los productos que estén clasificados como A y B, se propone utilizar el modelo de Período Fijo de Reorden con demanda aleatoria (Sistema de Revisión Periódica).

Ronald Ballou, en su libro “Logística Empresarial, Planificación y Control” plantea que, “el problema básico cuando se decide realizar pedidos multiartículos, es determinar el tiempo entre revisiones común. Una vez determinado éste, se debe ajustar el nivel máximo de cada artículo teniendo en cuenta sus costos y su nivel de servicio” (Ballou R. H., 1991, pág. 442).

Las fórmulas básicas del modelo de revisión periódica para pedidos multiartículos pueden ser consultadas en (Ballou R. H., 1991, pág. 443)

Sin embargo, la utilización del modelo de revisión periódica para pedidos multiartículos, requiere que en la determinación de los costos de emisión por pedido, éstos se puedan dividir en costos comunes para todos los artículos que conforman el pedido y costos de emisión de pedido específicos para cada artículo. Esa división en la práctica, dadas las características de las organizaciones estudiadas, es prácticamente imposible de establecer.

Por lo que, se propone:

***Calcular el período revisión entre órdenes para cada producto por separado, y tomar el menor, como período de revisión para todos los productos por proveedor. De esta forma se garantiza, con inventarios de seguridad lo más pequeños posibles, que no se produzcan rupturas de stocks en ninguno de los productos, antes de efectuar la próxima revisión; el resto de las variables del sistema para cada producto se determina en función de dicho tiempo. En el caso***

***que sean varios los proveedores que ofertan un mismo producto, el tiempo de revisión debe ser común para todos los proveedores, para lo cual, se debe tomar el menor tiempo; la cantidad a pedir, en este caso, se distribuye por proveedor en función de las evaluaciones realizadas a los mismos, y de las relaciones que tenga la organización con cada uno de ellos.***

Adicionalmente se propone, para los artículos clasificados como A, la determinación de un punto de reorden según las fórmulas del modelo de Cantidad Fija de Reorden con demanda aleatoria. Con esto se garantiza que, si dado el comportamiento aleatorio de la demanda, en un período determinado se produjera una demanda excesiva, es posible que el inventario llegue al punto de reorden antes de haber concluido el período de revisión, entonces, es necesario hacer un pedido extra al proveedor o adelantar el periodo de revisión para todos los artículos que conforman el pedido. De esa forma, no se producirá ruptura de stocks, en los productos más importantes para la organización según la clasificación realizada.

**2. Un producto servido por un proveedor, o por varios proveedores. Lo importante a destacar en este grupo, es el hecho de que cada proveedor, sólo suministra un tipo determinado de producto.**

En este caso, si la organización, no tiene fijado un sistema de control que implique revisiones periódicas del inventario, y además, la organización dispone de medios que le permiten revisar continuamente sus niveles de inventario, es más factible utilizar el modelo de Cantidad Fija de Reorden con demanda aleatoria (Sistema de Revisión Continua) o Sistemas de Revisión MIN-MAX, pues éstos son más económicos, dado que requieren menores niveles de inventario de seguridad.

Es por ello, que se propone:

Para los productos clasificados como A y B utilizar el modelo de Cantidad Fija de Reorden o el Sistema de Revisión MIN-MAX para cada producto, en dependencia de las fluctuaciones de la demanda.

El modelo de Cantidad Fija de Reordenes factible de ser aplicado, cuando las fluctuaciones de la demanda se producen en pequeñas cantidades y, por tanto, el inventario se irá reduciendo hasta igualar el punto de reorden.

Sin embargo, si estas fluctuaciones se producen en grandes cantidades, por lo general, se pasará a estar por debajo del punto de reorden con bastante frecuencia, entonces, es necesaria una cantidad extra para evitar que el nivel de inventario descienda demasiado y se produzca ruptura de stock antes de que llegue el próximo pedido. Por lo que resulta más factible utilizar el sistema de revisión MIN-MAX.

Nótese que, cuando el producto es servido por un solo proveedor, las fórmulas básicas de los modelos correspondientes se ajustan perfectamente a la situación descrita. Sin embargo, cuando **son varios los proveedores para un mismo producto**, el problema está en, determinar el tiempo de entrega común para todos los proveedores, y en distribuir el tamaño del lote entre los mismos.

En este caso se propone:

***Tomar entre todos los proveedores el tiempo de entrega mayor, de esta forma se garantiza que no existan rupturas de stocks, y el tamaño del lote, se distribuya por proveedor, en función del resultado de las evaluaciones realizadas a los mismos y de las relaciones que tenga la organización con cada uno de ellos.***

Hasta estos momentos, en ninguno de los casos explicados anteriormente, se ha tenido en cuenta a los productos que clasificaron como C. Precisamente, por ser estos los menos importantes para la organización, no es necesario disponer de controles estrictos.

Es por ello que independientemente de la relación producto-proveedor, **se propone para los artículos que clasificaron como C, utilizar un sistema de Revisión Periódica, donde el tiempo de revisión se fije por criterio de expertos, y en función del mismo, calcular el resto de las variables.**

Para los productos de lento movimiento, independientemente del grupo en que hayan clasificado, se propone lo siguiente:

**Si no tienen riesgo en el suministro, se deben adquirir cuando sean necesarios. Si tienen riesgo en el suministro, se debe mantener stocks mínimos y el cálculo de los mismos, se debe hacer por criterio de los especialistas de la organización.**

No obstante, no se descarta la posibilidad de establecer políticas de inventario diferentes a las planteadas en este trabajo, pues en definitiva, la selección del sistema

de control de inventario a establecer, estará en dependencia de la estrategia de compras y aprovisionamiento que tenga definida la empresa, en correspondencia con su misión.

### **Tercera etapa: Control y actualización periódica de los resultados.**

Cualquier sistema necesita una retroalimentación efectiva para su buen funcionamiento. Esta última etapa permite esto; de ahí su importancia.

Se deben diseñar sistemas de control, en dependencia de las características y particularidades de cada empresa, que permitan detectar con rapidez situaciones no deseadas, teniendo en cuenta los cambios que se produzcan en el entorno, a fin de realizar las adecuaciones necesarias para que el sistema funcione.

El sistema de control diseñado debe tener en cuenta:

- la estrategia de aprovisionamiento que tenga definida la organización objeto de estudio.
- la estructura interna del proceso de aprovisionamiento en la organización objeto de estudio.
- la relación entre las diferentes áreas de la organización que intervienen en el proceso de aprovisionamiento.
- la captación de la información necesaria para el buen funcionamiento del proceso de aprovisionamiento.

Por otra parte, el sistema de control que se establezca debe permitir:

- conocer la situación que presentan los proveedores con los cuales la organización mantiene relaciones contractuales.
- conocer continuamente el mercado, para detectar con rapidez los nuevos productos que se ofertan y posibles proveedores.
- conocer a los clientes.
- una comunicación efectiva entre el personal de almacén y el personal de área de compras, para evitar que se realicen compras en momentos y cantidades no adecuadas
- una comunicación efectiva del personal de compras con el área de mercadotecnia, para evitar que se compren productos que no cumplan con los estándares de calidad requeridos o no sean de la preferencia de los clientes.

- un monitoreo continuo de las existencias cuando se establezcan sistemas de revisiones periódicas de los inventarios, para evitar la obsolescencia de productos almacenados.
- la actualización de los resultados obtenidos ante variaciones en los datos de partida.

## **CONCLUSIONES**

- Un aspecto importante a considerar en la primera etapa del procedimiento, es la caracterización de la función de aprovisionamiento, pues permite diagnosticar, la situación en que se encuentran los inventarios en la organización objeto de estudio, relacionándolo con el resto de los elementos que integran dicha función, y a partir de los resultados obtenidos, diseñar estrategias que le permitan dar solución a los problemas detectados.
- El método propuesto para la evaluación de proveedores, a pesar de que utiliza el promedio ponderado, que tiene en cuenta diferentes parámetros, técnica cuantitativa bastante utilizada para efectuar este tipo de evaluación; los parámetros seleccionados en este caso, se corresponden con los que más inciden en la realidad empresarial cubana, y además resulta novedoso, por combinar siempre que sea posible, criterios cuantitativos y cualitativos en el proceso de evaluación de cada uno de ellos.
- El método ABC con enfoque multicriterio, diseñado para evaluar el nivel de importancia de los artículos objeto de inventarios, constituye un instrumento novedoso y de gran utilidad práctica, pues la importancia del producto no sólo se condiciona a un factor, como es el caso del método ABC tradicional, sino se relaciona con un conjunto de factores, que inciden y tienen gran repercusión en la gestión de los inventarios en las empresas cubanas.
- Otro aspecto a destacar en el procedimiento propuesto, lo constituye el enfoque multicriterio utilizado en la matriz IB/RS, para la asignación de inventarios de seguridad, pues en este caso, para medir tanto el impacto en el beneficio, como el riesgo en el suministro, se tienen en cuenta más de un criterio; lo que hace novedoso y más efectiva su aplicación.
- El procedimiento de cálculo, para determinar los costos relevantes asociados a los sistemas de inventario, a partir de la información contable de la empresa, no resulta de gran complejidad para la organización, y se corresponde con los requerimientos de cada costo.
- La selección de los modelos económico-matemáticos, a utilizar en cada caso, no sólo se corresponde con el nivel de importancia del artículo para la organización,

sino que además tiene en cuenta, el movimiento del mismo en el periodo considerado, y la relación producto proveedor; lo cual le confiere un carácter novedoso.

- La evaluación económica realizada muestra que mediante la aplicación de los modelos propuestos para gestionar los inventarios, en cada una de las empresas donde el procedimiento fue aplicado, se logra disminuir el valor del inventario promedio de los productos objeto de estudio y un incremento de la rotación de inventarios, incidiendo positivamente en la rentabilidad de la empresa.

#### Bibliografía:

- Anaya Tejeros, J. J. ( 2000. ). *Logística Integral. La gestión operativa de la empresa*. Madrid. : Editorial ESIC.
- Ballou, R. H. (1999). *"Business logistics management: planning, organizing and controlling the supply chain"*. 4ta edition. Prentice Hall International.
- Ballou, R. H. (1991). *Logística Empresarial. Control y Planificación*. Madrid : Editorial Díaz Santos S.A.
- Gallagher, C., & Watson, H. ( 1990.). *Modelos Matemáticos para la toma de decisiones en Administración*. México: McGraw-Hill.
- Heizer, J., & Render, B. (1998). *Production and Operations Management*. New York: Prentice Hal.
- Ortiz Torres, M. (Diciembre de 2004). Procedimiento para la gestión de inventarios en empresas comerciales y de servicios. *Tesis doctoral* . La Habana, Cuba: Universidad de la Habana.
- Ortiz Torres, M., Felipe Valdés, P., & Rodríguez Aynat, B. (Noviembre de 2006). Experiencias en la aplicación del procedimiento Gisercom para la gestión de inventarios. *Ponencia presentada a Evento 43 Aniversario de Estudios Económicos en Cuba* . La Habana, Cuba.
- Pau i Cos, J., & Gasca, R. d. (1998. ). *"Manual de Logística Integral"*. Madrid.: Díaz Santos.
- Poirnier, C. C. (2000). *Administración de la cadena de aprovisionamiento. Como construir una ventaja competitiva sostenida*. Editorial Oxford University Press.