

# INVENTORY MANAGEMENT AS A STRATEGIC FACTOR IN BUSINESS ADMINISTRATION

## LA GESTIÓN DE INVENTARIO COMO FACTOR ESTRATÉGICO EN LA ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS



Irma Yolanda Garrido Bayas <sup>1</sup>



Magda Cejas Martínez <sup>2</sup>

### RESUMEN:

Las Pymes en la actualidad representan un porcentaje económico y financiero de la economía de los países, en el Ecuador este sector simboliza un 40% de la economía. El objetivo fue analizar la efectividad de la gestión de inventarios a través de la aplicación de modelos matemáticos /estadísticos con el fin de destacar los costos inherentes al producto que se comercializa en las Pymes del Cantón Riobamba Ecuador. Como metodología se desarrolló las bases documentales y la aplicación de modelos matemáticos sustentados en herramientas estadísticas que permitieron planear y proyectar la administración de los productos. La muestra fue de tres empresas ubicadas en el cantón de Riobamba, se logró realizar el diagnóstico correspondiente de los costos y la cantidad requerida en los inventarios de los productos. Por tanto, una administración eficaz de los inventarios garantiza las ganancias de las pymes, aumenta los ingresos y el total de los activos.

**Palabras Clave:** Inventario; Pequeñas y Medianas Empresas; Gestión

### ABSTRACT

Pymes currently represent an economic and financial percentage of the economy of the countries, in the case of Ecuador at present this sector symbolizes 40% of the economy. The objective of the research work was to analyze the effectiveness of inventory management through the application of mathematical / statistical models in order to highlight the costs inherent to the product that is marketed in SMEs in the Canton Riobamba Ecuador. As methodology was developed the analysis of the documentary bases and the application of mathematical models based on statistical tools that allowed to plan and to project the administration of the products. The sample was represented by three companies located in the canton of Riobamba, where they were able to perform the corresponding diagnosis in terms of costs and the amount required in the inventories of the products. It is concluded that efficient inventory management is required to ensure the profits of SMEs, increase revenues and total assets.

**Keywords:** Inventory; Small and Medium Enterprises; Management

Recibido: 01 / 05 / 2017

Aceptado: 23 / 07 / 2017

---

<sup>1</sup> Ingeniera en Administración de Empresas. Magister en Gerencia Empresarial. Docente Tiempo Completo Escuela Superior Politécnica de Chimborazo Facultad de Administración de Empresas

<sup>2</sup> Doctora en Ciencias Empresariales. Doctora en Ciencias Sociales. Actualmente Docente Tiempo Completo Ocasional. Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE-Latacunga. Sangolquí, Ecuador  
Av. General Rumiñahui S/N y Paseo Escénico Santa. Miembro del grupo De Investigación GEUS. Universidad de Carabobo. Valencia. Venezuela.

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad la globalización de la economía, los grandes cambios tecnológicos en los procesos productivos, la evolución de los negocios, los avances en la productividad, la gestión y control de las actividades económicas-financieras; han incidido para que cada vez más exista una constante actualización de los modelos de gestión.

En este sentido, las organizaciones en el marco de la administración y finanzas permanentemente están en la búsqueda de aquellas explicaciones que giran en torno a los beneficios económicos, la creación de valor, las ventajas competitivas y el crecimiento de sus economías. En el último decenio se han producido una revolución en el campo de las tecnologías de la información y la comunicación (microelectrónicas, informáticas, tele comunicacionales, televisivas, radiofónicas) que han provocado cambios radicales en lo económico, administrativo y financiero. Todas estas tecnologías en la actualidad se han incorporado en plataformas comerciales en línea que han permitido reducir los costos lo que ha generado confianza en el mercado de las Pymes, permitiendo con ello que el comercio electrónico impulse oportunidades de crecimiento especialmente en aquellas empresas que han intervenido en la diversificación de sus mercados. Por tanto, el rol de la gerencia es crucial para el desarrollo de las ventajas competitivas, así como la incorporación de estrategias que faciliten el desarrollo de los recursos y capacidades además en el cómo promover procesos que conduzcan al establecimiento de ventajas competitivas sostenibles. Guerras y Navas (2016)

En este orden de ideas, es necesario la presencia en las Pymes de informaciones digitalizadas, también la de alianzas estratégicas que se constituyen en un solo fin, además de la toma de decisiones en proyectos comunes constituyéndose en esfuerzos comunes que generan valor para las empresas.

En el campo financiero las gestiones de inventario representan para las pymes una parte sustancial del activo circulante, siendo calificado como un elemento dentro de la categoría de activos evidenciados en el estado de una situación financiera. Dos son los escenarios que se han considerado en este estudio, en primer lugar, la necesidad de dependencia entre la empresa industrial y la producción de existencia de un determinado producto, y por otro se encuentra la demanda existente por parte del cliente, el cual espera que la empresa tenga la existencia del producto que demandan los clientes. Si no hay existencia del producto se corre el riesgo que el negocio pierda un cliente, incluso incide en la demanda del producto en el futuro, por lo tanto el inventario representa un importante capital de trabajo para las empresas; de igual manera los objetivos de tener un inventario apropiado está vinculado al aumento de la rentabilidad prediciendo con ello el impacto de las políticas internas de la empresa de acuerdo a los niveles de stock; buscando en este sentido minimizar el costo total de las actividades logísticas que aseguran el servicio que demanda un cliente. Lo anterior reafirma que se requiere de una administración eficaz de inventario lo cual puede determinar la necesidad de considerar las ganancias de las pymes, aumentar los ingresos y el total de activos. Se trate de materias primas, de producción en proceso o de productos terminados, por ello los objetivos de la gestión de inventario apuntan a reducir al mínimo posible los niveles

de existencias y asegurar el suministro del producto en el momento adecuado al área de producción o al cliente. Suarez Cervera (2012)

Ante estas consideraciones el objetivo de esta investigación analizar la efectividad de la gestión de inventarios a través de la aplicación de modelos matemáticos /estadísticos con el fin de destacar los costos inherentes al producto que se comercializa en las Pymes del Cantón Riobamba Ecuador. Finalmente se aplican diferentes modelos estadísticos para determinar la cantidad de pedidos requeridos, en este aspecto se presenta simulaciones en la aplicación de modelos de inventarios ajustado a la actividad productiva de las empresas Priman S.A., Motos Riobamba SA y Hornos de los Andes. Ante este escenario sería relevante formular como pregunta ¿De que manera se garantizaría la efectividad de la gestión de inventario a través de la aplicación de modelos asociados a una buena administración que garantice el éxito de la comercialización del producto?; por tanto deberá considerarse igualmente las siguientes interrogantes que permitió sustentar y/o soportar el proceso investigativo ¿Cuáles serían los aspectos a considerar para una gestión de inventario que responda a las PYMES?; ¿Qué modelos de gestión de inventario sustenta el proceso administrativo?; En que forma la optimización de recursos y actividades administrativas garantiza el proceso de abastecimiento y comercialización de productos?. Estas interrogantes permitieron sistematizar el proceso investigativo con la finalidad de lograr los resultados obtenidos en el estudio.

### **Objetivo General:**

Analizar la efectividad de la gestión de inventarios a través de la aplicación de modelos matemáticos /estadísticos con el fin de destacar los costos inherentes al producto que se comercializa en las Pymes del Cantón Riobamba Ecuador.

### **Objetivo Específicos**

1. Destacar la gestión de inventario en el marco de las pequeñas y medianas empresas.
2. Describir los modelos de gestión de inventarios como soportes administrativos en los procesos de planificación, dirección, control y evaluación.
3. Analizar los modelos que garantizan la gestión de inventarios, la optimización de recursos y actividades administrativas inherentes al proceso de abastecimiento y comercialización de los productos.

### **METODOLOGIA**

Para poder construir la estructura de la investigación, fue necesario decidir cómo y dónde se obtendría información para analizar el problema objeto de estudio, en este sentido se hizo necesario realizar la elección adecuada de las fuentes bibliográficas con el fin de garantizar la cientificidad del estudio, posteriormente como metodología se logró escoger en forma apropiada los métodos y técnicas relacionados con el desarrollo del trabajo de campo. Siguiendo a Vieytes (2012); Cerda (2010); Méndez (2012) en este trabajo se aplica una exploración sistemática a partir del marco teórico y se logra un diseño

metodológico en el que se expresa los procedimientos para la búsqueda de respuestas implicadas en el problema objeto de estudio.

El trabajo de campo se desarrolla a través del estudio de dos empresas ubicadas en la entidad territorial subnacional ecuatoriana que pertenece a la provincia de Chimborazo (Promin SA y Hornos los Andes ); las autoras considerando el respectivo rigor científico proceden a la incorporación de diversas estrategias a la aplicación de técnicas cuantitativas inherentes a los procesos de inventarios, es decir se escogen herramientas estadísticas así como también se incorporan diseños de modelos integrales de inventario que a su vez permiten el estudio de los productos de una empresa. La aplicación de los modelos estadísticos permitió analizar, sintetizar e interpretar los costos logísticos para precisar los precios de ventas justos de los artículos y las ganancias que se desean obtener. En este sentido, se aplicaron las técnicas que establecen los parámetros matemáticos y estadísticos de la gestión de operaciones que provee el estudio de los modelos de inventarios logrando analizar sistemáticamente la gestión administrativa a través de categorías tales como la basada en supuestos y/o asociada a la función de probabilidades.

## **DESARROLLO**

El inventario es por lo general, el mayor activo en el balance de una empresa y como consecuencia, los costos generados por inventarios representan uno de los mayores rubros que se reflejan en el estado de resultados, en este sentido cuando se evalúan las cuentas relacionadas con los inventarios- como forma básica- están presentes los siguientes componentes: Inventarios (inicial), Compras, Devoluciones en Compras, Gastos de Compras ,Ventas, Devoluciones en Ventas, Mercancías en Tránsito, Mercancías en Consignación, Inventarios (final) .

En este sentido los inventarios tienen como función flexibilizar las operaciones administrativas de esta manera los inventarios de productos se convierten en una necesidad absoluta dado que permite oportunidades de desarrollo y expansión en los procesos. De igual manera cabe destacar que otra de las funciones importantes en la gestión de inventario estaría articulada a la eliminación de irregularidades en la oferta, la compra o producción en lotes en exceso, esto permitiría la administración eficiente e integral de la empresa. En la actualidad muchos especialistas- *Mora y Martiliano (2014), Suarez Cervera (ob.cit),Heizer y Render (2010)*- coinciden en la tipología de diferentes inventarios, en la tabla 1 se identifican algunos de estos:

Tabla 1: Tipos de Inventarios

<b>Inventario Perpetuo</b>	Es aquel que se lleva en continuo acuerdo con las exigencias en el almacén.
<b>Intermitentes</b>	Este inventario se puede efectuar varias veces al año
<b>Final</b>	Este inventario se realiza al término del ejercicio económico,
<b>Inicial</b>	Se realiza al dar comienzo de las operaciones.
<b>Físico</b>	Es el inventario Real
<b>Mixto</b>	Pertenece a una clase determinada de mercancía
<b>Productos Terminados</b>	Son para todas las mercancías.
<b>Tránsito</b>	Son utilizados para sostener las operaciones y abastecer los conductos de las empresas con sus proveedores y clientes
<b>Materia Prima</b>	Representan existencias de los insumos básicos
<b>En Procesos</b>	Son los que se tienen a medida que se añade mano de obra, otras materias y de más costos indirectos
<b>Consignación</b>	Refiere la mercadería que se entrega para ser vendida pero el título de propiedad lo conserva el vendedor
<b>Máximo</b>	Es aquel que se mide en meses de demanda pronosticada.
<b>Inventario Mínimo</b>	Es la cantidad mínima del inventario a ser mantenida en el almacén.
<b>Disponible</b>	Aquel que está a disposición para la venta con productos terminados.
<b>Inventario en Línea</b>	Es aquel que aguarda a ser procesado en la línea de producción.
<b>Agregado</b>	Se aplica para administrar la exigencia del único artículo que representa un alto costo, para minimizar el impacto de este costo.
<b>Cuarentena</b>	Debe cumplir con un periodo de almacenamiento
<b>Previsión</b>	Se tienen para cumplir con una necesidad futura y definida.

Fuente: Garrido Bayas y Cejas, Martínez (2016) a partir de Suarez Cervera (2012)

Desde la perspectiva de los modelos de optimización de inventarios, en la literatura administrativa mencionan modelos de pronóstico de la demanda, calculo sugerido de compras, selección y certificado de proveedores, factores de conversión, áreas de almacenamiento, costos integrales de logísticas, de igual manera se tiene previsto en la administración de inventario los modelos de reaprovisionamiento no programado, reaprovisionamiento programado reaprovisionamiento periódico y reaprovisionamiento continuo.

De esta manera los procesos que se deben seguir con los inventarios tendrían que tomar en cuenta los aprovisionamientos existentes en la empresa. No obstante, en toda administración se requiere minimizar la inversión del inventario, puesto que los recursos que no se destinan a ese fin se pueden invertir en otros proyectos rentables así mismo habrá que asegurarse de que la empresa cuente con un inventario suficiente para hacer frente a la demanda cuando esta se presente y para que las operaciones de producción y ventas funcionen adecuadamente, esto implica que la gestión de inventarios debe planificar el inventario de materia prima, de los productos en proceso y el inventario de los productos terminados. El inventario de materias primas proporciona la flexibilidad a la empresa en sus compras, el inventario de artículos terminados permite a la organización mayor flexibilidad en la programación de su producción y en su mercadotecnia. Los grandes inventarios permiten, además, un servicio más eficiente a las demandas de los clientes.

Entre los diversos modelos de control de inventario que suelen estar presente en la administración financiera de una empresa estarían aquellos que se mencionan en la tabla 2:

Tabla 2: Modelos de Control de Inventarios

<b>MODELO</b>	<b>ALCANCE</b>
Modelo ABC	Este consiste en efectuar un análisis de los inventarios estableciendo la inversión o categorías de productos, con objeto de lograr un mayor control y atención sobre los inventarios, que por su número y monto merecen una vigilancia y atención permanente
Existencias de Reserva o Seguridad de Inventarios	Los inventarios de reserva a veces son mantenidos en forma de artículos semi terminados para balancear los requerimientos de producción de los diferentes procesos o departamentos de que consta la producción para poder ajustar las programaciones de la producción y surtir a tiempo.
Control de Inventarios Justo a Tiempo	Este modelo hace énfasis en que se adquieren los inventarios y se insertan en la producción en el momento en que se necesitan. Esto requiere de compras muy eficientes, proveedores muy confiables y un sistema eficiente de manejo de inventarios.
Costos de los Inventarios	La meta de la administración de inventarios consiste en proporcionar los que se requieren para mantener las operaciones al más bajo costo posible.

Fuente: Garrido Bayas y Cejas, Martínez (2016)

Por lo expuesto con antelación se destaca que el modelo de Gestión de Inventario es aquel que ofrece planificación, orientación, dirección, control y evaluación a las actividades de trabajo que desarrollan las empresas para poder obtener sus productos y servicios con eficiencia, eficacia y efectividad o bien sea para mantener el nivel de calidad de las operaciones que se realizan dentro de la misma.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Del análisis realizado, se detectó que los principales problemas de la gestión de inventarios apuntan al manejo empírico de los abastecimientos, control adecuado de los pedidos y determinación de los inventarios de seguridad. A tal efecto seguidamente se explica ambos procesos:

### **1) Modelo de la Cantidad Económica de Pedidos (EOQ) con descuentos por cantidad.**

En el caso particular de este modelo (EOQ) se determinó la cantidad de pedidos económicos y el punto de nuevos pedidos para un modelo EOQ en el que el costo de compra por unidad no dependía de la cantidad pedida. En muchas situaciones, sin embargo, los proveedores logran ofrecer descuentos significativos por colocar grandes pedidos. Cabe destacar que fue posible calcular la cantidad de pedidos óptimos por cada costo unitario, tomando en consideración las siguientes reglas generales:

1. Si la cantidad de pedidos  $Q$  determinada por el modelo EOQ está por arriba del límite del intervalo asociado con el costo unitario, entonces el límite superior del intervalo es la mejor cantidad de pedidos para este costo unitario.
2. Si la cantidad de pedidos  $Q$  determinada por el modelo EOQ está dentro del intervalo asociado con el costo unitario, entonces  $Q$  es la mejor cantidad de pedidos para este costo unitario.
3. Si la cantidad de pedidos  $Q$  determinada por el modelo EOQ está por debajo del límite inferior del intervalo asociado con el costo unitario, entonces el límite inferior del intervalo es la mejor cantidad de pedidos para este costo unitario.

Tomando en cuenta las normas de la empresa Promin S. A, a través de la Gerencia de Suministros logra determinarse que se caracterizaban por una política de inventarios óptima basada en un costo de compra de \$20 por angular. No obstante, al recibir una nueva lista de precios del proveedor que ofrece un descuento por la cantidad y por colocar grandes pedidos considerándose lo siguiente:

1. Demanda anual  $D = 19.200$  angulares.
2. Tiempo guía  $L = 1$  semana.
3. Tasa de transferencia anual  $i = 0.30$  al año.
4. Costo de pedidos fijo  $K = \$105$  por pedido.

Así entonces el Costo de Compra  $C$  basado en el número de angulares pedidos según lo expresado en la tabla X

**Tabla 1:** Cantidad pedida y los costos por unidad

Cantidad Pedida	Costo por Unidad (\$)
1-499	20
500-999	18
1000 y más	16

Fuente: Garrido Bayas y Cejas Martínez (2016)

Costo de conservación anual  $H = i \cdot C$  que ahora dependerá del número de angulares pedidos y del costo unitario asociado. Lo cual determina que se requiera considerar las reglas generales, determinando la cantidad  $Q^*$  para cada costo unitario tal como se observa en la Tabla 2

**Tabla 2:** Cantidad  $Q^*$  para cada costonitario

Costo de Compra, $C$ (\$unidad)	$Q^* = \sqrt{2 \cdot D \cdot K / i \cdot C}$
20	820
18	864
16	916

Fuente: Garrido Bayas y Cejas Martínez (2016)

Es importante destacar que la fórmula EOQ no asegura que las cantidades de pedidos resultantes y en especial que estén dentro de los intervalos sobre los cuales son válidos los precios unitarios, por tanto, hay que proceder (de acuerdo con las reglas mencionada con antelación) de la manera siguiente (Ver tabla 3)

**Tabla 3: Cantidad Económica de Pedidos**

Número de Pedido	Costo Unitario (\$)	Mejor Q	Costo Total
1-499	20	499	\$389.537.08
500-999	18	864	\$350.273.79
1000 y más	16	1000	\$311.616.00

Fuente: Garrido Bayas y Cejas Martínez (2016)

De la tabla anterior, se puede determinar con facilidad que la cantidad económica de pedidos es 1000 angulares con un costo mínimo de \$ 311.616.00. Se destaca los resultados completos utilizando el paquete para la administración y control de la producción (DIPROPERA) teniendo en cuenta los siguientes datos:

- Tamaño económico de la orden = 1000 angulares.
- Costo total anual = \$311616.00.
- Inventario máximo = 1000 angulares.
- Inventario promedio = 500 angulares.
- Punto de reorden = 369 angulares.
- Número de pedidos por año = 19.2.
- Intervalo entre pedidos = 18.96 días.

Como se señaló con antelación los cálculos con la fórmula del modelo EOQ pueden resultar en una cantidad de pedidos que esté fuera del intervalo para el cual es aplicable un determinado costo unitario. Para reafirmar esta situación se hace necesario el análisis de siguientes gráficos:

Gráfico No. 1: Paquete Dipropera

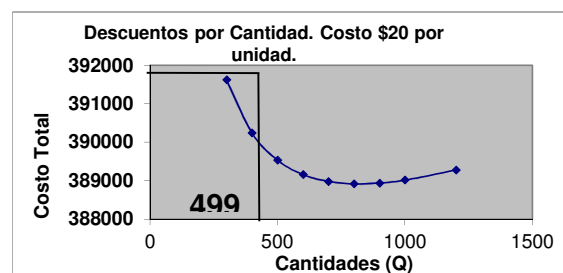
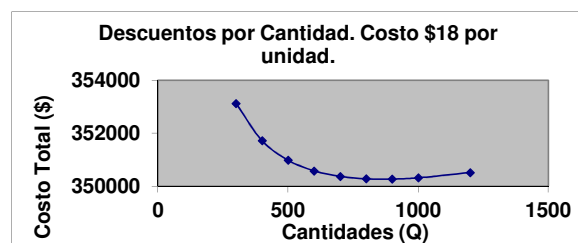


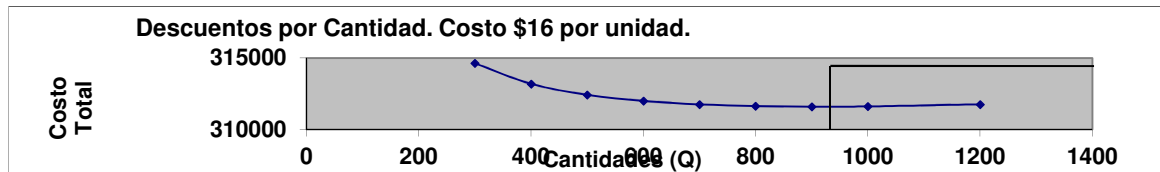
Gráfico Nro.2 Paquete Dipropera



Fuente: Garrido Bayas y Cejas Martínez (2016)



Gráfico Nro. 3 Paquete Dispropera



Fuente: Garrido Bayas y Cejas Martínez (2016)

Como se aprecia, los gráficos 1, 2 y 3 (área delimitada por líneas) demuestra y se identifica el uso de las reglas para el cálculo de pedidos óptimos por cada costo unitario considerando los descuentos por la cantidad del pedido.

### **El Modelo de Inventario de la Cantidad Económica del Lote de Producción (POP)- Caso Motos Riobamba SA.**

Para la demostración de este modelo de inventario se tomará en cuenta la actividad de producción, como por ejemplo las fábricas de motos, autos, etc., donde fue necesario mantener en existencia partes para satisfacer la demanda de plantas de ensamblado. En tales situaciones, el inventario se reabastece continuamente en el tiempo, según las necesidades de la producción. Para este problema de inventario (Caso Motos Riobamba S.A.), la gerencia de la empresa necesita determinar lo siguiente:

- A) Cuando ordenar un pedido de producción.
- B) Cuántas unidades del artículo producir.

A tal efecto fue necesario para darle solución al problema desarrollar un modelo matemático en el que la demanda y el tiempo son determinísticos, enfatizando que no se permiten el déficit siendo que el inventario se reemplaza continuamente con el tiempo a través de un proceso de producción.

Es importante destacar que las características claves de este modelo de inventario son las siguientes:

- ✓ El inventario pertenece a uno y sólo a un artículo.
- ✓ La demanda del artículo es determinística y ocurre a una tasa conocida de  $D$  unidades por periodo.
- ✓ El tiempo guía  $L$  es determinístico y en el mismo se considera el tiempo para organizar la producción, mecanización, etc., antes de que la producción pueda comenzar para reabastecer el inventario.
- ✓ El pedido se produce a una tasa de producción conocida de  $P$  unidades por periodo.
- ✓ El costo de producir cada unidad es fijo y no depende del número de unidades de la corrida de producción.
- ✓ Los déficits no están permitidos.

Cuando el inventario alcanza un nivel  $R$ , se emite un pedido de producción de  $Q^*$  unidades. Los valores de  $Q^*$  y de  $R$  apropiados se eligen para obtener un costo total mínimo, basándose en los siguientes componentes: en primer lugar un costo de organización de producción fijo de  $\$K$  por pedido; en segundo lugar un costo de conservación  $H$  por unidad por periodo en la forma de  $i^*C$ , donde  $C$  es el valor de una unidad, e  $i$  la tasa de transferencia por periodo. En este caso  $C$  incluye el costo de producción, el valor de los materiales usados, los gastos generales, etcétera. Por tanto, para determinar una política de inventarios óptimos respecto a un problema de producción que satisface las características anteriores, primero debe estimarse o conocerse los siguientes datos:

- $P$  = Tasa de producción por periodo.
- $D$  = Demanda por periodo.
- $L$  = Tiempo guía para organizar un pedido.
- $i$  = Tasa de transferencia por periodo.
- $K$  = El costo fijo de organizar la corrida de producción.
- $C$  = El valor de cada unidad.
- $H = i^*C$  = Costo de conservación por unidad por periodo.

Teniendo esto en cuenta se pudo calcular la cantidad de pedidos de producción (POQ) así como el número promedio de pedidos por periodo y el punto de nuevos pedidos ( $R$ ) de la siguiente manera:

$$POQ = \sqrt{(2^*D^*K / H^*(p-d/p))}$$

$$\text{Número promedio de pedidos} = D/Q^*$$

$$R = \begin{cases} D^*L & \text{si } T-L \geq t \\ (P-D)^*(T-L) & \text{si } T-L < t \end{cases}$$

$$\text{Donde } T = Q^*/D \text{ y } t = Q^*/P$$

Utilizando la fórmula de cantidad de pedidos de producción, se busca determinar el número de unidades a pedir al proveedor, pero de igual manera es importante destacar que se permita minimizar costos por mantener inventarios, encontrando un punto en que el costo por ordenar un producto y mantenerlo en inventario sea igual. Así entonces, a través del cálculo de número promedio de pedido, se busca determinar el tiempo promedio de reaprovisionamiento que se debe realizar. El utilizar la fórmula para determinar el punto de nuevos pedidos permiten deducir el tiempo en el cual se presenta un ciclo de pedidos, el cual corresponde a aquel que transcurre desde el

aprovisionamiento de inventario con una cantidad de pedido  $Q$  hasta que esta se agota completamente y es necesario volver a reaprovisionarlo en la misma cantidad.

### Caso Empresa Horno los Andes:

Seguidamente se analizó en el estudio el caso de pequeñas y medianas empresas del sector servicio (fabricantes de Hornos) siendo estas fábricas que desarrollan diversos modelos de hornos que son distribuidos en los comercios minoristas. Debido a los altos costos de producción de los hornos, se simula que el gerente de producción de las fábricas de estudio, desean determinar cuántos y cuándo producirlos para satisfacer una demanda estimada de 6000 al año a un costo mínimo. Para realizar esta tarea se dispone de la siguiente información:

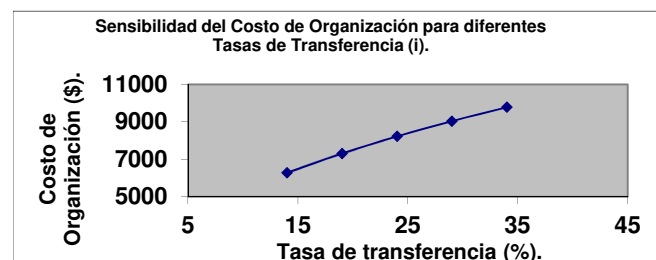
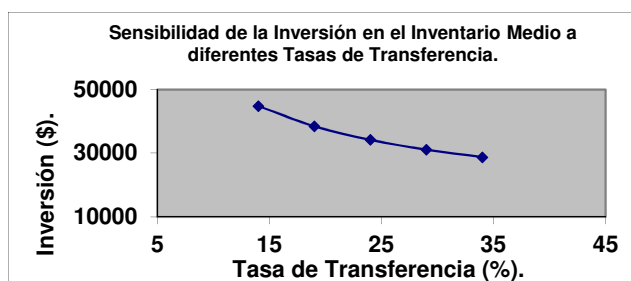
- ✓ Tasa de producción  $P = 800$  hornos al mes.
- ✓ Demanda anual  $D = (6000/\text{año})/12 = 500$  hornos al mes.
- ✓ Tiempo Guía  $L = 1$  semana  $= (1/52) = (12/52)$  mes.
- ✓ Costo de organización  $K = \$ 1000$  por corrida de producción.
- ✓ Valor de cada horno  $C = \$ 250$ .
- ✓ Tasa de transferencia  $i = 0.24$  al año  $= (0.24/12) = 0.02$  al mes.
- ✓ Costo de conservación mensual  $H = i \cdot C = 0.02 \cdot 250 = \$ 5$  por horno al mes.

El análisis correspondiente a lo expuesto se realizará a través del método DIPROPERA el cual permite la utilización de la siguiente política de inventario:

- ✓ Tamaño óptimo del lote de producción  $= 730$  hornos.
- ✓ Punto de nuevos pedidos  $= 116$  hornos.
- ✓ Número de corridas de producción  $= 8.22$  al año.
- ✓ Costo Total  $= \$ 16\,431.68$ .
- ✓ Costo de organización de la producción  $= \$ 8\,219.18$ .
- ✓ Costo de conservación del inventario  $= \$ 8\,212.50$ .
- ✓ Valor del inventario promedio anual  $= \$ 34\,218.75$ .
- ✓ Ciclos de producción  $= 730/6000 = 1.46$  ciclos para satisfacer la demanda anual estimada.

Fue necesario y útil examinar la sensibilidad de la inversión en el inventario medio y el costo de organización para diferentes valores de la tasa de transferencia ( $i$ ), como se aprecia en los gráficos No 4 y 5

Gráfico No 4 y 5: Sensibilidad de la Inversión y de los Costos:



Fuente: Garrido Bayas y Cejas Martínez (2016)

Como se observa en los gráficos No. 4 y 5, el incremento de la tasa de transferencia (i) incluye la inversión en el inventario promedio, pero incrementa el costo de organización. Por lo cual la disminución de las existencias promedio se puede producir por variaciones en la tasa de producción, el tamaño del lote de producción y cambios en la demanda. Fue necesario indicar que el incremento de la tasa de transferencia (I) disminuye el tamaño del lote, lo cual implica incrementar el número de corridas de producción para satisfacer la demanda.

### **Sistemas de Inventario con Demanda Probabilística: El Modelo de Revisión Continua Promin S.A.**

Hasta ahora, se ha venido desarrollando los modelos de inventario donde se considera que la demanda del artículo es conocida, es decir, determinística. En algunas aplicaciones esta puede ser una suposición válida, pero en muchas situaciones, la demanda sólo se conoce con una gran cantidad de incertidumbre. Las técnicas de probabilidades se necesitan para analizar y determinar la política de inventarios óptima para tales casos. Un análisis apropiado puede señalar entonces al empresario de pymes cuál de las siguientes dos políticas de pedido desea usar:

1. Un modelo de revisión continua, en que los niveles de inventario son comprobados continuamente y cuando se alcanza el punto de nuevos pedidos, se ordenan  $Q^*$  unidades.
2. Un modelo de revisión periódica, en el que el inventario se revisa periódicamente, digamos, cada  $T$  periodo, y el tamaño del pedido se determina mediante el nivel de inventario en ese momento.

En este sentido para ilustrar la política de revisión continua, se hace necesario llegar al planteamiento realizado en empresas - Pymes - señalando de esta manera para poder analizar un problema que involucra una demanda probabilística, debe conocer la distribución de probabilidad asociada. Para cualquier valor de la demanda, debe conocerse la probabilidad de que ocurra esa demanda. Incluso si pudo obtener tal distribución de probabilidad, lo que en la práctica es bastante complejo, la derivación de la política de inventarios óptimos usando esta distribución es matemáticamente complejo. Para plantear un enfoque comúnmente usado que permita vencer posibles dificultades en un modelo EOQ se requiere de un estudio de demanda en base a probabilidades tomando en cuenta los siguientes aspectos:

- ✓ Obtener una estimación de la demanda promedio  $D'$  por periodo.
- ✓ Calcular la cantidad de pedidos  $Q^*$  y el punto de nuevos pedidos  $R$  usando la fórmula EOQ, reemplazando la demanda determinística  $D$  mediante la demanda promedio  $D'$ .

Este enfoque, aunque no es óptimo, es fácil de implantar y ha trabajado bien en la práctica. Para ilustrar con el caso propuesto, se simula que la demanda es probabilística, pero que la demanda anual promedio  $D'$  es de 19200 angulares. Aplicando las fórmulas de EOQ y usando los datos del caso se llegó a la siguiente política de inventarios:

$$Q^* = \sqrt{2 \cdot D' \cdot K / i \cdot C} = \sqrt{2 \cdot 19200 \cdot 105 / 0.30 \cdot 20} = 820 \text{ angulares.}$$
$$R = D' \cdot L = 19200 \cdot 0.0192307692 = 369 \text{ angulares.}$$

En este caso la política ideal para la empresa de sería pedir 820 angulares siempre que el nivel de inventario actual caiga a 369 angulares. En el caso de que la demanda sea probabilística, esta política tiene muchas desventajas. Por ejemplo, el punto de nuevos pedidos  $R$  anterior está basado en la suposición de que exactamente 369 angulares se usan durante el tiempo guía de 1 semana.

La demanda probabilística el nivel de inventario varía con el tiempo, en general, esta variabilidad en la demanda conduce a dos aspectos importantes:

1. El tiempo entre pedidos varía en el caso probabilístico. Esto se debe a que la cantidad de tiempo que le toma al nivel de inventario alcanzar el punto de nuevos pedidos  $R$  depende de la demanda probabilística.
2. Si la demanda durante el tiempo guía excediera el nivel de inventario del punto de nuevos pedidos, ocurriría un déficit.

### **3) Cálculo del Inventario de Seguridad para satisfacer un Nivel de Servicio Especificado.**

Una solución para controlar los déficits cuando la demanda es probabilística es especificar un nivel de servicio ( $\alpha$ ), en la forma de una probabilidad deseada mínima de satisfacer la demanda.

$$\alpha = \text{Prob. (Satisfacer la demanda en un ciclo de inventario)}$$
$$\alpha = \text{Prob. (Demanda durante el tiempo guía } \leq R)$$

Una forma de lograr la meta de un cierto nivel de servicio es considerando un inventario de seguridad ( $S$ ), para cubrir las posibles fluctuaciones de la demanda durante el tiempo guía. Para determinar el número de unidades del inventario de seguridad, se debe elegir  $S$  junto con  $R$  de forma tal que la probabilidad de no agotarse sea igual a:

$$\text{Prob. (Demanda durante el tiempo guía } L \leq R + S) \geq \alpha$$

Si la cantidad de existencias de seguridad  $S$  es muy elevada, fácilmente se podría satisfacer un nivel de servicio especificado. Sin embargo, las existencias de seguridad elevan el nivel del inventario promedio en esa cantidad, y, por ende, se incrementan los costos de conservación. El objetivo sería determinar la cantidad mínima de existencias

de seguridad requeridas para satisfacer el nivel de servicio especificado. Para realizar este cálculo se necesitaría conocer la distribución de probabilidad específica de la demanda, lo cual no es fácil de determinar. La experiencia indica que una buena aproximación se logra utilizando la distribución normal, por tanto el empleo de la distribución normal para determinar la cantidad de existencias de seguridad durante el tiempo guía exige la estimación de:

La media  $\mu_L$ , que es la demanda promedio durante el tiempo guía  $L$ , o sea,  $\mu_L = R$ .  
La desviación estándar  $\sigma_L$  de la demanda durante el tiempo guía.

Retomando el planteamiento de la empresa Promin S.A es necesario tomar en cuenta que se supone que la demanda promedio  $D'$  es 19200 angulares al año. Con este supuesto los valores de  $\mu_L$  y de  $\sigma_L$  se calculan de la manera siguiente:

<ul style="list-style-type: none"><li>• <math>\mu_L = R = D' * L</math></li><li>• <math>\sigma_L = \sigma * \sqrt{L}</math></li></ul>
---

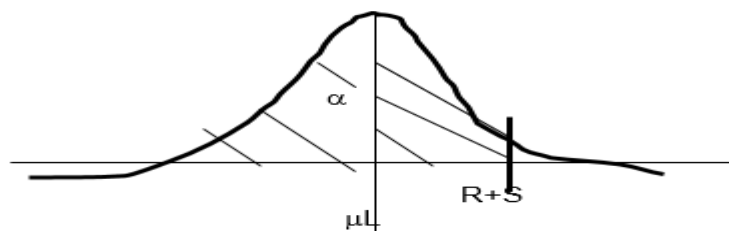
Suponga que después de efectuar el análisis estadístico sobre la información histórica disponible, la gerencia ha determinado una desviación estándar de 1000 angulares al año. En este caso los resultados son:

$$\mu_L = 19200 * (1/52) = 369 \text{ angulares.}$$

$$\sigma_L = 1000 * \sqrt{(1/52)} = 138.67. \text{ Las existencias de seguridad } S \text{ se eligen de tal forma que}$$

Prob. (Demanda durante el tiempo guía  $\leq R+S$ ) =  $\alpha$ ; por tanto debe encontrar el valor de  $(R+S)$  para que el área bajo la curva normal a la izquierda de este punto sea igual a  $\alpha$  como se muestra en el gráfico Nro. 6:

Grafico Nro. 6: Valor  $R+S$



Fuente: Garrido Bayas y Cejas Martínez (2016)

Encuentre el valor de  $z$  de tal forma que el área bajo la distribución normal estándar a la izquierda de  $z$  sea  $\alpha$ . Empleando una tabla de la distribución normal estándar y considerando  $R= 369$  y  $\alpha= 0.95$  se obtiene:

$$z = ((R+S) - \mu L) / \sigma L = ((R+S) - R) / \sigma L = S / \sigma L$$

Al resolver para  $S$  :  $S = z * \sigma L = 1.645 * 138.67 = 228$  angulares.

El análisis correspondiente indica que las empresas deberían mantener un inventario de seguridad de 228 angulares, es decir, para asegurar un nivel de servicio del 95%, debe ordenar 820 angulares siempre que el nivel de inventarios disminuya a  $R+S = 369+228 = 597$  angulares. A modo de estudio se usará DIPROPERA para comprobar los resultados anteriores y obtener otros valores importantes para la gerencia de las pymes de estudio. Por lo cual la política de Inventarios de acuerdo con los resultados estaría enmarcada en el Tamaño Económico del Pedido (EOQ) = 820 angulares; Punto de reorden = 597 angulares; Número de pedidos = 23.4 pedidos en el año; Costo de pedidos = \$ 2458.40; Costo de inventario en operación = \$ 2460.00; Costo de conservación del inventario de seguridad = \$ 1368.61; Costo total = \$ 6287.15; Niveles de inventario para un 95% de servicio estaría representado:

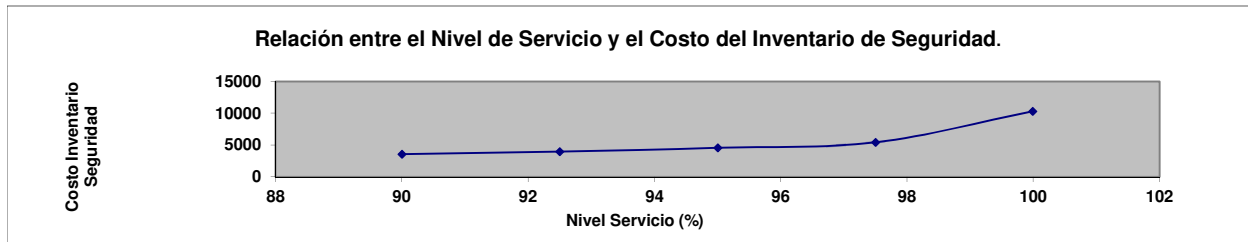
- ✓ 8.1. Inventario Mínimo = 228 angulares.
- ✓ 8.2 Inventario Máximo = 1048 angulares.
- ✓ 8.3 Inventario Promedio = 638 angulares.

De los 23.4 pedidos colocados en el año en 5% de las veces habrá déficit equivalente a  $(0.05 * 23.4) 1.17$  faltantes. En este sentido, es importante destacar que se debe conocer en el reporte de costos de DIPROPERA que no se incluye el costo de \$ 384000 por comprar un promedio de 19200 angulares al año. Otros datos relevantes para la gerencia son los relativos al monto de inversión en el inventario durante el año:

- ✓ Inversión en el inventario de operación = \$ 8200.00.
- ✓ Inversión en el inventario de seguridad = \$ 4562.03.
- ✓ Inversión total en el inventario = \$ 12762.03.

De igual manera habrá que tomarse en cuenta el uso de existencias de seguridad necesaria para satisfacer un nivel de servicio especificado, el cual incrementa el inventario promedio de  $Q^*/2$  a  $(Q^*/2 + S)$ . De esta manera se destaca que existe una relación entre el nivel de servicios ( $\alpha$ ) y el costo de tener suficientes existencias de seguridad  $S$  para satisfacer este nivel de servicio. El informe de DIPROPERA muestra el costo de las existencias de seguridad a diferentes niveles de servicio, lo cual se puede observar también en el gráfico Nro. 7

**Gráfico No. 7: Relación entre el Nivel de Servicio y el Costo de Inventario.**

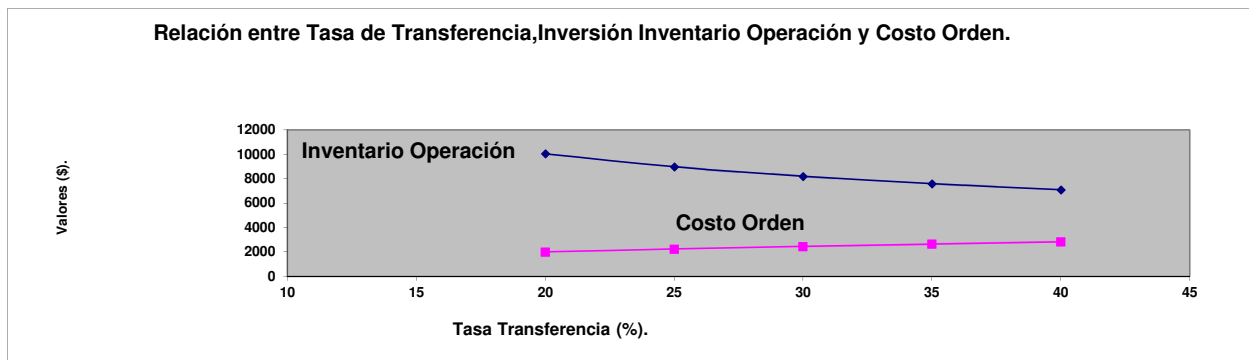


Fuente: Garrido Bayas y Cejas Martínez (2016)

En el gráfico anterior se observa que al aumentar el nivel de servicio se incrementa el costo de tener existencias de seguridad. También se puede apreciar que al aproximarse  $\alpha$  a 1.00, que es un nivel de servicio de 100%, el valor de estas existencias de seguridad requeridas se incrementa a una tasa cada vez más rápida.

Como gerente, debe evaluar estas relaciones para tomar una decisión sobre un nivel de servicio económicamente aceptable. Otras relaciones importantes mostradas en el reporte de DIPROPERA, son las que se refieren a las transacciones entre la tasa de transferencia, la inversión en el inventario de operación y el costo del tamaño de pedido óptimo (EOQ), como se muestra en el gráfico No. 7 que identifica la relación entre la tasa de transferencia y inversión –costo

**Gráfico 7: Relación entre Tasas de Transferencias, Inversión y Costos.**



Fuente: Garrido Bayas y Cejas Magda (2016)

**Sistema de Inventarios con Demanda Probabilística:**

**El Modelo de Revisión Periódica.**

Con antelación se explicó cómo modificar las fórmulas EOQ para obtener una política de inventarios para un modelo en el que la demanda es probabilística. Teniendo en cuenta



que para la colocación de pedidos se produce cuando el inventario alcanza el punto de nuevas solicitudes; por lo cual es diseñado para ahorrar costos pero requiriendo una revisión continua del inventario, lo cual puede ocasionar costos adicionales de tiempo y dinero. En este sentido, si una empresa maneja una comprobación continua de muchos artículos, el esfuerzo puede salirse de control a menos que utilice un sistema computarizado para tales fines. Una alternativa al sistema de revisión continua es usar una política de revisión periódica, en la que los inventarios se revisan sólo en ciertos puntos fijos en el tiempo, por ejemplo, una vez al mes, y los pedidos se colocan en ese tiempo, si es necesario. Por tanto, existen muchas formas alternativas de implantar una política de revisión periódica lo cual permitirá implantar políticas idóneas en el marco de los requerimientos.

Del problema planteado en las Pymes de estudio y los pedidos de angulares, se deduce como datos relevantes los siguientes:

- ✓ Tiempo guía de  $L = 1$  semana.
- ✓ La demanda anual se distribuye normalmente con una media de  $D' = 19200$  angulares al año y una desviación estándar de  $\sigma = 1000$  angulares.
- ✓ Tasa de transferencia anual de  $i = 0.30$  por año.
- ✓ Costo de pedidos de  $K = \$105$  por pedido.
- ✓ Costo de compra de  $C = \$ 20$  por angular.
- ✓ Costo de conservación anual de  $H = i \cdot C = 0.30 \cdot 20 = \$ 6$  por angular al año.
- ✓ Nivel de servicio deseado es  $\alpha = 0.95$ .
- ✓ Nivel de inventario al momento de la revisión = 600 angulares.

Así mismo, es necesario indicar que Promin S.A. actualmente no tiene suficiente personal para las labores de control de inventarios y el sistema de administración de inventarios; teniendo en cuenta que el sistema computarizado está en proceso de ser implementado. Esto ha generado que el gerente ha decidido tomar las decisiones sobre el inventario cada 4 semanas. El objetivo es determinar cuántos angulares se debe pedir después que los responsables observen el número en inventario al final de un periodo de 4 semanas con el fin de satisfacer un nivel de servicios establecido. Para lograr este objetivo es importante analizar cómo cambia el nivel de inventario en el tiempo. Siendo el caso, es posible suponer que se acaba de chequear el inventario al final de un periodo de 4 semanas y ha encontrado que hay en existencias  $I_1$  angulares. Basándose en este número, coloca un pedido de  $q_1$  angulares. Estos  $q_1$  angulares se recibirán sólo después de que el tiempo guía de una semana, durante el cual la demanda probabilística es satisfecha a partir del inventario existente de  $I_1$  angulares.

En el tiempo  $L = 1$  semana, el nivel de inventario se incrementa cuando llega el pedido de  $q_1$  angulares. Desde este punto en adelante, el inventario nuevamente decrece basándose en la demanda probabilística. En el siguiente punto de revisión de  $T = 4$  semanas, es decir, 3 semanas después de que llega el primer pedido, el inventario se revisa y se coloca un nuevo pedido de  $q_2$  angulares basándose en el nivel de inventario observado de  $I_2$  y este proceso se repite cada 4 semanas. En general, si  $I$  angulares

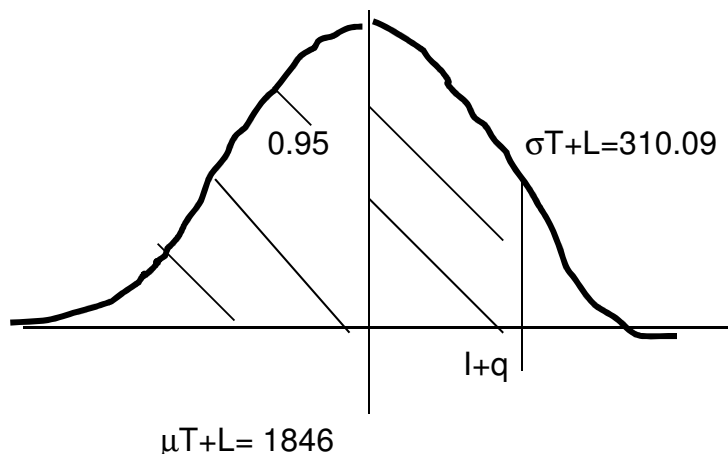
están en existencia al momento de la revisión y se piden entonces  $q$  angulares, el total de  $I + q$  angulares debe durar hasta que llegue el siguiente pedido, el cual llegará después del tiempo  $T+L$ . Teniendo en cuenta las consideraciones anteriores, los cálculos del sistema de revisión periódica de las empresas pymes serian expresado en la Media y en la Desviación Estándar que a continuación se presenta:

- Media  $\mu_{T+L} = D^* (T+L)$   
 $= 19200 * (5/52)$   
 $= 1846$
- Desviación estándar  $\sigma_{T+L} = \sqrt{(T+L)} * \sigma$   
 $= \sqrt{(5/52)} * 1000$   
 $= 310.09$

Resultando lo anterior cabe destacar que la cantidad  $q$  de elegirse de tal forma que el área bajo la curva normal con una media de 1846 y una desviación estándar 310.09 a la izquierda de  $I+Q$  debe ser igual al nivel de servicio de  $\alpha = 0.95$ . Para lograr el hallazgo de  $q$  se procede de la siguiente manera: en la tabla de la distribución normal estándar se buscaría el valor  $z$  asociado con 0.95, que es 1.645.

De igual forma se estandariza la variable mediante la siguiente fórmula:

$$z = ((I) - \mu_{T+L}) / \sigma_{T+L}$$



Despejando  $q$  de la fórmula anterior:

$$q = \mu_{T+L} + (z * \sigma_{T+L}) - I$$

$$\text{Calculando : } q = 1846 + (1.645 * 310.09) - 600 = 1756.098$$

De los cálculos anteriores se desprende en el caso de existencia de 600 angulares en inventario en el momento de la revisión implicaría entonces para satisfacer el nivel de

servicio del 95% que debe colocarse un pedido de 1756 angulares. Este pedido de 1756 angulares junto con los 600 en existencias proporciona un inventario de seguridad de  $z \cdot \sigma T + L = 1.645 \cdot 310.09 = 510$  angulares por encima de la demanda esperada de 1846. Es necesario significar que al incrementarse el periodo de revisión  $T$ , también lo hace  $\sigma T + L$  y por ende el inventario de seguridad. Dicho de otra forma, mientras con menor frecuencia se revise el inventario, mayor será el inventario de seguridad. Lo que determina que adoptar esta política de 4 semanas, no es necesario para efectuar los cálculos anteriores cada vez basándose en el nivel de inventario observado. Esto se debe a que la cantidad  $I+q$  siempre debe ser la misma. Es decir:

$$I+q = 1756.098 + (1.645 \cdot 310.09) = 2266$$

Resumiendo, la política de revisión periódica de las empresas sería el de verificar el inventario cada 4 semanas. Si la cantidad en inventario es  $I$  angulares, entonces se ordena un pedido de  $(2266-I)$  angulares.

## CONCLUSIONES.

En esta investigación se aplicaron los modelos de gestión de inventarios de tres empresas medianas del cantón Riobamba en Ecuador. A tal efecto se toma en cuenta en los modelos estadísticos y matemáticos aplicados el análisis de los costos como factor preponderante y de precisión de los productos que comercializan. Se desarrolla la determinación racional de las existencias de reserva y los sistemas de control de inventarios. En los casos presentados ( Promin SA, Motos Riobamba y Hornos los Andes) se presentaron los intervalos adecuados configurados en planes de largo alcance, de alcance intermedio y de corto alcance. Se concluye que los inventarios tienen un efecto importante en todas las etapas de la planeación, orientación, dirección, control y evaluación componentes propios de un sistema administrativo adecuado y confiable para las Pymes. Los modelos aplicados demostraron tener en las empresas estudiadas un papel multifuncional, dentro del sistema general administrativo partiendo desde la recepción de la materia prima, el flujo a través del sistema producción-distribución hasta el consumidor. A tal efecto las conclusiones derivadas del estudio hacen posible que se desprendan las siguientes consideraciones:

1. Se destaca la importancia de la gestión del inventario en la administración de pymes por cuanto del análisis teórico y cuantitativo de los problemas de inventario representan una herramienta clave a través de los modelos de gestión y además para la toma de decisiones, definiéndose así el comportamiento y costo de los inventarios.
2. El análisis colaborativo de los problemas de inventarios en las cadenas de suministro ha venido a sustituir el análisis individual tradicional que realizaban las organizaciones, por las políticas de ganar-perder por las de ganar-ganar.
3. En cuanto a los componentes que determinan el uso adecuado de los modelos de inventarios estaría el reconocimiento de los principales problemas en el manejo de estos

a través de una adecuada toma de decisiones en el marco de la optimización de los procesos de abastecimientos.

4. Por otra parte, cabe destacar si las entidades del eslabón suministrador-comprador que componen la cadena de abastecimiento, sería necesario evaluar alternativas estratégicas que permita el cálculo tanto del costo como del precio del producto para compensar ambas partes.

En todo caso los modelos estadísticos aplicados son considerados una herramienta útil y clave para conocer los costos de la materia prima y el precio justo para comercializar los productos; lo que conlleva a establecer la gran importancia de una buena gestión en el funcionamiento de las empresas, de esta forma se garantiza el nivel de inventario necesario e idóneo para la actividad de comercialización en las empresas.

## **RECOMENDACIONES:**

- ✓ Fomentar la gestión de cadenas de suministro en el ámbito de las pymes, dada la necesidad de superar el marco estrecho de las decisiones óptimas para las negociaciones y comercialización de los productos.
- ✓ Fomentar la utilización en las Pymes del análisis colaborativo a través del enfoque justo-a-tiempo.
- ✓ Tener en cuenta en las negociaciones entre entidades suministradoras o compradoras a través de la aplicación de un proceso adecuado de decisiones.
- ✓ Considerar la gestión de Inventario como una herramienta adecuada a los tiempos de complejidad que convergen en la actualidad.

## **REFERENCIAS**

- Arcusin, Leticia y Rossetti, German (2012). Optimización del Sistema de Inventario en una Empresa Productora de Fármacos. Revista Iberoamericana Journal of Industrial Engineering. Volumen 8, p.163-187. Brasil
- Ballou, R. H. (2004) Logística: Administración de la Cadena de Suministro. D. F., Prentice-Hall: Mexico.
- Cerda, Hugo (2010) Los Elementos de la Investigación. Editorial el Búho: Bogotá: Colombia.
- Elwood S. Buffa (1989) Dirección de Operaciones. Editorial Limusa: México.
- F. S. Hiller y G. L. Lieberman (1997) Introducción a la Investigación de Operaciones, Editorial Mc Graw Hill: México

- G. Hadley y T. Whitin (2013) Analysis of Inventory Systems, Prentice Hall. Englewood Cliffs. NJ. Documento en Línea consultado en <http://inventorysystems.com>
- H. Taha (2014) Investigación de Operaciones. Ediciones Alfaomega: México
- Heizer y Barry (2012) Dirección de la Producción. Ediciones Prentice Hall. México.
- Hillier, F. S.; Lieberman, G. J. (2014) Operations Research. McGraw-Hill Higher Education: EE. UU.
- K. Mathur y D. Solow (2012) Investigación de Operaciones. Ediciones Prentice Hall: México
- Kelle, P.; Miller, P. A. (1998) Quantitative support for buyer \_supplier negotiation in JIT purchasing. Scientific Magazine: International Journal of Purchasing and Materials Management, Vol. 34, no. 2, pp. 25-30.
- Méndez, Carlos (2012). Metodología. Diseño y Desarrollo del Proceso de Investigación con Énfasis en Ciencias Empresariales. Editorial Limusa: México
- Mora y Martiliano (2014) Modelos de la Optimización de la Gestión Logística. Ediciones ECOE: Bogotá. Colombia
- R. J. Thierauf y R. Grosse (1980) Toma de Decisiones por medio de Investigación de Operaciones. Editorial Limusa: México
- Schroeder, R. G. (2013) Administración de Operaciones, Boca Ratón (EE.UU), Volumen 49, Number 3- Ediciones McGraw-Hill/Irwin: México.
- Suarez Cervera (2012) Gestión de Inventarios. Ediciones de la U: Colombia.
- Vieytes, Rut (2012). Metodología de la Investigación en Organizaciones, Mercado y Sociedad. Editorial de las Ciencias: Argentina.