

24.8

# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN



## PLANEACION DE INVENTARIOS EN EMPRESAS DE FOTOCOPIADO

**T E S I S**  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
LICENCIADO EN ADMINISTRACION  
P R E S E N T A

**LETICIA ESPIRITU SANTO GUTIERREZ**

DIRECTOR DE TESIS: L. C. FERNANDO PEREZ CASTREJON

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEX.

1986



Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

# I N D I C E

## "PLANEACION DE INVENTARIOS EN EMPRESAS DE FOTOCOPIADO"

	Página
INTRODUCCION	
CAPITULO I	GENERALIDADES 1
	1.1 Introducción a los inventarios 2
	1.2 Tipos de inventarios 4
	1.3 Funciones del inventario 9
	1.4 Relación de Administración de los Inventarios con otras áreas 15
CAPITULO II	ASPECTOS FUNDAMENTALES 21
	2.1 Objetivos y Políticas para la Administración de Inventarios 22
	2.2 Costos de Inventario 32
	2.3 Análisis ABC 45
CAPITULO III	DETERMINACION DE MODELOS DE INVEN- TARIOS. 48
	3.1 Lote Económico (EOQ) 49
	3.2 Algunas complicaciones del EOQ 57
	3.3 Sistemas de Inventarios 66
	3.4 Inventario de Seguridad 79

	Página	
CAPITULO IV	PRONOSTICOS DE LA DEMANDA	110
	4.1 Introducción a los pronósticos	111
	4.2 Pronósticos Subjetivos o Cua- litativos.	117
	4.3 Pronósticos Cuantitativos o con fundamento matemático.	122
	4.4 Control del Pronóstico.	137
CAPITULO V	GUIA PARA EL DESARROLLO DE UN MODE <u>U</u> LO DE INVENTARIO EN UNA EMPRESA DE FOTOCOPIADO	142
	5.1 Terminología.	143
	5.2 Información para el desarrollo de un modelo de inventarios.	149
	5.3 Interpretación y Resultado.	171
CONCLUSIONES		
ANEXOS		
BIBLIOGRAFIA		

## I N T R O D U C C I O N

El propósito de este trabajo, es analizar los aspectos más importantes para la determinación de los niveles de inventarios óptimos con la menor inversión y máximos niveles de servicio posibles.

La importancia de los inventarios nace de dos hechos: Primero, los inventarios representan una inversión de los fondos de la compañía y segundo, implican costo en su manejo. En algunas empresas la inversión en el renglón de activos llega a representar hasta un 40% ó 50%.

La administración de los inventarios es un problema central en toda empresa, ya que los errores que se cometen en su manejo, generalmente no son fáciles de corregir debido a que los resultados esperados al planear no se dan en forma inmediata. El éxito de un negocio depende en gran parte de la eficacia con que se administren los inventarios. Si hay inventarios excesivos, los costos se elevan de tal manera que hay riesgo de salir del mercado; si no se tienen los inventarios suficientes, se corre el riesgo de no dar el nivel de servicio y salirse del mercado. Para una eficiente planeación de inventarios es necesario establecer el modelo matemático a seguir, el cual estará sujeto al tipo de demanda que se tenga y que puede ser:

- a) Determinista.- es cuando se tiene control sobre las variables, ya que son conocidas y constantes, el riesgo e incertidumbre es mínimo.
- b) Probabilista.- es cuando no se tiene control sobre las variables o al menos una de las variables, ya que éstas son impredecibles; en éste caso el riesgo e incertidumbre aumenta.

La planeación de inventario en una empresa de fotocopiado para su mejor funcionamiento se puede dividir en dos grupos de acuerdo a las áreas de trabajo, siempre y cuando la empresa se dedique a la producción de los equipos y a instalarlos en el mercado incluyendo el servicio de mantenimiento.

- A) Planeación de inventarios para Manufactura.
- B) Planeación de inventarios para Comercialización o Servicio.

Las técnicas de control de inventarios en ambas áreas son diferentes. El enfoque que se le dará a este trabajo será para el área de la División Comercial.

La planeación de inventarios para la División Comercial trabaja con base en la demanda probabilista utilizando algunos factores tales como: población instalada, la frecuencia de sus reparaciones, cantidad de copias producidas etc.. La existencia de inventarios dará soporte a la

demanda de piezas de repuesto para el mantenimiento de las máquinas copadoras.

Referente a lo anterior, desarrollaré en el presente trabajo una guía de modelo para la administración de inventarios que permita controlar la inversión y proporcionar el nivel de servicio más conveniente mediante procedimientos sencillos, tomando en cuenta diversos factores. Sin embargo esto no evitará el riesgo de que en un momento dado haya excesos o faltantes de inventarios ya que hay situaciones impredecibles que no se pueden controlar como: Cambios en demanda o cambios en las fuentes de suministros por variaciones de factores no considerados en modelos de pronóstico tales como decisiones políticas y economía nacional o internacional, o fallas en las fuentes de suministro.

El modelo para la administración de inventarios que desarrollaré podrá ayudar a las empresas de fotocopiado o similares a implantar o perfeccionar el control y manejo de sus inventarios.

A continuación describiré brevemente el contenido de los capítulos de esta tesis.

CAPITULO I      Trato de los inventarios en forma general -  
                         tanto para manufactura como para servicio;  
                         algunas de sus clasificaciones y funciones

más importantes, y las áreas de las empresas con las que se relaciona la administración de los inventarios.

CAPITULO II Aquí hablo de objetivos y políticas para administrar los inventarios y son el punto de partida para el desarrollo de los modelos de inventarios.

CAPITULO III En este capítulo explico algunos de los modelos de inventarios más conocidos y sus condiciones de aplicabilidad, considerando las ventajas y desventajas de cada uno de ellos.

CAPITULO IV Describo cómo se obtiene la información que se usa para determinar lo que se necesita tener en inventarios; en este capítulo hablo de los pronósticos de la demanda los cuales marcan la pauta de lo que se deberá tener en inventarios. Así mismo se plantean; las consecuencias posibles de los márgenes de error en los pronósticos.

CAPITULO V Indicaré el desarrollo del modelo para la administración de inventarios propuesto en esta tesis, considerando algunas situaciones para su aplicación.

## CAPITULO I

### GENERALIDADES

#### OBJETIVOS:

- Tener un panorama general de lo que son los inventarios.
- Dar a conocer los diferentes tipos de inventarios.
- Identificar las funciones principales del inventario.
- Saber cuáles son las relaciones de la administración de los inventarios con otras áreas de los negocios.

#### CONTENIDO:

- 1.1 Introducción a los Inventarios.
- 1.2 Tipos de Inventarios.
- 1.3 Funciones del Inventario.
- 1.4 Relación de Administración de los Inventarios con otras Areas.

## 1.1 INTRODUCCION A LOS INVENTARIOS.

La situación de operación ideal de una empresa sería no tener inventarios y poder surtir cuando se requiera lo que los clientes necesiten. Sin embargo en la vida real esto no sucede puesto que no siempre podemos saber con anticipación cuándo y cuánto van a requerir nuestros clientes. Una solución a esta situación conflictiva es producir o comprar lo que los clientes soliciten de manera anticipada, pero esta técnica no resuelve en forma total el conflicto, sobre todo cuando en la vida real existen otras empresas que compiten para atraer a los clientes. En el caso de que exista competencia, un factor muy importante para colocar pedidos es el tiempo en el cual podemos satisfacer las demandas de nuestros clientes, por lo que en la práctica se consideró apropiado tener productos almacenados para satisfacer de inmediato los pedidos de los clientes. Una vez tomada esta decisión de almacenar ciertos artículos se encontró otro beneficio en ello y esto fué el de obtener mejores precios de los proveedores cuando se negociaban compras de grandes volúmenes, obteniéndose en muchos casos descuentos muy significativos en la medida en que se incrementaban los volúmenes de las compras, lo cual a su vez generaba otro beneficio importante al bajar los costos, permitía ofrecer mejores precios a los clientes y con ello se minimizaban los riesgos implicados por la com-

petencia.

Por lo anterior, mantener inventarios implica tener una inversión adicional en los negocios, lo cual, dada la práctica a través del tiempo, se ha considerado una partida normal en la distribución de los activos de las empresas; a pesar de ésto, los inventarios también implican el riesgo de volverse obsoletos o de que la inversión que ellos representan sea una carga excesiva para las finanzas de un negocio, ya que si los inventarios son excesivos por grandes períodos de tiempo, las empresas no reciben ningún beneficio de estas inversiones, lo cual, a su vez puede limitar considerablemente la supervivencia de las mismas o decrementar sus utilidades.

Por lo planteado hasta este punto, el manejo inadecuado de los inventarios de una empresa puede determinar el éxito o fracaso de la misma, sin embargo, es un aspecto de los negocios que en la educación tradicional no ha recibido suficiente atención, como se muestra a continuación partiendo de las definiciones de algunos autores:

- a) Según Steven Bolten, el inventario consiste en las existencias del producto que la empresa ofrece a la venta, así como de los componentes que forman el producto.
- b) Según el Diccionario Ejecutivo de Términos Administrativos del Grupo Editorial Expansión, el inventario es la relación de los bienes en el almacén de una empresa.

c) James L. Riggs dice que el inventario es un conjunto de recursos utilizables pero ociosos.

La planeación óptima de los niveles de inventarios es también crítica para las operaciones de manufactura; la escasez de materias primas puede interrumpir las líneas de producción o modificar los programas de producción, lo cual genera incrementos en los costos de producción por el uso ineficiente de la capacidad instalada en planta o por los costos excesivos de preparación de máquinas y los movimientos excesivos de materiales entre las áreas de producción y los almacenes y a su vez la falta de productos terminados puede interrumpir las operaciones de venta.

La planeación de inventarios busca alcanzar un punto de equilibrio entre la escasez y el exceso de material, dentro de un período determinado caracterizado por riesgo e incertidumbre.

Generalmente los resultados que se obtienen de la planeación de inventarios no son inmediatos y los errores que se cometen no pueden remediarse fácilmente y pueden resultar muy costosos.

## 1.2 TIPOS DE INVENTARIOS.

Existen diversos tipos de inventarios, los cuáles podemos clasificar de la siguiente manera:

1.2.1 Por su uso en una empresa de manufactura podemos clasificarlos en:

1.2.1.1 Material de producción directo.

1.2.1.2 Material de producción indirecto.

1.2.1.3 Material de mantenimiento.

1.2.1.4 Artículos de consumo fijo y secundario.

1.2.1.1 Material de producción directo.- Es aquél que puede reconocerse en el producto y varía en proporción directa del volumen de producción (materias primas).

1.2.1.2 Material de producción indirecto.- Es aquél que no se reconoce en el producto o es difícil hacerlo, pero también guarda una relación directa con el volumen de producción.

1.2.1.3 Material de mantenimiento.- Es aquél que se consume en función del empleo del equipo y/o maquinaria, pero sin guardar una relación directa con el número de equipos o maquinaria.

1.2.1.4 Artículos de consumo fijo y secundario.- Son aquellos que tienen consumo casi independiente al nivel de producción como papelería, artículos para limpieza, etc.

1.2.2 Clasificación en cuanto al origen o necesidad de los inventarios:

1.2.2.1 De serie.

- 1.2.2.2 De seguridad.
- 1.2.2.3 De anticipación.
- 1.2.2.4 Especulativos.
- 1.2.2.5 De estrategia.
- 1.2.2.6 En tránsito.

- 1.2.2.1 Inventarios de serie.- Son aquellos que por el hecho de producirse en línea, generan existencias.
- 1.2.2.2 Inventarios de seguridad.- Son aquellos que se mantienen para hacer frente a las variaciones inesperadas en la demanda, permitiendo suavizar sus efectos. Cubre las variaciones de: la demanda real del mercado, el presupuesto y pronóstico de ventas y las de los tiempos de entrega de los proveedores.
- 1.2.2.3 Inventario de anticipación.- Son aquellos que se generan debido a que es la única ocasión en que las materias primas se encuentran disponibles o sabiendo que se presentarán fluctuaciones cíclicas previstas, tal es el caso de las industrias de conserva, donde los inventarios promedio son voluminosos debido a la estacionalidad de las materias primas.
- 1.2.2.4 Inventarios especulativos.- Son aquellos que se destinan a obtener beneficios por ciertos cambios esperados en los precios de mercado.
- 1.2.2.5 Inventarios de estrategia.- Son aquellos que se es-

tablecen para soportar fuertes interrupciones en cuanto al abastecimiento, provocadas por huelgas, política, etc. y corresponden a partidas indispensables para la continuidad de la producción.

1.2.2.6 Inventarios en tránsito.- Son aquellos que están en camino ya sea del proveedor al almacén, entre un almacén y otro, o entre el almacén y el consumidor.

1.2.3 Otra forma de clasificar los inventarios es por su relación con la secuencia completa de operaciones de producción:<sup>(1)</sup>

1.2.3.1 Materiales.

1.2.3.2 Artículos en proceso.

1.2.3.3 Artículos terminados.

1.2.3.4 Abastecimientos.

1.2.3.1 Materiales.- Se refiere a artículos necesarios para completar algún producto terminado y casi siempre tienen una demanda dependiente, por ejemplo: tornillos, remaches, subensambles, etc.

El nivel de inventarios que se tenga de los materiales depende, básicamente, de las características del inventario, como son los artículos perece-

(1) Gallagher, Charles A y Watson, Hugh J.: Métodos Cuantitativos para la toma de Decisiones en Administración, pág. 404

deros en el caso de empresas pasteurizadoras de leche, industrias de conservas, etc., en las cuales no es posible tener inventarios almacenados durante mucho tiempo (leche, fruta, verduras); ésto no ocurriría con empresas que fabrican artículos eléctricos. También hay que considerar los tiempos de entrega de los proveedores.

- 1.2.3.2 Artículos en proceso.- Son artículos que se encuentran parcialmente terminados. El nivel de los artículos en proceso depende en su mayoría de la complejidad de la producción.

Los inventarios de artículos en proceso son los inventarios menos líquidos o los más difíciles de vender, por lo que las empresas deben de mover rápidamente los elementos del inventario de producción en proceso a productos terminados para recuperar más pronto la inversión que haya hecho en materias primas, mano de obra y gastos de fabricación.

- 1.2.3.3 Artículos terminados.- Como su nombre lo indica, son los artículos ya procesados y listos para su venta. El nivel de inventario de los artículos terminados lo determina en gran parte el pronóstico de ventas.

Los inventarios de artículos terminados, son los que tienen mayor grado de liquidez, sin embargo se tendrán que cuidar los niveles deseados, pues con los constantes cambios tecnológicos, un producto nuevo pronto se puede volver obsoleto.

Lo que para algunas empresas son los inventarios de artículos terminados, para otras serán inventarios de materias primas, tal es el caso de una empresa que fabrica resortes; para ella estos resortes representarán artículos terminados, sin embargo, éstos mismos formarán parte de los inventarios de materias primas para otras empresas que se dediquen a fabricar máquinas de escribir.

- 1.2.3.4 Abastecimientos o suministros.- Son artículos de consumo tales como: papel, lápices, formas de memorandum, etc., siempre y cuando la empresa no se dedique a la manufactura de estos productos.

### 1.3 FUNCIONES DEL INVENTARIO.

Como se planteó en un inicio, la operación ideal de una empresa sería no tener inventarios y poder surtir lo que sus clientes necesiten, pero, ya que no es posible un sistema de cero inventarios, es importante recordar que cada peso invertido en un inventario estará destinado a cobrar un

beneficio específico.

El inventario es una área importante de despliegue de activos que se requerirá para proveer una ganancia de la inversión del capital. Los estados financieros típicos de resultados presentan un problema de medidas ya que no demuestran adecuadamente los costos o beneficios reales, ganados por las inversiones en inventarios. Una falta de medidas adecuadas hace difícil de especificar el nivel de inventario óptimo.

La naturaleza del producto, la de la demanda del cliente y la del proceso de fabricación, determinan la necesidad de contar con existencias de artículos acabados. Algunas veces la naturaleza del producto no permite tener grandes existencias de artículos terminados. Para comprender por qué se tiene inventarios hay que conocer las funciones de éstos, las cuales se dividen en cuatro categorías que son:

1.3.1 Fluctuación.

1.3.2 Anticipación.

1.3.3 Tamaño del lote o de trabajo.

1.3.4 Transporte.

1.3.1 Fluctuación: Los inventarios existen para protegerse de las variaciones entre la oferta y la demanda. Este inventario usualmente se llama reserva de inventario o inventario

de seguridad. Gran parte de la planeación de inventarios se dedica a determinar el tamaño del inventario de seguridad, por lo tanto, muchos de los excesos en inventarios son el resultado de una planeación inadecuada de inventarios de seguridad.

El inventario de seguridad protege contra dos tipos de inseguridad. El primero (Tipo I), se refiere a las ventas en exceso de lo previsto durante el período de abastecimiento. El segundo (Tipo II), esta relacionado con los retrasos en el reabastecimiento. Ejemplo de la inseguridad Tipo I, es la venta de más unidades que las estimadas en el período de tiempo "X". La inseguridad de tipo II, es el resultado de un retraso en el recibo de órdenes, proceso de órdenes o de la transportación durante el reabastecimiento. En el capítulo III se verá más detalladamente el inventario de seguridad.

1.3.2 Anticipación: Los inventarios se construyen para so-

lucionar un pico anticipado en la demanda o cubrir un período de cierre de -- planta. Esta función se refiere al -- tiempo transcurrido entre el consumo y manufactura; se debe equilibrar el inventario para reconciliar la disponibilidad de suministro con la demanda. Un ejemplo del inventario de anticipación son la producción por temporadas y el consumo anual; las frutas y verduras en conserva, se precesan durante su tiempo de estación.

Cuando la demanda por temporadas se concentra en un período de ventas muy corto, los productores, los vendedores de mayoreo y los vendedores de menudeo se ven forzados a tomar una posición de inventarios con anticipación al período de grandes ventas. Otro ejemplo sería la ropa de moda de cada estación (prima vera, verano, otoño e invierno).

El problema crítico de la planeación es determinar que tantas reservas de an ticipación tener para aprovechar hacer

ventas máximas sin correr el riesgo de tener sobrantes en la próxima venta de temporada.

1.3.3 Tamaño del lote o de trabajo: Los inventarios existen, porque las piezas son, en la mayoría de los casos, más económicamente obtenibles en cantidades diferentes de aquellas en que pueden usarse. A este inventario se le conoce como inventario de trabajo.

En la compra de materiales, los descuentos por volumen pueden ser considerables. En manufactura, las corridas largas de producción son menos costosas, medida en la base de costo unitario, que las corridas cortas. Lo anterior se debe a que la preparación de las máquinas y la capacitación del personal son costosos.

1.3.4 Transporte: Los inventarios existen porque el material tiene que moverse de un lugar a otro. Mientras están en tránsito no sirven para nada. Existen solamente de bido al tiempo de transporte.

Las relaciones entre los saldos de los inventarios y las funciones del mismo se muestran en la tabla 1.1. Cualquier artículo del inventario puede servir para más de una función y cuando esto ocurre se debe tener cuidado para evitar demasiado crecimiento en los niveles de inventarios.

TABLA 1.1

Relación entre los saldos de los inventarios y las funciones del mismo. (2)

Funciones del inventario	Saldos de inventarios, sus costos de inversión contra:	Consideraciones adicionales
Fluctuación	Costos relacionados con el nivel de servicio a los clientes y cambios estimados de producción.	Número de veces que se agota el inventario basado en el tamaño del lote. Es intangible relacionado con los cambios estimados de producción.
Anticipación	Costos relacionados a los cambios estimados de producción.	Intangibles como la reputación, la moral, pérdida de habilidades, empleo asegurado.
Tamaño del Lote	Costos relacionados a ordenar	Limitaciones en la disposición del inventario y descuento por volumen.
Transportación	Costos relacionados al movimiento de inventario al mercado.	Rendir un servicio por competencia, daños en tránsito.

(2) Plossl, George & Wight, Oliver: Production and Inventory Control, Principles & Technics, pág. 50.

#### 1.4 RELACION DE ADMINISTRACION DE LOS INVENTARIOS CON OTRAS AREAS.

La administración de inventarios no puede actuar de manera independiente dentro de una empresa, ya que otras áreas intervienen en las decisiones que se tomen acerca de los inventarios debido a que cada una de ellas se afectará de diferente manera por las decisiones tomadas. Estas áreas son: Finanzas, Mercadotecnia, Producción, Compras, Almacén y Control de Calidad.

1.4.1 Finanzas. La tendencia general que tiene esta área con respecto a los inventarios es la de mantenerlos lo más bajo posible. El inventario normalmente representa una fuerte inversión en la empresa y su compra afecta directamente el flujo de caja. La función de finanzas es la de cuestionar, evaluar la posición financiera de la empresa en función de los inventarios acordados y fijar estrategias para el manejo de los flujos de caja y la rentabilidad de tomar o no descuentos de pronto pago y programar las cuentas por pagar.

1.4.2 Mercadotecnia. Una de las preocupaciones de esta área es la de asegurarse de que todos los pedidos puedan surtirse en tiempo y evitar que se pierdan

ventas por falta de un producto. Su tendencia es a mantener altos inventarios para reducir pérdidas en ventas por agotamiento de inventario.

El área de mercadeo contribuirá con el pronóstico de ventas, el cual se analizará por finanzas y producción para asegurarse de que los pronósticos sean razonables y administración de inventarios tomará acciones para asegurarse de que habrá inventarios suficientes para satisfacer las demandas de ventas. Los pronósticos de ventas confiables son necesarios porque de ello depende la oportuna emisión de las órdenes de compras, la selección de proveedores y la expedición de las órdenes de compra para asegurar la entrega oportuna del material pedido.

1.4.3 Producción. Esta área tiene la responsabilidad de -- asegurarse de que el programa de producción se cumpla en tiempos y cantidades y dé como resultado los productos solicitados, sin embargo debe de cuidar - también los costos de producción por unidad.

Una forma de asegurarse de la disponibilidad de - productos terminados, es manteniendo altos niveles - de inventarios de materias primas para evitar demoras en la iniciación de los ciclos de producción. Sin embargo, administración de inventarios deberá -

asegurarse de que los niveles de inventario de materias primas, así como sus costos de producción, se mantengan en un nivel aceptable.

1.4.4 Compras. Tiene la responsabilidad de que las materias primas requisitadas por medio de las órdenes de compra, estén disponibles en el momento oportuno y en la cantidad correcta. La función del área de --compras es localizar proveedores confiables en cuanto a calidad y tiempo de entrega, buscando siempre obtener los mejores precios ya que también debe cuidar los costos junto con producción. Tratará de negociar los mejores descuentos por compras mayores, así mismo preverá los aumentos de precios o la escasez de un material determinado y retroalimentará a -administración de inventarios para solicitar compras adicionales que pueden ocasionar un aumento justificado de los niveles de inventarios. La compra que se realice por éstos conceptos, debe controlarse en forma especial para aclaraciones posteriores del alza de los niveles de inventarios.

Hablando de inventarios, el departamento de compras tiene una función primordial en toda compañía, éste tiene la responsabilidad de obtener el máximo

rendimiento por cada peso que emplea en la adquisición de suministros.

Las compras se dividen en dos grupos: productivas y no productivas, por lo que la función de compras es un servicio que da apoyo a las actividades de otras operaciones.

1.4.5 Almacén. Tiene la responsabilidad del manejo físico y custodia de los inventarios, desde su recepción en el almacén hasta que lo recibe el cliente. Los procedimientos apropiados para la recepción, el embarque y la seguridad total son indispensables así como el mantenimiento de registros completos y exactos de los inventarios.

Los materiales que deberán almacenarse y en qué cantidades, son cuestiones que debe determinar el área de administración de inventarios en virtud de los requerimientos de mercadotecnia y producción.

1.4.6 Control de Calidad. Debe asegurarse mediante una inspección adecuada que los materiales que vayan a entrar al almacén cumplan con los requisitos de calidad requeridos por la empresa.

Es importante que los materiales tengan un empaque adecuado para que lleguen a las bodegas y luego a los clientes en buenas condiciones.

A continuación se presenta en la figura 1.1 el organigrama de la "Compañía Delta", donde se aprecia en que parte queda situada la administración de inventarios para la división comercial. La organización es diferente en cada empresa ya que se adapta según las necesidades que se tengan, por lo tanto, este organigrama es un ejemplo de una forma de organización.

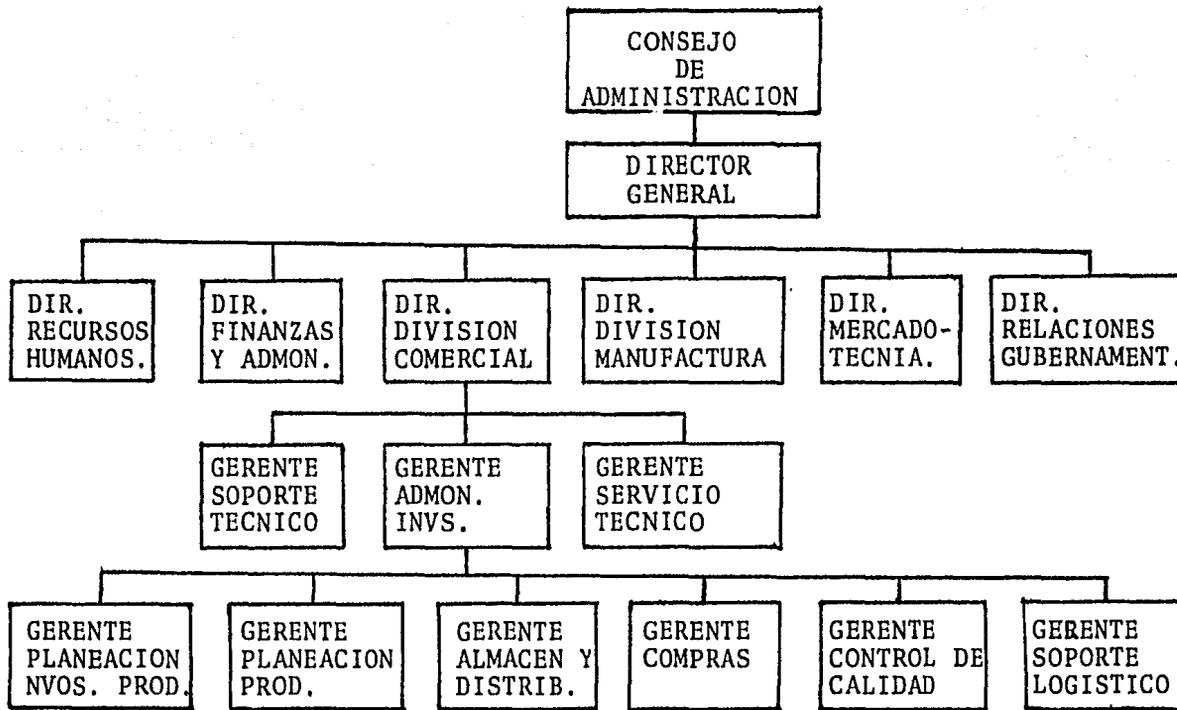


FIGURA 1.1 Organigrama de la "Compañía Delta"

## CAPITULO II

### ASPECTOS FUNDAMENTALES

#### OBJETIVOS:

- Establecer los objetivos para evaluar la función de la Administración de los inventarios.
- Determinar las bases para el establecimiento de políticas de la Administración de inventarios.
- Identificar los costos más importantes dentro de los inventarios.
- Aplicación de la Ley de Pareto en los inventarios.

#### CONTENIDO:

- 2.1 Objetivos y políticas para la Administración de Inventarios.
- 2.2 Costos de Inventario.
- 2.3 Análisis ABC.

## 2.1 OBJETIVOS Y POLITICAS PARA LA ADMINISTRACION DE INVENTARIOS.

Para que los inventarios puedan cumplir con la parte que les corresponde en una empresa, que es la de tener materiales disponibles en el momento en que se requieran, es necesario que se establezcan los objetivos para la administración de inventarios y que ayuden estos a cumplir el objetivo de la empresa.

Los objetivos más importantes de la administración de inventarios son:

- I MAXIMO SERVICIO AL CLIENTE
- II MINIMA INVERSION EN INVENTARIOS

Estos objetivos parecen estar en conflicto y la administración de inventarios tiene que alcanzar un balance entre ellos. Por una parte, se quiere minimizar la inversión en inventario, ya que los recursos que no se usen en inventarios se podrán invertir en otros proyectos de alto rendimiento financiero y por otra parte, hay que asegurarse que la empresa cuente con inventario suficiente para poder cubrir las demandas cuando se presenten y se pueda funcionar sin obstáculos.

Como se puede ver, estos objetivos vistos en forma independiente se contraponen, ya que reduciendo el inventa-

rio se minimiza la inversión, pero se corre el riesgo de no poder satisfacer la demanda y obstaculizar las operaciones de la empresa. Si se tienen grandes cantidades de inventario, se aumentan las probabilidades de poder hacer frente a la demanda y ayudar a mantener las operaciones de la empresa, pero entonces aumenta la inversión.

Kenneth Arrow clasifica los objetivos que tiene la formación de inventarios en tres clases, sugeridas por Keynes como los motivos para mantener existencias o efectivo: (3)

a) Motivos de trámite.- Generalmente no es posible sincronizar perfectamente las entradas y las salidas de la mercancía en cuestión. Por lo tanto los inventarios se tienen con el objeto de compensar la falta de sincronización.

b) Motivo precautorio.- Proviene de la incapacidad usual para pronosticar la demanda con exactitud. Este motivo opera como resultado de la incapacidad para obtener entregas instantáneas de mercancías, sin un costo extra.

c) Motivo especulativo.- Resulta cuando los precios suben, o si se espera que los costos cambien; así se podrán obtener ganancias manteniendo inventarios a un pre-

(3) Starr, Martin K. y Miller, David W.; Control de inventarios: teoría y práctica, pág. 35

cio inferior hasta obtener el precio más elevado.

Algunos objetivos de las diferentes áreas de las empresas parecen conflictivos para la administración de inventarios como podrían ser: (4)

- VENTAS "Los inventarios grandes permiten hacer promesas de entrega rápidas y por lo tanto mejoran las ventas".
- ALMACEN "Menos inventarios significa un requerimiento menor de espacio de almacenamiento y por lo tanto más bajos costos".
- COMPRAS "Permitir inventarios más grandes significa ahorros mayores por los descuentos en las compras grandes".
- TESORERIA "Un inventario grande significa más dinero invertido en materiales que no pueden ganar interés".
- PRODUCCION "Los inventarios más grandes de materias primas aseguran los pasos sucesivos en la producción y permiten corridas más grandes de producción con menores costos de preparación".
- CONTRALORIA "Los inventarios más grandes están expuestos

(4) Riggs, James L; Sistemas de Producción, Planeación, Análisis y Control, pág. 421

a mayores daños y aumentan los costos de ma  
niobras y la obsolescencia".

La administración de inventarios debe recopilar información para basar sus decisiones y lograr el óptimo nivel de inventarios seguido por la empresa. Para esto, deben conocerse sus políticas sobre servicio al cliente y sobre inversión en inventarios para cumplir eficazmente con sus objetivos.

Frecuentemente la dirección escribe políticas basadas en información pobre o no escribe ninguna política. La administración de inventarios debe asesorar a la dirección en la definición de éstas, proporcionando buena información para la toma de decisiones.

Las políticas de inventarios consisten en lineamientos relacionados con lo que se debe comprar, cuándo y en qué cantidad. El punto focal de la formulación de las políticas es el establecimiento de un compromiso del nivel de inventarios promedio, que la administración de inventarios deberá de mantener y los cuales se componen de existencias base más los inventarios de seguridad.

La existencia base es el resultado del proceso de resurtido; otro término usado comunmente para identificar éste aspecto de los inventarios es "Reserva de Inventario" y es igual a la mitad de la cantidad ordenada. La

segunda parte del inventario promedio es la reserva para protegerse contra la incertidumbre, esta parte del inventario se llama reserva o inventario de seguridad, siendo una porción del promedio de inventarios destinada a cubrir variaciones en demanda a corto plazo y fallas en el sistema de reabastecimiento.

Un punto de especial interés es la posesión de inventarios en tránsito, el cual es necesario para cumplir con el abastecimiento. El inventario en tránsito entre almacenes, se tomará como parte del inventario promedio y dentro de la política de inventarios, es importante considerar el manejo de inventarios en tránsito, ya que hay que tomarlos en cuenta para decidir cuándo y en qué cantidades hay que ordenar.

La formulación de las políticas para la administración de los inventarios es responsabilidad de los altos ejecutivos de las empresas, las políticas junto con los otros aspectos de la logística darán un sistema orientado a organizar y administrar el flujo de materiales, componentes, suministros y otros, desde los proveedores hasta los clientes, pasando a través de los procesos de una empresa. A su vez todas las áreas funcionales de la empresa están influenciadas por la implantación de las políticas para la administración de los inventarios; ya que si bien es

cierto que un control de inventarios efectivo es esencial para una buena operación de los negocios, también es cierto que un inadecuado control de los inventarios normalmente no crea la misma desorganización o fallas para alcanzar las metas de una empresa, como lo haría una política para la administración de inventarios inadecuada.

En la formulación de una política inicial es necesario determinar, qué tanto inventario ordenar en un tiempo específico. Para entenderlo mejor, se establecerán las siguientes condiciones: Primero; el grado de consistencia de la demanda a través del tiempo. Segundo, el grado de consistencia en el tiempo de reabastecimiento de los proveedores. Tercero, como regla administrativa no habrá más de una orden pendiente por producto en cualquier momento.

Si estas tres condiciones mantienen un grado de consistencia total, elimina los riesgos, lo cual disminuye la complejidad de la formulación de las políticas para la administración de los inventarios y nos sirve para ilustrar los principios básicos. Ver figura 2.1.

El diagrama de la figura 2.1, se llama diente de sierra por la serie de ángulos rectos; debido a que existe una completa seguridad con respecto al reabastecimiento y uso, las órdenes se programan para que lleguen justo cuando se

## Inventario

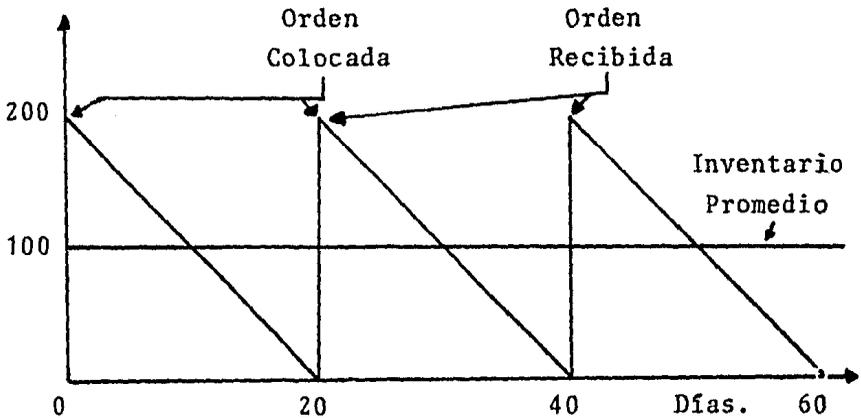


FIGURA 2.1 Relación del inventario de ventas constantes y el ciclo de reabastecimiento.

vende la última unidad. Por ejemplo, si el promedio de venta de un artículo es de 10 unidades por día y se toman 20 días para completar el reabastecimiento del inventario, una política eficaz de reordenamiento sería la de ordenar 200 unidades cada 20 días. En estas condiciones la terminología relacionada con la formulación de la política puede identificarse como sigue:

Primero. Debemos determinar en que momento colocar una nueva orden de compra, al cual llamaremos punto de reorden y en el ejemplo se especificó como 200 unidades.

Segundo. Debemos determinar la cantidad de unidades a comprar, la cual llamaremos tamaño de la orden, como en

el ejemplo, éste no tiene por que exceder las 200 unidades, por lo tanto, cada vez que se reciba una orden, se colocará otra orden adicional también por 200 unidades. Siguiendo el ejemplo con los datos anteriores podemos también determinar el inventario base promedio que es la mitad de la cantidad ordenada o sea 100 unidades.

Tercero. Una manera de evaluar la adecuada administración de los inventarios es midiendo la rotación de los mismos, así como el nivel de servicio que prestan. Asumiendo un año de trabajo de 240 días se requerirán 12 órdenes de compra durante el año, por lo tanto, en un período de un año se comprarán 200 unidades por 12 veces = 2,400 unidades; las ventas se esperan que sean iguales a 10 unidades por día, durante 240 días = 2,400 unidades anuales. Un inventario base promedio de 100 unidades es lo planeado, por lo tanto, la rotación de inventarios será de 12 veces y el nivel de servicio es de 100% de pedidos surtidos a los clientes.

Es posible que la administración de inventarios se plantee preguntas como:

¿Qué pasaría si las órdenes fuesen hechas más seguido que cada 20 días?

¿Por qué no ordenar 100 unidades cada 10 días?

¿Por qué ordenar tan frecuentemente como cada 20 días.

¿Por qué no reordenar 600 unidades cada 60 días?

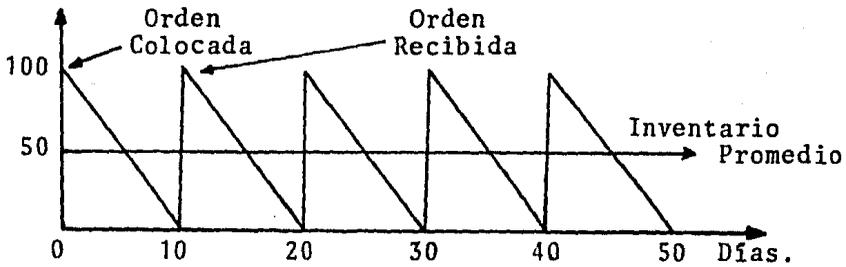
Suponiendo que el ciclo de reabastecimiento y los consumos se mantienen constantes, ¿Cuál sería el resultado neto de cada una de estas alternativas en las políticas de compras en el punto de reorden en el inventario base promedio y la rotación de inventarios?.

La política de reordenar un volumen de 100 unidades cada 10 días, significa que estarán siempre pendientes dos órdenes. Por lo tanto, el punto para reordenar seguirá siendo 200 unidades. De esta manera el inventario base promedio disponible bajaría a 50 unidades y la rotación de inventario aumentaría a 24 veces por año y el nivel de servicio seguiría siendo de 100%.

La política de reordenar 600 unidades cada 60 días tendría como resultado un inventario base promedio de 300 unidades y una rotación de aproximadamente 4 veces por año, manteniendo un nivel de servicio del 100%. Estas políticas de alternativas de órdenes se ilustran en la figura 2.2. Con los resultados obtenidos a este punto aún no se puede contestar cuál sería la política más adecuada, ya que hasta aquí no hemos considerado los costos asociados a los inventarios.

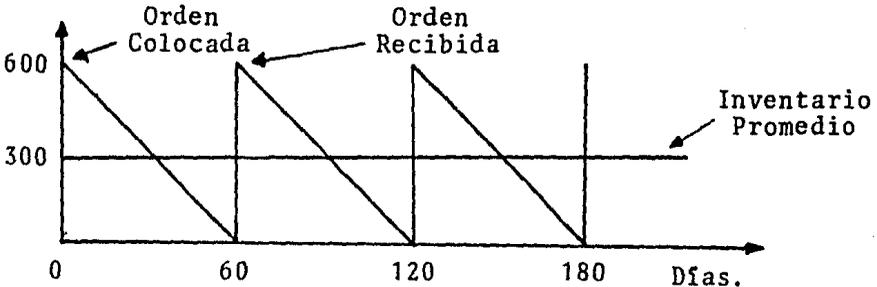
Los costos del inventario básicamente están compuestos por los costos de reponer los inventarios también llama

### Inventario



Ejemplo de orden de 100 unidades.

### Inventario



Ejemplo de orden de 600 unidades.

FIGURA 2.2 Ilustración de la cantidad variable a ordenar y el inventario promedio.

mados costos de ordenar y los costos de manejar los inventarios en sí, lo cual se conoce con el nombre de costos de mantenimiento del inventario. Una política relacionada a la cantidad a ordenar, puede calcularse haciendo un balance entre el costo de ordenar y el costo de mantener el inventario, lo cual se conoce como lote económico (EOQ - del inglés Economic Order Quantity) y se abordará en de

talle en el capítulo III.

Al determinar el lote económico y dividirlo entre la demanda anual prevista, se identificará la frecuencia y el tamaño de orden que minimizará el costo total del inventario. Para poder revisar el EOQ, es necesario identificar los costos asociados con pedidos a los proveedores y el mantenimiento de inventarios.

## 2.2 COSTOS DE INVENTARIOS.

En la compra o fabricación de un artículo, existen ciertos elementos de costo que hay que reducir al mínimo. El problema es cómo controlar las cantidades de material adquirido en un lote o partida, de tal manera que los costos generales relacionados con la fabricación o compra sean los mínimos.

Los costos de inventarios se dividen de la siguiente manera:

2.2.1 Costo de adquisición.

2.2.2 Costo de mantenimiento de inventario.

2.2.3 Costo de pérdidas por falta de existencia.

El costo del material no está incluido, ya que éste se deriva del precio unitario de compra, si se obtiene de un proveedor externo o de su costo unitario de producción, si se produce internamente. Hay que tener en cuenta que

el precio unitario de compras externas puede variar, al conseguirse un descuento por cantidad, lo cual disminuiría el costo unitario.

### 2.2.1 Costo de Adquisición.

El costo de adquisición llamado también costo de pedido o costo de ordenar, consiste en la estimación de todos los gastos necesarios para comprar un nuevo lote de materiales y/o cuando se formula un pedido al propio departamento de producción. Los costos de adquisición para artículos manufacturados por la compañía, tienen algunos cambios de los asociados con los materiales comprados.

2.2.1.1 Los costos que se generan cuando se compran los materiales son los siguientes:

a) Costo del trabajo desarrollado.

- . control de inventarios
- . preparación del pedido y órdenes de compra
- . trámites con proveedor: entrevistas, correspondencia, etc.
- . recibo de materiales.
- . inspección de materiales.
- . control de materiales en contabilidad
- . revisión y pago de cuentas a proveedores.

b) Costo de papelería

- . formas de compra

- . requisición
- . correo
- . impresos
- . carpetas de archivo
- . formas de inspección.
- . libro de registro.
- . cheques.

2.2.1.2 Los costos que se refieren a las órdenes de producción son los siguientes:

a) Programación y control de la producción.

- . ordenar la producción.
- . manejo de materiales.
- . preparación de máquinas.
- . recibo de inspección.
- . almacenamiento.
- . contabilidad: control de artículos y costos de producción.
- . preparación del cambio de producción.

b) Costo de papelería

- . lista de materiales
- . requisición de materiales.
- . tarjetas rutinarias de operación.
- . formas de trabajo.
- . reportes de adelanto de trabajo.

- . formas de inspección.
- . transferencias al almacén de productos terminados.

Los costos de adquisición están determinados para cada elemento de gasto hasta obtener un costo total de adquisición. La cantidad combinada deberá incluir costos fijos de colocación de los pedidos relacionados con los salarios del personal que trabaja en el departamento de compras, más el costo variable relacionado con el número de pedidos; prepara y ejecuta las adquisiciones. Por ejemplo: si el costo fijo total relacionado con actividades de pedidos es de 550 mil por año y los años anteriores ha habido un total de 220 mil pedidos por año, el factor de costo fijo por pedido será de 2.5. El costo variable para hacer un pedido, costo de comunicación directa y papelería, representará un costo calculado que al combinarse con el costo fijo nos dará como resultado el costo total por pedido para cada uno de los materiales. A medida que el número de órdenes aumenta, los costos fijos permanecen constantes y los costos variables aumentan.

Existe gran diferencia entre las compañías con relación a lo que cuesta hacer un pedido. Lo importante es incluir todos los costos para la asignación de gastos fijos y variables. Una vez que se ha estimado el costo to-

lor de inventario, se refiere al costo del espacio necesario para almacenar materiales e incluye el costo de arrendamiento o la depreciación, equipo, servicio, mantenimiento del edificio y otros gastos asociados directamente al mantenimiento del espacio. El costo total anual del almacén debe reducirse a una medida estándar como la del costo por día por metro cuadrado o cúbico. El costo del espacio de almacenamiento total anual para un producto dado puede asignarse multiplicando el espacio ocupado diariamente acumulado por el año, por el factor del costo estándar; esta cantidad dividida entre el número total de unidades de mercancía nos dará el costo promedio de almacenamiento por unidad. Al asignar estos costos debe tenerse cuidado de hacer una provisión apropiada para el espacio vacío.

#### 2.2.2.3 Obsolescencia y Deterioramiento.

Este costo se calcula con base en experiencias pasadas, se distingue fácilmente en las empresas industriales, en las cuales se experimentan rápidos cambios tanto en el material que se utiliza como en la maquinaria, debido fundamentalmente a la competencia existente entre los fabricantes que los obliga a lanzar constantemente productos nuevos al mercado. El costo por obsolescencia es el costo de aquellos materiales que pueden estar sujetos a una

disminución en su valor real por que pasan de moda o por los cambios tecnológicos en un momento determinado; este costo de obsolescencia es la diferencia entre el costo original del material y su costo de recuperación.

#### 2.2.2.4 Seguros.

Se refiere a la cantidad de dinero pagado para mantener protegidas las existencias de materiales y artículos terminados en los almacenes; es un pago directo con base al riesgo estimado por un periodo determinado.

#### 2.2.2.5 Impuestos.

Algunos estados aplican un impuesto sobre el inventario durante un año, según la cantidad que se tenga en almacenamiento en determinado momento. En particular en los canales de ventas al menudeo, tales como los distribuidores de automóviles, es posible manejar los niveles de inventario de modo que los mínimos coincidan con las fechas de pago del impuesto.

#### 2.2.2.6 Fletes.

Es el cargo de transportación para llevar el inventario hasta la bodega. El costo puede determinarse examinando las tarifas publicadas de fletes u obteniendo cotizaciones de los transportadores ordinarios.

#### 2.2.2.7 Manejo.

Los cargos del manejo del almacén por recepción, embarque y mantenimiento de los inventarios mientras estén almacenados, constituyen una parte definitiva de los costos totales del inventario. Debe incluirse también el costo administrativo del almacén.

A continuación se presenta una manera de determinar el costo de mantenimiento de inventario en la tabla 2.1. - Este costo oscila en las empresas generalmente entre un 15% y el 30% del valor de los inventarios. (5)

El costo de mantener un inventario involucra el criterio de la administración, estimaciones, asignaciones y medidas directas hasta cierto punto.

La determinación del costo de mantenimiento aplicado a un amplio grupo de productos o materia prima, requiere un análisis minucioso. Mientras que el costo de capital puede aplicarse al inventario promedio, los gastos relacionados con impuestos, seguros, almacenamiento y obsolescencia, variarán dependiendo de las características específicas de cada producto; una vez que se ha llegado a un acuerdo sobre la valoración apropiada para el mantenimiento, la cantidad deberá mantenerse constante durante el análisis de la determinación del lote económico. (EOQ).

(5) Johnson, Robert W.; Administración Financiera, pág. 175.

curre al tener inventario. Las cuentas incluidas tradicionalmente en este costo son las siguientes:

- 2.2.2.1 Capital
- 2.2.2.2 Almacenaje
- 2.2.2.3 Obsolescencia y deterioro
- 2.2.2.4 Seguros
- 2.2.2.5 Impuestos
- 2.2.2.6 Fletes
- 2.2.2.7 Manejo

#### 2.2.2.1 Capital.

El aspecto con más controversia sobre el costo de mantenimiento, es el del cargo apropiado que deberá hacerse en el capital invertido. La experiencia con una variedad de empresas indica que deberán usarse porcentajes que fluctúan según las tasas de interés bancario. La lógica para usar la tasa de interés bancario o una tasa de interés específica, estabilizada con la tasa de interés bancario, es que el efectivo para reemplazar el capital invertido en el inventario, pueda comprarse en los mercados de dinero a esa tasa, ya que un peso invertido en inventario pierde su poder de ganancia, disminuye el capital disponible y restringe inversiones opcionales.

#### 2.2.2.2 Almacenaje.

Este costo no está relacionado directamente con el va-

tal de hacer un pedido, el criterio típico será de mantenerlo constante sin tomar en cuenta cuántas órdenes son hechas durante el siguiente período de planeación. Este criterio de lineamiento no es completamente correcto; de todas maneras siempre que una cantidad de pedidos se mantenga más o menos constante en un período de planeación, al siguiente se tendrá un error limitado.

En la figura 2.3 se muestra el costo de ordenar, donde el costo total es el producto del costo unitario de ordenar por el total de órdenes.

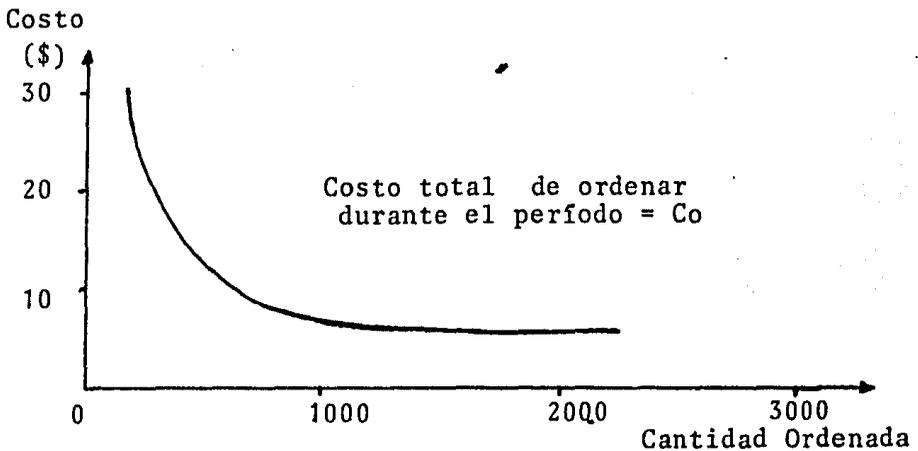


FIGURA 2.3 Comportamiento del costo de ordenar.

### 2.2.2 Costo de Mantenimiento de Inventario.

El costo de mantenimiento de inventario o costo de conservación como su nombre lo indica, es aquel en que se in

TABLA 2.1

Costo de Mantenimiento del inventario.

Producto "X" = \$20.00 por unidad.

Elemento de Costos	Cálculos	Costo Anual
Capital	\$20.00 x 6% interés	1.20
Almacenaje	\$0.08 x metro cuadrado x mes x 2 metros cuadrados x unidad x 12 meses	1.92
Obsolescencia y Deterioro	0.3% anual x \$20.00 x unidad	0.06
Seguros	\$0.10 anual por unidad	0.10
Impuestos	2.5% de la valoración x \$20.00 por unidad.	0.50
Fletes	\$1.00 por unidad	1.00
Manejo	\$0.22 x unidad recibida. 0.04 x unidad, mantenimiento mensual x 12 meses.	\$0.22 <u>0.48</u> <u>0.70</u>
Costo total anual de mantenimiento de inventario		5.48c/u
Porcentaje	<u>\$ 5.48</u> \$20.00	27.4%

El costo total de mantenimiento se puede determinar multiplicando el inventario promedio por el costo unitario de conservación.

Los costos de mantener el inventario aumentan aproximadamente en relación directa con el valor del inventario, como se muestra en la figura 2.4, donde el costo to-

tal de mantenimiento se puede determinar multiplicando el inventario promedio por el costo unitario de conservación del inventario.

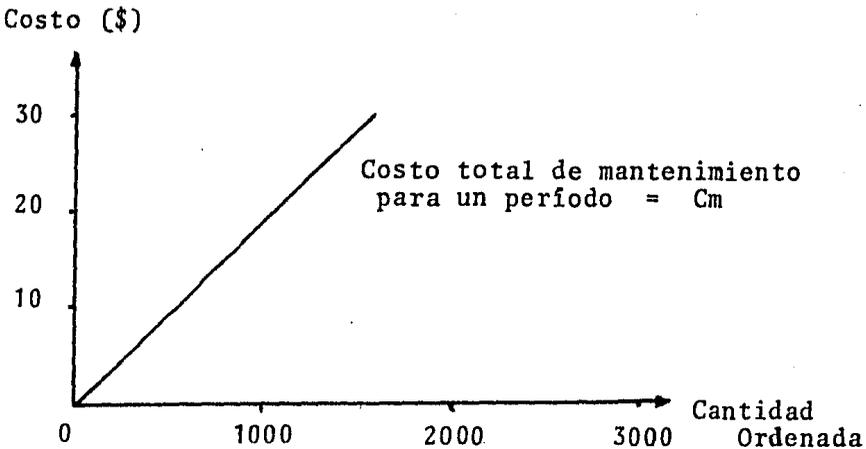


FIGURA 2.4 Comportamiento del costo de mantenimiento.

### 2.2.3 Costo de pérdidas por falta de existencia.

Los costos de pérdidas por falta de existencias o falta de oportunidad, son quizás los más difíciles de definir - ya que tienen aspectos subjetivos involucrados para su - determinación, la falta de una pieza puede ser la causa de tener mano de obra ociosa en una línea de producción, por lo que aumentará el costo de mano de obra extra por realizar sus operaciones fuera de secuencia. Cuando se trata de un almacén de producto terminado, puede obtenerse dicho costo mediante el cálculo del costo por la pér-

dida de utilidades y de clientes originada por la mala reputación generada por la imposibilidad de satisfacer la demanda de los clientes. Definitivamente en general, se hace una estimación de estos costos por parte de los ejecutivos de las empresas.

El costo por falta de existencias refleja principalmente cuatro factores:

2.2.3.1 Ciclos de Inventario por año

2.2.3.2 Unidades faltantes.

2.2.3.3 Probabilidad de un posible faltante de inventario.

2.2.3.4 Costo unitario de los faltantes.

2.2.3.1 Ciclos del inventario por año.

Los ciclos del inventario por año son iguales al número de órdenes colocadas por año, las cuales se determinan dividiendo el consumo anual en unidades entre la cantidad de la orden.

2.2.3.2 Unidades faltantes.

Las unidades faltantes serían la diferencia entre el consumo máximo diario durante el plazo de entrega y el punto de la orden sin un inventario de seguridad, ejemplo: consumo máximo diario = 15 unidades, tiempo de entrega = 8 días, punto de la orden = 80 unidades, por lo tanto las unidades faltantes son:  $(15 \times 8) - 80 = 40$  unidades.

### 2.2.3.3 Probabilidad.

La probabilidad de un posible faltante de inventario lo determinan los ejecutivos de las empresas de acuerdo a una distribución de probabilidades para su consumo diario.

### 2.2.3.4 Costo unitario.

El costo unitario de los faltantes será el costo que se estime por la pérdida de utilidades y clientes.

La falta de artículos ocasiona un costo de oportunidad, el cual tiende a variar en forma lineal según el número de artículos que falten, como se muestra en la figura 2.5. Estos costos disminuyen a medida que el volumen del inventario aumenta como es el caso de los costos de ordenar.

Costo (\$)

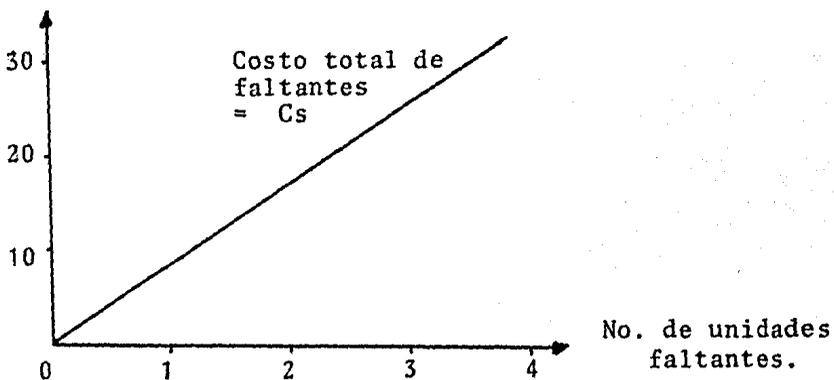


FIGURA 2.5 Comportamiento de los costos faltantes.

### 2.3 ANALISIS ABC

Es razonable que el esfuerzo requerido para controlar el inventario varíe en proporción a su valor y/o la utilidad que representa para la empresa, cada uno de los artículos que se encuentran en ella.

El principio de Pareto, llamado así en honor del economista italiano, Vilfredo Pareto, nos dice que hay que separar lo poco vital de lo mucho trivial. En una situación aleatoria, aproximadamente el 20% de las causas producen aproximadamente el 80% de los efectos. Esto adaptado al inventario, dice que unos cuantos artículos, ya sean hechos o comprados, representan la mayor parte de la inversión total. La división del inventario en tres categorías de acuerdo con su valoración monetaria se conoce como análisis ABC representado en la figura 2.6

ARTICULOS "A" - representan del 10% al 20% del total de los artículos inventariados, con un valor entre 70% y 80% del costo total del mismo.

ARTICULOS "B" - son de un 30% al 40% de los artículos del inventario y representan entre un 15% y 20% del costo total del inventario.

ARTICULOS "C" - son del 50% al 60% de artículos del grupo y representan del 5% al 10% del costo total del inventario.

Porcentaje de la inversión total

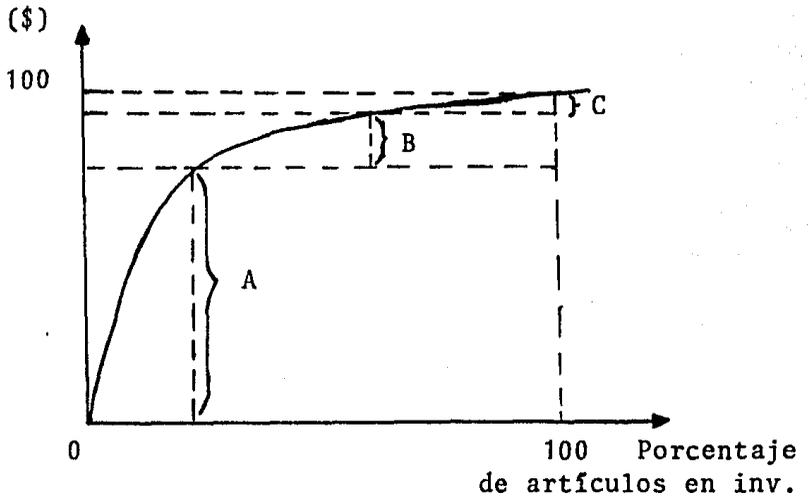


FIGURA 2.6 Representación gráfica de la clasificación A B C.

Esta clasificación se puede aplicar en otras actividades como:

- a) Unos cuantos clientes representan el mayor número de órdenes.
- b) Unos pocos proveedores producen la mayoría de los atrasos.
- c) Unos cuantos artículos representan la mayoría de los materiales faltantes.
- d) Unos cuantos proveedores representan la mayor parte de las compras.
- e) En unas cuantas ciudades se concentra la mayor parte de la población.

La utilidad de este principio nos ayuda a identificar aquellos artículos que con un control adecuado proporcionan un máximo beneficio. Por lo tanto, los artículos "A" deben ser los mejor controlados, con frecuentes órdenes de reabastecimiento y en pequeños lotes, sus controles deben incluir:

- Una revisión de sus niveles de inventario muy frecuente.
- Un mejor manejo prioritario.
- Un análisis muy profundo de variaciones.

Los artículos "B" deben incluir en los controles:

- Una revisión periódica.
- Un manejo rápido y
- Un análisis razonable de variaciones.

Por último, los artículos "C" requieren controles simples considerando que:

- La cantidad de reordenamiento es por lo general un suministro para uno o dos años y en general no requieren un análisis de variaciones.

## CAPITULO III

### DETERMINACION DE MODELOS DE INVENTARIO

#### OBJETIVOS:

- Saber bajo que condiciones se aplica el EOQ.
- Identificar situaciones que afecten al lote económico.
- Conocer los principales sistemas de inventarios y combinaciones para su aplicación.
- Determinar los inventarios de seguridad de acuerdo a las políticas.

#### CONTENIDO:

- 3.1 Lote Económico (EOQ)
- 3.2 Algunas Complicaciones del EOQ
- 3.3 Sistemas de Inventarios.
- 3.4 Inventario de Seguridad.

### 3.1 LOTE ECONOMICO (EOQ).

El lote económico, EOQ por sus siglas en inglés "economic order quantity", es aquel donde los costos totales alcanzan el mínimo. El costo de ordenar aumenta proporcionalmente a la frecuencia con que ordenamos, mientras que el costo de mantener aumenta en proporción al tamaño de la orden, ver figura 3.1. Los costos por faltas de existencias no se consideran para determinar el lote económico, ya que éstos son intangibles.

Para poder aplicar la fórmula estándar del EOQ, será necesario tomar en cuenta las siguientes suposiciones:

- 1.- Se considera un sistema dinámico bajo condiciones de certidumbre.
- 2.- La demanda es estable a lo largo del tiempo.
- 3.- El abastecimiento es global.
- 4.- El tiempo de entrega es continuo.
- 5.- Todos los costos son constantes.

Con relación a éstas suposiciones, en la figura 3.2 se muestra la demanda, el abastecimiento y el inventario a través del tiempo.

La demanda es estable con  $Z$  unidades por unidad de tiempo, se reciben  $Q$  unidades de abastecimiento global y el nivel de inventarios comienza en un punto pico de  $Q$  unida-

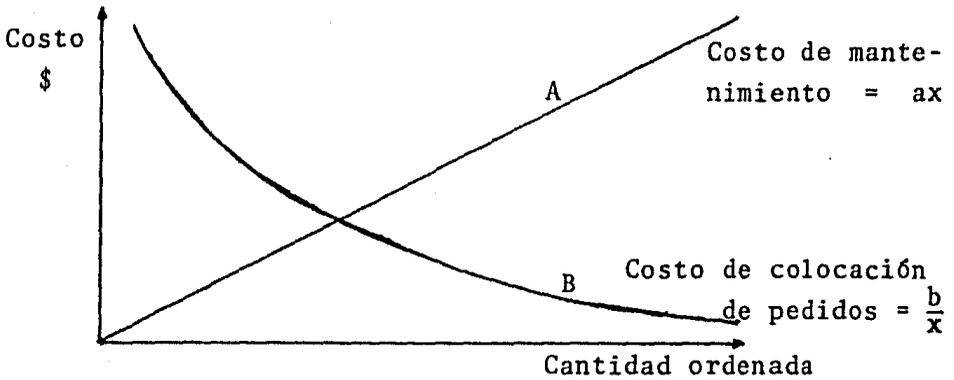


FIGURA 3.1 Costo de colocación de pedidos y costo de mantenimiento como una función de la cantidad ordenada "x"

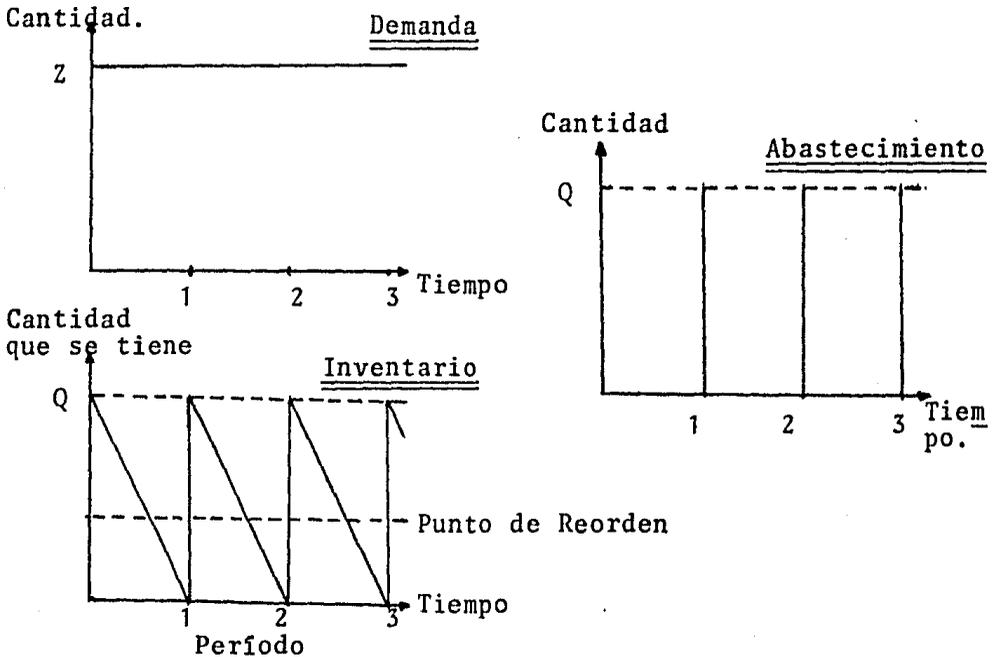


FIGURA 3.2 Comportamiento de la demanda, abastecimiento y nivel de inventario.

des y declina en forma estable hasta llegar a un punto de reorden R que indica el momento en que se coloca la orden de Q unidades. Cuando se recibe la orden, el nivel de inventarios, regresa a su punto pico y el ciclo se repite, como el tiempo de entrega es constante, no debe de haber faltantes o rupturas de inventario.

La resolución del lote económico toma en cuenta dos factores: el costo de mantener y el costo de ordenar. En términos generales la determinación del lote económico comprende la minimización del costo total anual, el cual se expresa de la siguiente manera.

Costo total = Costo total de mantenimiento del inventario + Costo total de colocación de pedidos.

$$CT = \left( \frac{Cx}{2} \right) C_m + \left( \frac{z}{x} \right) C_p$$

Donde:

CT = costo total

x = cantidad a comprar en un solo lote

C = costo unitario del artículo

Cm = tasa del costo de mantenimiento anual

z = demanda anual

Cp = costo de colocación de un pedido

$x/2$  = promedio de unidades que se mantiene en inv.

$Cx/2$  = valor promedio en \$ del inv. que se maneja.

$(Cx/2)C_m$  = costo total de mantenimiento.

$z/x$  = número de órdenes colocadas por año.

$(z/x)C_p$  = costo total de colocación de pedidos.

Otra fórmula más general para calcular el costo total es:

$$CT = ax + \frac{b}{x} \dots \text{ fórmula por el método gráfico.}$$

Ver fig. 3.3

Donde:

$ax$  = costo de mantenimiento.

$\frac{b}{x}$  = costo de colocación de pedidos.

Podemos tomar la derivada del costo total con respecto a "x" y hacerla igual a "cero", es decir  $d CT/dx = 0$ , ésto señala el punto que tiene pendiente cero y por lo tan to el valor mínimo para el costo total.

El uso de las derivadas para determinar los máximos y los mínimos es un enfoque general. Puede utilizarse para ecuaciones complejas de costos totales que tienen muchos términos involucrados. También se puede utilizar el método gráfico, como el que se ilustra en la figura 3.3.

Si se utilizan métodos de error y ensayo sustituyendo - diferentes valores de x en la ecuación de costos totales,

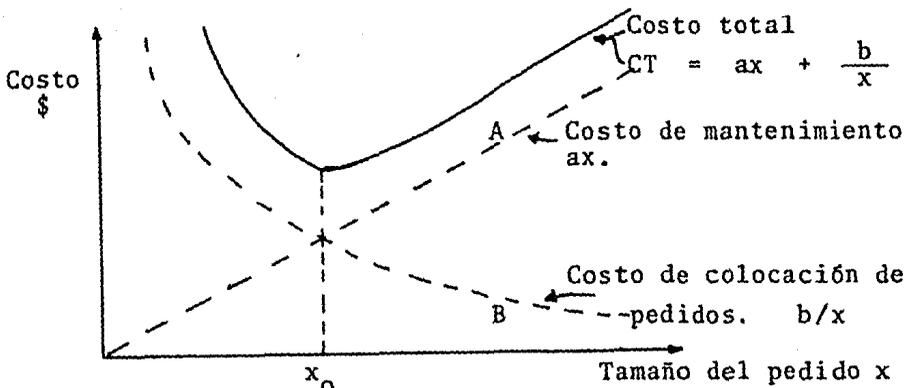


FIGURA 3.3 Gráfica de los costos totales. El costo total se minimiza cuando  $x = x_0$ .

hasta que se obtenga un costo mínimo, se puede usar otro enfoque; el costo mínimo se presentará en la forma de la ecuación  $ax + \frac{b}{x}$ , cuando el costo total de mantenimiento de inventarios sea igual al costo total de colocación de pedidos como se muestra a continuación:

$$C_m = .15 \text{ por año (15\%)}$$

$$C = \$500 \text{ por unidad}$$

$$z = 15 \text{ unidades por año}$$

$$C_p = \$10 \text{ por pedido}$$

$$CT = \left( \frac{500x}{2} \right) \cdot 15 + \left( \frac{15}{x} \right) \cdot 10$$

$$= 37.5x + \frac{150}{x}$$

Haciendo  $37.5x = \frac{150}{x}$  tenemos que:

$$x^2 = 4$$

$$x = 2$$

Valores relevantes:

x	Costo de man tenimiento	+	Costo coloc. de pedidos	=	CT
1	37.5		150.0		187.5
2	75.0		75.0		150.0
3	112.5		50.0		162.5
4	150.0		37.5		187.5
5	187.5		30.0		217.5

En este caso, el costo total mínimo se manifiesta cuando  $x = 2$  porque, el costo total de mantener inventarios es igual al costo de colocación de pedidos. Si el valor de  $x$  sufre un incremento adicional, el costo de mantenimiento de inventarios aumenta en mayor proporción que lo que decrecen los costos de colocación de pedidos. Cuando  $x$  disminuye, el costo de colocación de pedidos aumenta en mayor proporción que lo que se reduce el costo de mantenimiento.

El valor óptimo de  $x$ , que es la cantidad a comprar en un solo lote, será denominado  $x_0$ , que es el valor de  $x$  que da un costo total mínimo. Igualando los costos totales de mantenimiento con los de pedir, se obtiene  $x_0$ .

$$\left( \frac{Cx}{2} \right) C_m = \left( \frac{z}{x} \right) C_p$$

$$x^2 = \frac{2 z C_p}{C C_m}$$

$$x_o = \sqrt{\frac{2 z C_p}{C C_m}}$$

Sustituyendo en los datos del ejemplo anterior:

$$x_o = \sqrt{\frac{2(15)(10)}{500(.15)}}$$

$$x_o = 2$$

Este modelo de inventarios proporciona el lote óptimo, por lo tanto:

$$x_o = \text{EOQ} = \sqrt{\frac{2 z C_p}{C C_m}}$$

Basándose en la relación del ciclo de reabastecimiento del inventario, el costo de inventario y la formulación de pedidos económicos, se han introducido varios puntos básicos útiles para la planeación de inventarios.

Primero, encontramos al EOQ en el punto en que son iguales tanto el costo de pedidos anuales como el costo de mantenimiento.

Segundo, el inventario promedio base será igual a la mitad de la cantidad del pedido (1/2).

Tercero, para no tener más de una orden pendiente a la vez, la duración del ciclo de reabastecimiento será igual o menor que el EOQ dividido entre las ventas promedio diarias.

Cuarto, el costo de la unidad de inventario tendrá una relación directa con la duración del ciclo de reabasteci-

miento, en el que mientras más alto sean los costos unitarios, más frecuente será el período de pedidos.

En algunos casos la aplicación directa de la fórmula del EOQ sería peligrosa como:

- a) Producción estacional. En este caso el inventario se crea con anticipación y no es inventario de lote, por lo tanto el EOQ no se aplica.
- b) Longevidad. Si el lote económico resulta en tamaños menores que la vida de la herramienta, puede ser más económico incrementar el lote hasta igualarlo al tiempo de vida de la herramienta.
- c) Controlando resultados. Si se aplica el EOQ en forma mecánica, se pueden descuidar algunas consideraciones prácticas dando como resultados costos más grandes. Por lo tanto es indispensable que los cálculos sean revisados junto con los encargados de los departamentos afectados para asegurar que los resultados sean razonables, por ejemplo, la obsolescencia.

Respecto al costo de almacenamiento, usar los mismos costos para todos los artículos no es realista. Se deberían de hacer estimados de los requerimientos de almacenamiento para las varias clases de artículos y usarse en el cálculo del EOQ como se explicó en el capítulo II.

## 3.2 ALGUNAS COMPLICACIONES DEL EOQ

La formulación simple y directa del EOQ no representa - dificultades para su aplicación. Los problemas más persis tentes son aquellos relacionados con ajustes necesarios pa ra aprovechar algunas situaciones especiales de compras.

Tres ajustes típicos son:

3.2.1 Tarifas de transporte por volumen.

3.2.2 Descuentos por grandes cantidades.

3.2.3 Otros ajustes.

3.2.1 Tarifas de transporte por volumen. En la fórmula del EOQ no se dió ninguna consideración al impacto del - costo del transporte con relación a la cantidad del pedido. Cuando los productos son comprados "libre a bordo" (L.A.B.) su destino y el comprador paga el cos to del transporte para su envío a la localización del inventario, es un olvido que puede justificarse. Por otra parte, cuando los artículos se compran L.A.B. su origen, el impacto de las tarifas de transporte sobre el costo total deberá considerarse al determinar la cantidad del pedido.

Como una regla general se tendrá que: mientras - más grande sea el peso de un pedido, será más bajo el costo por kilo de transporte desde cualquier origen a su destino. Es común un descuento en la tarifa en

los embarques de mayor tamaño, ya sea por camión o por ferrocarril, según la clase. Por lo tanto, si todo lo demás sigue igual, será natural que una empresa prefiera comprar en las cantidades que ofrezca la máxima economía en los gastos de transporte. Dichas cantidades serán mayores que la cantidad de compra que comprende en otra forma el EOQ.

El aumentar el tamaño de los pedidos, tiene un doble impacto sobre el costo de inventario. Suponiendo, para dar un ejemplo, que la tarifa de transporte más conveniente se obtiene cuando se hace un pedido de 480 unidades en comparación al pedido recomendado por el EOQ de 300 unidades, vease el ejemplo de la tabla 3.1.

TABLA 3.1

Ejemplo del cálculo del EOQ.

---

z = 2,400 unidades  
 Cm = 20% anual  
 C = \$ 5  
 Cp = \$ 20

$$\begin{aligned}
 \text{EOQ} &= \sqrt{\frac{2(2,400)(20)}{5(.20)}} \\
 &= \sqrt{96,000} \\
 &= 310 \quad (\text{se redondea a } 300)
 \end{aligned}$$


---

Inventario base promedio =  $300/2 = 150$

El primer impacto de este pedido mayor, es el de aumentar el inventario base promedio de 150 a 240 unidades. Por lo tanto, el formular pedidos en cantidades mayores aumenta el costo de mantenimiento de inventario.

El segundo impacto es una disminución en el número de órdenes requeridas durante el año. Con esta modificación, la frecuencia de las órdenes requeridas para realizar las economías máximas de transporte en este ejemplo será de 5.

$$\text{Ordenes} = \frac{z}{\text{EOQ}} = \frac{2,400}{480} = 5$$

Para completar el análisis, es necesario formular los costos totales con y sin los ahorros en transporte. Este cálculo puede hacerse directamente con una modificación a la fórmula del EOQ; las comparaciones directas también dan una respuesta rápida. Los datos adicionales requeridos se relacionan solamente con la tarifa de transporte para pedidos en cantidades de 300 y 480 unidades. La tabla 3.2 contiene los datos necesarios para el análisis.

TABLA 3.2

Datos modificados del EOQ para incluir tarifas de transporte por volumen.

---

z	=	2,400 unidades	C	=	\$ 5
Cm	=	20% por año	Cp	=	\$ 20
Tp	=	\$ 1	Tg	=	\$ 0.75

---

Donde:

Tp = tarifa de embarque pequeño/unidad (300 unds.)

Tg = tarifa de embarque grande/unidad (480 unds.)

La tabla 3.3 nos da el análisis del costo total. Tomando en consideración los posibles ahorros en transporte que se pueden lograr al comprar en cantidades mayores, el costo total anual de comprar 480 unidades 5 veces al año, en vez de la solución del EOQ de 300 unidades 8 veces al año, nos da como resultado un ahorro de \$570.00

TABLA 3.3

EOQ Modificado para incluir tarifa de transporte por unidad.

	Alternativa 1 EOQ = 300	Alternativa 2 Orden modif.= 480
Costo de mantenimiento	\$ 150	\$ 240
Costo de pedidos	160	100
Costo de transporte	<u>2,400</u>	<u>1,800</u>
Costo total	\$ 2,710	\$ 2,140

El impacto de las tarifas por transporte en volumen sobre el costo de ordenar, no se deben ignorar. En el ejemplo anterior, la tarifa por unidad bajó de \$1 a \$0.75 o sea 25%. En la realidad, los costos pueden no descender tan drásticamente, de cualquier forma es común encontrar -

descuentos de acuerdo al peso que se puede aplicar entre cualquier origen y su destino. En estas situaciones, el costo varía según el embarque mínimo, por lo tanto, cualquier EOQ deberá verificarse con respecto al costo de transporte de acuerdo con los cambios de tarifa según el peso del embarque, y si la mercancía se compró L.A.B. su origen.

Un segundo punto que se muestra en la tabla 3.3 es el hecho de que se obtuvieron cambios importantes en el tamaño del pedido y los pedidos colocados durante un año, como resultado de pequeños cambios en los costos totales de mantenimiento y pedidos. La cantidad del EOQ de 300, tuvo un costo anual de \$310, mientras que la cantidad mo dificada tuvo un costo comparativo de \$340. Las fórmulas del EOQ se afectan por cambios importantes en el ciclo o frecuencia de los pedidos; así mismo, se necesitan cambios importantes en los factores de costo de transporte para que tengan impacto importante en el EOQ.

Finalmente hay tres factores que pueden ser importantes con relación al costo de inventario bajo condiciones de L.A.B..

Primero, el que sea libre a bordo desde el origen, significa que el comprador asume todos los riesgos del inventario desde que éste se embarca. Dependiendo del período re querido para el pago, esto podría significar que el inven-

tario en tránsito sea parte del inventario promedio de la compañía y por lo tanto esté sujeto contablemente a su cargo apropiado, y cualquier cambio de tarifas o métodos de embarque, deberá valorarse para determinar, ya sea el costo adicional, o el ahorro resultante en el análisis del costo total.

Un segundo factor relacionado con el tiempo de tránsito y el inventario es que cuando se compra L.A.B. a su destino, no existe responsabilidad directa con el inventario en tránsito. De cualquier forma, la duración y consistencia del tiempo de tránsito, así como la cantidad de inventario de tránsito son factores importantes al planear el inventario bajo condiciones de incertidumbre.

El factor final está relacionado con el aumento de costo de transporte al valor del inventario para efecto del mantenimiento correcto de los costos.

3.2.2 Descuentos por volumen. Una situación parecida a la de las tarifas de transporte por volumen, es cuando el artículo comprado está sujeto a descuentos por volumen de compra. En la tabla 3.4 se muestra un ejemplo de descuentos por volumen. Los descuentos por volumen pueden manejarse directamente con la fórmula básica del EOQ, al calcular el costo total a cualquier precio de compra dado, según el volumen para

determinar otros EOQ's relacionados. Si el descuento relacionado con una gran cantidad, es suficiente para compensar los costos adicionales de mantenimiento menos el costo reducido del pedido, entonces el descuento por volumen de compra nos ofrece una alternativa posible. Debemos considerar que los descuentos por volumen de compra y las tarifas por volumen en transporte, afectan a las compras de grandes cantidades. Esto no quiere decir que el costo de compra más bajo este siempre relacionado con una cantidad más grande de lo que sería el caso bajo el EOQ base.

TABLA 3.4

Ejemplo de descuentos según cantidad de compra

Costo	Cantidad Pedida
\$19.00	1-99
15.00	100-199
11.50	200-299
8.00	300-399
5.00	400-499
4.00	500-999
3.00	1000-en adelante.

Como se observa en la tabla 3.4, el costo de las unidades disminuye a medida que aumenta la cantidad a comprar.

Si queremos saber que cantidad conviene ordenar para aprovechar los descuentos por volumen, se analizan los costos totales cuando se tienen inventarios, como se indica en la tabla 3.5, donde se utilizan los datos del ejemplo anterior de la tabla 3.1

TABLA 3.5

EOQ modificado para incluir descuentos según cantidad de compra.

COSTOS	ALTERNATIVAS			
	1	2	3	4
	\$15	\$8	\$5	\$3
	100 unds.	300 unds.	400 unds.	1000 unds.
Costo de man- tenimiento.	\$ 150	\$ 240	\$ 200	\$ 300
Costo de pe- didos.	480	160	120	48
Costo Total	\$ 630	\$ 400	\$ 320	\$ 348

En el ejemplo inicial se calculó el EOQ tomando el costo unitario de \$5 por artículo, dando como resultado un EOQ de 300 unidades; sin embargo en la tabla 3.4 se indica que la compra mínima para que los artículos tengan un costo de \$5, debe ser de 400 unidades.

Para estas alternativas conviene comprar lotes de 400 - unidades, que es la cantidad que nos da un costo total mí-

nimo de \$320 anuales. Si se quiere comprar lotes de 300 artículos, el costo por unidad es de \$8, y su costo total por tener inventario será de \$400. Si se quiere aprovechar el descuento de \$3 para lotes de 1000 unidades, se observa que el costo empieza nuevamente a incrementarse, por lo que resultaría provechoso comprar lotes de 400 unidades.

Es importante que al tomar una decisión de comprar grandes volúmenes para obtener buenos descuentos, además de analizar los costos, se verifique que el almacén tenga la capacidad suficiente para guardar dicha mercancía.

2.3) Otros ajustes del EOQ. Existen situaciones especiales en las que es necesario hacer un ajuste al lote económico base. Algunos ejemplos son:

- compra de artículos múltiples con el mismo proveedor y/o capital limitado.

En todas las situaciones de ajuste, el punto de atención es el costo total del lote económico base en comparación con la condición modificada de compra.

### 3.3 SISTEMAS DE INVENTARIOS

La tarea de la administración de inventarios consiste en la formulación de las políticas y controles durante un período del ciclo de reabastecimiento, el cual, desde el punto de vista de los inventarios consiste en: la colocación del pedido, el proceso del pedido, transporte y mantener el inventario al día. Estos cuatro elementos se combinan para crear un período total requerido para el reabastecimiento. Por ejemplo, si el proceso de pedido esperado es de 2 días, el proceso de ordenar 3 días, transportación 5 días y poner al día el inventario 1 día, entonces, la duración anticipada del ciclo de reabastecimiento será de 11 días, por lo que si se espera una venta promedio diaria de 10 unidades, será necesario colocar un nuevo pedido cuando la reserva disponible alcance un total combinado de 110 unidades.

Existen dos métodos fundamentales de sistemas de reabastecimiento:

3.3.1 Sistemas de revisión continua o cantidad fija de reorden.

3.3.2 Sistemas de revisión periódica o período fijo de reorden.

3.3.1 Sistemas de revisión continua o cantidad fija de reorden. La fórmula para determinar el lote económico --

simple, se basa en la suposición de que no existirá variación en la demanda. Se establece un nivel mínimo como el nivel de reorden para cada artículo y cuando se alcanza el nivel mínimo, se coloca un pedido igual al lote económico  $x_0$ . En la mayoría de los casos prácticos esta situación no se cumple, por lo que se diseñó un modelo de inventarios para aquellos casos donde la demanda es variable.

En los establecimientos grandes y modernos, los registros de las existencias se mantienen por medio de un sistema de computación de tiempo real, donde la cantidad que se toma de las existencias se alimenta inmediatamente a una computadora, en donde se mantiene el estado actual de los artículos y la computadora indica cuando se llega al punto de reordenamiento.

El nivel de inventarios presentado por el punto de reorden es igual a la demanda esperada durante el tiempo de abastecimiento, más el inventario de seguridad, el cual se establece con el fin de proporcionar un nivel de protección contra las variaciones en la demanda. En la figura 3.4 se muestra la forma como opera un sistema de inventarios de revisión continua o cantidad fija.

Notese que en el punto B existió una variación en la demanda, ya que la demanda fué mayor que la pronosticada y por lo tanto, el inventario de seguridad cumple su función de proteger el servicio al cliente cuando estas variaciones

aparecen.

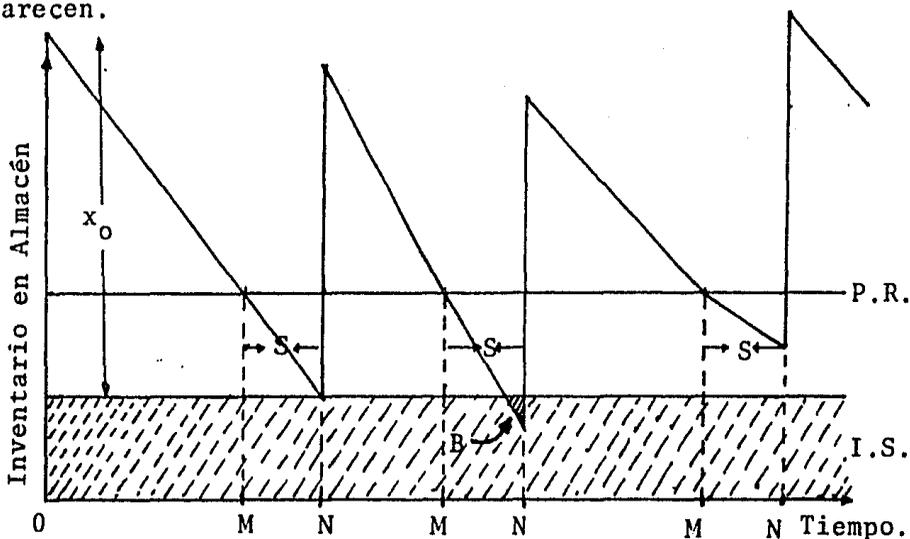


FIGURA 3.4 Sistema de inventarios de revisión continua o cantidad fija de reorden.

Donde:

I.S. = inventario de seguridad

S = tiempo de abastecimiento

$x_0$  = lote económico

M = colocación de un pedido por  $x_0$  unidades.

N = se reciben  $x_0$  unidades.

P.R. = Punto de reorden.

Una variante muy sencilla del sistema de control de inventarios de revisión continua, recibe el nombre de sistema de "dos compartimentos" o de "dos partes", el cual, es una versión del plan de orden constante en que un comparti

mento mantiene una cantidad igual al nivel de reordenamiento y el segundo compartimento la diferencia entre la cantidad económica a pedir y el punto de reordenamiento. Se consumen los artículos del segundo compartimento y cuando éste quede vacío, se ordena el aprovisionamiento.

Este procedimiento elimina tarjetas de control de existencias pero necesita control para asegurarse de que el consumo no se hace del compartimento de reserva hasta que la otra esté vacía y que se notifique al departamento de compras cuando se emplea por primera vez el compartimento de reserva. Este sistema se usa principalmente en artículos de poco valor tales como tornillería.

En la figura 3.5, se muestra cuando se recibe un pedido de abastecimiento, el compartimento 1 se llena hasta el nivel del punto de reorden, el resto del pedido se coloca en el compartimento 2. Cuando el compartimento 2 se vacía se coloca un nuevo pedido. Este sistema también elimina gran cantidad de trabajo de oficina.

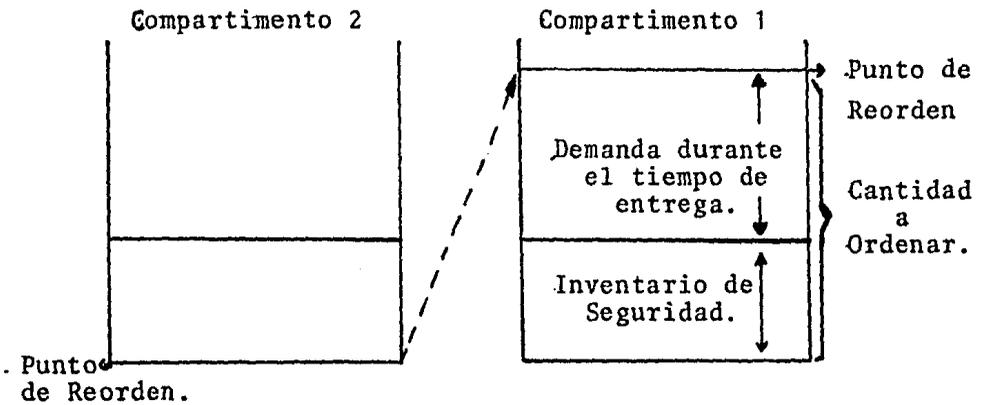


FIGURA 3.5 Sistema de inventarios de revisión continua con el sistema de dos compartimentos. Cuando el compartimento dos queda vacío, se coloca un nuevo pedido.

3.3.2 Sistema de revisión periódica o período fijo de reorden. Este sistema se basa en la determinación de un período de revisión fijo y constante, puede ser semanalmente, mensual, bimestras, trimestral, etc.. Los intervalos siguen fundamentalmente el concepto "ABC"; los artículos que tienen una utilización monetaria alta, se verifican con mayor frecuencia que los artículos "C". Después de cada revisión se hace un pedido. La cantidad de éste depende de la tasa de utilización durante el tiempo que media entre las revisiones.

Para determinar el número óptimo de revisiones, debe usarse la siguiente fórmula:

$$t_0 = \frac{z}{x_0}$$

Donde:

$x_0$  = lote económico, EOQ.

$z$  = demanda

$t_0$  = no. de órdenes por año.

En cada revisión se determina el inventario en almacén y se coloca un pedido por una cantidad variable, así el periodo de revisión es fijo pero el tamaño de las órdenes es variable. La figura 3.6 muestra la forma en que opera un sistema de revisión periódica o periodo fijo.

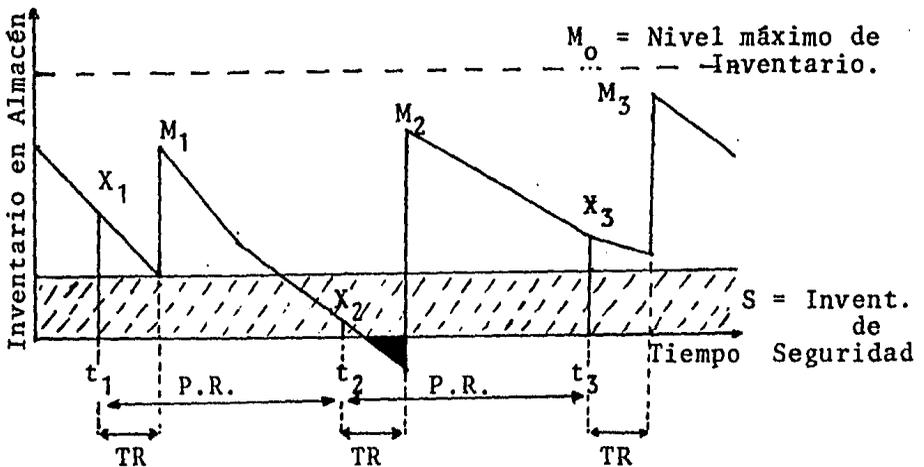


FIGURA 3.6 Sistema de revisión periódica o periodo fijo de reorden: El inventario en almacén se revisa solamente en intervalos, en ese momento se coloca un pedido de tamaño variable.

- P.R. = período de revisión
- $X_1 \dots X_3$  = niveles de inventario en el período de revisión.
- $t_1 \dots t_3$  = punto de revisión.
- $M_1 \dots M_3$  = niveles de inventario en los puntos de recepción de los artículos.
- TR = tiempo de reabastecimiento.

Como se observa en la figura 3.6,  $M_0$  indica el nivel de las existencias a un número máximo deseado, equivalente al lote económico más un inventario de seguridad. El nivel  $M_0$  se determina calculando la demanda esperada durante el período de revisión, más la demanda durante el tiempo de abastecimiento y se adiciona el inventario de seguridad que ofrece protección contra demandas excesivas. Cuando se resta el período óptimo  $x_0$  del nivel  $M_0$ , el inventario restante tiene un valor esperado equivalente al punto de reorden del modelo de inventario de revisión continua.

En este sistema los costos de oficina son más bajos que los del modelo de revisión continua. Para este sistema la cantidad a ordenar es igual a EOQ menos saldo del inventario en almacén más utilización durante el tiempo de abastecimiento más inventario de seguridad.

A continuación se presenta un análisis de las principales características de los sistemas de cantidad fija de re

orden y período fijo de reorden.

Las principales características del sistema de cantidad fija son:

- a) El principio de este sistema es que cada vez que las existencias lleguen a un punto de reorden, se coloca un pedido por una cantidad fija preestablecida.
- b) Requiere tener un registro correcto de inventario perpetuo o su equivalente para poder determinar el momento en que se coloque el pedido sin demora notable y los registros contendrán el punto de reorden (expresado en unidades) correspondientes a cada artículo que se tenga en existencia.
- c) Su mayor aplicación es en aquellos casos donde no se necesita un control muy estricto debido a que hay poca actividad o porque el valor del producto es bajo.
- d) La ventaja del sistema es que puede aplazar la acción hasta que se pueda colocar un pedido de magnitud razonable.
- e) Una de sus restricciones o desventajas es que no permite planear anticipadamente la agrupación de pedidos a los proveedores, lo cual genera una mayor carga administrativa.

Las principales características del sistema de período fijo de reorden son:

- a) El principio de este sistema es que se colocará un pedido cada determinado tiempo por una cantidad variable de acuerdo a la demanda pronosticada hasta el siguiente período de revisión menos el saldo del inventario disponible a la fecha de revisión.
- b) Requiere determinarse un período de revisión para todos los productos o para ciertas clasificaciones de productos y conocer el máximo de inventario deseado.
- c) Se aplica a situaciones de gran actividad en que es im-portante la vigilancia estrecha de los niveles de demanda y los artículos tienen un alto valor.
- d) La ventaja de utilizar este sistema es que permite juntar pedidos de distintos artículos individuales que se solicitan a un proveedor y aprovechar el menor costo de transporte en grandes cantidades y se consideran los - cambios en la demanda futura.
- e) Su principal desventaja es que el costo de la existen--cia de seguridad es más alto ya que debe protegerse de las variaciones de la utilización durante todo el intervalo fijo entre las órdenes.

Las órdenes de compra se colocan cada período de revisión sin considerar un punto de reorden que indique si es necesario o conveniente que se realice una nueva orden.

En la figura 3.7 se muestra como los niveles de las -

existencias tienden a variar con más amplitud en el sistema de cantidad fija de reorden. El inventario de seguridad señala que la reserva debe ser mayor para el sistema de período fijo de reorden. La razón es que el inventario de seguridad para el sistema de cantidad fija protege solamente la variación de la utilización durante el tiempo de entrega, y para el sistema de período fijo protege de las variaciones de la utilización durante todo el intervalo fijo entre las órdenes.

El costo más elevado de la existencia de seguridad en un sistema de período fijo se compensa con costos más bajos de oficina y de procesamiento de datos.

La decisión con respecto a qué sistema debe emplearse, se debe basar en las características únicas de cada situación. El gran número de variables que pueden influir en esta decisión van desde una evaluación exacta de las capacidades del procesamiento de datos y del costo, hasta la confiabilidad en lemas muy empleados como "no se puede vender lo que no se tiene".

Los sistemas de cantidad fija de reorden y período fijo de reorden se pueden combinar para establecer un máximo de nivel de los inventarios en existencias y pedidos, una revisión periódica y un punto de reorden.

La manera en que se formularán las ordenes será:

- 1) En el momento de cada revisión, se determina si el -

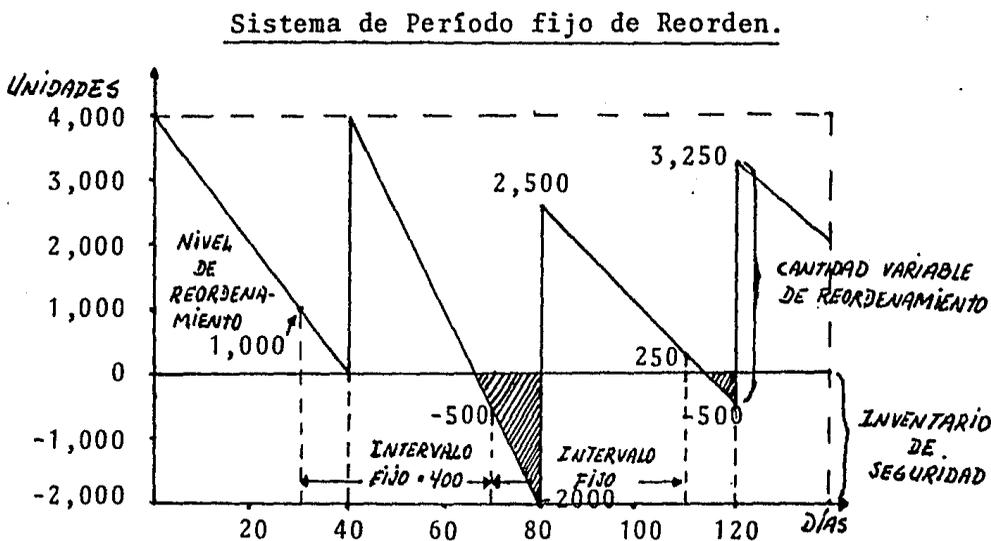
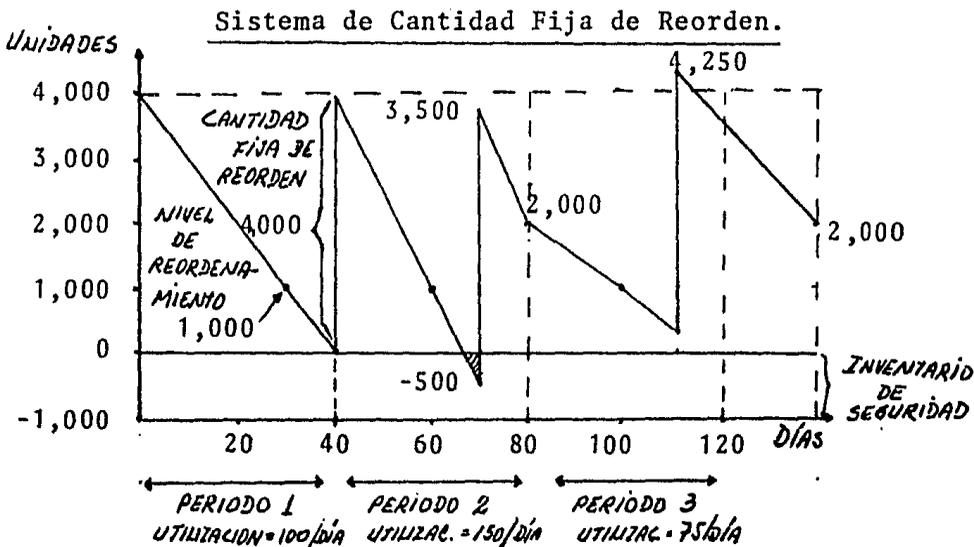


FIGURA 3.7 Patrones del nivel de existencias para demandas idénticas hechas con los sistemas de inventario de cantidad fija de reorden y periodo fijo de reorden.

inventario en existencia más pedidos es menor o mayor que el punto de reorden.

- 2) Si el inventario en existencia es menor al punto de reorden, se coloca un pedido por la cantidad que eleva el inventario en existencias más pedidos hasta el nivel máximo de inventario, es decir: cantidad a pedir es igual al nivel máximo de inventarios menos inventario disponible menos pedidos colocados a nuestros proveedores.
- 3) Si el inventario en existencia es mayor al punto de reorden, no se pide nada y en el momento de la siguiente revisión se hace una inspección aplicando los mismos dos puntos anteriores para tomar la decisión entre pedir o no.

Otra forma de combinar estos sistemas de cantidad fija de reorden y período fijo de reorden, será estableciendo límites adaptables de inventarios que fluctúen entre dos límites previamente dados: un límite inferior que corresponde al inventario de seguridad y un límite superior que llegue al reabastecimiento de los inventarios. Se puede también establecer límites adaptables basados en pronósticos que toman en cuenta las fluctuaciones estacionales y las tendencias.

No existe una relación específica entre la duración del ciclo de reabastecimiento y la cantidad de pedido final, si la cantidad de pedido económico es menor que las ventas esperadas durante el reabastecimiento, entonces más de un orden estará pendiente a la vez. Si la cantidad del pedido es mayor que las ventas esperadas durante el reabastecimiento, entonces en ciertos períodos de tiempo no habrá pedidos pendientes para ese artículo específico.

### 3.4 INVENTARIO DE SEGURIDAD

El inventario de seguridad o de contingencia está destinado para hacer frente a las variaciones entre la demanda real y la pronosticada y en los tiempos reales de entrega y los que se tenían previstos. Así pues, los inventarios de seguridad deben de establecerse de modo que proporcionen una protección contra quedarse sin existencias.

Entre mayor sea el inventario de seguridad, menor será el riesgo de quedarse sin existencias. La formulación de una política de inventarios debe tomar en cuenta la situación real de la incertidumbre.

Existen dos clases de incertidumbre que tienen impacto directo en la política de inventarios.

3.4.1 El tipo I, está relacionada con la fluctuación en la demanda durante el ciclo de reabastecimiento del inventario.

3.4.2 El tipo II, está relacionada con variaciones en la duración del ciclo de reabastecimiento del inv..

3.4.1 Incertidumbre en la demanda: Tipo I.

El propósito de la planeación de ventas es hacer un pronóstico de ventas durante los ciclos de reabastecimiento del inventario. A pesar de tener una buena planeación, las ventas durante el período de abastecimiento excederán o no alcanzarán la cantidad planeada. Para tener protec-

ción contra un faltante cuando las ventas exceden lo planeado, se aumenta una reserva de seguridad al inventario base. Bajo las condiciones de incertidumbre de ventas, el inventario promedio se define como la mitad de la cantidad en pedido más la reserva de seguridad. La figura 3.8 nos muestra un ciclo de reabastecimiento de inventarios bajo condiciones de incertidumbre de ventas. La línea punteada indica el pronóstico, la línea continua muestra el inventario disponible de un ciclo al siguiente. El trabajo de planear una buena reserva de seguridad consiste en tres pasos:

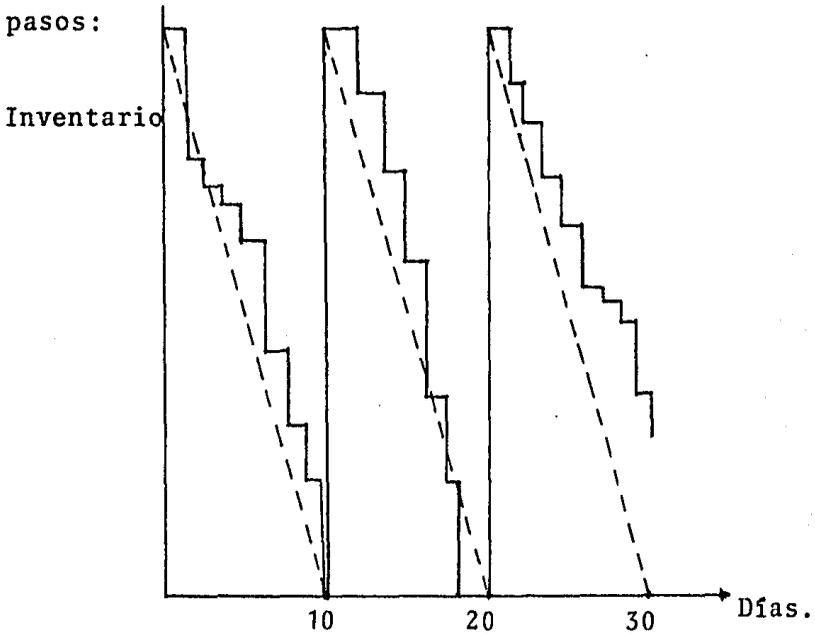


FIGURA 3.8 Relación de inventarios con incertidumbre de ventas y ciclo de reabastecimiento constante.

--- Pronóstico      \_\_\_\_\_ Actual

- 1) Se deberá estimar la probabilidad de faltantes.
- 2) Se deberá estimar el potencial de ventas durante los períodos de faltante.
- 3) Se requiere una política de decisión relacionada con el grado de protección contra faltantes para introducirla en el sistema.

Como ejemplo: el ciclo de reabastecimiento de inventario será de 10 días, las ventas fluctúan entre 0 y 10 con un promedio diario de 5 unidades. El pedido económico se calcula que sea de 50 unidades, el punto de reorden es 50 unidades, el inventario promedio planeado es 25 y las ventas durante el ciclo de reabastecimiento se espera que sean de 50 unidades.

Durante el primer ciclo, mientras que las ventas diarias tuvieron una variación considerable, se mantuvo un promedio de 5 unidades por día. El total de ventas durante el ciclo 1, fué de 50 unidades como se esperaba. Durante el ciclo 2, las ventas totales fueron de 50 unidades durante los primeros 8 días, teniendo como resultado un faltante de inventario, por lo que no pudo haber ventas durante los días 9 y 10. Durante el ciclo 3, las ventas alcanzaron 39 unidades, por lo que quedaron 11 unidades en el inventario. Durante el período de 30 días, las ventas totales fueron de 139 unidades, con un promedio diario de 4.6 unidades.

Basándonos en los datos de la tabla 3.6, observaremos que los faltantes ocurrieron en dos de los treinta días. Como las ventas nunca se dieron de 10 unidades por día, sería imposible que existieran faltantes durante los primeros 5 días del ciclo de reabastecimiento. Los faltantes podrían ocurrir de los días 6 al 10 en caso de que se vendieran un promedio de 10 unidades diarias durante los primeros 5 días, y que no hubiera habido reserva en el inventario del período anterior. Debido a que durante los tres ciclos de reabastecimiento solamente durante un día se vendieron 10 unidades, lo más probable es que el riesgo del faltante ocurra solamente durante los últimos días del ciclo y solamente cuando las ventas exceden bastante el promedio.

Se puede hacer alguna aproximación con relación a las ventas que habrían podido lograrse en caso de que hubiera habido unidades disponibles durante los días 9 y 10 del ciclo número dos. Se podrían haber vendido un máximo de 20 unidades si hubiera habido inventario disponible. Por otra parte no es muy probable pero podría haber ocurrido, que a pesar de tener unidades disponibles, no hubiera habido ventas durante los días 9 y 10. De acuerdo con el promedio de ventas de 4 a 5 unidades por día, se podría considerar un total de ventas perdidas entre 8 y 10 unidades.

TABLA 3.6

Experiencia de ventas típicas durante 3 ciclos de reabastecimiento.

Día	Pronóstico C-1		Faltante C-2		Sobrante C-3	
	Vtas.	Acum.	Vtas.	Acum.	Vtas.	Acum.
1	9	9	0	0	5	5
2	2	11	6	6	5	10
3	1	12	5	11	4	14
4	3	15	7	18	3	17
5	7	22	10	28	4	21
6	5	27	7	35	1	22
7	4	31	6	41	2	24
8	8	39	9	50	8	32
9	6	45	sin	50	3	35
10	5	50	inv.	50	4	39

Podría ser que el grado de riesgo relacionado con faltantes debidos a variaciones en venta estuviera limitado a un tiempo corto e incluye un pequeño porcentaje de las ventas totales. De cualquier forma la administración deseará tomar medidas de protección para aprovechar las ventas disponibles, y evitar el riesgo de un posible detrimento en las relaciones con los clientes. A pesar de que el análisis de ventas presentado en la tabla 3.6 nos ayuda a entender el problema, no nos aclara que hacer para corregir esto. Se debe utilizar la probabilidad estadística para ayudar a la administración en el desarrollo de una política de re-

serva de seguridad.

### Aplicación de Probabilidad Estadística.

En la tabla 3.7 se muestra un resumen del período de 30 días en términos de distribución de frecuencia, el propósito fundamental de una distribución de frecuencias, es apreciar la variación alrededor de las ventas promedio diarias. Existe un promedio esperado de 5 unidades por día, las ventas excedieron el promedio durante 11 días y fueron menos del promedio durante 12 días. En la figura 3.9 se muestra un método diferente de la distribución de la frecuencia, por medio de barras.

TABLA 3.7

#### Frecuencia de Ventas.

---

Ventas/Día	Frecuencia (día)
Faltante	2
Cero	1
Una unidad	2
Dos unidades	2
Tres unidades	3
Cuatro unidades	4
Cinco unidades	5
Seis unidades	3
Siete unidades	3
Ocho unidades	2
Nueve unidades	2
Diez unidades	1

---

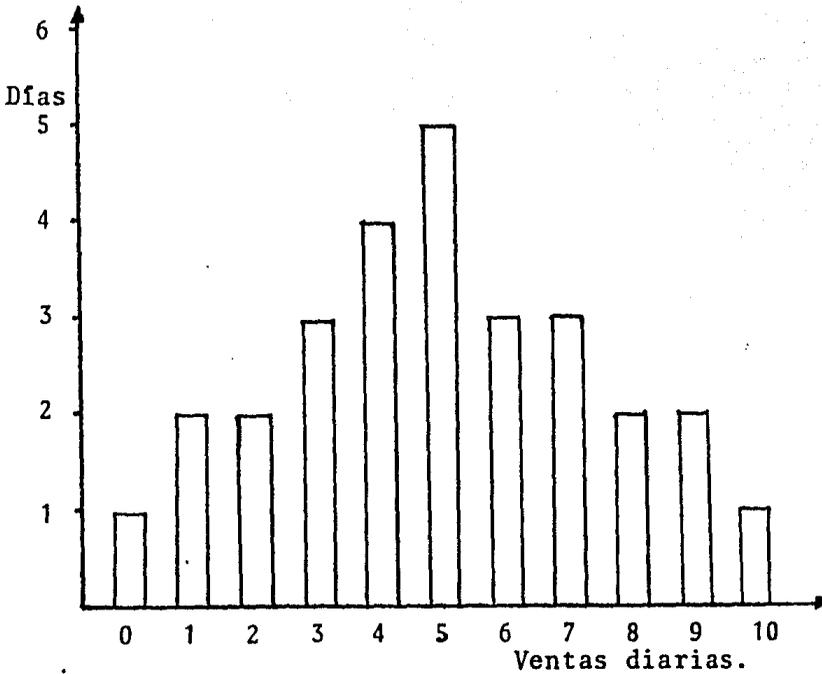


FIGURA 3.9 Análisis histórico de ventas.

Dada la frecuencia de las ventas, se puede hacer un cálculo de la cantidad del inventario de seguridad que será necesario para tener un grado específico de protección. La teoría de la probabilidad se base en una oportunidad al azar de un acontecimiento que puede suceder entre muchos. En la situación ilustrada, la frecuencia de los acontecimientos es de 28 días.

La probabilidad de los acontecimientos puede tener un plan sobre una tendencia central, la cual tiene el valor promedio de todos los acontecimientos. A pesar de que se pueden utilizar varias distribuciones de frecuencia para -

el control de inventarios, la básica es la distribución normal.

Una distribución normal tiene como características:

- a) Una curva simétrica bien delineada, como la ilustrada en la figura 3.10
- b) La característica esencial de la distribución normal, - es que las tres medidas de tendencia central son idénticas.
  - La media (promedio), es la suma de los valores divida por su número.
  - La mediana (centro), es el valor del elemento central o la media de los dos elementos centrales, cuando los datos están ordenados ya sea en forma creciente o de decreciente.
  - La moda, es el valor que ocurre con más frecuencia; - cuando estas tres medidas son las mismas o casi las mismas, la distribución de frecuencia se clasifica como normal.

La base de predicción usando una distribución normal, - es la desviación estándar de las observaciones sobre la - medida de una tendencia central. La desviación estándar es una medida de dispersión de eventos dentro de áreas es- pecíficas bajo la curva normal.

Con una desviación estándar de  $\pm 1$ , ocurre el 68.27% de

los eventos, con una desviación estándar de  $\pm 2$ , ocurre el 95.45% de los eventos y, con una desviación estándar de  $\pm 3$ , ocurre el 99.73% de los eventos. Para la política de inventarios, la desviación estándar proporciona un medio para estimar la reserva de seguridad que se requiere para tener un grado de protección por arriba de las ventas promedio; esto va ligado con el nivel de servicio que convenga a la Compañía.

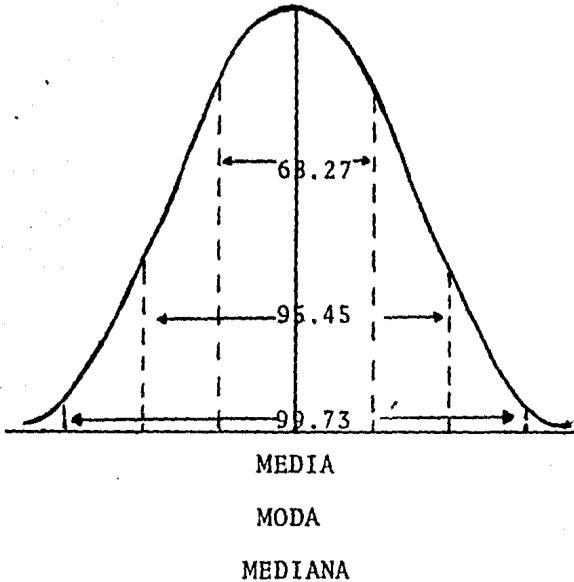


FIGURA 3.10 Distribución normal.

El primer paso al establecer las reservas de seguridad es calcular la desviación estándar. La fórmula para la desviación estándar es la siguiente.

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum fd^2}{N}}$$

Donde:

$\sigma$  = desviación estándar.

f = frecuencia del evento.

d = desviación respecto a la media

N = total de observaciones disponibles.

Los datos necesarios para determinar la desviación estándar están contenidos en la tabla 3.8. Substituyendo - de dicha tabla tenemos que:

$$\begin{aligned} \sigma &= \sqrt{\frac{181}{28}} \\ &= \sqrt{6.46} \\ &= 2.54, \text{redondeando} = 3 \end{aligned}$$

Debido a que no es posible aumentar el inventario excepto por unidades completas, la desviación estándar de los datos en la tabla 3.8, está redondeado a 3 unidades. Al preparar las reservas de seguridad, dos desviaciones estándar de protección, o sea 6 unidades, darían protección contra el 95.45% de todos los eventos incluidos en la distribución de frecuencia.

De todas maneras al preparar las reservas de seguridad, la única situación que debe preocupar son las probabilidades referentes a eventos que exceden el valor medio. No

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum fd^2}{N}}$$

Donde:

- $\sigma$  = desviación estándar.
- f = frecuencia del evento.
- d = desviación respecto a la media
- N = total de observaciones disponibles.

Los datos necesarios para determinar la desviación estándar están contenidos en la tabla 3.8. Substituyendo - de dicha tabla tenemos que:

$$\begin{aligned} \sigma &= \sqrt{\frac{181}{28}} \\ &= \sqrt{6.46} \\ &= 2.54, \text{redondeando} = 3 \end{aligned}$$

Debido a que no es posible aumentar el inventario excepto por unidades completas, la desviación estándar de los - datos en la tabla 3.8, está redondeado a 3 unidades. Al preparar las reservas de seguridad, dos desviaciones estándar de protección. o sea 6 unidades, darían protección contra el 95.45% de todos los eventos incluidos en la distribución de frecuencia.

De todas maneras al preparar las reservas de seguridad, la única situación que debe preocupar son las probabilidades referentes a eventos que exceden el valor medio. No

existe problema relacionado al inventario adecuado para sa tisfacer las ventas iguales o menores que el promedio, por lo tanto en el 50% de los días, no se requerirá reserva - de seguridad.

TABLA 3.8

Cálculo de la desviación estándar de las ventas diarias

Unidades	Frecuen- cia. (f)	Desviación		f d <sup>2</sup>
		de la media (d)	al cuadrado (d <sup>2</sup> )	
0	1	-5	25	25
1	2	-4	16	32
2	2	-3	9	18
3	3	-2	4	12
4	4	-1	1	4
5	5	0	0	0
6	3	1	1	3
7	3	2	4	12
8	2	3	9	18
9	2	4	16	32
10	1	5	25	25
N = 28	$\bar{x} = 5$		$\sum f d^2 =$	181

Para usar probabilidades estadísticas al establecer re- servas de seguridad, es importante comprobar la compati- bilidad de los datos históricos con la frecuencia teórica de distribución esperada. A pesar de que la frecuencia de -

distribución ilustrada en la figura 3.9 y en la tabla 3.7 son muy similares a la distribución normal, no siempre sucederá esto. En otros casos, donde los datos reales son - exponenciales, binomiales, de Poisson, o casi normales, se debe completar una prueba de eficacia. Una de estas pruebas, es la de la  $\chi^2$  y su fórmula es la siguiente:

$$\chi^2 = \sum_{f=1}^k \frac{(o_f - e_f)^2}{e_f}$$

Donde:

- $\chi^2$  = medida de eficiencia
- $o_f$  = frecuencias observadas
- $e_f$  = frecuencias esperadas.

Si el valor de la  $\chi^2$  es cero, el ajuste entre los datos anteriores y lo proyectado será perfecto. Mientras más - grande sea el valor de  $\chi^2$ , el ajuste será cada vez más pobre.

Existen tablas estadísticas para ayudar a aceptar o rechazar la distribución teórica como una representación estadística válida y debe asegurarse un ajuste válido antes de utilizar probabilidad estadística al establecer la reserva de seguridad.

El ejemplo anterior nos muestra como es que la probabilidad estadística puede ser de gran ayuda para la cuantificación de la incertidumbre tipo I. De todas maneras, las

ventas no son la única fuente de incertidumbre. Por lo tanto, la atención estará ahora dirigida a un tratamiento de ventas combinadas (el tipo I) y el reabastecimiento (tipo II) de incertidumbre.

### 3.4.2 Incertidumbre del Ciclo de Reabastecimiento:

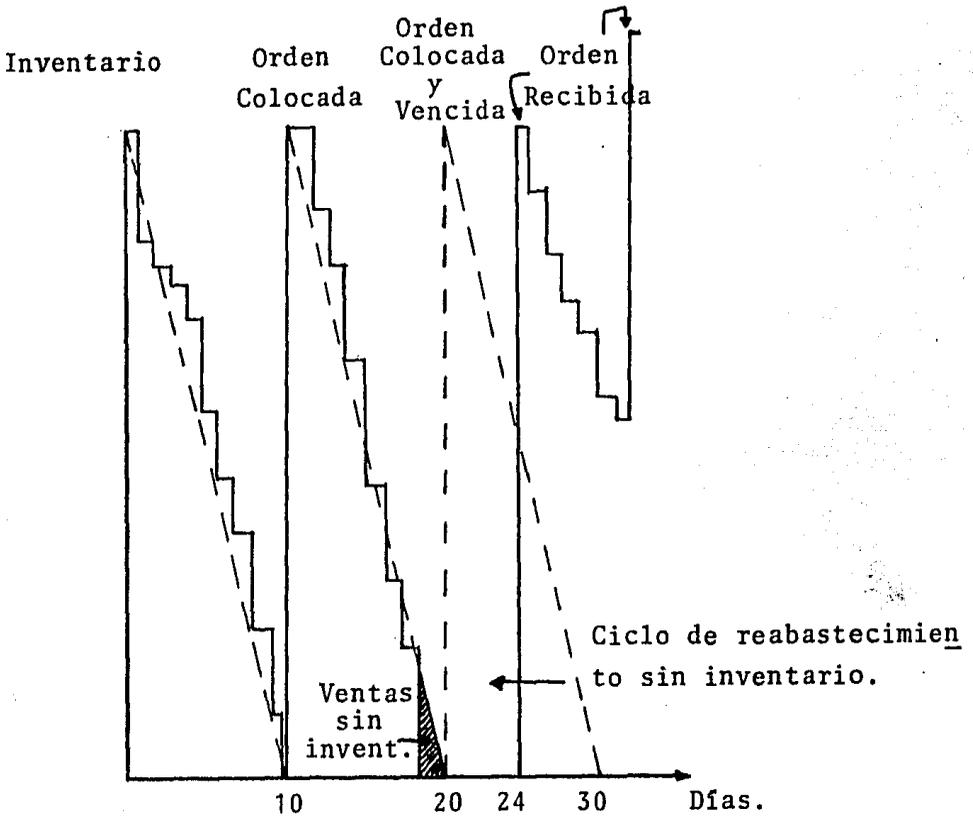
#### Tipo II.

La situación más típica en que puede confrontar el administrador de los inventarios, se ilustra en la figura 3.11 donde tanto las ventas tipo I y el ciclo de reabastecimiento de inventarios tipo II, existen en el aspecto de incertidumbre.

La incertidumbre en la duración del ciclo de reabastecimiento significa que la política de inventarios no puede basarse en envíos constantes. El administrador debe esperar que el tiempo para la duración del reabastecimiento tenga una alta frecuencia alrededor del promedio y que tenga una desviación en exceso de la duración planeada.

Desde el punto de vista de la planeación sería posible establecer una política de reserva de seguridad cerca del mínimo posible de días, el promedio esperado de días, o el máximo posible de días del ciclo de reabastecimiento de inventarios.

Hay que recordar que las reservas de seguridad existen para proteger contra la incertidumbre de ventas y las va-



Pronóstico	- - - -	Duración	Ciclo 1 = 10 días
Actual	_____		Ciclo 2 = 14 días
			Ciclo 3 = 10 días

FIGURA 3.11 Ventas combinadas e incertidumbre del ciclo de reabastecimiento.

riaciones durante el reabastecimiento. Consecuentemente - las políticas relacionadas con el tiempo mínimo de reabastecimiento, nos darán una protección inadecuada, y aquellas formuladas para el valor máximo tendrán como resulta-

do reservas de seguridad excesivas.

Si no se evalúa estadísticamente el impacto de la incertidumbre de tipo II, la práctica más común es la de formular una política de reserva de seguridad en los días de reabastecimiento promedio experimentados. De todas maneras, si se tiene como experiencia una variación importante en la duración del ciclo de reabastecimiento, será necesario efectuar una evaluación estadística formal.

La tabla 3.9 nos presenta una distribución de frecuencia de ciclos de reabastecimiento. En el ejemplo se puede observar que a pesar de que lo más frecuente es 10 días, los datos anteriores nos muestran que el reabastecimiento se toma entre 6 y 14 días. Si se desea considerar todas las posibilidades de ciclo, la primera desviación estándar es de 2 días si consideramos que existe un ajuste entre los datos de la tabla 3.9 y la distribución normal. En otras palabras, se podría esperar que el total del tiempo del ciclo fuera entre 8 y 12 días cubriendo el 68.27% de los tiempos de reabastecimiento. Desde un punto de vista práctico, cuando los días del ciclo son menos de 10, no existe problema inmediato con la reserva de seguridad. Si el ciclo de reabastecimiento real estuvo bastante más bajo de lo planeado en varios períodos, entonces será necesario hacer un ajuste de la duración esperada, sin embargo, la situación que debe preocupar en forma inmediata es cuando

TABLA 3.9

Cálculo de la desviación estándar de la duración del ciclo de reabastecimiento.

Ciclo de reabastecimiento (días)	Frec. (f)	Desviación de la media (d)	Desviación al cuadrado (d <sup>2</sup> )	f d <sup>2</sup>
6	2	-4	16	32
7	4	-3	9	36
8	6	-2	4	24
9	8	-1	1	8
10	10	0	0	0
11	8	1	1	8
12	6	2	4	24
13	4	3	9	36
14	2	4	16	32

N = 50.

$\bar{x} = 10$

$\sum f d^2 = 200$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum f d^2}{N}} = \sqrt{\frac{200}{50}} = \sqrt{4} = 2 \text{ días.}$$

el tiempo del ciclo de reabastecimiento excede el valor esperado de 10 días. Si en la experiencia real se tuvieran distribuciones anormales de la duración del ciclo, la distribución teórica más apropiada será la distribución de Poisson.

En la distribución de la frecuencia de Poisson, la desviación estándar será igual a la raíz cuadrada del promedio.

Como regla general mientras menos sea el promedio, será 94

mayor el grado de desviación en la distribución de Poisson. Al tratar la incertidumbre del tipo I y la incertidumbre - del tipo II se combinarán dos variables independientes para calcular reservas de seguridad; el impacto conjunto de la probabilidad de variación individual en cada una debe estar relacionado.

La tabla 3.10 presenta un ejemplo del resumen de la distribución de las ventas y los ciclos de reabastecimiento. La clave para entender el potencial de la relación de los datos de la tabla 3.10 es si el ciclo es de 6 días de duración y la demanda total durante los 6 días podría ser de - cero a 60 unidades en las ventas. En cada día del ciclo, la probabilidad de ventas es independiente del día anterior para la duración de 6 días. Si consideramos todas - las situaciones probables, las ventas totales durante el reabastecimiento podrían ser de cero a 140 unidades. Con esta relación básica entre los dos tipos de incertidumbre se pueden determinar los requerimientos de reserva de seguridad por procedimientos numéricos o simulados.

#### Tipos de incertidumbre I y II.

El compuesto exacto de dos variables independientes, es ta relacionado con la expansión multinomial. Este tipo - de procedimiento requiere de cálculos extensos, pero cuando el dato se aproxima al alcance de los ilustrados en la ta-

TABLA 3.10

Frecuencia de la Distribución.

Tipos de incertidumbre I y II

Distribución de las ventas		Distrib. del ciclo de reabastecimiento	
Vtas. diarias	Frec.	Días	Frec.
0	1	6	2
1	2	7	4
2	2	8	5
3	3	9	8
4	4	10	10
5	5	11	8
6	3	12	6
7	3	13	4
8	2	14	2
9	2		
10	1		
N = 28		N = 49	
$\bar{x} = 5$		$\bar{x} = 10$	
$\sigma_v = 2.54$		$\sigma_r = 2$	

bla 3.10 la solución nos da una medida directa para encontrar varios niveles de uso durante el ciclo de reabastecimiento. El método para hacer el compuesto de las dos variables, requiere de una expansión de tipo general.

$$p(fm) = (p(s_1) + p(s_2) + \dots + p(s_n)) fm$$

Donde:

f = ciclo de reabastecimiento.

- $s$  = duración del ciclo de ventas-abastecimiento.  
 $m$  = número de ciclos de reabastecimiento  
 $n$  = número de niveles de ventas por día.  
 $p$  = probabilidad de un evento.

Para desarrollar una ecuación de éste tipo, se determinarán las probabilidades exactas de todas las ventas posibles durante todas las duraciones del ciclo. Los resultados de las probabilidades podrán utilizarse para establecer reservas de seguridad de acuerdo al nivel deseado de protección correspondiente a una probabilidad de existencias agotadas.

Un método más directo es relacionar la desviación estándar de las dos distribuciones de frecuencia para poder -- aproximar la desviación estándar combinada de los dos grupos de datos.

$$\sigma_c = \sqrt{\bar{P} \sigma_s^2 + \bar{S}^2 \sigma_P^2}$$

Donde:

$\sigma_c$  = desviación estándar de probabilidad combinada.

$\bar{P}$  = ciclo de reabastecimiento.

$\sigma_P$  = desviación estándar del ciclo de reabastecimiento.

$\bar{S}$  = ventas promedio diarias.

$\sigma_s$  = desviación estándar de ventas diarias.

Sustituyendo de la tabla 3.10

$$\begin{aligned}
\sigma_c &= \sqrt{10 (2.54)^2 + (5)^2 (2)^2} \\
&= \sqrt{64.516 + 100} \\
&= \sqrt{164.516} \\
&= 12.83 \text{ ,redondeando} = 13
\end{aligned}$$

Por lo tanto, dada una frecuencia de distribución de -- ventas diarias de cero a 10 unidades por día y un ciclo de reabastecimiento con duración de 6 a 14 días se requerirían 13 unidades de reserva de seguridad para satisfacer el 68.27% de las relaciones probables. Para tener una protección del 97.72% sería necesario planear una reserva de seguridad de 26 unidades, ésto es 13 por 2 (ver anexo tabla I), igual a 26.

En términos de inventario promedio, sin reserva de seguridad se requieren 25 unidades mientras que la protección para los tipos I y II de incertidumbre, requerirían 51 unidades. Un inventario promedio de 51 unidades sería suficiente para tener una protección de 97.72% contra la posibilidad independiente de una variación de las ventas diarias en el ciclo de reabastecimiento. En la tabla 311 se suman las alternativas que confronta el planeador en términos de lo que asume y el impacto correspondiente en inventario promedio.

Como una alternativa del compuesto de la incertidum-

bre tipo I y II, la relación conjunta de ventas y variación de ciclo de reabastecimiento pueden aproximarse al usar la simulación Montecarlo. La técnica Montecarlo consiste en seleccionar valores para ciclos representativos de reabastecimiento y los niveles de venta correspondiente sobre una base al azar. A pesar de que la técnica Montecarlo requiere un gran número de observaciones para establecer una política de reserva de seguridad, el procedimiento puede ser extremadamente útil cuando la distribución de frecuencia relacionada a datos anteriores de ventas y de ciclo de reabastecimiento, no se tiene o no se ajustan a la distribución normal o de Poisson.

TABLA 3.11

Sumaria de alternativas supuestas concernientes a la incertidumbre y al impacto en inventario promedio.

	Cant. Ordenada	Inv. de Seguridad	Inv. Promedio
Asumiendo ventas $\bar{x}$ y ciclo de reabastecimiento $\bar{x}$ constante.	50	0	25
Asumiendo protección en ventas $+ 2\sigma$ y ciclo de reabastecimiento $\bar{x}$ constante.	50	6	31
Asumiendo ventas $\bar{x}$ constantes y $2\sigma$ de protección del ciclo de reabastecimiento.	50	20	45
Asumiendo conjunción de $2\sigma$ para vtas. y ciclo de reabastecimiento.	50	26	51

Para ilustrar el procedimiento Montecarlo, la tabla 3.12 nos da estadísticas históricas similares a las de la tabla 3.10 pero incluyen probabilidades y números al azar. La probabilidad relacionada con cada uno indica la frecuencia con la que el valor podrá ocurrir sobre un gran número de muestras. Por ejemplo, con respecto a ventas diarias, se podría esperar que ocurriera ventas de 5 unidades en 17 de cada 100 veces. La probabilidad acumulada también se muestra e indica el número de veces que el valor de la frecuencia sería igual o menor que el valor particular. Por ejemplo, 60 de cada 100 veces, el valor diario de ventas se espera que sea igual a o menor que 5 unidades. Además los números al azar proporcionales a la frecuencia de cada evento están incluidos en la tabla 3.12

El proceso Montecarlo consiste en seleccionar un número al azar para un ciclo de reabastecimiento de inventario. Este número podría seleccionarse de una tabla de números o generado por una computadora. Suponiendo que se selecciona el número 386 como la duración del ciclo de reabastecimiento, el valor correspondiente es 9 días. Como paso siguiente, se escogen números al azar para 9 días individuales de venta. La tabla 3.13 ilustra dos grupos de simulación de Montecarlo en las cuales el valor al azar del ciclo de reabastecimiento se seleccionó como 9 y 11 días respectivamente. Para simular una aproximación com-

TABLA 3.12

Resumen de Probabilidades de la demanda y ciclo de reabastecimiento por

Simulación de Montecarlo

Demanda Diaria por Unidad	Probabi- lidad de Frecuencia	Probab. acumu- lada de frec.	Números aleato- rios.	Duración del ci- clo de reabaste- cimiento	Probabi- lidad de Frec.	Probab. acumu- lada de frec.	Números Aleato- rios.
0	0.04	0.04	001-040	6	0.04	0.04	001-010
1	0.07	0.11	041-110	7	0.03	0.12	011-120
2	0.07	0.18	111-180	8	0.10	0.22	121-220
3	0.11	0.29	181-290	9	0.17	0.39	221-390
4	0.14	0.43	291-430	10	0.20	0.59	391-590
5	0.17	0.60	431-600	11	0.17	0.76	591-760
6	0.11	0.71	601-710	12	0.12	0.88	761-880
7	0.11	0.82	711-820	13	0.08	0.96	881-960
8	0.07	0.89	821-890	14	0.04	1.00	961-1,000
9	0.07	0.96	891-960				
10	0.04	1.00	961-1,000				
N = 28		S = 5		N = 50		S = 10	

pleta de las relaciones conjuntas de incertidumbre tipo I y II, se requeriría una muestra de varios cientos de ciclos de reabastecimiento y ventas relacionadas para ser confiables.

TABLA 3.13

Ejemplo de resultados de la simulación de Montecarlo:  
2 observaciones.

Duración del Ciclo de Reabastecimiento.		Duración del Ciclo de Reabastecimiento.	
R 386 = 9 días.		R 721 = 11 días.	
Números Aleatorios	Ventas Unitarias.	Números Aleatorios	Ventas Unitarias.
097	1	796	7
542	5	520	5
422	4	805	7
019	0	452	5
807	7	685	6
065	1	594	5
060	1	481	5
269	3	124	2
573	5	350	4
		916	9
		085	1
$\Sigma s = 27$		$\Sigma s = 56$	
$\bar{S}_p = 3$		$\bar{S}_p = 5.09$	

El propósito de la simulación es el formular una política de reserva de seguridad donde se seleccione ventas promedio durante el ciclo de reabastecimiento que sean mayores que el promedio. Por ejemplo, se esperan ventas promedio de 5 unidades por día y que el ciclo de reabastecimiento sea de 9 días; todas las simulaciones con ventas totales de menos de 45 unidades se pueden quitar del análisis. En todas las situaciones en que las ventas promedio simuladas excedan el valor de ventas promedio esperadas durante el reabastecimiento, se tabularán con el propósito de formular una política de reserva de seguridad.

#### Demanda Dependiente.

La demanda dependiente no requiere protección, ya que se elimina la inseguridad. En el caso de no tener reserva de seguridad bajo condiciones de demanda dependiente, se basa en los siguientes casos:

- a) Que el reabastecimiento sea constante, es decir que no haya incertidumbre tipo II.
- b) Que los vendedores y abastecedores mantengan inventarios adecuados para satisfacer el 100% de los requerimientos de compra. Esto puede lograrse por medio de contratos de compra por volumen que aseguren a los vendedores las compras.

En dichos casos, el requerimiento de reserva de seguridad todavía existe a pesar de que el riesgo ha sido cambiado. El tratar de asumir una seguridad permanente es más difícil, ya que aún cuando se usa transporte privado, siempre existe un elemento de incertidumbre. Por lo tanto, es conveniente que exista una reserva de seguridad en todas las situaciones.

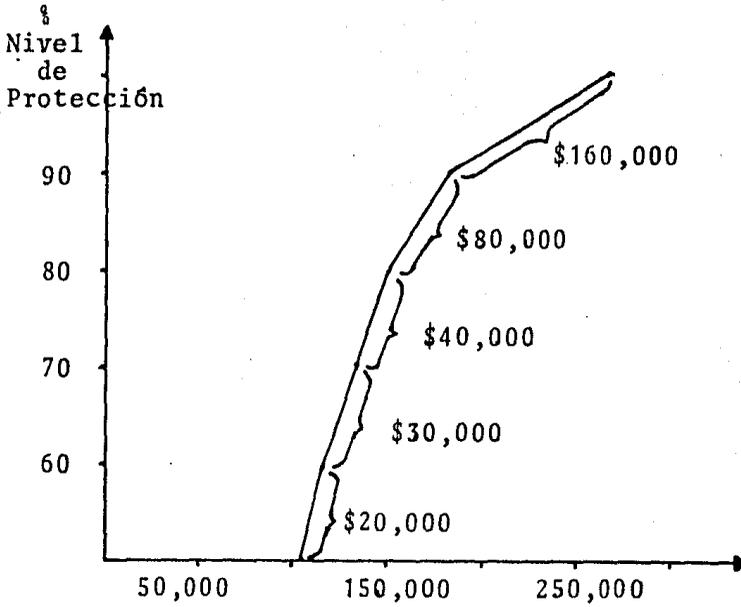
Hay tres métodos que se usan para implantar reservas de seguridad en los sistemas que tienen demanda permanente. Primero, se acostumbra poner un tiempo de seguridad en el plan de requerimientos, por lo que se pide un componente una semana antes de que sea necesario para asegurar que -- llegue a tiempo. Un segundo método, es el de aumentar el pedido con una cantidad específica de acuerdo a los proyectos. Por ejemplo si asumimos que el error de proyecto no excederá de 5%, se usará éste método, que se llama "demanda por arriba del nivel proyectado". El resultado neto es el aumento de la adquisición de todos los componentes de acuerdo al uso esperado, más un margen para cubrir errores de proyecto. Los componentes que se usen para diferentes productos terminados o ensambles, bajo esta técnica experimentarán naturalmente mayor cantidad de refuerzo que los componentes y partes para un solo uso. El tercer método, es el de utilizar las técnicas estadísticas ya discutidas para preparar reservas de seguridad.

Establecimiento de nivel de disponibilidad para servicio al cliente.

Sin importar el método usado para determinar la probabilidad de escasez durante el ciclo de reabastecimiento, la disponibilidad de servicio al cliente requiere del establecimiento de un nivel de reserva de seguridad. Si se conoce la probabilidad exacta de la distribución de escasez, entonces se puede preparar reservas de seguridad para cubrir o satisfacer un número específico de ventas. Esta política de reserva de seguridad se establece evaluando la distribución estadística de escasez que ha resultado de varias incertidumbres.

Es importante tomar en cuenta que el tamaño de las reservas de seguridad aumentan de acuerdo al incremento deseado de nivel de protección contra escasez. En la figura 3.12 se ilustra la relación entre protección contra escasez e inventario promedio. En los niveles más bajos de protección deseada se puede tener un buen grado de protección contra una inversión relativamente baja en reservas de seguridad. De acuerdo al incremento del nivel deseado de protección, el tamaño de la inversión necesaria para -- obtener cada aumento de protección adicional aumenta.

La tabla 3.14 muestra el grado de protección aumentada realizada y los requerimientos comunes de inventario para preparar reservas de seguridad a varios niveles dentro de



Inversión en \$ en el inventario promedio.  
(base + inv. de seguridad).

FIGURA 3.12 Relación entre inventario promedio y niveles de protección del inventario de seguridad.

las desviaciones estándar de 1 a 3. Para adquirir protección en cada uno de los niveles seleccionados de desviación estándar de 1 a 2, se requiere aproximadamente un 4% de aumento en inventarios. En otras palabras, se requiere aproximadamente un aumento de 12% en inventario para obtener la desviación estándar de protección No. 1. De cualquier forma, en el primer nivel de desviación estándar, se obtiene un 34.13% de protección sobre el valor medio por

TABLA 3.14

Protección en inventario de seguridad en diferentes niveles de la desviación estándar.

Inv.de Seguridad de acuerdo a la desviación estándar.	Grado de Protección	Incremento		Incremento sobre inv. Promedio
		Protección	Inventario	
1.0	84.13	34.13	12	12
1.3	90.32	6.19	4	16
1.6	94.52	4.20	3	19
2.0	97.72	3.20	5	24
2.3	98.93	1.21	4	28
2.6	99.53	0.60	3	31
3.0	99.86	0.33	5	36

un aumento en inventario de 12%. Al cambiar de la desviación estándar 1 a la de 2, el porcentaje de protección ganado es 13.59%. Del nivel de desviación 2 al 3, la ganancia baja a 2.14%. Se debe tener en mente que la protección de incremento disminuye al aumentar la reserva de seguridad. Asumiendo que las demás cosas sean iguales, el nivel de reserva de seguridad óptimo deberá proteger cada artículo en la línea hasta el punto en que el costo marginal de protección sea igual a ingreso marginal ganado por la última unidad vendida. En el anexo de la tabla I se encuentran algunos factores de seguridad para la distribución normal.

Si la situación específica de inventarios incluye una política de protección a los pedidos del cliente, los costos asociados deberán de considerarse al establecer una política de reserva de seguridad.

Para la planeación práctica se debe llevar a cabo un alto grado de selección al establecer una política de reserva de seguridad para una amplia línea de productos. No todos los artículos tienen el mismo grado de importancia, la tarea de establecer una política efectiva de reserva de seguridad es clasificar la línea de inventario sobre la base de objetivos de la empresa.

La clasificación de un producto de línea, se puede basar en varias medidas. Las más usadas son: ventas, ganancia, valor de unidad, porcentaje de uso y naturaleza crítica del artículo. Al clasificar la línea de productos completa se puede establecer diferentes políticas de reserva de seguridad para cada grupo de producto. Para aquellos grupos que tengan gran importancia se puede asignar una alta protección de reserva de seguridad. Por otro lado aquellos con poca importancia se les puede dar poca o ninguna protección de reserva de seguridad.

Con respecto al valor unitario, es importante considerar que los artículos de alto valor son más caros de proteger que los artículos con un valor bajo. Mientras más alto sea el valor unitario y más alto el porcentaje de ventas,

será más frecuente que los pedidos se hagan bajo las reglas del EOQ. El ciclo ideal de reabastecimiento de inventarios será corto para aquellos artículos que tengan gran valor y uso. Por lo tanto, la necesidad de tener reservas de seguridad para incertidumbre de ventas durante el reabastecimiento queda reducida.

## CAPITULO IV

### PRONOSTICOS DE LA DEMANDA

#### OBJETIVOS:

- Conocer algunos de los métodos para pronosticar la demanda futura.
- Saber las ventajas y desventajas de usar pronósticos subjetivos o cualitativos.
- Saber cuáles son las ventajas y desventajas al usar pronósticos con fundamento matemático.
- Saber si un pronóstico es adecuado por medio del control.

#### CONTENIDO:

- 4.1 Introducción a los Pronósticos.
- 4.2 Pronósticos Subjetivos o Cualitativos.
- 4.3 Pronósticos Cuantitativos o con Fundamento Matemático.
- 4.4 Control del Pronóstico.

#### 4.1 INTRODUCCION A LOS PRONOSTICOS.

El pronóstico es una previsión para cualquier actividad futura, es un cálculo estimativo del nivel de la demanda de uno o varios productos para un periodo futuro.

Algunas de las áreas de actividad de una empresa que dependen directamente de los pronósticos de ventas son:

- . Niveles de inventarios.
- . Presupuestos.
- . Políticas de precios.
- . Desarrollo de nuevos productos.
- . Expansión de la empresa.

Los errores en los pronósticos cuestan dinero y entre más grandes sean éstos, los inventarios variarán en la misma proporción. Los pronósticos de la demanda son casi siempre hechos por personas que han recibido entrenamiento en aplicación de técnicas especiales. La utilización de técnicas no eliminan los errores, pero pueden reducir su magnitud. Las técnicas son solo herramientas y es por lo tanto, indispensable que en la elaboración de los pronósticos se tomen en consideración las condiciones internas y externas de una empresa. Algunas condiciones serían:

- 1) Si las ventas de las máquinas de escribir mecánicas en los últimos años han aumentado en un 10% anual, sería un grave error pronosticar que la tasa de crecimiento

se mantendría a futuro y no considerar que seguramente se introducirán al mercado máquinas de escribir electrónicas.

- 2) Regularmente con los cambios de sexenio, las inversiones del sector industrial disminuyen. Esto afecta a las empresas que venden maquinaria para la industria.
- 3) Las ventas de algodón en las fábricas de colchones fueron afectadas por la introducción del hule espuma.
- 4) La tendencia de los gustos de los consumidores, el nivel de los salarios, la devaluación de la moneda, también deben tomarse en consideración para la elaboración de los pronósticos.
- 5) La introducción o promoción de los productos de la propia empresa afectan la demanda.

Los pronósticos pueden clasificarse de acuerdo al periodo de tiempo cubierto para cada uno:

- a) A corto plazo - desde un día hasta un mes.
- b) A median plazo - de un mes a uno ó dos años.
- c) A largo plazo - más de uno ó dos años.

Se reconoce que todos los pronósticos tienen un cierto grado de error y es razonable planear la demanda con un bajo nivel de error conocido, que trata de reducir el nivel de error a cero.

Los principios de la preparación de un pronóstico son:

- 1.- Los pronósticos son más exactos para grandes grupos de artículos.
- 2.- Los pronósticos son más exactos para plazos cortos.
- 3.- Todos los pronósticos deben incluir un estimado de error.
- 4.- Antes de aplicar algún método para la preparación de un pronóstico, éste debe probarse y aprobarse. (6)

Estos principios deben tenerse en cuenta al preparar los pronósticos. En muchos casos para reducir el grado de incertidumbre de los pronósticos, se llevan a cabo investigaciones de mercado, pero aún así debe tenerse en cuenta que la opinión de los consumidores puede cambiar de un día a otro, que lo que el consumidor piensa puede ser diferente de lo que realmente hace y que la opinión de los consumidores puede cambiar a través de promociones, propaganda, etc.

La complejidad de los pronósticos para productos existentes, productos que reemplazan productos existentes y para productos nuevos, es diferente. En los productos existentes la información de años o meses anteriores podrá usarse para predecir la demanda futura. Para productos que reem-

(6) G.P. & ). Wight; Principios y Técnicas de Control de Producción e Inventarios, pág. 10

plazarán a otros, la información correspondiente a los productos reemplazados, podrá también utilizarse si estos son similares a los nuevos productos introducidos en el mercado. En el caso de los productos nuevos y totalmente diferentes de los productos existentes, el volumen de información disponible es limitado y por lo tanto, difícil la elaboración de un pronóstico realista.

Es importante para la introducción de productos nuevos y diferentes, hacer investigaciones de mercado ya que analizan entre otros factores lo siguiente:

- a) La localización del consumidor potencial.
- b) Profesión y salario del consumidor potencial.
- c) Precios aceptables.
- d) Calidad requerida.
- e) Condiciones generales del mercado.

Etc.

La naturaleza del producto por la forma que adopta su demanda, afecta al tipo de pronóstico que tenga que hacerse y al período de tiempo que debe comprender.

Si el producto experimenta variaciones cíclicas en su demanda con altas y bajas alternadas, el pronóstico tiene que abarcar por lo menos un ciclo. Puede haber necesidad de que para hacer frente a la demanda máxima se tenga que depender de las existencias.

Si la demanda tiene tendencia a aumentar durante un tiempo prolongado, es necesario hacer los pronósticos para un intervalo de tiempo, el cual puede variar desde unos pocos meses hasta varios años, lo cual permite hacer una planeación inteligente. Para las tendencias descendentes o de disminución de la demanda, el período de pronóstico debe ser de duración suficiente para que permita planear correctamente la reducción de las operaciones para la introducción de nuevos productos.

Los diversos tipos de variación que presentan las ventas mensuales o anuales de las empresas pueden ser:

- 1.- Variaciones estacionales.- reflejan cambios hacia arriba o hacia abajo en puntos fijos en el tiempo. Las variaciones existen debido al cambio de estaciones y se repiten anualmente, por ejemplo: la venta de ropa de frío durante el invierno.
- 2.- Variaciones cíclicas.- existe un patrón de cambio en puntos fijos en el tiempo con duración de más de un año.

Estas variaciones no dependen de las estaciones del año y si de factores como decisiones tomadas por los competidores, condiciones generales de la economía, etc.. Estas variaciones son más difíciles de predecir y lo que se puede hacer es estimar las variaciones cíclicas de los años anteriores para evaluar con base en

las estimaciones, el error que probablemente se cometerá en la elaboración del pronóstico.

- 3.- Variaciones aleatorias.- son aquellas variaciones que ni son estacionales, ni cíclicas y si dependen de otros factores desconocidos. Por definición, no pueden predecirse las variaciones aleatorias.
- 4.- Variaciones de tendencia.- refleja un movimiento general a largo plazo, ya sea hacia arriba o hacia abajo a través del tiempo.

En la figura 4.1 se muestra gráficamente las variaciones que presentan las ventas.

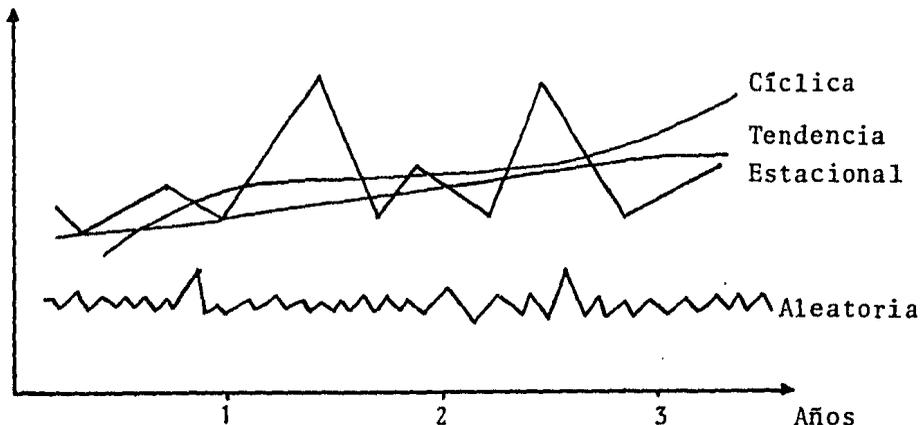


FIGURA 4.1 Comportamiento de las Ventas a través del Tiempo.

Los métodos utilizados para la elaboración de pronósticos incluyen desde la investigación de opiniones o estimaciones

de juicios hasta la utilización de técnicas matemáticas o la combinación de estos métodos. De acuerdo a lo anterior, los métodos se dividen en subjetivos o cualitativos y cuantitativos o con fundamento matemático.

#### 4.2 PRONOSTICOS SUBJETIVOS O CUALITATIVOS.

Los pronósticos basados en opiniones subjetivas, son aquellos en los que algunas o todas las personas cuya actividad son las ventas o mercadotecnia, expresan su parecer respecto a las ventas futuras. La evaluación de las opiniones tienen como resultado un pronóstico para cierto período futuro.

Este método también se puede basar en opiniones de ejecutivos o personas bien informadas y de mucha capacidad y experiencia. Se podrán recabar por escrito:

- a) La opinión de un comité integrado por el gerente general, gerente de mercadotecnia y ventas, el responsable de la investigación de mercados, el gerente de finanzas, gerente de materiales, etc.
- b) La opinión de la fuerza de ventas, donde cada vendedor da su estimación de lo que considera vender el próximo año.
- c) Realizar encuestas con clientes o distribuidores.
- d) Considerar los planes de la empresa como son el lanza-

miento de nuevos productos, nuevas políticas en cuanto a reducciones o aumentos de precio, ampliación de los mercados existentes, etc.

Estos métodos subjetivos utilizan directamente el conocimiento cualitativo de las personas involucradas. Conforme se va elaborando el pronóstico, otras personas con conocimientos específicos lo revisan.

Ventajas de los métodos subjetivos o cualitativos:

- Las personas que intervienen directamente en las ventas son quienes asumen la responsabilidad por el mismo.
- Son quienes están en la mejor posición para captar las probables tendencias futuras del mercado.
- Es la única manera de tener en cuenta futuros eventos sin precedentes en el pasado.

Desventajas:

- Las opiniones utilizadas para el pronóstico pueden depender demasiado de la experiencia habida en las ventas del pasado inmediato.
- En el establecimiento del pronóstico pueden intervenir personas dominantes o fuertes cuya opinión será determinante.
- Es fácil suponer que un pronóstico hecho por un ejecutivo importante es mejor que uno hecho por una persona de nivel menor, lo cual no siempre es exacto.

El Método Delphi.- Es un método de pronóstico cualitativo, fué desarrollado a mediados de la década de los 60's. Utiliza un grupo de expertos que pueden ser empleados de la organización o especialistas externos; en este método se hace hincapié en qué cambios se deben esperar y en qué tiempo. Para usar este método, se pueden seguir los siguientes pasos:

- 1) Solicitar a los expertos su participación.
- 2) Se les manda un cuestionario y se les pide su opinión en los temas de interés.
- 3) Se analizan las respuestas y se identifican las áreas en las que están de acuerdo y en las que difieren.
- 4) Se envía a todos los miembros un análisis resumido de todas las respuestas y se les pide que llenen nuevamente el cuestionario y den sus razones referentes a las opiniones en que difieren.
- 5) Se repite el proceso hasta que se estabilizan las respuestas.

Este método tiene sus limitaciones como:

- . Poca seguridad, demasiada sensibilidad de los resultados a la ambigüedad de las preguntas.
- . Dificultad para establecer el grado de experiencia de los miembros que participan.
- . Retrasos entre las repeticiones del proceso.

Estos procedimientos para pronosticar no pueden ser objeto de evaluación en cuanto a sus errores.

Método Gráfico.- Este enfoque no requiere de un modelo matemático. El método gráfico depende de la experiencia y capacidad del analista para identificar, con su juicio subjetivo, los patrones en los datos y hacer proyecciones basadas en esos patrones. Es el método más sencillo, rápido y la dificultad de su realización dependerá del número de factores tomados en consideración. Se pueden tomar en cuenta todos los tipos de variaciones o solamente las variaciones estacionales.

En la figura 4.2 se muestran las ventas de la empresa "Alfa". La primera etapa del método gráfico consta en ajustar en una línea recta los puntos de la gráfica. El ajuste deberá ser manual y dependerá de la habilidad de la persona que lo realice. Una vez determinada la línea recta que representará la tendencia de las ventas anuales de la empresa, el pronóstico de ventas para el año siguiente se puede calcular fácilmente. La gráfica indica que las ventas para el próximo año serán aproximadamente de - \$825,000.00.

Si no existe ninguna razón especial para que la tasa de crecimiento anual de las ventas no sea constante, se puede presumir que la variación de la tasa se debe a las

variaciones cíclicas y aleatorias.

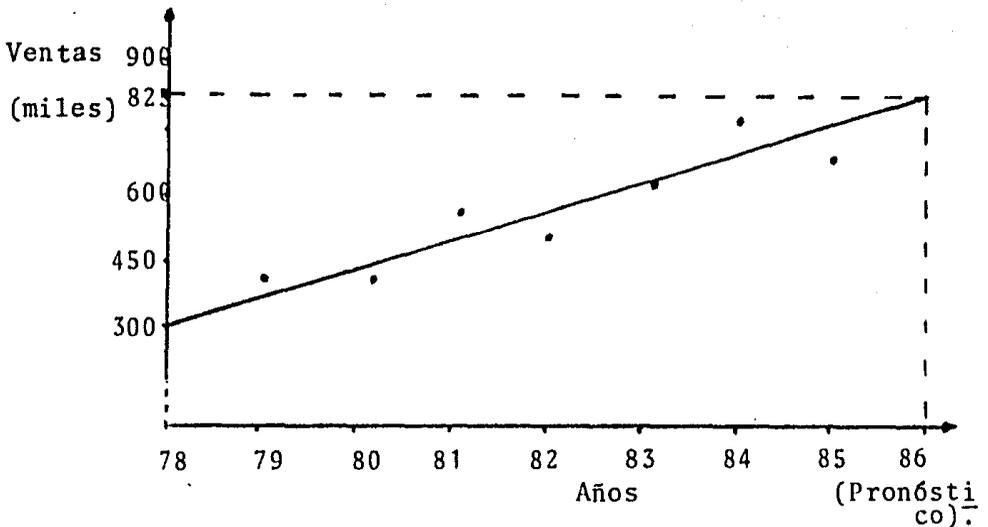


FIGURA 4.2 Ajuste de las ventas históricas en una línea recta para proyectar las ventas futuras. "Tendencia Lineal"

Si se calculan todas las diferencias entre las ventas reales y las ventas indicadas por la línea recta, se tendrá una diferencia media de un 9.5% y las diferencias pueden ser positivas o negativas. Si se supone que las condiciones de mercado para el próximo año serán favorables, se deduce que las ventas para el 86 serán de \$825,000 por  $1.095 = \$ 903,375.00$ .

Si se requieren las ventas para el primer trimestre de 1986, se tendrá que analizar el comportamiento de las ventas mensuales de los años anteriores y determinar el

porcentaje medio que corresponda a los primeros trimestres de cada año. Suponiendo que las ventas del primer trimestre generalmente son el 20% de las ventas anuales, tenemos que las ventas para el primer trimestre de 1986, serán:  $\$ 903,375 \times .20 = \$ 180,675.00$ .

Una importante etapa en la elaboración de un diagnóstico es la elección del método a utilizar. También es esencial verificar si la información disponible no está distorsionada por eventos que no volverán a ocurrir como un pésimo sistema de publicidad.

#### 4.3 PRONOSTICOS CUANTITATIVOS O CON FUNDAMENTO MATEMATICO

Algunos de los métodos cuantitativos son presentados a continuación:

4.3.1 Pronósticos basados en promedios.

4.3.2 Método de los mínimos cuadrados o análisis de tendencia.

4.3.1 Pronósticos basados en Promedios.- Este pronóstico considera que la demanda histórica indica la demanda futura. Su validez puede ponerse a prueba mediante el empleo de gráficas de control. Existen varios métodos para promediar y que pueden utilizarse para pronosticar.

4.3.1.1 Promedio aritmético o media aritmética.

4.3.1.2 Promedio móvil.

4.3.1.3 Promedios ponderados.

4.3.1.1 Promedio Aritmético o media aritmética.- es un promedio de todos los datos de las ventas pasadas. Esta técnica constituye una forma útil de pronosticar un gran número de artículos; éstos se pueden calcular semanalmente con equipo de procesamiento de datos.

Los promedios se basan en el supuesto de que el promedio de las cantidades vendidas en el pasado indicarán la demanda futura. La inconveniencia de los promedios es que muestra únicamente el centro, olvidando las desviaciones o dispersiones existentes entre los datos históricos por irse recorriendo. Este método puede utilizarse siempre y cuando el coeficiente de variabilidad no rebase el 10%.

Ejemplo: se suponen las siguientes ventas en miles de pesos:

<u>Caso 1</u>		<u>Caso 2</u>	
1982	\$ 8,000	1982	\$ 4,000
1983	12,000	1983	10,000
1984	<u>10,000</u>	1984	<u>16,000</u>
	\$ 30,000		\$ 30,000

Para pronosticar las ventas con el método de promedio aritmético, en los dos casos, el promedio sería de \$10,000 sin embargo, será necesario ver si el coeficiente de variabilidad cae dentro del rango de confiabilidad, o sea menos del 10%.

Para determinar el coeficiente de variabilidad, se utilizan las siguientes fórmulas:

- Fórmula de la desviación estándar:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum d^2}{N}}$$

- Fórmula del coeficiente de variabilidad:

$$V = \frac{\frac{\sigma}{X}}{\sqrt{N}}$$

Donde:

X = ventas.

$\bar{X}$  = promedio de ventas.

d = desviación con respecto al promedio.

$d^2$  = desviación al cuadrado.

N = número de períodos.

Caso 1

<u>X</u>	<u>X̄</u>	<u>d</u>	<u>d<sup>2</sup></u>
8,000	10,000	-2,000	4,000,000
12,000	10,000	+2,000	4,000,000
10,000	10,000	0	0
<u>30,000</u>		<u>0</u>	<u>8,000,000</u>

$$\text{Promedio de ventas} = \frac{30,000}{3} = 10,000$$

Determinación de la desviación estándar:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum d^2}{N}} = \sqrt{\frac{8'000,000}{3}} = 1,633.00$$

Determinación del coeficiente de variabilidad.

$$V = \frac{\frac{\sigma}{\bar{X}}}{\sqrt{N}} = \frac{\frac{1,633}{10,000}}{\sqrt{3}} = \underline{\underline{0.0943}}$$

$$V = 9.43\% \\ \text{=====}$$

En este caso el coeficiente de variabilidad es menor del 10%, por lo tanto cae dentro del rango de confiabilidad.

## Caso 2

<u>x</u>	<u><math>\bar{x}</math></u>	<u>d</u>	<u><math>d^2</math></u>
4,000	10,000	-6,000	36,000,000
10,000	10,000	0	0
16,000	10,000	+6,000	36,000,000
<u>30,000</u>		<u>0</u>	<u>72,000,000</u>

$$\text{Promedio de ventas} = \frac{30,000}{3} = 10,000$$

Determinación de la desviación estándar.

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum d^2}{N}} = \sqrt{\frac{72,000,000}{3}} = 4,899.00$$

Determinación del coeficiente de variabilidad.

$$V = \frac{\frac{\sigma}{\bar{x}}}{\sqrt{N}} = \frac{\frac{4,899}{10,000}}{\sqrt{3}} = \underline{\underline{0,2828}}$$

$$V = 28.28\% \\ \text{=====}$$

En este caso el coeficiente de variabilidad es superior al 10% y por lo tanto, no sería conveniente usar éste método para el pronóstico de ventas.

4.3.1.2 Promedio móvil.- Se utilizan datos tomados en periodos de ventas más recientes. Del número de datos que se empléen para el promedio móvil, determina la forma en que reacciona al respecto. En cada periodo se calcula un nuevo promedio móvil abandonando la demanda correspondiente al periodo más reciente.

Este modelo de pronóstico es útil y sencillo; se usa para hacer pronósticos a corto y mediano plazo. Si  $X_t$  es el promedio móvil calculado hasta e incluso el valor de  $X$  en el periodo  $t+1$  se toma como  $X_t$ . Si se expresa el valor pronosticado de  $X$  en el periodo  $t+1$ , se tendrá que:

$$F_{t+1} = \bar{X}_t$$

Cuando se tiene una nueva observación, el promedio se mueve para incluir la observación más nueva y deja la más vieja de las observaciones que se usaron antes.

Matemáticamente el promedio móvil se calcula de la siguiente manera:

$$X_t = \frac{X_t + X_{t-1} + \dots + X_{t-N+1}}{N}$$

$$X_t = \frac{1}{N} \sum_{i=t-N+1}^t X_t$$

$$F_{t+1} = \frac{1}{N} \sum_{i=t-N+1}^t X_t$$

En la tabla 4.1 se ilustra el uso del promedio móvil de 3 y 5 términos. En la figura 4.3 se muestra la demanda real (línea continua) y las demandas pronosticadas (líneas -punteadas) para ambos promedios móviles.

Es posible que se determinen los promedios móviles de - diferentes términos para identificar el que proporcione el mejor pronóstico. En el ejemplo de la tabla 4.1 se puede observar que el promedio de tres términos proporciona un pronóstico un poco mejor que el de cinco términos.

El promedio móvil siempre tiene un retraso respecto a - la tendencia. Cuanto más fuerte es la tendencia, mayor es el retraso. El promedio móvil también tendrá un retraso respecto de cualquier patrón cíclico y fracasará al tomar en cuenta una variación estacional. Estas limitaciones explikan por qué es más común que se usen para pronosticos a corto plazo.

4.3.1.3 Promedios Ponderados o Suavizamiento Exponencial.- En algunos casos es justificable hacer mayor hincapié en la demanda inmediata anterior para determinar así - un cálculo estimativo de la demanda futura. El factor --ponderador se aplica a una curva cíclica de demanda, sin hacerle ningún ajuste adicional.

Al igual que los promedios móviles, se usa para pronós-ticos a corto y mediano plazo. Un promedio suavizado expo

TABLA 4.1

Demanda, Promedios Móviles y Demanda Pronosticada.

Período	Mes	Demanda	$\bar{X}_t$ , prom. móvil de 3 térm.	$F_{t+1}$ Pron.	$\bar{X}_t$ , prom. móvil de 5 térm.	$F_{t+1}$ Pron.
1	Enero '85	300				
2	Febrero	380				
3	Marzo	350	343.3			
4	Abril	400	376.7	343.3		
5	Mayo	410	386.7	376.7	368	
6	Junio	420	410	386.7	392	368
7	Julio	400	410	410	396	392
8	Agosto	420	413.3	410	410	396
9	Septiembre	460	426.7	413.3	422	410
10	Octubre	470	450	426.7	434	422
11	Noviembre	480	470	450	446	434
12	Diciembre	480	476.7	470	462	446
13	Enero '86			476.7		462

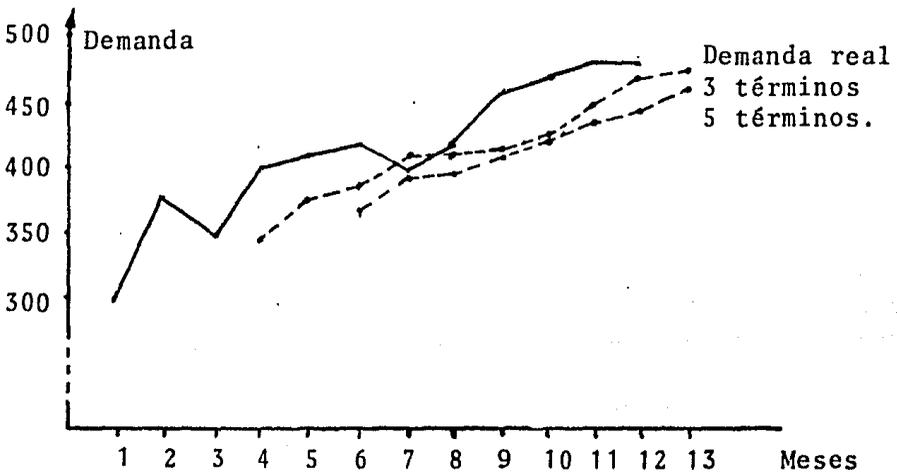


FIGURA 4.3 Demanda real y Pronósticos con promedios móviles.

nencialmente se calcula con la siguiente fórmula:

$$X_t = \alpha X_t + (1 - \alpha) F_t$$

$$F_{t+1} = \alpha X_t + (1 - \alpha) F_t$$

Donde:

$F_{t+1}$  = pronóstico para el período t+1

$\alpha$  (alfa) = constante de suavizado.

$X_t$  = observación (demanda) más reciente.

$F_t$  = pronóstico del período t (anterior.)

A la constante de suavizado alfa, se le asigna un valor entre 0 y 1. Si queremos dar una mayor importancia relativa a la información de los últimos períodos, el valor de alfa deberá ser grande.

El suavizamiento exponencial tiene características favorables como: al hacer un pronóstico todo lo que se necesita es la constante de suavizado, la observación más reciente y el pronóstico anterior. Nunca se descarta por completo ninguna observación, siempre queda incorporada en algún grado en el pronóstico anterior, para valores altos de alfa, las observaciones disminuyen con rapidez. El valor de alfa puede ajustarse de tal manera que los pronósticos respondan rápida o lentamente, a los cambios posibles del sistema.

En la tabla 4.2 se muestra el uso del modelo de suavizamiento exponencial con valores en alfa de 0.1 y 0.5. La demanda real (línea recta) se presenta en la figura 4.4 junto con la demanda pronosticada (línea punteada).

TABLA 4.2

Demanda y Pronóstico de Demanda por Suavizamiento Exponencial.

Período	Mes	Demanda	Pronóstico $F_{t+1}$ por suavizamiento exponencial	
			$\alpha = 0.1$	$\alpha = 0.5$
1	Enero '85	500	-	-
2	Febrero	480	500	500
3	Marzo	480	498	490
4	Abril	420	496	485
5	Mayo	470	488	452
6	Junio	410	486	461
7	Julio	400	478	436
8	Agosto	370	470	418
9	Septiembre	350	460	394
10	Octubre	360	449	372
11	Noviembre	330	440	366
12	Diciembre	300	429	348
13	Enero '86	-	416	324

El pronóstico que se usa en alfa de 0.5 proporciona proyecciones más precisas, esto se debe a que la tendencia es hacia abajo y el valor mayor de alfa es más sensible a esto.

**4.3.2 Método de los Mínimos Cuadrados o Análisis de Tendencia.**- El objetivo de este método es ajustar matemáticamente la demanda cuando ésta sigue una tendencia constante, ya sea ascendente o descendente, con variaciones irregulares a un lado y otro de la línea de tendencia. Este método consta de la determinación de la línea recta que mejor se ajuste a los puntos, o sea, la línea para la cual la suma de los cuadrados de las distancias a los puntos de la gráfica es mínima.

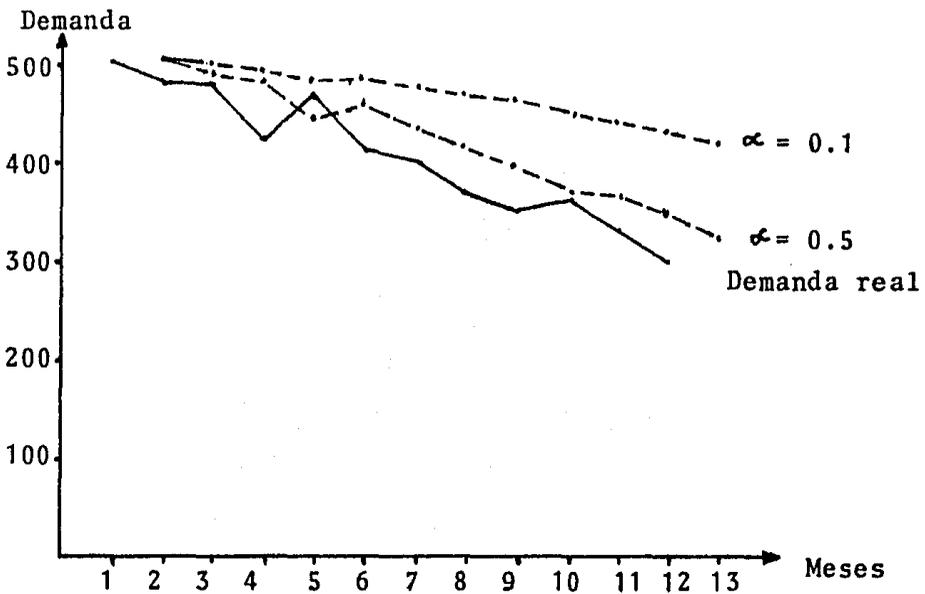


FIGURA 4.4 Demanda real y pronosticada con suavizamiento exponencial.

El método de los mínimos cuadrados tiene al tiempo como variable independiente y la variable que se está pronosticando es la variable dependiente.

Es recomendable que para comenzar el análisis de la demanda con este método, al igual que los anteriores, se grafiquen los datos. Si tomamos los datos que se presentan en la tabla 4.3 y los graficamos como se muestran en la figura 4.5, se observará que los puntos siguen una tendencia ascendente.

El análisis de tendencia es un método de pronóstico de mediano a largo plazo.

TABLA 4.3

Datos de Demanda

Período	Semestre	Demanda
1	1º 1983	108
2	2º 1983	119
3	1º 1984	110
4	2º 1984	122
5	1º 1985	130

La ecuación de la línea recta es la siguiente:

$$y = a + bx$$

Donde:

- y = valor pronosticado
- a = ordenada en el origen
- b = pendiente de la línea
- x = período para el que se prepara el pronóstico.

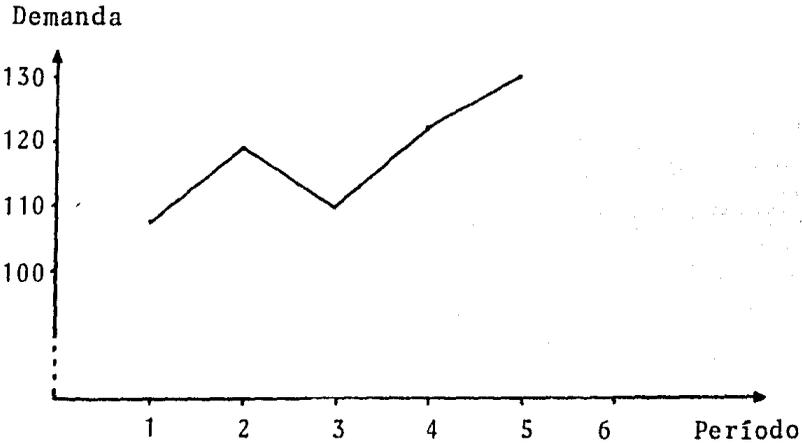


FIGURA 4.5 Datos de Demanda Graficados.

Los valores de a y b se encuentran con las siguientes fórmulas:

$$a = \frac{\sum y}{N} - \frac{b \sum x}{N}$$

$$b = \frac{N \sum xy - \sum x \sum y}{N \sum x^2 - (\sum x)^2}$$

Con los datos de la tabla 4.3 se encontrarán los valores de a y b. Primero se calcula el valor de b tomando los datos de la tabla 4.4

TABLA 4.4

Cálculos intermedios para ajustar una tendencia lineal por el método de Mínimos Cuadrados.

Período x	Demanda y	xy	x <sup>2</sup>
1	108	108	1
2	119	238	4
3	110	330	9
4	122	488	16
5	130	650	25
$\Sigma x = 15$	$\Sigma y = 589$	$\Sigma xy = 1,814$	$\Sigma x^2 = 55$

$$b = \frac{N \Sigma xy - \Sigma x \Sigma y}{N \Sigma x^2 - (\Sigma x)^2} = \frac{5(1,814) - 15(589)}{5(55) - (15)^2}$$

$$= \frac{235}{50}$$

$$b = 4.7$$

=====

$$a = \frac{\Sigma y}{N} - \frac{b \Sigma x}{N} = \frac{589}{5} - \frac{4.7(15)}{5}$$

$$a = 103.7$$

=====

El modelo del pronóstico será:

$$\text{Pronóstico}_t = 103.7 + 4.7(t)$$

Si queremos el pronóstico de la demanda para el segundo semestre de 1985, le corresponde el período 6, con base en la numeración dada a los periodos cuando se hizo el análisis, el pronóstico será:

$$\begin{aligned}\text{Pronóstico } t-6 &= 103.7 + 4.7 (6) \\ &= 131.9 = 132 \text{ redondeando.}\end{aligned}$$

El pronóstico para el segundo semestre de 1986 será:

$$\begin{aligned}\text{Pronóstico } t-8 &= 103.7 + 4.7 (8) \\ &= 141.3 = 141 \text{ redondeando.}\end{aligned}$$

La pendiente de la línea dada por el valor de  $b$ , muestra lo que las observaciones tienden a aumentar de un período a otro.

Con frecuencia se necesita una variación estacional, la cual puede adicionarse al modelo de los mínimos cuadrados. Esta modificación se hace calculando cuánto debe de aumentar o disminuir el pronóstico de tendencia de acuerdo con la estación. El modelo de pronóstico quedará de la siguiente manera:

$$\text{Pronóstico} = \text{Tendencia} + \text{Ajuste estacional}$$

El ajuste estacional puede resolverse calculando cuánto y en qué dirección se desvían los pronósticos de ten-

dencia en cada estación. Para determinar este pronóstico es necesario organizar los datos por estaciones como se muestra en la tabla 4.5. Primero se pronostica cual debió ser la demanda en cada trimestre, de no haber una variación estacional usando el método de los mínimos cuadrados. La diferencia entre la demanda real y la demanda pronosticada hacia atrás se aplica a la variación estacional; se calcula la cantidad promedio que se desvió el pronóstico en cada uno de los trimestres para determinar el ajuste estacional. Este ajuste se aplica de acuerdo con el trimestre que se esté pronosticando.

#### 4.4 CONTROL DEL PRONOSTICO.

El hecho de elaborar un pronóstico, no indica que ahí termina la actividad reanudandose hasta la elaboración del siguiente. Para llevar un control adecuado de pronósticos, es necesario que continuamente se compare el pronóstico con la demanda real y se tomen las acciones necesarias para corregir el pronóstico cuando la demanda tenga cualquier cambio estadístico importante, para eso hay que determinar las causas que provocaron los cambios en la demanda. El momento para tomar la acción es inmediatamente después de que se produzca el cambio y no al año siguiente.

TABLA 4.5

Cálculo del Ajuste Estacional

Trimestre	Periodo	Demanda	xy	x <sup>2</sup>	Pronóstico de demanda		Demanda Pronóstico de Demanda	
					(1)	(2)	(1)	(2)
Primavera 83	1	70	70	1	99		-29	
Verano 83	2	150	300	4		110		40
Otoño 83	3	130	390	9				
Invierno 83	4	130	520	16				
Primavera 84	5	100	500	25	145		-45	
Verano 84	6	180	1,080	36		156		24
Otoño 84	7	180	1,260	49				
Invierno 84	8	170	1,360	64				

$$\Sigma x = 36 \quad \Sigma y = 1,110 \quad \Sigma xy = 5,480 \quad \Sigma x^2 = 204$$

$$b = \frac{N \Sigma xy - \Sigma x \Sigma y}{N \Sigma x^2 - (\Sigma x)^2} = \frac{8(5480) - (36)(1,110)}{8(204) - (36)^2} = 11.5$$

(1) Ajuste de Primavera

$$= \frac{-29 - 45}{2} = -37$$

$$a = \frac{\Sigma y}{N} - \frac{b \Sigma x}{N} = \frac{1,110}{8} - \frac{11.5(36)}{8} = 87$$

(2) Ajuste de Verano

$$= \frac{40 + 24}{2} = 32$$

$$\text{Pronóstico}_t = 87 + 11.5(t)$$

$$\begin{aligned} \text{Pronóstico} &= \text{Tendencia} + \text{Ajuste Estacional} \\ \text{Pronóstico}_{t+9} &= 87 + 11.5(9) + (-37) = 154 \\ \text{Pronóstico}_{t+10} &= 87 + 11.5(10) + 32 = 234 \end{aligned}$$

Una de las formas más sencillas de instrumentos de control, son las gráficas de control estadístico. Una de estas gráficas se usa solamente cuando los datos son mínimos y es la gráfica de la escala móvil.

Gráfica de la Escala Móvil.- Compara los cambios de la demanda real de un período determinado, con las variaciones irregulares esperadas de la demanda. Para graficar la escala móvil se siguen los siguientes pasos: <sup>(7)</sup>

- 1º Se determina la diferencia entre la demanda real y los valores pronosticados.
- 2º Se determina el valor absoluto de la diferencia en la demanda de períodos sucesivos, es decir, la escala móvil (EM).
- 3º Se calcula la escala móvil promedio ( $\bar{EM}$ ).
- 4º Se calculan los límites de control superior e inferior. ( $LSC = 2.66 \bar{EM}$ ,  $LIC = -2.66 \bar{EM}$ ).
- 5º Se elabora la gráfica de control, indicando los puntos de los valores determinados en el paso 1 y los límites de control calculados en el paso 4.

Para determinar los límites de control, es necesario tener cuando menos 10 valores de escala móvil. Los límites se calculan de tal manera que solo 3 puntos de cada 1000

(7) Bigel, John E.; Control de Producción, pág. 55

caigan fuera de los límites y que se deba solamente al azar. Cuando un punto se encuentra fuera de los límites de control, se deberá hacer una investigación para saber si las causas fueron por algún cambio evidente en el sistema. Otra utilización de la gráfica es que sirve para vigilar los productos con solo observar el esquema.

Cuando los puntos trazados caen dentro de los límites de control, generalmente es seguro que las ecuaciones utilizadas en los pronósticos son correctas. Si por el contrario, éstos caen fuera de los límites, será necesario revisar las ecuaciones para el cálculo de los pronósticos.

A continuación, la tabla 4.6 muestra un ejemplo de los cálculos para la gráfica de la escala móvil y en la figura 4.6 se grafican los puntos.

TABLA 4 .6

Cálculos para la gráfica de la escala móvil.

Mes	Período	Demanda	Valor de la Ec. de Pron.	Diferencia	Escala Móvil.
Enero	1	390	404	- 14	24
Febrero	2	425	415	10	17
Marzo	3	420	427	- 7	44
Abril	4	475	438	37	47
Mayo	5	440	450	- 10	9
Junio	6	460	461	- 1	7
Julio	7	465	473	- 8	24
Agosto	8	500	484	16	57
Septiembre	9	455	496	- 41	54
Octubre	10	520	507	13	37
Noviembre	11	495	519	- 24	54
Diciembre	12	560	530	30	374

$$\bar{M} = 374 / 13 = 28.8$$

$$LSC = + 2.66 (28.8) = 76.6$$

$$LIC = - 2.66 (28.8) = -76.6$$

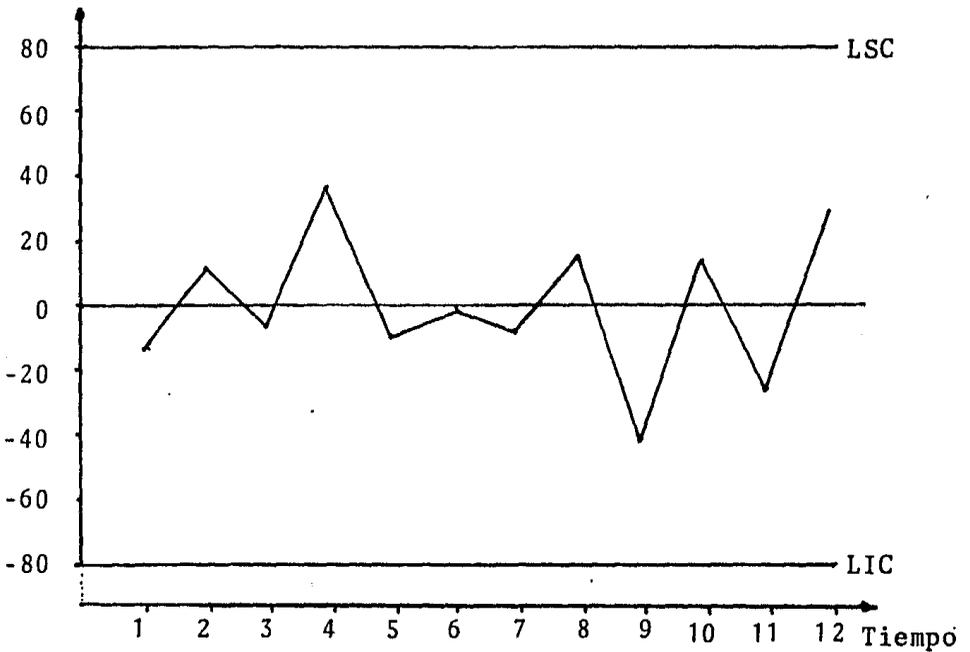


FIGURA 4.6 Gráfica de la Escala Móvil.

## CAPITULO V

### GUIA PARA EL DESARROLLO DE UN MODELO DE INVENTARIO EN UNA EMPRESA DE FOTOCOPIADO.

#### OBJETIVOS:

- Identificar algunos términos comunes que se utilizan en la Administración de Inventarios.
- Aprender de una manera sencilla a calcular cuándo y cuánto hay que ordenar.
- Comprender una forma de interpretar las inversiones en inventarios.

#### CONTENIDO:

- 5.1 Terminología.
- 5.2 Información para el desarrollo de un Modelo de Inventarios.
- 5.3 Interpretación y Resultado.

## 5.1 TERMINOLOGIA.

Para entender mejor los términos técnicos que se usarán en este capítulo, a continuación se relacionan los términos más comunes e importantes que pueden utilizarse en una empresa de fotocopiado. Aunque el nombre de los términos pueden variar dependiendo de la empresa de que se trate, su esencia será la misma.

### 5.1.1 Nivel de Servicio (N.S.):

Es la comparación que se hace entre la cantidad que los clientes demandan de un artículo y la cantidad que se puede surtir del mismo, en un período determinado. Esta comparación se expresa en porcentaje.

$$\text{Nivel de Servicio} = \frac{\text{Consumo real en 1 año}}{\text{Cant. demandada 1 año}} \times 100$$

### 5.1.2 Existencia Disponible (E.D.):

Es la existencia que se tiene en almacén más la cantidad que se tenga en pedidos pendientes de recibir de los proveedores menos el material comprometido.

$$\begin{aligned} &+ \text{Existencia en Almacén.} \\ &+ \text{Pedidos pendientes de Proveedores.} \\ &-\text{ Suministros Pendientes de Surtir} \\ \hline &= \text{Existencia Disponible} \end{aligned}$$

5.1.2.1 Existencia en Almacén o Inventario a Mano -- (OH), es la cantidad que se tiene en almacén para surtir en forma inmediata.

5.1.2.2 Pedidos Pendientes de Proveedores (PP), es la cantidad que se tiene solicitada a los proveedores y que aún no se recibe en almacén.

5.1.2.3 Suministros Pendientes de Surtir o Material Comprometido, es la cantidad que se tiene en espera de ser surtida a los clientes.

#### 5.1.3 Inventario de Seguridad (IS):

Es la cantidad que se tiene en almacén con el objeto de evitar la falta de existencias. El nivel de la existencia de seguridad se determina por las variaciones del tiempo de entrega y de la demanda y por el nivel de servicio que se pretenda dar.

#### 5.1.4 Alcance de inventarios:

Es el tiempo expresado en meses, semanas o días que durarán los inventarios, tomando en cuenta la demanda pronóstico para un período determinado.

$$\text{Alcance de la existencia} = \frac{\text{Existencia en almacén}}{\text{Demanda Pronóstico Promedio}}$$

Si la demanda pronóstico promedio es mensual, el resultado será en meses. Dependiendo del tiempo que

utilice el promedio, será ese mismo la unidad de medida para el resultado.

Existen diferentes tipos de alcance:

5.1.4.1 Alcance real, son los meses (si es que se expresa en meses) de inventario que se tiene en almacén.

5.1.4.2 Alcance deseado, son los meses de inventario que se persigue obtener con base en el capital que se desea invertir y de acuerdo al nivel de servicio que se pretenda.

La comparación entre el alcance deseado y el real sirve para medir la existencia que se tiene y la que se debería tener.

5.1.4.3 Alcance del inventario de seguridad, son los meses de inventario que se debe tener como mínimo en almacén (ver punto 5.1.3 ).

5.1.4.4 Cobertura, se obtiene tomando como base la existencia disponible (ver punto 5.1.2).

$$\text{Cobertura} = \frac{\text{Existencia disponible}}{\text{Demanda pronóstico promedio.}}$$

5.1.5 Tiempo de Reposición (TR):

Es el período expresado en meses, desde el momento en que se detecta la necesidad de elaborar un pedido, hasta que la cantidad solicitada se encuentra en el

almacén. En el tiempo de reposición quedan incluidos:

- . Tiempo de elaboración de la orden de compra.
- . Tiempo de elaboración del pedido al proveedor.
- . Tiempo que tarda el pedido en llegar al proveedor.
- . Tiempo de tramitación con el proveedor.
- . Tiempo de entrega.
- . Tiempo de transporte.
- . Tiempo de tramitación aduanal (material importado).
- . Tiempo de recepción del material.
- . Tiempo de revisión del material (Control de Calidad)
- . Tiempo de colocación del material en el almacén.

#### 5.1.6 Frecuencia de Revisión (FR):

Es la periodicidad con que se revisa un artículo para determinar si existe la necesidad de elaborar un pedido al proveedor.

#### 5.1.7 Punto de Reorden (PR):

Es el nivel de reposición de inventarios que debe asegurar la capacidad de suministro, hasta la recepción del material del siguiente pedido, el cual se determina de la siguiente manera:

+ Alcance del inventario de seguridad

+ Tiempo de reposición

= Punto de reorden en meses.

El punto de reorden expresado en unidades, equivale a la demanda pronóstico calculada a los meses de reorden. Se determina de la siguiente manera:

Actividad pronóstico de equipo (ver punto 5.1.13) para un período que sea igual al punto de reorden, por factor de uso del material o refacción, será igual al punto de reorden en unidades.

Si el pronóstico de la actividad de equipo es un promedio mensual, entonces:

Actividad pronóstico promedio de equipo, por el factor de uso del material o refacción, será igual a la demanda pronóstico mensual, que multiplicada por los meses del punto de reorden, nos dará el punto de reorden en unidades.

#### 5.1.8 Total Bajo Control (TBC):

Es el nivel máximo al que deben llegar los inventarios considerando la frecuencia de revisión se calcula de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} &+ \text{Alcance del inventario de seguridad} \\ &+ \text{Tiempo de reposición} \\ &+ \text{Frecuencia de revisión} \\ \hline &= \text{Total Bajo Control.} \end{aligned}$$

El TBC se expresa en tiempo y su cálculo se puede determinar en un sistema de computación, lo cual per

mite agilizar y controlar una cantidad mayor de artículos; sin embargo, es importante que la información sea confiable ya que es la base para emitir una orden al proveedor.

#### 5.1.9 Fecha de Ordenar:

Es cuando se alcanza el punto de reorden y por lo tanto la fecha en que se debe elaborar el pedido al proveedor.

#### 5.1.10 Cantidad a Ordenar:

Es la cantidad que se debe pedir al proveedor para satisfacer la demanda esperada, a partir del momento en que se recibe en el almacén y para un tiempo pre determinado.

#### 5.1.11 Demanda:

Es la cantidad de piezas solicitadas al almacén, aunque no necesariamente surtidas, menos las devoluciones, durante "x" tiempo.

#### 5.1.12 Consumo Real:

Es la cantidad de piezas surtidas del almacén, menos las devoluciones durante cierto tiempo.

#### 5.1.13 Actividad de Equipo:

Es la capacidad de los equipos de copiado, la cual se divide en:

5.1.13.1 Actividad de equipo real, como su nombre lo indica, es la capacidad real de los equipos instalados a los clientes.

5.1.13.2 Actividad pronóstico de equipo, es la capacidad de los planes de instalación de equipos, determinados por mercadotecnia.

#### 5.1.14 Factor de Uso (Fu):

Es el rendimiento de las piezas usadas. Una manera de calcular el factor de uso es la siguiente:

$$\text{Factor de uso} = \frac{\text{Demanda o consumo real}}{\text{Actividad de equipo real}}$$

### 5.2 INFORMACION PARA EL DESARROLLO DE UN MODELO DE INVENTARIOS.

Una empresa de fotocopiado que se dedique al servicio, puede clasificar a los inventarios de la siguiente manera:

Clasificación de los inventarios:

- a) Materiales de Consumo
- b) Refacciones o Partes.
- c) Herramientas.

Los materiales de consumo, son aquellos productos que no forman parte del equipo y que son necesarios para la obtención de copias como son: papel, revelador, etc.

Las refacciones o partes, son aquellas piezas que inte-

gran o forman parte del equipo y debido al desgaste que su fren a través del tiempo por el uso, es necesario reemplazarlas por nuevas.

Las herramientas, son aquellos instrumentos que pueden usarse para la reparación técnica de los equipos. Estas deberán considerarse por separado en lo que se refiere a la planificación de las necesidades. Este inventario se determinará en base a los planes del departamento de servicio técnico, quien indicará la distribución de los técnicos especializados, el plan de contrataciones y los cursos de especialización.

#### 5.2.1 Determinación de la Demanda Pronóstico.

Para poder calcular la demanda pronóstico de los materiales de consumo y refacciones, es necesario disponer de la siguiente información:

##### 5.2.1.1 Factor de uso

##### 5.2.1.2 Actividad pronóstico de equipo.

##### 5.2.1.3 Determinación de la demanda pronóstico.

5.2.1.1 Factor de uso.- El consumo real o demanda de una parte entre la actividad de equipo real nos indica el factor de uso, es decir, el inverso del rendimiento de cada pieza usada o demandada.

Existen varios métodos para calcular el factor de uso, los más usuales son los siguientes:

- a) Promedio aritmético.
- b) Promedios móviles (de 6 meses)
- c) Promedios móviles ponderados.

a) El promedio aritmético es el método más sencillo para calcular el factor de uso y consiste en promediar la demanda real de 12 meses entre la actividad de equipo real de 12 meses. Es recomendable usar la demanda en lugar de consumo por ser más realista.

La actividad de equipo real mensual será proporcionada por Mercadotecnia y se determina con base en los equipos instalados; mes a mes se irá actualizando esta información.

La fórmula para calcular el factor de uso con promedio aritmético será:

$$Fu = \frac{Dr_{12}}{Are_{12}}$$

Donde:

Fu = Factor de uso.

Dr<sub>12</sub> = Demanda real de 12 meses.

Are<sub>12</sub> = Actividad real de equipo de 12 meses.

Este método es recomendable usarlo cuando la demanda es estable en relación con la actividad de equipo.

b) Los promedios móviles (de 6 meses), con su nombre lo indica, es el promedio de los últimos 6 meses de la demanda real sobre la actividad de equipo real. Estos meses se pueden aumentar o disminuir para obtener el mejor pronóstico, ya que los promedios móviles tienen un retraso respecto a la tendencia  $\pm$ , y entre mayor sea el número de meses que se utilice, mayor será el retraso en los pronósticos. La fórmula será:

$$Fu = \frac{Dr_6}{Are_6}$$

Es común que esta fórmula se use para pronósticos de corto plazo. De acuerdo a la tendencia que se tenga, se fijarán los meses que serán la base para la determinación del factor de uso.

c) Los promedios móviles ponderados necesitan de una constante de suavizamiento que se denomina alfa ( $\alpha$ ) y su valor va de 0 a 1; este valor se determina dependiendo de donde se le quiere dar mayor importancia, si al pronóstico anterior o a la demanda más reciente, y va de acuerdo con la tendencia. La fórmula para este método será:

$$Fu = \alpha \left( \frac{Dr_1}{Are_1} \right) + (1 - \alpha) (Fu_t)$$

Donde:

$\alpha$  = constante de suavizamiento.

$Dr_1$  = demanda real más reciente.

$Are_1$  = actividad de equipo real más reciente

$Fu_t$  = factor de uso anterior.

El valor de alfa se puede ajustar de modo que el factor de uso responda lenta o rápidamente a los cambios en la demanda.

5.2.1.2 Actividad de Equipo Pronóstico.- El departamento de Mercadotecnia deberá proporcionar la actividad de equipos pronóstico, la cual se determina con base en los planes de instalaciones y retiros de equipos. Es importante que la información se mantenga siempre por lo menos con doce meses de pronóstico para así poder reaccionar a los cambios que se tengan en los planes de instalaciones de equipos.

5.2.1.3 Determinación de la Demanda Pronóstico.- Una vez que se tenga el factor de uso y la actividad de equipo pronóstico, se puede calcular la demanda pronóstico como sigue:

$$Dp = Fu \times Ape$$

Donde:

Dp = demanda pronóstico

Fu = factor de uso

Ape = Actividad pronóstico de equipo.

La actividad pronóstico de equipo puede ser de un mes, un semestre, un año, etc. y de acuerdo al período que se quiera pronosticar, será el mismo para la actividad de equipo y demanda pronóstico. Si la actividad de equipo pronóstico tiene una tendencia estable, se puede dar el pronóstico promedio mensual y multiplicar solamente la demanda pronóstico (mensual) por el total bajo control.

Como es sabido, los planes son flexibles y no rígidos, lo que permite hacer ajustes o modificaciones al plan original. Las modificaciones a los planes se van haciendo conforme se empiezan a cubrir los meses planeados y las diferencias entre lo real y lo planeado se ajustan en los siguientes meses. Estos cambios a los planes pueden ser debido a factores externos no contemplados en el plan original como una crisis económica del país, la reducción de gastos de las compañías (posibles clientes) o quizá los planes sean muy agresivos y optimistas.

Las revisiones al plan de instalaciones y retiros de equipos es conveniente que se analice cada mes, y cada

tres meses se determine si existe o no alguna modificación al plan actual (inicialmente al plan original, que abarca un ejercicio de la empresa). En estas revisiones intervienen los departamentos de Mercadotecnia, Finanzas, Logístico y Servicio Técnico, y cada uno de ellos tomará acciones de acuerdo a los cambios en que se incurran.

Aunque las revisiones trimestrales contemplen los ajustes o modificaciones al plan de ventas, es conveniente que cada mes se de a conocer la situación real para que se tomen las acciones correctivas en caso de ser necesarias.

A continuación se presenta un ejemplo para el cálculo del factor de uso y demanda pronóstico.

Mes	Cilindro = 1R21 (# de parte)		
	Demanda real '85	Actividad real '85	Actividad Planeada '86
Enero	176	27,000	38,000
Febrero	231	32,300	40,000
Marzo	203	29,500	40,500
Abril	235	31,400	41,800
Mayo	218	32,000	43,800
Junio	192	29,900	41,500
Julio	206	31,700	42,500
Agosto	228	33,000	43,100
Septiembre	259	38,700	43,900
Octubre	225	36,100	47,200
Noviembre	265	40,900	55,000
Diciembre	209	33,600	49,500
Total	2,647	396,100	526,800

$$\text{Prom. aritmético: } Fu = \frac{Dr_{12}}{Are_{12}} = \frac{2,647}{396,100} = \underline{\underline{0.006683}}$$

$$\text{Prom. móviles: } Fu = \frac{Dr_6}{Are_6} = \frac{1,392}{214,000} = \underline{\underline{0.006505}}$$

$$\text{Prom. móviles ponderados: } Fu = \alpha \left( \frac{Dr_t}{Are_t} \right) + (1 - \alpha)(Fu_t)$$

$$\begin{aligned} Fu &= .20 \frac{209}{33,600} + (1 - .20) (0.006725) \\ &= 0.001244 + 0.005380 \\ &= \underline{\underline{0.006624}} \end{aligned}$$

Demanda pronóstico:  $Dp = Fu \times Ape$

Mes	<u>Fu.</u> 0.006683	<u>Fu.</u> 0.006505	<u>Fu.</u> 0.006624
Enero	254	247	252
Febrero	267	260	265
Marzo	271	263	268
Abril	279	272	277
Mayo	293	285	290
Junio	277	270	275
Julio	284	276	282
Agosto	288	280	285
Septiembre	293	286	291
Octubre	315	307	313
Noviembre	368	358	364
Diciembre	331	322	328
	<u>3,520</u>	<u>3,426</u>	<u>3,490</u>

Para elegir el Fu que se usará en el pronóstico, hay que tomar en cuenta que la demanda no es muy estable, que hay que reaccionar ante los cambios inesperados, que en los últimos 6 meses no existen cambios drásticos. Además hay que considerar los comportamientos históricos que se han tenido, así como la proyección planeada.

#### 5.2.2 Clasificación ABC-AML de los materiales de consumo y refacciones.

Dos maneras de clasificar al inventario es por el valor de la inversión y por su movimiento como se indica a continuación:

##### 5.2.2.1 Clasificación ABC

##### 5.2.2.2 Clasificación AML

5.2.2.1 La clasificación ABC como se explicó anteriormente en el capítulo II, dice que hay que separar lo poco vital de lo mucho trivial; de esta manera, los artículos que maneja la empresa se clasifican según el consumo valorizado (pesos \$) durante un año histórico, de la siguiente manera:

<u>Clasificación</u>	<u>% Inversión</u>	<u>Impacto</u>
A	80	alto
B	15	medio
C	5	bajo

El porcentaje de inversión en relación al número de artículos varía según el consumo anual en piezas y a su valor (\$) unitario.

5.2.2.2 La clasificación AML es otra forma de clasificar los inventarios pero de acuerdo al movimiento mensual o anual que tengan las partes y materiales.

#### Clasificación AML

A = partes y materiales de alto movimiento.

M = partes y materiales de medio movimiento.

L = partes y materiales de bajo o lento movimiento.

La clasificación AML representa la cantidad en piezas consumidas o demandadas en un período y se divide en rangos de acuerdo a los consumos o demandas máximas y mínimas que se tengan de los materiales y refacciones.

La combinación de la clasificación ABC-AML es otra forma de manejar y controlar los inventarios, aplicando esta combinación adecuadamente, es posible disminuir la inversión en los inventarios sin afectar el nivel de servicio que se pretenda.

Cuando se maneja un gran volumen de artículos y se desea aplicar el ABC-AML, es conveniente el uso de la computadora, ya que los cálculos matemáticos

son lentos y se requeriría de más personal en el caso de hacerlo en forma manual. En este caso la combinación ABC-AML quedaría como sigue:

Clasificación		<u>% Inversión</u>
<u>ABC</u>	<u>AML</u>	
A	A	80 %
	M	
	L	
B	A	15 %
	M	
	L	
C	A	5 %
	M	
	L	

Los rangos que se determinen para la clasificación AML, se usarán indistintamente para el ABC.

En la tabla 5.1 aparece un ejemplo de la clasificación ABC-AML.

TABLA 5.1

Clasificación ABC - AML

Refacciones No.	# de parte	Costo Unit.\$	Demanda anual Pzs.	valor	% parti cipación	Clasif. ABC-AML
1	5\$3431	15.00	20	300	0.32	C L
2	9\$2501	0.50	1,480	740	0.80	C A
3	22\$2109	33.75	80	2,700	2.91	B L
4	22\$2332	24.50	220	5,390	5.81	B M
5	22\$4108	10.00	50	500	0.54	C L
6	55\$2645	1.20	750	900	0.97	C A
7	55\$3452	3.25	1,080	3,510	3.78	B A
8	105\$2040	35.00	430	15,050	16.21	A M
9	105\$7302	138.50	360	49,860	53.70	A M
10	122\$4102	0.80	1,200	960	1.03	C A
11	127\$1229	90.00	30	2,700	2.91	B L
12	127\$1232	19.00	510	9,690	10.44	A A
13	129\$3642	3.00	180	540	0.58	C M
Total			6,390	\$92,840	100.00%	

Clasificación ABC

Tipo	% Participación (valor)
A	80.35
B	15.41
C	4.24

### Clasificación AML

Tipo	Rango (piezas)
A	> 500
M	100—500
L	< 100

#### 5.2.3 Cuándo y Cuánto Ordenar.

¿Cada cuándo ordenar?. La frecuencia de revisión nos indica cada cuando se revisan las partes y materiales para colocar pedidos. Solo en el caso de que la existencia disponible exceda al punto de reorden, no se colocará pedido.

¿Cuánto Ordenar?. La cantidad a ordenar va en función de la demanda pronosticada, de la existencia disponible y del total bajo control indicado en las políticas. Esta cantidad será variable ya que la demanda es probabilística y en cada pedido se ajustarán las cantidades a comprar. - Por lo tanto, para que un modelo de inventario funcione, - es necesario conocer la frecuencia de revisión, el tiempo de reposición y el alcance del inventario de seguridad. De esta manera podré determinar el punto de reorden y el total bajo control.

Cuando la cobertura sea menor al punto de reorden, se deberá colocar un pedido por la cantidad que haga falta para llegar al total bajo control, el cual no es otra cosa

que el máximo de meses que se pueda tener en inventario, - considerando los pedidos pendientes de recibir.

$$PR = IS + TR$$

$$TBC = IS + TR + FR$$

$$TBC = PR + FR$$

Donde:

PR = punto de reorden

FR = frecuencia de revisión

IS = inventario de seguridad (se usa el alcance de seguridad para que se de en meses).

TR = tiempo de reposición

TBC = total bajo control

Para calcular la cantidad a ordenar, se utiliza la siguiente fórmula:

Cantidad a ordenar = Demanda pronóstico al TBC menos  
existencia disponible.

Condiciones para ordenar:

Cobertura  $\leq$  Punto de reorden.

Cuando se tiene una gran cantidad de artículos en una empresa, sería casi imposible o muy costoso el calcular para cada artículo el inventario de seguridad y el lote económico, a menos que se cuente con computadoras modernas

que pueden fácilmente realizar estos cálculos. A continuación se presenta una forma sencilla para calcular la frecuencia de revisión para varios artículos simultáneamente, los datos se encuentran relacionados en la tabla 5.2.

TABLA 5.2

Cálculo de precio promedio pesado para los artículos "A" de la tabla 5.1

# de Parte	Costo Unitario	Demanda anual		
		Pzas.	Valor	
1	105\$7302	138.50	360	49,860
2	105\$2040	35.00	430	15,050
3	127\$1232	19.00	510	9,690
Total			1,300	\$ 74,600
Precio unitario prom. pesado		=	$\frac{74,600}{1,300}$	= \$ 57.38

Cálculo de la frecuencia de revisión.

$$FR = \sqrt{\frac{288 \times C_p \times n}{Z_t \times C_{up} \times C_m}}$$

Donde:

FR = frecuencia de revisión

288 = días laborables en 1 año (constante)

n = número de artículos

- $Z_t$  = demanda total anual para n artículos  
 Cup = costo unitario promedio pesado  
 Cp = costo de pedir por cada orden  
 Cm = % del costo de mantenimiento.

Con los datos de la tabla 5.2 tenemos que:

- $n$  = 3  
 $C_p$  = \$10.00  
 $C_m$  = 27 %  
 $C_{up}$  = \$57.38  
 $Z_t$  = 1,300 piezas.

$$FR = \sqrt{\frac{288 \times 10 \times 3}{1,300 \times 57.38 \times .27}}$$

FR = 0.65 meses equivalente a 2.6 semanas.

$$\text{No. de órdenes} = \frac{12 \text{ meses}}{FR} = \frac{12}{.65}$$

$$\text{No. de órdenes} = 18.5$$

Cuando se manejan pocos artículos, es conveniente que la FR se determine en forma individual, pero cuando son cientos de artículos, es preferible determinar la FR en grupos, los cuales pueden ser formados de acuerdo a la clasificación ABC y si se quiere ampliar aun más los grupos de artículos, entonces se pueden organizar según su clasificación ABC-AML quedando como sigue: AA, AM, AL, -

BA, BM, CA, CM y CL.

Aunque para algunos materiales y partes, la FR no sea la óptima en forma individual, la combinación para ese grupo de artículos si será la más económica y además confiable. Para el ejemplo anterior, la FR para las partes "A" será de 2.6 semanas. Calculando de la misma manera para las partes "B" y "C", tendríamos que:

<u>PARTES</u>	
Clasificación	FR
A	2.6 semanas (0.65 meses)
B	6.9 semanas (1.73 meses)
C	16 semanas (4 meses)

Para calcular el tiempo de reposición se puede hacer con base en resultados históricos que se tengan, o bien, estimando tiempos de acuerdo a la experiencia desde que se detecta la necesidad de comprar, hasta que la cantidad solicitada esté en almacén.

El tiempo de reposición puede variar según el tiempo que tarde el proveedor en surtirnos el pedido. Quizá los proveedores sean nacionales y extranjeros o proveedores del área metropolitana y foráneos, etc..

Como ejemplo del tiempo de reposición, tomaré en cuenta que hay dos clases de proveedores, los del D.F. y área Metropolitana y los Foráneos, el tiempo de reposición que

dará como sigue:

Proveedores	Clasif. Prov.	Tiempo de reposición.
D.f. y área metro politana	D	2 meses.
Foráneos	F	3 meses.

El inventario de seguridad es el último dato que nos hace falta para poder calcular el punto de reorden y el total bajo control. La existencia de seguridad está calculada de acuerdo a:

- a) Desviación estándar de las demandas reales.
- b) Desviación estándar del tiempo de reposición.

La desviación estándar de las demandas reales se calcula sacando una muestra representativa de las partes y materiales que se manejen. A continuación se presenta en la tabla 5.3 el cálculo de la desviación estándar de las demandas. Como se observará, la desviación estándar es igual a 5.67 piezas, lo cual indica que para dar un servicio al cliente del 93.32%, se multiplica la desviación estándar que es igual a 5.67 por 1.5 que es el factor de seguridad para ese nivel de servicio (ver anexo, tabla I) y que será igual a 8.5, redondeando será igual a 9 piezas que hay que mantener en el inventario de seguridad para las variaciones contra la demanda.

TABLA 5.3

Cálculo de la desviación estándar de las demandas para el estimado de la existencia de seguridad.

Meses	# de Parte 105\$7302		D <sup>2</sup>
	Ventas	Desviación	
1	23	7	49
2	32	2	4
3	30	0	0
4	31	1	1
5	19	11	121
6	25	5	25
7	26	4	16
8	31	1	1
9	34	4	16
10	32	2	4
11	37	7	49
12	40	10	100
	<u>360</u>	<u>54</u>	<u>386</u>

$$\bar{x} = 30 \quad \sigma = \sqrt{\frac{386}{12}} = 5.67 \text{ pzs.}$$

Para el 93.32% de nivel de servicio = 5.67 x 1.5 (ver anexo, Tabla I) = 8.5 ≈ 9 piezas.

La desviación estándar del tiempo de reposición se calcula teniendo en cuenta los diferentes tiempos de reposición históricos. Un ejemplo de su cálculo se encuentra en la tabla 5.4, donde consideré 28 datos de tiempo de repo-

sición históricos, y que varían de 6 a 10 semanas.

TABLA 5.4

Cálculo de la desviación estándar del tiempo de reposición para el estimado de la existencia de seguridad.

Proveedores del D.F. y Area Metropolitana				
T.R.	Frecuencia	Desviación	D <sup>2</sup>	fD <sup>2</sup>
6	4	2	4	16
7	6	1	1	6
8	8	0	0	0
9	6	1	1	6
10	4	2	4	16
<u>40</u>	<u>28</u>	<u>6</u>	<u>10</u>	<u>44</u>

$$\bar{x} = 8 \quad \sigma = \sqrt{\frac{44}{28}} = 1.25 \text{ semanas.}$$

Para dar el 93.32% de servicio: 1.25 x 1.5 (ver anexo, - Tabla I) = 1.87

La desviación del tiempo de reposición es de 1.25 semanas. Si se quiere dar el 93.32% de servicio a los clientes, entonces se multiplica la desviación estándar por el factor de seguridad (ver anexo, Tabla I) correspondiente al nivel de servicio deseado, quedando de esta manera 1.25 x 1.5 = 1.87 semanas; este inventario de seguridad cubrirá las variaciones en el tiempo de reposición.

Para combinar la desviación de las demandas y del tiempo de reabastecimiento, se tomará como unidad de medida el tiempo, ya sean meses, semanas o días.

$$\sigma_t = \sqrt{(\sigma_d)^2 + (\sigma_r)^2}$$

Donde:

$\sigma_t$  = desviación estándar total

$\sigma_d$  = desviación estándar de la demanda.

$\sigma_r$  = desviación estándar del tiempo de reabastecimiento

Tomando los datos de las tablas 5.3 y 5.4, tenemos:

$\sigma_d$  = 5.67 pzs.  $\approx$  0.756 semanas.

$\sigma_r$  = 1.25 semanas.

La  $\sigma_d$  para convertirla de piezas a unidad de tiempo, se divide la  $\sigma_d$  entre  $\bar{x}$  (mensual).  $5.67 / 30 = 0.189$  - meses. Si un mes tiene 4 semanas,  $0.189 \times 4 = 0.756$  semanas.

$$\begin{aligned} \sigma_t &= \sqrt{(0.756)^2 + (1.25)^2} \\ &= 1.46 \text{ semanas.} \end{aligned}$$

Por lo tanto, si se quiere dar una protección del 98%, el inventario de seguridad será igual a  $1.46 \times 2.05$  (ver - anexo, Tabla I) =  $2.99 \approx 3$  semanas. Para dar el 96% de - servicio, será igual a  $1.46 \times 1.75 = 2.55 \approx 2.6$  semanas, y si se quiere tener un nivel de servicio del 93.32%, se ten

drá  $1.46 \times 1.5 = 2.19 \approx 2.2$  semanas de inventario.

De todo lo anterior, se puede hacer una tabla para mayor facilidad para indicar el punto de reorden y el total bajo control. En la tabla 5.5 se indica cómo quedarían los niveles de inventarios, dependiendo de su clasificación.

TABLA 5.5

Niveles del Punto de Reorden y del Total Bajo Control de los inventarios.

Partes Clasif.	IS.	T.R.		FR	P.R.		TBC	
		D	F		D	F	D	F
A	2	8	12	3	10	14	13	17
B	3	8	12	7	11	15	18	22
C	6	8	12	16	14	18	30	34

Los datos se encuentran en semanas.

De la tabla 5.5 se deduce que: Las partes "A" se revisarían cada 3 semanas y que se debe tener como máximo en inventario más pedidos 13 semanas para las compras en el D.F. y área Metropolitana y 17 semanas para las compras foráneas. Se colocará pedido siempre y cuando la cobertura sea menor o igual al punto de reorden; su inventario de seguridad será de 2 semanas.

El nivel de servicio se presume que es del 93.32% para

las partes "A", 96% para las partes "B" y 98% para las partes "C". El tiempo de reposición es de 8 semanas para proveedores del D.F. y Area Metropolitana y 12 semanas para proveedores Foráneos. La frecuencia de revisión es de 3 semanas para las "A", 7 semanas para las "B" y 16 semanas para las "C".

### 5.3 INTERPRETACION Y RESULTADO

Como se mencionó anteriormente, los niveles de servicio dependen de la inversión que se quiera realizar. Una forma de saber o medir lo que se va a tener de inversión en inventarios es como se indica en la tabla 5.6, la cual señala que la inversión será de 2.32 semanas de inventarios.

TABLA 5.6

Cálculo de la inversión en inventarios (semanas)

Partes Clasif.	% Participación Valor	IS (semanas)	Inversión (semanas)
A	80.35	2	1.61
B	15.41	3	0.46
C	4.24	6	0.25
	<u>100.00</u>		<u>2.32</u>

Para saber el nivel de servicio total que se daría, combinando la clasificación ABC con los diferentes porcentajes de servicio y con el porcentaje de participación de las partes, se tendría un nivel de servicio del 97.16% como se muestra en la tabla 5.7

TABLA 5.7

Cálculo del nivel de servicio total de partes.

Clasif.	Servicio %	% Participación de las partes	Servicio Total %
A	93.32	5	4.66
B	96.00	30	28.80
C	98.00	65	63.70
		100	97.16

Como conclusión diré que para dar un servicio a los clientes del 97.16%, se necesita tener una inversión en inventarios de 2.32 semanas.

Es de suponer que en el modelo de inventario existen riesgos e incertidumbre, entendiéndose que existe riesgo si se conocen las probabilidades de los resultados optativos posibles, e incertidumbre cuando la distribución de frecuencia de los resultados posibles es un factor desconocido. Algunas causas de riesgo e incertidumbre en el es

tablecimiento de modelos de inventarios son:

- 1) Prejuicios contenidos en los datos y en su apreciación. Es frecuente que las personas que formulen o verifiquen los modelos de inventario tengan prejuicios optimistas o pesimistas, o que inconscientemente se dejen impresionar por factores que no deberían formar parte de un estudio objetivo.
- 2) Cambios en el medio externo que anulen la experiencia adquirida en el pasado. Aunque la información del pasado es valiosa, existe el peligro de aplicarla directamente sin ajustarla a las circunstancias futuras previstas.
- 3) Interpretación errónea de los datos. Esto se debe a que los factores en que se apoyan los cálculos de los modelos de inventarios pueden resultar tan complicados que provoquen conceptos falsos de las relaciones entre los factores con los elementos deseados.
- 4) Errores de análisis. Pueden cometerse errores si la información con que se cuenta no está validada o está incompleta.
- 5) Conocimientos idóneos e importancia en el aspecto administrativo. La administración idónea es un recurso necesario para el buen control y manejo de los inventarios.

6) **Obsolescencia.** Los rápidos cambios tecnológicos y el progreso son factores característicos en nuestra economía.

Un sistema de inventario elegido correctamente, minimizará los costos. Si un costo importante pasa por alto o intencionadamente se ignora, entonces el análisis dará conclusiones incorrectas.

Para que el sistema de inventarios funcione, es necesario que se tenga un control eficiente de los inventarios; así se podrán obtener los resultados planeados.

## CONCLUSIONS

- 1.- Los objetivos de la administración de inventarios pueden variar entre una y otra compañía, algunos objetivos podrían ser:
  - a) Continuidad de suministro
  - b) Bajos precios de compra
  - c) Alta calidad en los artículos comprados.
  - d) Alta rotación de inventarios.
  - e) Bajos costos de operación.
  - f) Relaciones favorables con los proveedores.
  
- 2.- Para que exista un buen sistema de ordenamiento de partes y materiales es necesario:
  - a) Que la lista de las partes y materiales sea exacta
  - b) Que se cuente con un sistema de codificación simple para los artículos.
  - c) Que los registros de los inventarios sean exactos
  
- 3.- Cada empresa puede clasificar a los inventarios de acuerdo a las necesidades que se tengan.
  
- 4.- Entre mayor sea el número de artículos que se manejan en una empresa, es lógico que la complejidad tienda a aumentar también.
  
- 5.- La planeación óptima de las partes "A", que comprenden el 80% aproximadamente de la inversión, puede asegurar el éxito del control de la inversión. Sin em-

bargo el nivel de servicio se verá afectado si se descuidan las partes "B" y "C", las cuales llegan a representar un importante % del total de los artículos que se manejan.

- 6.- Los inventarios representan una inversión importante y considerable en las empresas de fotocopiado dedicadas al servicio de las máquinas copiadoras. Esto ha ocasionado a que se dé a los inventarios la importancia requerida.
- 7.- La inversión en inventario debe ir en relación con el nivel de servicio que se pretenda dar.
- 8.- Los inventarios que se tengan en un negocio, deben verse como oportunidades para poder hacer frente a la competencia, evitar pérdida de clientes por falta de existencias, dar un buen servicio, cubrir de acuerdo a los niveles de servicio que se tengan para las demandas imprevistas o evitar faltantes por retrasos en las entregas de pedidos. Estas son unas cuantas razones por las que es importante controlar los inventarios.
- 9.- El tiempo de entrega de los proveedores es importante en la administración de inventarios y una disminución de éste traería consigo varios beneficios como:

- a) Mejorar el servicio
- b) Reducir inventarios.
- c) Reacciones cortas a cambios de programa.
- d) Reducir expeditación.
- e) Mayor confianza en el control de inventario
- f) Efectividad rápida de cambios técnicos.
- g) Reducción de carga de trabajo administrativo
- h) Mejor comunicación.

10.- La administración de inventarios es necesaria para el buen desarrollo de la empresa.

11.- Los dos problemas principales de los inventarios son cuándo y cuánto pedir. Sin una información verificada y oportuna será imposible dar una respuesta a estas preguntas.

12.- Una adecuada organización y control de los inventarios es posible si se tiene una eficiente administración de inventarios.

13.- Dentro de la planeación de inventarios se toman acciones presentes para dar soporte a situaciones futuras, las cuales en su gran mayoría presentan incertidumbre en la demanda.

14.- Las investigaciones que se realicen a los sistemas es

tablecidos de inventarios para mejorar la eficiencia y la efectividad, están limitadas por recursos de tiempo, de personal adecuado y del dinero de que la administración pueda disponer.

- 15.- Para cualquier sistema de inventarios que se establezca en una empresa, ya sea desde uno muy sencillo a alguno que utilice cálculos muy sofisticados, deberá asegurarse que la información que se use sea completa, actualizada, clara, exacta y precisa; para ello es necesario que se tenga un buen control de inventarios.

ANEXO:

TABLA I

Factores de seguridad para la distribución normal

---

Nivel de Servicio	Desviación estándar.
-------------------	----------------------

---

50.00%	0.00
--------	------

75.00%	0.67
--------	------

80.00%	0.84
--------	------

84.13%	1.00
--------	------

85.00%	1.04
--------	------

89.44%	1.25
--------	------

90.00%	1.28
--------	------

93.32%	1.50
--------	------

94.00%	1.56
--------	------

94.52%	1.60
--------	------

95.00%	1.65
--------	------

96.00%	1.75
--------	------

97.00%	1.88
--------	------

97.72%	2.00
--------	------

98.00%	2.05
--------	------

98.61%	2.20
--------	------

99.00%	2.33
--------	------

99.18%	2.40
--------	------

99.38%	2.50
--------	------

99.50%	2.57
--------	------

99.60%	2.65
--------	------

99.70%	2.75
--------	------

99.80%	2.88
--------	------

99.86%	3.00
--------	------

99.99%	4.00
--------	------

---

## B I B L I O G R A F I A

Biegel, John E.

Control de Producción: Procedimiento Cuantitativo

Herrero Hermanos, Sucesores, S.A. Editores.

México, 1972

Bolten, Steven E.

Administración Financiera

Ed., LIMUSA

México, 1981

Buffa, Elwood S.; Taubert, William H.

Sistemas de Producción e Inventario, Planeación y Control

Ed., LIMUSA

México, 1975

Canada, John R.

Técnicas de Análisis Económico para Administradores e Ingenieros

Ed., Diana, S.A.

México, 1980

Diccionario Ejecutivo de Términos Administrativos

Grupo Editorial Expansión

México, 1982

Freud, John E.; Williams, Frank J.

Elementos Modernos de Estadística Empresarial

Ed., Prentice-Hall Internacional

España, 1973

Gallagher, Charles A.; Watson, Hugh J.  
Métodos Cuantitativos para la Toma de Decisiones  
en Administración  
Mc-Graw-Hill  
México, 1982

Gama Oropeza, Rodolfo; Hurtado Joachin, Jose Ma-  
nuel; Oropeza Gurrola, Jesús Octavio; Hurtado  
Joachin, Leopoldo  
Administración de Inventarios  
Diagnósticos Administrativos por Computador, S.C.  
1ª edición; México, 1981

Gitman, Lawrence J.  
Fundamentos de Administración Financiera  
Ed., HARLA  
México, 1980

Hoffmann, Thomas R.  
Producción: Sistemas de Administración y Fabrica-  
ción  
Cía. Editorial Continental, S.A. de C.V.  
México, 1982

Johnson, Robert W.  
Administración Financiera.  
Compañía Editorial Continental, S.A. de C.V.  
México, 1981

Plossl, George; Wight, Oliver  
Production and Inventory Control, Principles and  
Technics  
Ed., Prentice - Hall  
U.S.A. 1967

Riggs, James L.

Sistemas de Producción, Planeación, Análisis y Control

Ed., Limusa

México, 1972

Starr, Martin K.

Administración de Producción, Sistemas y Síntesis

Ed., Prentice- Hall, Inc.

México, 1975

Starr, Martin K.; Miller, David W.

Control de Inventarios: teoría y práctica

Ed., Diana, S.A.

México, 1975

Thierauf, Robert J.; Grosse, Richard A.

Toma de Decisiones por medio de Investigación de Operaciones.

Ed., Limusa, S.A.

México, 1979

Ullmann, John E.

Métodos Cuantitativos en Administración

Mc Graw - Hill

México, 1980

Weston, J. Fred; Brigham, Eugene F.

Administración Financiera de Empresas

3<sup>a</sup> Ed., Nueva Editorial Interamericana S.A. de C.V.

México, 1975