

308917

7



UNIVERSIDAD PANAMERICANA  
ESCUELA DE INGENIERÍA

CON ESTUDIOS INCORPORADOS A LA  
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

**IMPLANTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL Y MANEJO DE  
INVENTARIOS PARA UNA EMPRESA COMERCIALIZADORA DE  
PRODUCTOS DE IMPORTACIÓN**

**T E S I S   P R O F E S I O N A L**  
PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
**INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**  
**ÁREA: INGENIERÍA INDUSTRIAL**

P R E S E N T A N

JUAN MANUEL CASTRO TAPIA, FELIPE DE LA ROSA CASTELLANOS,  
GABRIEL DIAZ GARZA ABRAHAM, ELÍAS MIRANDA ORTIZ Y FERNANDO ANTONIO  
ROSALES BAUTISTA

DIRECTOR DE TESIS: M.I. LOURDES ARELLANO BOLIO

MÉXICO, D.F.

2002

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



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 esta 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.

## **DEDICATORIAS**

**Gracias a Dios** por el gran don de la vida, que me ha permitido vivirla día con día.

**A mis padres** por inculcarme una educación y valores que son parte de mi persona. Por compartir conmigo sus experiencias y conocimientos que solo el tiempo los proporcionan. Por su comprensión, apoyo y sobre todo por su gran amor.

**A mis hermanas** por su gran ayuda.

**A mis hermanos** por sus consejos.

**A todos mis profesores** por sus exigencias e instrucción, y de forma muy especial a aquellos que hicieron que creciera mi interés en estudiar la carrera de Ingeniería Industrial.

Y a todas aquellas personas que de forma consciente o inconsciente han dejado algo positivo en mí, haciéndome alguien mejor.

**GRACIAS A TODOS ELLOS.**

**Juan Manuel Castro Tapia**



**A mis padres** por su amor, apoyo y confianza. Doy gracias a Dios por la gran familia que han formado y a la cual me siento orgulloso de pertenecer.

**A Ros, Javi y Cane** porque han entrado en mi vida haciendo más grande mi familia.

**A Rosalba, Fabiola, Claudia y Margarita** se que en las buenas y en las malas siempre contaré con ustedes.

**A la Sra. Maura** gracias por el cariño.

**A Arturo, Gus y Toño** porque ahora forman parte de mis hermanos.

**A Cinti, Ari, Javi y Montse** porque son la nueva semilla de la familia.

**A Dani** se que tienes una gran futuro, échale ganas amigo.

**A mi abuelita Toña** porque fue el mejor ejemplo de amor y esfuerzo que pude tener.

**Felipe de la Rosa Castellanos**

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

**A mi padre** quién siempre me dio lo mejor, y yo por mi parte traté de corresponderle. Perdóname por lo que faltó.

**A mi madre** quién en cada uno de mis días, me enseñó el significado de amor, entrega, dedicación, esfuerzo y ternura.

**A Xanath** mi compañera de la vida y del corazón, que con amor, ha sido mi aliento para mi continua superación en todos los aspectos.

**A mis hijos** que con todo mi amor les transmito uno de los legados que me dejó mi padre: "Concluye todo lo que inicies, con amor, respeto y entrega."

**A mis hermanos** con los que he compartido la felicidad, las penas y la vida, a ellos les digo, que con orgullo corre por mis venas la misma sangre.

**A María Cristina** que aunque ella no lo sepa, la quiero y admiro profundamente y tengo el orgullo de contar con su ejemplo.

**A Carlos Llano**, él que con su enorme espiritualidad e inmensa sencillez, me ha guiado regalándome su amistad y su ejemplo, los cuales atesoro en el alma.

**Don Carlos Cervantes** que con humildad y devoción nos señala el camino al cielo, donde él ya puso su mente y su corazón.

**A María Elena** que me apoyó en cada momento, con palabras y hechos.

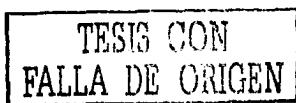
**A Lourdes** que nos fue guiando hasta terminar nuestra tesis.

**A mis compañeros de tesis** y en especial **a Fernando**, quién nos coordinó magistralmente.

**A mi Ángel de la Guarda** que me acompaña y me guía desde siempre.

**A Dios** a quién espero amar cada vez más y aprovecho para plasmarle mi agradecimiento por todo, por mis padres, mi esposa, mis hijos, mis hermanos, mis amigos, por la vida misma, por el amor que siento y por todo el amor que él siempre me ha demostrado y así anhelar la vida eterna.

Gabriel Díaz Garza Abraham



**A Dios** por brindarme la oportunidad de existir en este tiempo y espacio. Por el regalo del libre albedrío, que frecuentemente utilizamos de manera equivocada.

**A Elías y Graciela** por haber formado un hogar donde aprendimos a querernos y cuidarnos. Por inundarnos de un amor pleno y darnos el ejemplo constante de lucha y superación.

**A Galia e Irwin** por corresponder al amor que siempre les tenido y aceptar que a veces puedo ser muy latoso. Los quiero cañón y espero que los tres sigamos unidos por siempre.

**A mis amigos** por la confianza depositada en mi persona, sin su apoyo no hubiera podido culminar mis estudios en esta Universidad. Por permitirme compartir con ustedes los momentos de alegría y de igual forma, refugiarme en los días nublados. La compañía de un amigo, una amiga, siempre sazonará este emocionante viaje que es la vida. Gracias a todos.

**A Lourdes** por el empuje y el consejo atinado que recibimos de tu parte durante el desarrollo de esta tesis.

**A mis compañeros de titulación** por la dedicación y compromiso a este trabajo. Me siento afortunado por haber conformado con Ustedes este equipo.

Elias Miranda Ortiz

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

**A Dios** por permitirme estar aquí y siempre brindarme las fuerzas necesarias para librar cualquier obstáculo, por toda la felicidad y beneficios recibidos, gracias por poner en mi camino a tantas personas que de un modo u otro han formado y forjado una parte importante de mi vida.

**A mis padres** ejemplares, por ser los guías de mi vida, por sus esfuerzos, amor y respaldo toda mi gratitud, cariño y admiración.

**A mi padre** por ser el mejor ejemplo de respeto, dedicación y constancia que he podido tener.

**A mi madre** por todos tus cuidados y porque siempre creíste en mí. Eres la mejor mujer que conozco, te dedico este trabajo porque es algo que sin ti no hubiera podido ser.

**A mis hermanos** Ma. de los Ángeles, Heriberto, Julieta, Juan Pablo y Oscar por todo su cariño, apoyo, confianza y cuidado.

**A mis sobrinos** Ma. Fernanda, Lilian Daniela, Sofía Angélica y Julián Alejandro.

**A la Universidad Panamericana** por su sólida preparación académica y una inquebrantable voluntad de servicio.

**Al Ing. Jaime Celis y Sra. Martha Cuevas** por su apoyo y confianza desde un principio, por ayudarme a dar lo mejor de mí y ser un ejemplo profesional a seguir en mi vida.

**Al Lic. Jorge A. López** y a la familia **Celis Galeana** mi agradecimiento por su confianza que en mí han depositado hoy y siempre.

**A mis amigos** en especial a **Luciano** y **Armando** por todos esos momentos de alegría y lucha juntos.

**A mis compañeros de tesis** por su apoyo y ayuda que me brindaron en la elaboración de este trabajo.

**A la comunidad de Hermanos Maristas** por su dedicación en la educación de niños y jóvenes en el respeto de los valores humanos y cristianos, "**AD JESUM PER MARIAM**".

**A nuestro director de tesis M.I. Lourdes Arellano** por el gran apoyo que nos brindaste en la realización de este trabajo.

Fernando Antonio Rosales Bautista

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

# ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>3</b>
<b>1 ANTECEDENTES</b>	<b>4</b>
1.1 Historia de la empresa	4
1.2 Clasificación de la empresa	5
1.3 Estructura organizacional	6
1.4 Administración actual de inventarios	10
<b>2 ANÁLISIS Y MEDICIÓN DE PROCESOS</b>	<b>12</b>
2.1 Compras	19
2.2 Ventas	19
2.3 Inventarios	31
<b>3 APLICACIONES DE UTILIDAD DE LOS PRONÓSTICOS EN LOS INVENTARIOS</b>	<b>36</b>
3.1 Datos históricos y tamaño de la muestra	37
3.2 Análisis de las series de tiempo	52
3.3 Componentes de las series de tiempo y los diferentes métodos de análisis	53
3.4 Números índices	68
<b>4 INVENTARIOS</b>	<b>71</b>
4.1 Funciones de los inventarios	72
4.2 Modelos de inventarios	75
4.3 Costos en los inventarios	80
4.4 Administración de inventarios	87
4.5 El método de análisis ABC	90
4.6 Rotación	95
4.7 Máximos y mínimos	96



4.8 Punto de reorden	97
<b>5 ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS</b>	<b>112</b>
5.1 Equipo de cómputo	112
5.2 Equipo de almacenaje	113
5.3 Control de almacenamiento	117
<b>6 ANÁLISIS FINANCIERO</b>	<b>123</b>
6.1 Descripción de la Inversión	123
6.2 Rentabilidad de la Inversión	131
6.3 Análisis de la inversión	140
<b>7 PUESTA EN MARCHA Y RESULTADOS</b>	<b>148</b>
<b>CONCLUSIONES GENERALES</b>	<b>161</b>
<b>SUGERENCIAS Y RECOMENDACIONES</b>	<b>163</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>167</b>

## **INTRODUCCIÓN**

Los procesos de negocios definen los sistemas de gestión de pedidos de clase nacional como la satisfacción de primera a clientes, distribuidor y usuario final, como lo ha hecho a lo largo de su historia esta empresa que importa productos electrodomésticos. En el momento en que se toma la decisión de establecer un sistema de inventarios e iniciar un esfuerzo por incrementar la productividad de la empresa no se encuentra en crisis. A pesar de la recesión ocasionada por los problemas económicos del país, ha continuado disfrutando de utilidades saludables.

Sin embargo, la empresa reconoce que su posición en la industria probablemente declinaría en la siguiente década si no tomaba pasos para modificar sus métodos de control y manejo del inventario actuales. En parte, la preocupación se generó en los importantes cambios que ha experimentado la forma de operar de los minoristas. Al incrementarse los costos de éstos como la renta, los minoristas han reducido mucho su espacio de almacenamiento, y se basan en embarques frecuentes y no en reservas en el sitio para rellenar los anaqueles vacíos. Si bien la mayor parte de los minoristas de hoy son grandes cadenas nacionales que mantienen una bodega propia y puntos de distribución centralizados, la cantidad de tiendas a las que se da servicio y la necesidad de ventas de grandes volúmenes significa que estas bodegas centrales tampoco tienen espacio para almacenar durante largo tiempo. También depende de una rotación rápida de las mercancías que comercializa esta empresa.

La empresa reconoce que para acelerar su propio tiempo de respuesta necesitaría cambios profundos en las operaciones, las cuales comprenderían la implantación de un sistema de información mucho más complicado que el que está en uso, una utilización mucho mayor de la automatización en el proceso y control de inventarios para hacer más eficientes sus operaciones de compra, venta, distribución y logística, en apoyo a sus procesos de mercadotecnia, ventas y administración.

Los nuevos productos tienen que introducirse con rapidez para superar a los que compiten en el mercado.

## **1. ANTECEDENTES**

### **1.1 Historia**

La empresa fue fundada en 1975 con el objeto de la compra y venta de productos electrodomésticos manufacturados en México, tenía como objetivo el comercializar los productos con los pequeños minoristas que por su volumen de compras no podían acceder a los precios, condiciones y descuentos que las grandes cadenas de tiendas departamentales y tiendas de autoservicio podían negociar con los fabricantes, por lo que en la mayoría de los casos los precios que ellos ofrecían a sus clientes se encontraban fuera del mercado.

Con la entrada de México al GATT (Acuerdo General sobre Aranceles Aduaneros y Comercio 1986) y la apertura de las fronteras por el gobierno mexicano el consejo de administración ve la oportunidad de comercializar los productos manufacturados en Estados Unidos en la República Mexicana, por lo que trató de negociar contratos de distribución exclusiva de estos productos con las principales fábricas y firmas americanas; los productos americanos presentaban ciertas ventajas importantes como precio, calidad, mejor rendimiento, más innovadores, más tiempo de vida y apariencia más llamativa, características que los productos mexicanos no poseían en ese entonces debido a la política de proteccionismo del gobierno mexicano.

Su crecimiento fue muy acelerado como resultado de la gran demanda de sus productos que comercializaban, por lo que sus ventas se incrementaron considerablemente cerca de 45% con respecto al promedio de sus ventas anuales; este crecimiento se debió más a las situaciones del mercado presentes en ese tiempo que a una buena planificación por parte de sus directores.

Ante la firma de acuerdos de libre comercio del gobierno mexicano como el Tratado de Libre Comercio con Canadá y Estados Unidos (1994), con la Comunidad Económica Europea, con países latinoamericanos y con la negociación de nuevos acuerdos con otros países como Japón, las entradas y creación de nuevas empresas comercializadoras y fábricas de estos productos

han visto a México como un país con la posibilidad de iniciar nuevos negocios para sus productos.

La empresa día con día se está enfrentado a mayor competencia y clientes más y más exigentes. Ya no es suficiente con líneas de productos mejor definidas, ubicación favorable en las tiendas o precios bajos.

## **1.2 Clasificación de la empresa**

De acuerdo con su actividad es una empresa comercializadora e importadora, ya que se dedica a la compra y venta de artículos de importación y no se dedica a la transformación ni a la adecuación de estos productos para el mercado nacional.

El origen de su capital es 100% nacional y su actividad está encaminada al sector público y privado, es una Sociedad Anónima de Capital Variable.

**Objetivo:** Como empresa privada su objetivo primordial es el lucro, mediante la venta y distribución de los productos que importa.

**Misión:** Cubrir las necesidades del mercado, ofreciendo productos de buena calidad y excelente rendimiento.

**Filosofía:** Trabajar con calidad, pensando en satisfacer las necesidades presentes y futuras del cliente.

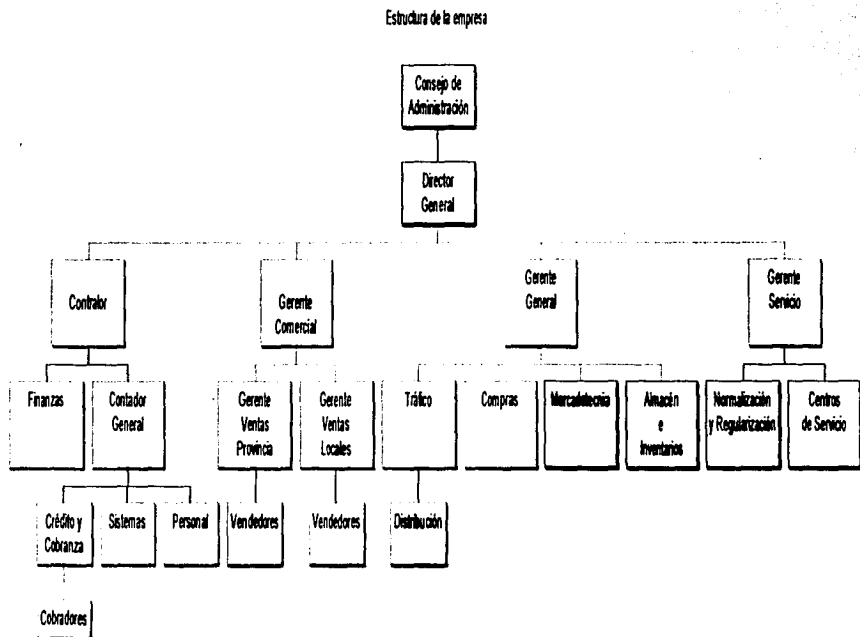
Podemos definir que la cultura organizacional de esta empresa está compuesta de la siguiente manera:

**Valores:** Esfuerzo, lealtad a la empresa, empeño, organización, cooperación, estímulo y creatividad.

**Creencias:** Los empleados deben ser creativos, deben tener control directo y supervisión de su trabajo.

### 1.3 Estructura organizacional

La estructura organizacional de la empresa era:



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

La organización se encontraba compuesta de las siguientes personas:

<b>Area</b>	<b>No. Personal</b>
Dirección	1
Contralor	1
Gerente comercial	1
Gerente general	1
Gerente de servicio	1
Finanzas	1
Contador general	1
Gerente ventas provincia	1
Gerente ventas locales	1
Tráfico	2
Distribución	6
Compras	1
Mercadotecnia	3
Almacén e inventarios	5
Normalización y regulación	2
Centros de servicio	6
Crédito y cobranza	3
Sistemas	2
Personal	2
Vendedores	10
Personal administrativo y secretarial	7
Cobradores	2
<b>Total</b>	<b>60</b>

**Descripción general de las funciones de cada área**

- a) El consejo de administración está conformado por los accionistas del grupo y sólo intervienen en la toma de decisiones.
  
- b) Contabilidad: su función primordial es la de realizar los registros de todos aquellos movimientos y operaciones contables de la empresa, los costos de ventas, elaboración de estados financieros que sirvan de base para la toma de decisiones de la dirección general; se encarga también de determinar el

monto a pagar por todos aquellos conceptos de impuestos, así como la declaración de éstos y su relación con las oficinas gubernamentales que solicitan dicha información, esta área está a cargo de un contralor general el cual supervisa a un contador que realiza la función de verificar los registros contables y de llevar al día todas las operaciones de costos, inventarios y contabilidad general.

- c) Crédito y cobranza: su función es la de recuperar la cartera de crédito, otorgar créditos razonables, controlar el otorgamiento de éstos y optimizar la recuperación de la cartera, supervisa el cumplimiento de las políticas de crédito y descuentos establecidos, así como el manejo de cuentas especiales que presentan algún retraso y problemas de pago.
  
- d) Personal: en esta área compuesta por un jefe y un analista que le reportan directamente al contador general, se tiene como función: llevar el control y registro de puntualidad y asistencia, elaboración de nóminas, reclutamiento, selección y contratación de empleados, control de los contratos de trabajo, control de prestaciones, préstamos personales, Fonacot, Seguro Social, incapacidades, control de todos los impuestos derivados de la relación de trabajo como: ISPT, IMSS, INFONAVIT, 2% sobre nóminas, etc., control de vacaciones.
  
- e) Finanzas: se encarga de vigilar los constantes movimientos de dinero, obtención de fondos y suministro de capital, procurando disponer de los medios económicos necesarios para asignar presupuestos a cada una de las áreas con el objeto de que estas mismas puedan funcionar debidamente, se encarga de la planeación financiera, tesorería, obtención de recursos e inversiones, así como el manejo de las cartas de crédito y pago a proveedores.

f) **Ventas:** se encarga de mantener vigente y oportuna la cartera de clientes, así como de obtener nuevos clientes potenciales tratando de abarcar el mayor número del mercado, también se encarga de diseñar estrategias de ventas y asistencia técnica y de capacitación para incrementar constantemente el volumen de ventas. Esta es el área de mayor número de personal y está compuesta por:

**Vendedores:** su función es visitar a sus clientes actuales, detectar sus necesidades, sugerencias, levantamientos de pedidos y detectar nuevos clientes.

g) **Tráfico:** se encarga de coordinar los trámites necesarios junto con el agente aduanal para la importación de las mercancías, coordinar el transporte y la logística para la recepción de los productos en el almacén, asimismo supervisa las funciones del departamento de distribución que se encarga de coordinar la entrega de los pedidos locales y foráneos.

h) **Compras:** la función primordial es de mantener los contactos necesarios con los proveedores nacionales como extranjeros para la compra de productos, negociar precios, descuentos y tiempo de pago; se encarga de vigilar y monitorear las existencias de los productos para elaborar órdenes de compra.

i) **Mercadotecnia:** es una de las áreas de mayor importancia, debido a que la principal actividad de la empresa es la de la comercialización y distribución de productos; trabaja mano con mano con el área de ventas, ya que el gerente comercial tiende a una orientación a corto plazo y se preocupa por lograr las ventas al presente; el gerente de mercadotecnia tiende a mostrar orientación a largo plazo y preocuparse por la planeación de los productos adecuados y de la estrategia correcta para satisfacer las necesidades de los consumidores a largo plazo; se encarga de organizar todo lo



relacionado con la elaboración de exposiciones, capacitaciones encaminadas a la promoción y difusión de los productos, así como coordinar la publicidad a través de los medios de comunicación y espectaculares; se encarga de monitorear junto con el área de ventas el mercado ante posibles entradas de productos sustitutos, similares, analizando precios, características y preferencias de los usuarios; elabora y presenta estudios de mercado sobre el posicionamiento de la marca en el mercado y el índice de preferencia por parte del consumidor.

- j) Almacén e inventarios: es responsable de armar los pedidos solicitados y empacarlos para su transporte, manteniendo en orden sus existencias, llevando un control estricto de las entradas y salidas de productos.
  
- k) Servicio: lleva estadísticas de reparación y garantías, de abastecer los insumos necesarios para el buen funcionamiento de los centros de servicio, así como obtener todos los requisitos legales necesarios para la comercialización de los productos, está constituido por centros de servicios que son los encargados de la recepción y entrega de los productos en garantía.

#### **1.4 Administración de inventarios**

Para esta empresa el manejo de los inventarios constituía un conjunto de cartera de clientes, la médula espinal de la administración del negocio, en donde la administración adecuada del capital de trabajo garantizaba resultados óptimos. Entre los directivos era muy común la afirmación según la cual el negocio se hace mediante procedimientos de compra, en donde el mundo de los negocios vive una permanente guerra desleal por el dinero del consumidor. El consumidor es por naturaleza cambiante, algunas veces racional, otras emotivo y en determinados casos suficientemente analítico, por lo que la administración del inventario para la empresa, partiendo de este concepto clave predecir el comportamiento del consumidor es un problema muy complejo y que depende de una gran cantidad de

variables como los comportamientos individuales, el poder adquisitivo, las perspectivas económicas y demás variables de tipo macro como micro-económicas, por lo que su administración del inventario se resumía en la combinación de esta gran cantidad de variables tan divergentes, es la que en definitiva inducen la decisión de compra, por lo que predecir en forma acertada el comportamiento del inventario no obedece a un modelo matemático, sino más bien al "olfato" o lo que se podría traducir como "habilidad comercial", en algunos casos innata y otros adquirida basándose en la experiencia, por lo que la empresa se obligaba a almacenar. En el pasado esto no representaba problema alguno. Tradicionalmente la empresa proyectaba las necesidades con base en las ventas anteriores, y elaboraba los pronósticos de ventas para enviárselos a los diferentes proveedores internacionales para la fabricación y entrega de los productos, lo que ocasionaba que algunos artículos terminaban acumulando polvo durante mucho tiempo, mientras que otros productos se agotaban, este sistema en sus inicios funcionaba bien.

No obstante bajo este método de operación, los problemas surgen cuando las demandas del cliente no se ajustan a las expectativas y cada vez con mayor frecuencia, es eso precisamente lo que sucede. Debido a las ventas de rápida rotación y al rastreo por computadora, el minorista puede practicar la micro-mercadotecnia, como un intento de responder a las tendencias de los consumidores con la menor demora posible. Desafortunadamente para los proveedores esta clase de mercadotecnia significa que se espere respondan con la misma rapidez, por lo que las proyecciones que se basan en ventas de años anteriores ya no son adecuadas, la proyección se debe fundamentar en las ventas de los últimos tres meses y el tiempo necesario para obtener el producto en su almacén del minorista debe ser muy corto o inmediato.

El control de inventarios se realiza de la manera tradicional dentro de la empresa, es decir mediante tarjetas (kardex), manualmente se registran las entradas o compras y salidas o ventas, el control del inventario está a cargo de una persona exclusivamente para el manejo de las tarjetas y reporta semanalmente la cantidad de existencias en el almacén a las áreas de ventas y de compras.

## 2. ANÁLISIS Y MEDICIÓN DE PROCESOS

F.W. Taylor escribió "*Cualquier procedimiento que verdaderamente ahorre trabajo lleva las de ganar. Para todo lo comprobado no se necesita más que observar la historia del mundo industrial. Caballeros, la administración científica sólo es el equivalente de un procedimiento de ahorro de trabajo*".<sup>1</sup>

Un proceso es una serie de actividades o pasos que se llevan a cabo para transformar insumos en productos.

Para poder estudiar el procedimiento de trabajo de la empresa es necesario conocerla mediante sus procesos de trabajo.

Un proceso de negocios se define como un conjunto de actividades que toma una entrada de información y crea una salida de valor para el cliente.

**Proceso** : es la mezcla y transformación de un grupo específico de insumos en un conjunto de rendimientos de mayor valor.

Los rendimientos pueden ser :

- La producción de un artículo: los ejemplos de producir un artículo incluyen preparar, desde preparar una hamburguesa hasta ensamblar una computadora.
- Proporcionar un servicio: los ejemplos de proporcionar un servicio incluyen atender a los comensales en un restaurante, a un cliente en un banco y a los pasajeros en un vuelo de la ciudad de México a Guadalajara.
- Concluir una tarea: los ejemplos de concluir una tarea incluyen el cambio de filtro en una bomba, la inspección de tambores de

---

<sup>1</sup> Edmundo Guajardo Garza, *Calidad Total*, editorial PAX México, 1996, págs. 23 y 24.

acero que contienen productos químicos peligrosos y capturar un satélite fuera de control del espacio exterior.

Los insumos incluyen terrenos, infraestructura, maquinaria y equipo, recursos humanos, económicos, productos, información, materias primas, datos, procedimientos, políticas, tiempo, dinero, etc.

La meta de cualquier proceso es transformar los insumos en bienes y servicios con la mayor eficacia a fin de que las cosas se hagan bien desde la primera vez y para hacer los que se deben hacer, así como al precio más bajo que sea posible. Cuando los procesos no están bien administrados, la calidad desciende hasta el nivel de la mediocridad.

Las características deseadas de un proceso son :

**Eficacia:** supone calidad de un rendimiento; su influencia sobre un cliente. Un proceso eficaz satisface las necesidades de los clientes. Los rendimientos de alta calidad constituyen clientes contentos.

**Confiabilidad:** significa consistencia en el rendimiento del proceso; el nivel de calidad del rendimiento es siempre igual.

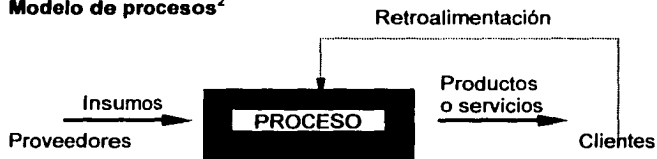
**Eficiencia:** se relaciona con la velocidad del proceso; cuánto tiempo es necesario para transformar los insumos en rendimientos.

El tiempo de ciclo es una expresión de la eficiencia del proceso. Este es el tiempo que necesita un proceso para transformar un conjunto de insumos en rendimientos.

La economía es el costo de transformar el conjunto de insumos en uno de rendimientos. Mientras más barato sea el proceso, mayores serán las utilidades.

Muchos factores afectan el costo de un proceso. Uno de éstos es el tiempo del ciclo. Mientras mayor sea la demora en un proceso, más caro será éste.

### Modelo de procesos<sup>2</sup>



Para poder comprender con facilidad un proceso existen cinco pasos fundamentales :

- |   |            |   |                     |   |           |
|---|------------|---|---------------------|---|-----------|
| ○ | Operación  | ➡ | Transporte          | Ⓜ | Retrabajo |
| □ | Inspección | ⏸ | Demora              |   |           |
| ▽ | Almacenaje | ◻ | Actividad combinada |   |           |

**Operación :** indica las principales fases del proceso, métodos o procedimientos. Por lo común, la pieza, materia o servicio del caso se modifica durante la operación, es cualquier paso que agrega valor al proceso, hace avanzar en forma directa al proceso.

**Transporte :** indica el movimiento de los trabajadores, materiales y equipo de un lugar a otro; es cualquier acción que desplaza información u objetos.

**Demora :** indica demora en el desarrollo de los hechos, retraso no programado de materiales, partes o productos, cualquier tiempo de espera de las personas ; como el trabajo en suspenso entre dos operaciones sucesivas o abandono momentáneo, no registrado, de cualquier objeto hasta que se necesite.

<sup>2</sup> Jerry L. Harbour, *Manual de trabajo de reingeniería de procesos*, Panorama Editorial, págs. 30-60, 1995, México.

**Inspección:** indica que se verifica la calidad, la cantidad o ambas, incluye todo lo relacionado con inspecciones de calidad, cantidad, revisiones o autorizaciones.

**Almacenaje:** indica el depósito de un objeto bajo vigilancia en un almacén donde se recibe o entrega mediante alguna forma de autorización o donde se guarda con fines de referencia, retraso programado de materiales, partes o productos.

**Actividades combinadas:** Cuando se desea identificar que varias actividades son ejecutadas al mismo tiempo o por el mismo operario en un mismo lugar de trabajo.

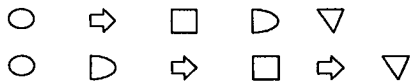
**Retrabajo:** cualquier paso innecesario y repetido de operación.

Existen cinco secuencias básicas para las distintas secuencias de procesos.

**Lineal:** es aquel en que los pasos son secuenciales, es decir primero se realiza un paso para luego realizar el otro.



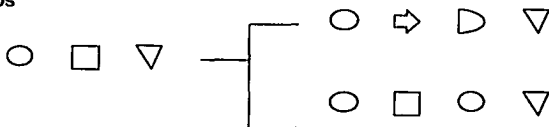
**Paralelo:** supone realizar dos subprocesos al mismo tiempo.



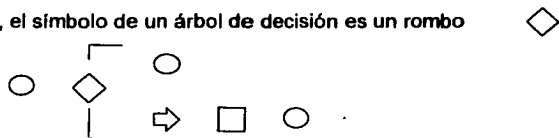
**Convergentes:** es decir, un proceso de este tipo contiene dos o más procesos paralelos que convergen o se unen en un solo proceso lineal



**Divergente:** es un proceso lineal que se divide en dos o más subprocesos paralelos



**Árbol de decisión:** con base en la decisión que se toma puede seguir dos o más caminos distintos, el símbolo de un árbol de decisión es un rombo



Para poder conocer las condiciones en que la empresa funcionaba se realizó un análisis de proceso que describió los distintos tipos de pasos que se asociaban a un proceso en particular. Identificar los pasos que agregan valor ( es decir trabajo) y los que no lo hacen (desperdicio), es preciso que el fin de todo análisis de proceso es tratar de eliminar o reducir al mínimo el desperdicio del proceso, sin embargo, antes de poder eliminarlo o reducirlo al mínimo es preciso identificarlo. Además, un análisis del proceso permite examinar el flujo global de cualquier actividad de trabajo. Los procesos suponen una serie de pasos, y un análisis del proceso permite captar todos los tipos y el orden específico de éstos. Asimismo, un análisis del proceso permite captar datos cuantitativos, es decir datos numéricos como la distancia, costo, números de personas, incluyendo :

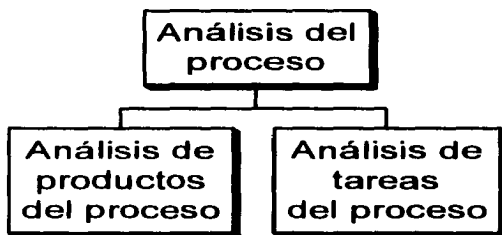
- cuánto tiempo toma el proceso
- cuánto desperdicio contiene.
- a cuántas personas involucra
- cuánto cuesta

El propósito de elaborar un análisis de proceso no es sólo recolectar datos, más bien se trata de realizar algún tipo de mejora. Recolectar datos y no hacer nada al

respecto supone una pérdida de tiempo y esfuerzo . El propósito final de cualquier análisis de proceso es :

1. Elevar la calidad del proceso
2. Aumentar la eficiencia del proceso
3. Reducir los costos relativos al proceso
4. Hacer el trabajo más sencillo y menos fatigoso
5. Hacer el trabajo más seguro.

Existen dos tipos de análisis de proceso :



El análisis de tareas del proceso, es "uno" con la persona, es decir se centra en la actividad humana.

El análisis de productos del proceso es uno con el objeto, es decir se orienta sobre lo que se hace en un objeto, se centra en el artefacto y lo que sucede a éste por ejemplo al ensamblarse.

Para poder comprender estos procesos nos podemos ayudar de los siguientes crudosogramas.

Cursograma sinóptico: es un diagrama que presenta un cuadro general de cómo se suceden tan sólo las principales operaciones e inspecciones.



**Cursograma analítico:** es un diagrama que muestra la trayectoria de un producto o procedimiento, señalando todos los hechos sujetos a examen mediante el símbolo que correspondan. Tiene tres bases posibles:

El diagrama de operario - qué hace la persona que trabaja.

El diagrama de material - cómo se manipula el material.

El diagrama de equipo o maquinaria - cómo se emplean.

Como punto de partida para conocer las actividades que la empresa desempeñaba, era necesario estudiarla en los procesos que intervienen para su actividad comercial, conociendo sus procesos se pueden establecer una serie de mejoras encaminadas para el cumplimiento de las metas establecidas por el consejo de administración:

1. Incrementar su productividad
2. Reducir los costos de operación y almacenaje
3. Mejorar las relaciones con los clientes
4. Gestión de pedidos
5. Entregas justo a tiempo de pedidos completos
6. Reducción de los tiempos de ciclo

Para poder mejorar las operaciones encaminadas al mejoramiento de la gestión de pedidos y entregas completas de los productos pedidos se realizaron los siguientes cursogramas que van desde la compra, venta y control de inventario de los productos.

## 2.1 Compras

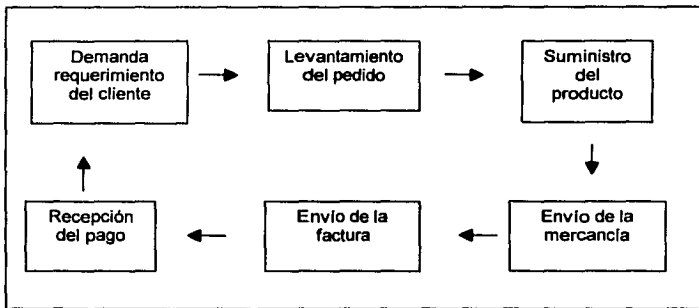
Como los productos que comercializa la empresa son de procedencia extranjera, con un tiempo de entrega por parte del proveedor de 3 a 4 semanas, el departamento de compras considera conveniente tener un inventario de seguridad de 60 días, que sirve para cubrir cualquier variación de la demanda y entrada del producto del almacén.

Cursograma analítico del proceso de compras, tabla 1.

Cursograma analítico del proceso de importación, tabla 2.

## 2.2 Ventas





El ciclo entre cliente y el proceso de venta se puede resumir en:



Antes del análisis de los procesos de ventas debemos tener las siguientes consideraciones: la empresa contaba con 1,240 distribuidores alrededor de la República Mexicana.

Para su atención a toda la Republica Mexicana la empresa formó 8 zonas geográficas.

### CURSOGRAMA ANALÍTICO

<b>DIAGRAMA:</b> número 1		<b>HOJA:</b> 1
<b>PROCESO:</b> Colocación de orden de compra al proveedor		
<b>MÉTODO:</b> Actual		
<b>LUGAR:</b> Departamento de compras		
<b>FECHA:</b> Agosto 2001		<b>ARREA:</b> Compras
1	<input type="radio"/>	El comprador solicita al departamento de inventario el reporte de existencias
2	<input type="radio"/>	El almacenista vacía de su kardex las existencias de los productos en el formato establecido por el departamento de compras
3	<input type="checkbox"/>	El almacenista realiza algunos conteos físicos para verificar la existencia con el kardex
4	<input type="radio"/>	El almacenista elabora el memorando con el reporte de existencias solicitado por el departamento de compras
5		El almacenista lleva la información del memorando con el reporte de existencias
6	<input type="checkbox"/>	El comprador revisa el reporte de existencias
7	<input type="radio"/>	El comprador revisa la estadística de ventas mensual por modelo
8	<input type="radio"/>	Compara con el número de unidades vendidas en el último periodo
9	<input checked="" type="radio"/>	El comprador solicita de nuevo al almacenista revisar algunas existencias que de acuerdo a la estadística de ventas puede estar mal la existencia reportada
10	<input type="radio"/>	El comprador solicita al departamento de ventas su pronóstico de ventas para el próximo mes en unidades con respecto a las promesas de entregas
11	<input type="checkbox"/>	Después de una inspección entre las existencias y los pronósticos de ventas
12	<input type="radio"/>	El comprador genera una orden de compra preliminar
13		Se envía esta orden para autorización al gerente general
14	<input type="radio"/>	El gerente general verifica con finanzas la posibilidad de colocar la orden de compra con referencia al saldo de crédito disponible con el proveedor
15	<input type="checkbox"/>	Se inspecciona la orden de compra por el departamento de finanzas
16		Se devuelve al comprador la orden de compra ya autorizada para la compra
17		Se envía la orden de compra vía fax al proveedor y se espera su confirmación

**Tabla 1 Cursograma analítico del proceso de compras**

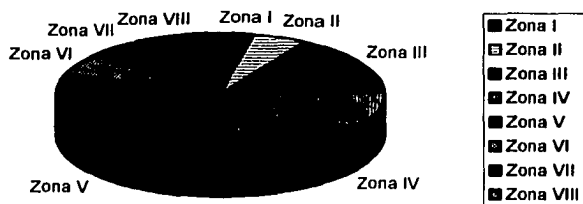
**CURSOGRAMA ANALÍTICO**

<b>DIAGRAMA:</b> número 2		<b>HOJA:</b> 1
<b>PROCESO:</b> Importación de mercancías		
<b>MÉTODO:</b> Actual		
<b>LUGAR:</b> Departamento de compras		
<b>FECHA:</b> Agosto 2001		<b>ARREA:</b> Compras
1	○	Se recibe la confirmación de la orden de compra por el proveedor
2	□	El comprador verifica las condiciones de ventas, así como las cantidad enviadas contra las solicitadas
3	⇒	Se envía la confirmación junto con la orden de compra al agente aduanal
4	○	El agente aduanal confirma su recepción y espera el arribo de la mercancía
5	▽	Se almacena la mercancía en las bodegas del agente aduanal
6	□	Se verifica la cantidad solicitada contra la cantidad recibida físicamente
7	⇒	Se envía notificación de la recepción de mercancía para el comprador y se solicita carta de instrucciones
8	▷	El agente aduanal espera la carta de instrucciones para clasificar las mercancías
9	○	Se realiza la clasificación de las mercancías conforme a la ley aduanera vigente
10	□	Se verifica si la mercancía no requiere de algún permiso especial o cuota compensatoria por pagar para su importación
11	○	Se elabora el borrador del pedimento
12	⇒	Se envía el borrador del pedimento al departamento de tráfico y se solicitan el pago de los impuestos de importación de las mercancías
13	▷	El agente aduanal espera el depósito de los impuestos para la importación
14	○	Recibido el dinero del pago de los impuestos se realiza el despacho
15	⇒	Se envía la mercancía a la Ciudad de México

**Tabla 2 Cursograma analítico del proceso de importación**

Región Noroeste	Región Pacífico Sur	Región Norte	Región Centro Occidente	Región Centro Sur	Región Noreste	Región Golfo	Región Península Yucatán
Zona I	Zona II	Zona III	Zona IV	Zona V	Zona VI	Zona VII	Zona VIII
Baja California	Guerrero	Chihuahua	Aguaascalientes	Querétaro	Nuevo León	Veracruz	Campeche
Baja California Sur	Oaxaca	Coahuila	Guanajuato	Hidalgo	Tamaulipas	Tabasco	Yucatán
Sonora	Chiapas	Durango	Jalisco	Distrito Federal			Quintana Roo
Sinaloa		Zacatecas	Colima	Morelia			
Nayarit		San Luis Potosí	Michoacán	Puebla			
				Tlaxcala			
				Estado de México			

Zona	Región	Puntos de Venta
I	Noreste	40
II	Pacífico Sur	67
III	Norte	188
IV	Centro Occidente	291
V	Centro Sur	414
VI	Noreste	74
VII	Golfo	76
VIII	Península de Yucatán	90



Como se puede ver en la gráfica y en la tabla anterior la zona V es la que mayor puntos de venta tiene que atender y satisfacer las necesidades de sus clientes y que el 72% de sus clientes se encuentran ubicados en 3 zonas; principalmente zonas III, IV y V con 893 puntos de venta que abarcan a 17 estados, más el Distrito Federal.

El personal de ventas está formado por 10 vendedores distribuidos de la siguiente manera:

Zona	Vendedores
Zona I	1
Zona II	1
Zona III	2
Zona IV	1
Zona V	3
Zona VI	1
Zona VII y VII	1

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

Teniendo la obligación de visitar por lo menos una vez al mes a sus clientes, en estas visitas la función que deben realizar son:

- a) Verificar existencias y nivel de inventario.
- b) Revisar exhibiciones y funcionamiento de estos equipos.
- c) Capacitar y presentar nuevos productos.
- d) Solucionar y aclarar posibles problemas de operación de los productos.
- e) Analizar la competencia.
- f) Acelerar la venta de productos discontinuados o de bajo desplazamiento.
- g) Sugerir pedido para el comprador.
- h) Levantar pedido.

La entrega de pedidos recibidos se realizan de 3 maneras diferentes:

- a) Entrega de pedidos completos: cuando las mercancías solicitadas se encuentran disponibles en el almacén para su entrega inmediata. (Cursograma analítico de entrega de pedidos completos, tabla 3)
- b) Entrega de pedidos incompletos: el cliente acepta entregas parciales de la mercancía que no se tiene disponible en el almacén; la mercancía faltante se entregará en cuanto se reciba la mercancía faltante por parte del proveedor (cursograma analítico de entrega de pedidos incompletos, tabla 4).
- c) Entrega de pedidos incompletos en donde el cliente no acepta entregas parciales, es decir el cliente no acepta que se le envíe el pedido en forma parcial por lo que se envía el pedido cuando se encuentra completo. (Cursograma analítico de entrega de pedidos con retraso, tabla 5)

### CURSOGRAMA ANALÍTICO

**DIAGRAMA:** número 1

**HOJA:** 1

**PROCESO:** Recepción de pedido y entrega de mercancías de pedidos completos

**METODO:** Actual

**LUGAR:** Departamento de ventas

**FECHA:** Agosto 2001

**AREA:** Ventas

1	<input type="radio"/>	Requerimiento del cliente
2	<input type="checkbox"/>	Envío del pedido vía fax o telefónicamente
3	<input type="radio"/>	Se revisa la existencia de los productos solicitados
4	<input type="checkbox"/>	Se pide autorización al departamento de crédito y cobranza para la entrega del pedido
5	<input type="checkbox"/>	El administrador de ventas lleva el pedido al almacén
6	<input type="radio"/>	Se recibe el pedido en el almacén
7	<input type="checkbox"/>	Se coloca el pedido en la charola de pedido por surtir
8	<input type="checkbox"/>	El bodeguero toma el pedido por surtir
9	<input type="checkbox"/>	Copia los modelos de los productos por surtir en el formato para facturación
10	<input type="radio"/>	Separa los productos solicitados en el pedido y anota los datos fiscales en el formato para facturación
11	<input type="checkbox"/>	El bodeguero traslada los productos separados a la zona de carga
12	<input type="checkbox"/>	Los datos para facturación son llevados al almacenista
13	<input type="checkbox"/>	El almacenista verifica que el pedido esté correctamente separado en cuanto a cantidades y modelos
14	<input type="checkbox"/>	Se envían los datos a facturación
15	<input type="radio"/>	El almacenista verifica y programa la ruta de entrega o transporte de carga para pedidos foráneos



<b>CURSOGRAMA ANALITICO</b>		
<b>DIAGRAMA:</b> número 1		<b>HOJA:</b> 2
<b>PROCESO:</b> Recepción de pedido y entrega de mercancías de pedidos completos		
<b>METODO:</b> Actual		
<b>LUGAR:</b> Departamento de ventas		
<b>FECHA:</b> Agosto 2001		<b>AREA:</b> Ventas
16	<input type="checkbox"/>	Se envía la factura elaborada al almacén
17	<input type="checkbox"/>	Se transcriben los artículos de la factura a una salida
18	<input type="checkbox"/>	Se envía la factura y la nota de salida a la zona de carga
19	<input type="checkbox"/>	El almacenista revisa la factura contra la nota de salida
20	<input type="checkbox"/>	El operario del transporte revisa la entrega de la mercancía conforme la salida elaborada.
21	<input type="checkbox"/>	El operario del transporte firma la salida de la mercancía
22	<input type="checkbox"/>	Se traslada la mercancía del almacén al almacén del cliente

**Tabla 3 Cursograma analítico del proceso de entrega de pedidos**

### CURSOGRAMA ANALÍTICO

**DIAGRAMA:** número 1

**HOJA:** 1

**PROCESO:** Recepción de pedido y entrega de mercancías de pedidos no completos

**METODO:** Actual

**LUGAR:** Departamento de ventas

**FECHA:** Agosto 2001

**AREA:** Ventas

1	<input type="radio"/>	Requerimiento del cliente
2	<input type="checkbox"/>	Envío del pedido vía fax o telefónicamente
3	<input type="radio"/>	Se revisa la existencia de los productos solicitados
4	<input type="radio"/>	Se notifica al cliente sobre productos pedidos que no se encuentran disponibles para su entrega inmediata para solicitar autorización de entrega parcial
5	<input type="checkbox"/>	Se pide autorización al departamento de crédito y cobranza para la entrega del pedido
6	<input type="checkbox"/>	El administrador de ventas lleva el pedido al almacén
7	<input type="radio"/>	Se recibe el pedido en el almacén
8	<input type="checkbox"/>	Se coloca el pedido en la charola de pedido por surtir
9	<input type="checkbox"/>	El bodeguero toma el pedido por surtir
10	<input type="checkbox"/>	Copia los modelos de los productos por surtir en el formato para facturación
11	<input type="radio"/>	Separa los productos solicitados en el pedido y anota los datos fiscales en el formato para facturación
12	<input type="checkbox"/>	El bodeguero traslada los productos separados a la zona de carga
13	<input type="checkbox"/>	Los datos para facturación son llevados al almacenista
14	<input type="checkbox"/>	El almacenista verifica que el pedido esté correctamente separado en cuanto a cantidades y modelos
15	<input type="checkbox"/>	Se envían los datos a facturación

**CURSOGRAMA ANALITICO****DIAGRAMA:** número 1**HOJA:** 2**PROCESO:** Recepción de pedido y entrega de mercancías de pedidos no completos**METODO:** Actual**LUGAR:** Departamento de ventas**FECHA:** Agosto 2001**AREA:** Ventas

16	<input type="radio"/>	El almacenista verifica y programa la ruta de entrega o transporte de carga para pedidos foráneos
17	<input type="right-pointing-curly-bracket"/>	Se envía la factura elaborada al almacén
18	<input type="radio"/>	Se transcriben los artículos de la factura a una salida
19	<input type="right-pointing-curly-bracket"/>	Se envía la factura y la nota de salida a la zona de carga
20	<input type="checkbox"/>	El almacenista revisa la factura contra la nota de salida
21	<input type="radio"/>	El operario del transporte revisa la entrega la mercancía conforme la salida elaborada
22	<input type="radio"/>	El operario del transporte firma la salida de la mercancía
23	<input type="right-pointing-curly-bracket"/>	Se traslada la mercancía del almacén al almacén del cliente

**Tabla 4 Cursograma analítico del proceso de entrega de pedidos incompletos con entregas parciales**

**CURSOGRAMA ANALÍTICO**

**DIAGRAMA:** número 2

**HOJA:** 1

**PROCESO:** Recepción de pedido y entrega de mercancías de pedidos con retraso

**METODO:** Actual

**LUGAR:** Departamento de ventas

**AREA:** Ventas

**FECHA:** Agosto 2001

1	○	Requerimiento del cliente
2	⇒	Envío del pedido vía fax o telefónicamente
3	○	Se revisa la existencia de los productos solicitados
4	○	Se notifica al clientes sobre productos pedidos que no se encuentran disponibles para su entrega inmediata para solicitar autorización de entrega parcial
5	▷	Si el cliente no acepta entregas parciales se espera la recepción de los productos faltantes
6	▽	Se almacena el pedido incompleto en una sección de pedidos por embarcar
7	⇒	El administrador de ventas lleva el pedido al almacén cuando se reciben los productos faltantes
8	○	Se recibe el pedido en el almacén
9	▽	Se coloca el pedido en la charola de pedido por surtir
10	⇒	El bodeguero toma el pedido por surtir
11	▷	Copia los modelos de los productos por surtir en el formato para facturación
12	○	Separa los productos solicitados en el pedido y anota los datos fiscales en el formato para facturación
13	⇒	El bodeguero traslada los productos separados a la zona de carga
14	⇒	Los datos para facturación son llevados al almacenista
15	□	El almacenista verifica que el pedido esté correctamente separado en cuanto a cantidades y modelos
16	⇒	Se envían los datos a facturación

**CURSOGRAMA ANALITICO****DIAGRAMA:** número 2**HOJA:** 2**PROCESO:** Recepción de pedido y entrega de mercancías de pedidos con retraso**METODO:** Actual**LUGAR:** Departamento de ventas**FECHA:** Agosto 2001**AREA:** Ventas

17	<input type="radio"/>	El almacenista verifica, y programa la ruta de entrega o transporte de carga para pedidos foráneos
18	<input type="checkbox"/>	Se envía la factura elaborada al almacén
19	<input type="radio"/>	Se transcriben los artículos de la factura a una salida
20	<input type="checkbox"/>	Se envía la factura y la nota de salida a la zona de carga
21	<input type="checkbox"/>	El almacenista revisa la factura contra la nota de salida
22	<input type="radio"/>	El operario del transporte revisa la entrega la mercancía conforme la salida elaborada.
23	<input type="radio"/>	El operario del transporte firma la salida de la mercancía
24	<input type="checkbox"/>	Se traslada la mercancía del almacén al almacén del cliente

**Tabla 5 Cursograma analítico para embarque de pedidos en donde no se aceptan entregas parciales**

### **2.3 Inventarios**

La mayoría de los sistemas de comercialización viven de los inventarios. Los inventarios de la empresa ocupan un costo de oportunidad elevado ya que de la existencia de los mismos depende la satisfacción de los clientes.

Es costoso mantener un exceso de inventario, por lo que éste es inherentemente indeseable y representa un costo en el negocio. Sin embargo, los inventarios proporcionan el desdoblamiento esencial entre las tasas desiguales de flujo de mercancías.

La empresa cuenta con una área de almacenamiento de 2,500 metros cuadrados; cuenta con una sola entrada por donde se efectúa el flujo de salidas y entradas de las mercancías.

Para el manejo y traslado de las mercancía la empresa cuenta con los siguientes equipos de uso rudo:

- a) 4 carretillas manuales con bomba hidráulica de la marca Crown con capacidad de 2,250 kg.
- b) 1 apilador con levante electro-hidráulico de 3300 mm de la marca Crown con capacidad de carga de 900 kg y sistema eléctrico de 24 volts.
- c) 3 carretillas con capacidad para 300 kg.
- d) 350 tarimas de madera de 120 cm x 120 cm.
- e) 2 impresoras de Monarch modelo 2402.

El inventario de productos en el almacén se caracterizaba por:

- 1) Todos los productos se encuentran marcados con su clave de producto para evitar confusiones.
- 2) Todos los productos son colocados sobre pallets de madera de 120 X 120 cms.

- 3) La localización de los productos dentro del almacén se realiza con base en su volumen y frecuencia de demanda, es decir los productos con alta demanda en el mercado se encuentran en lugares cercanos a la salida de mercancía o punto de preparación de pedidos; los productos de poco consumo se encuentran en lugares retirados.
- 4) Los anaqueles se encuentran claramente marcados con la clave del producto y por nombre.
- 5) El control del inventario es mediante el uso de entradas y salidas de mercancías.  
Cursograma analítico de control y manejo de salidas, tabla 6  
Cursograma analítico de control y manejo de entradas, tabla 7
- 6) Para los envíos foráneos los productos son empaquetados y envueltos con material especial para evitar su daño físico en el transporte.
- 7) No se realizan entradas y salidas de mercancía sin documentos autorizados o en horarios fuera de trabajo o por personal no autorizado.

El inventario de ciclo es de 30 días por considerar el desequilibrio entre la demanda y la existencia del mismo.

El control de inventarios se realiza de la manera tradicional, es decir mediante tarjetas (kardex); manualmente se registran las entradas o compras y salidas o ventas, considerando que el tamaño del inventario mensual es de aproximadamente 450 unidades de diferentes modelos, lo que hace que el manejo del mismo sea lento e inexacto; el control del inventario está a cargo de una persona exclusivamente para el manejo de las tarjetas y reporta semanalmente la cantidad de existencias en el almacén (cursograma analítico del proceso de manejo y control de existencias, tabla 8).

<b>CURSOGRAMA ANALÍTICO</b>		
<b>DIAGRAMA:</b> número 1		<b>HOJA:</b> 1
<b>PROCESO:</b> Control y manejo de las salidas del almacén		
<b>METODO:</b> Actual		
<b>LUGAR:</b> Almacén		
<b>FECHA:</b> Agosto 2001		<b>AREA:</b> Almacén
1	<input type="radio"/>	El operario recibe la factura
2	<input type="checkbox"/>	Revisa la mercancía separada contra la factura
3	<input type="checkbox"/>	El transportista y el almacenista caminan hasta la oficina
4	<input type="radio"/>	El almacenista toma el block de salidas
5	<input type="radio"/>	Escribe el modelo y descripción de los productos en la salida
6	<input type="radio"/>	Firma la salida el almacenista, el transportista y la persona que entrega la mercancía

**Tabla 6 Cursograma analítico de salida de mercancía**

<b>CURSOGRAMA ANALITICO</b>		
<b>DIAGRAMA:</b> El almacenista verifica que el pedido esté correctamente se		<b>HOJA:</b> 1
<b>PROCESO:</b> Control y manejo de las entradas al almacén		
<b>METODO:</b> Actual		
<b>LUGAR:</b> Almacén		
<b>FECHA:</b> Agosto 2001		<b>AREA:</b> Almacén
1	<input type="radio"/>	Se recibe el camión en la zona de carga y descarga
2	<input type="radio"/>	Se descarga el camión por el personal de almacén
3	<input type="checkbox"/>	Se revisan las cantidades recibidas con las cantidades declaradas en el pedimento
4	<input type="radio"/>	La mercancía es colocada en pallets y llevadas a una zona especial
5	<input type="radio"/>	El almacenista elabora nota de entrada
6	<input type="radio"/>	Se clasifica la mercancía por modelo
7	<input type="checkbox"/>	Se almacena la mercancía de acuerdo al modelo

**Tabla 7 Cursograma analítico de entrada de mercancías**



<b>CURSOGRAMA ANALÍTICO</b>		
<b>DIAGRAMA:</b> número 1		<b>HOJA:</b> 1
<b>PROCESO:</b> Control y manejo de existencias del almacén		
<b>METODO:</b> Actual		
<b>LUGAR:</b> Almacén		
<b>FECHA:</b> Agosto 2001		<b>AREA:</b> Almacén
1	<input type="radio"/>	El operario toma el block de salidas
2	<input type="checkbox"/>	Revisa las salidas
3	<input type="radio"/>	Selecciona el artículo a descargar en el kardex
4	<input type="radio"/>	Toma el recopilador donde se encuentra la tarjeta del modelo seleccionado
5	<input type="radio"/>	Busca y toma la tarjeta del modelo
6	<input type="radio"/>	Descarga la salida del producto en el kardex escribiendo la fecha, cliente, cantidad de piezas y saldo restante.

**Tabla 8 Cursograma analítico del proceso de manejo y control de existencias**

Como podemos observar, el manejo de los inventarios es lento y poco confiable para la toma de decisiones de compras, es por ello que cuenta con inventario excedente debido a la mala información que existe entre las existencias de un producto y las compras. El costo de oportunidad por esta falta de exactitud ha ocasionado en varias ocasiones cancelaciones de pedidos y pérdidas de clientes claves para el negocio.

Después de un análisis de los productos existentes dentro del inventario con los que comercializa encontramos que tiene inventario excedente debido a una mala administración de compras y malos pronósticos de ventas.

### **3. APLICACIONES DE UTILIDAD DE LOS PRONÓSTICOS EN LOS INVENTARIOS**

Los pronósticos son una estimación de un evento futuro, contemplando el momento y magnitud con el que se llevará a cabo. Mientras mayor sea nuestra capacidad de estimar adecuadamente el pronóstico, mayor será también nuestra posibilidad de prepararnos para los acontecimientos.

Antes de 1950, la elaboración de pronósticos en las empresas era escasa o casi nula, en virtud de que no se contaba con la metodología necesaria y sus aplicaciones se limitaban a los principales departamentos de la economía política y a las grandes oficinas del gobierno. La falta de datos oportunos y los tediosos cálculos requeridos dificultaron la aplicación formal y extensa de esta técnica.

Aproximadamente en 1955, ocurrieron dos cambios importantes; uno de ellos fue la introducción de técnicas de atenuación exponencial que fueron empleadas con bastantes reservas en aplicaciones militares, pero que poco a poco se fueron extendiendo hacia las organizaciones comerciales. Las principales ventajas de estos métodos fueron su simplicidad conceptual y su facilidad de cálculo. Por primera vez se aceptaron métodos de valor práctico. El segundo cambio fue la introducción de la computadora, la cual no sólo permitió el uso de la atenuación exponencial, sino también el uso continuo de diferentes métodos de pronóstico.

A finales de 1960, a medida que se abarató el costo de las computadoras, aumentó también su disponibilidad, quedando todo listo para la aplicación de métodos estadísticos de pronósticos más complejos.

Los pronósticos pueden realizarse con aplicaciones matemáticas o por medio de encuestas (por ejemplo: una opinión consolidada de nuestros vendedores con relación a cuál será la demanda de cada uno de nuestros productos), en forma

cuidadosa o descuidada; sin embargo, para lograr una certidumbre adecuada se requerirá de una metodología procesada, por medio de una computadora.

### **3.1 Datos históricos y tamaño de la muestra<sup>3</sup>**

#### **Datos históricos y su extrapolación**

La extrapolación de datos históricos con fines de pronosticar inventarios es bastante común. La información disponible de la demanda de cada uno de nuestros productos se debe almacenar como su demanda (d), por cada mes, por cada año, tal y como se muestran en las siguientes tablas y que a continuación se observan sus gráficas.

Para tener un grado aceptable de precisión se requieren datos históricos de 12 meses, que nos permiten utilizar los promedios móviles simples de 5 meses<sup>4</sup>, además podemos observar nuestra gráfica de demanda suavizada, es decir, disminuyendo los picos, por ejemplo, los causados por eventos especiales aleatorios del mercado.

Sin embargo, en la venta de nuestros productos disponemos de cuatro años de información histórica, lo que nos permite pronosticar bajo diferentes sistemas la demanda que realmente ocurrió en un periodo reciente, pudiendo evaluar bajo qué sistema se tiene el pronóstico que más se aproximó a la realidad.

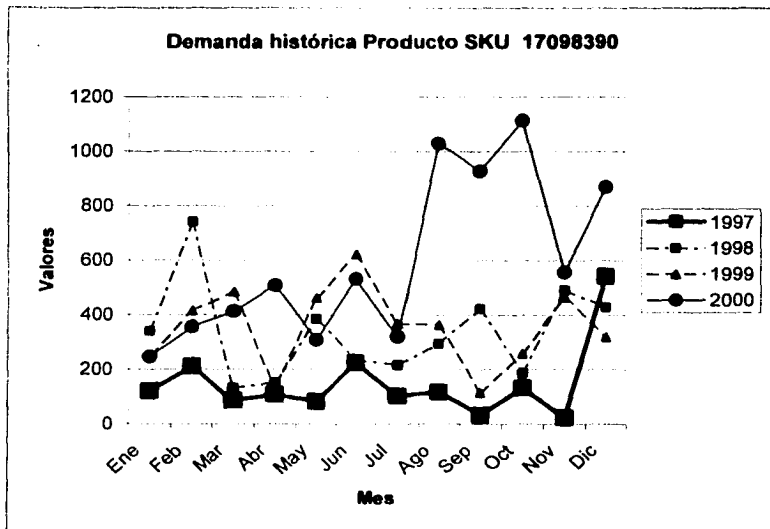
---

<sup>3</sup> Spyros Makridakis y Steven C. Wheelwright, *Manual de Técnicas de Pronósticos*, editorial Limusa, págs. 678 - 688.

<sup>4</sup> Spyros Makridakis y Steven C. Wheelwright, *Manual de Técnicas de Pronósticos*, editorial Limusa, págs. 678 - 688.

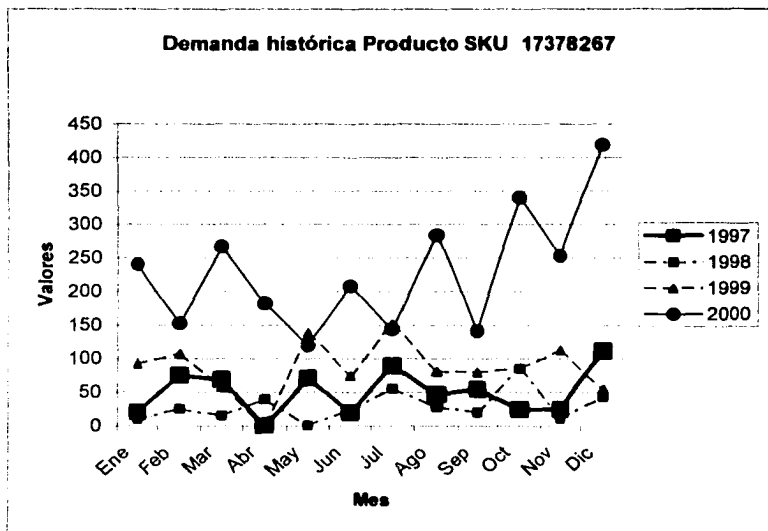
## Demanda histórica

Mes	1997	1998	1999	2000
Ene	121	341	248	247
Feb	212	741	414	356
Mar	87	132	483	413
Abr	108	150	132	508
May	82	385	463	308
Jun	226	235	622	532
Jul	103	217	369	321
Ago	118	295	365	1030
Sep	33	424	116	928
Oct	133	186	258	1113
Nov	22	491	465	556
Dic	542	428	319	870



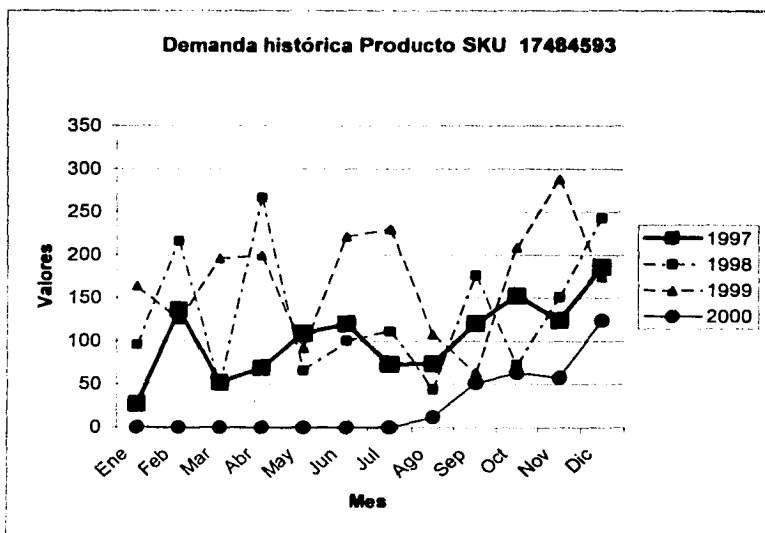
## Demanda histórica

Mes	1997	1998	1999	2000
Ene	20	10	92	240
Feb	75	25	107	152
Mar	69	15	58	267
Abr	0	40	0	182
May	71	0	138	119
Jun	20	24	75	208
Jul	90	56	152	144
Ago	47	28	81	284
Sep	55	20	80	141
Oct	25	85	86	340
Nov	25	11	113	253
Dic	112	43	55	419



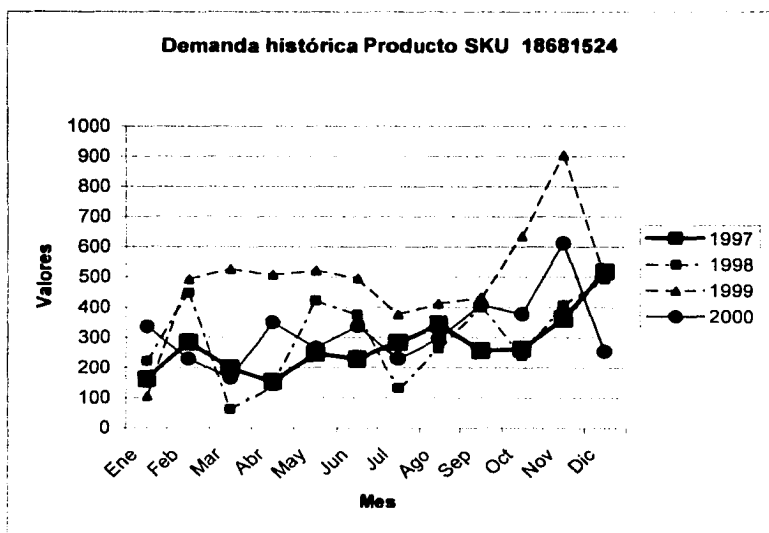
## Demanda histórica

Mes	1997	1998	1999	2000
Ene	27	96	164	0
Feb	136	216	125	0
Mar	52	48	196	0
Abr	69	266	199	0
May	109	66	92	0
Jun	120	100	221	0
Jul	73	111	230	0
Ago	74	44	108	12
Sep	120	176	63	51
Oct	153	73	209	63
Nov	124	151	288	58
Dic	186	243	175	124



## Demanda histórica

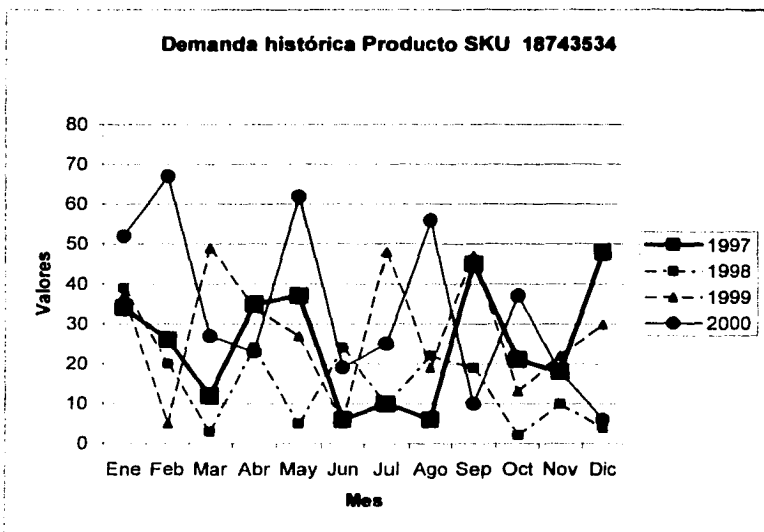
Mes	1997	1998	1999	2000
Ene	161	221	105	335
Feb	284	448	493	229
Mar	199	62	526	165
Abr	152	138	507	349
May	246	421	521	265
Jun	229	375	497	338
Jul	283	132	377	229
Ago	344	264	412	297
Sep	256	400	433	408
Oct	262	240	636	378
Nov	362	407	904	613
Dic	519	494	510	254





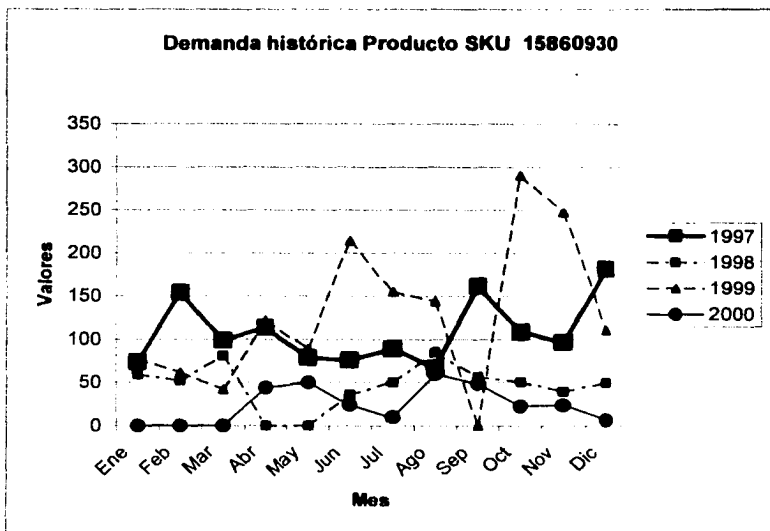
## Demanda histórica

Mes	1997	1998	1999	2000
Ene	34	39	37	52
Feb	26	20	5	67
Mar	12	3	49	27
Abr	35	24	34	23
May	37	5	27	62
Jun	6	24	5	19
Jul	10	10	48	25
Ago	6	22	19	56
Sep	45	19	47	10
Oct	21	2	13	37
Nov	18	10	22	18
Dic	48	4	30	6



## Demanda histórica

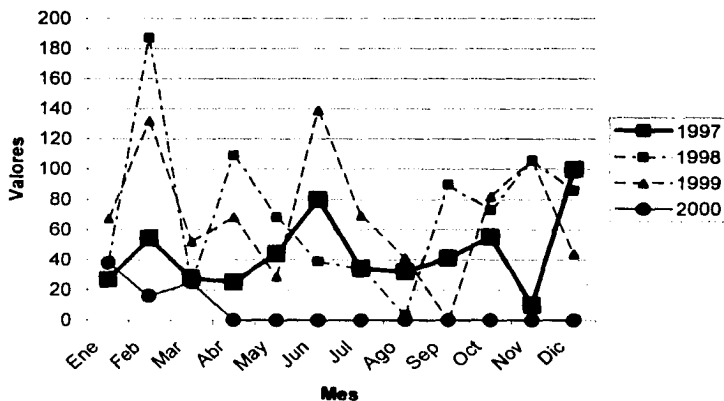
Mes	1997	1998	1999	2000
Ene	74	59	77	0
Feb	154	52	62	0
Mar	99	81	42	0
Abr	114	0	122	44
May	79	0	89	50
Jun	76	36	214	24
Jul	89	50	155	10
Ago	67	85	144	60
Sep	162	57	0	49
Oct	109	51	291	23
Nov	97	40	248	24
Dic	182	50	111	7



## Demanda histórica

Mes	1997	1998	1999	2000
Ene	27	39	67	38
Feb	54	187	132	16
Mar	28	24	52	25
Abr	25	109	68	0
May	44	68	29	0
Jun	80	39	139	0
Jul	34	34	69	0
Ago	32	3	41	0
Sep	41	90	0	0
Oct	55	73	82	0
Nov	10	106	106	0
Dic	100	86	44	0

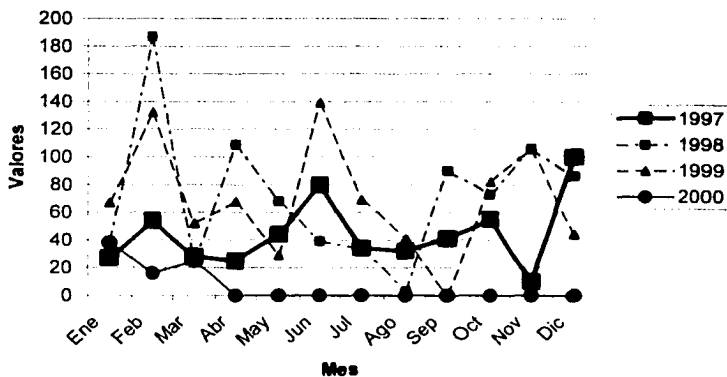
**Demanda histórica Producto SKU 17601723**



## Demanda histórica

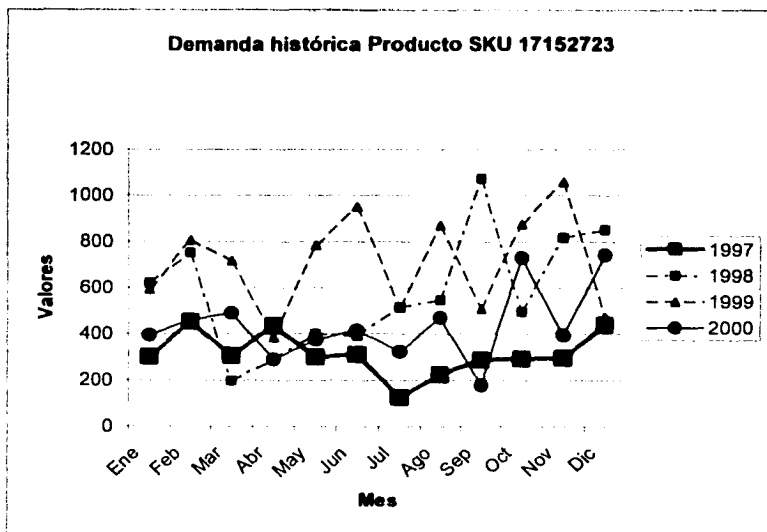
Mes	1997	1998	1999	2000
Ene	27	39	67	38
Feb	54	187	132	16
Mar	28	24	52	25
Abr	25	109	68	0
May	44	68	29	0
Jun	80	39	139	0
Jul	34	34	69	0
Ago	32	3	41	0
Sep	41	90	0	0
Oct	55	73	82	0
Nov	10	106	106	0
Dic	100	86	44	0

**Demanda histórica Producto SKU 15675145**



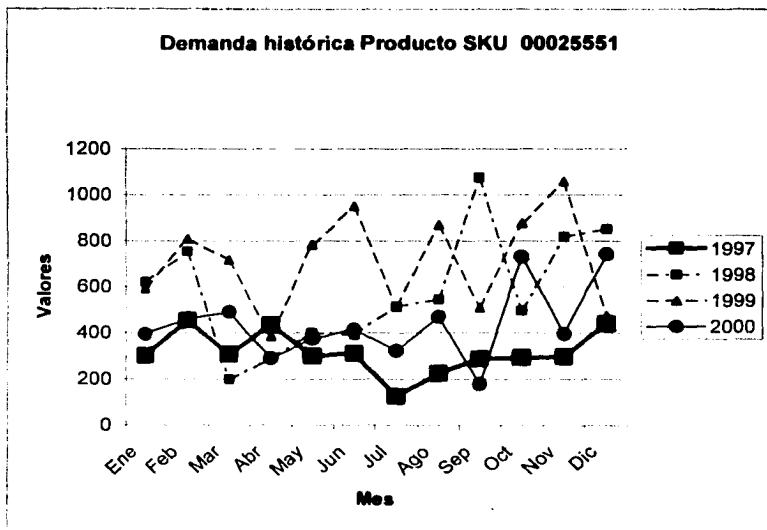
## Demanda histórica

Mes	1997	1998	1999	2000
Ene	301	622	594	396
Feb	455	753	808	461
Mar	307	197	717	491
Abr	435	289	386	290
May	300	400	785	375
Jun	311	393	952	416
Jul	126	516	514	323
Ago	224	547	872	471
Sep	288	1075	509	178
Oct	294	496	876	730
Nov	297	818	1060	396
Dic	441	851	474	742



### Demanda histórica

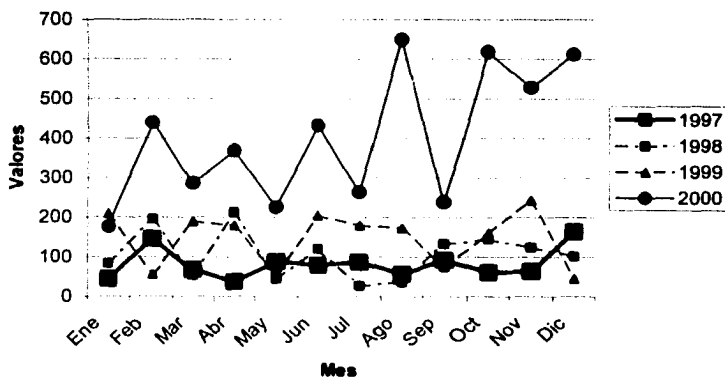
Mes	1997	1998	1999	2000
Ene	301	622	594	396
Feb	455	753	808	461
Mar	307	197	717	491
Abr	435	289	386	290
May	300	400	785	375
Jun	311	393	952	416
Jul	126	516	514	323
Ago	224	547	872	471
Sep	288	1075	509	178
Oct	294	496	876	730
Nov	297	818	1060	396
Dic	441	851	474	742



## Demanda histórica

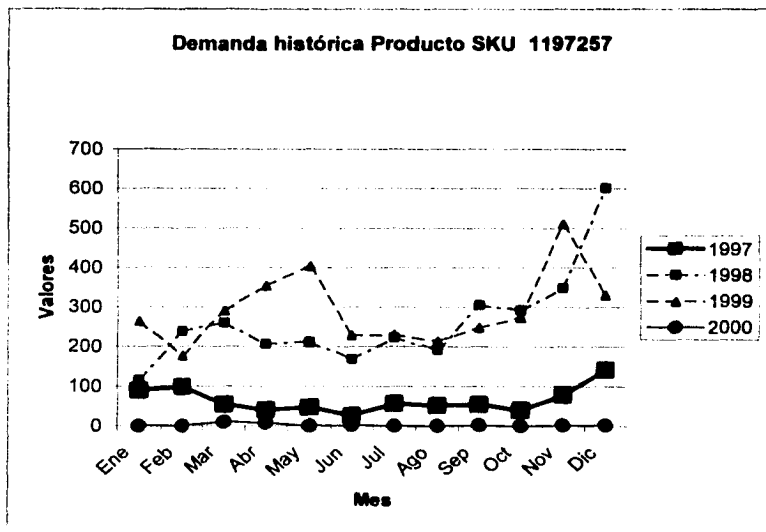
Mes	1997	1998	1999	2000
Ene	44	83	209	176
Feb	146	196	56	439
Mar	67	53	189	285
Abr	37	212	179	369
May	88	44	55	226
Jun	79	121	205	433
Jul	87	27	180	264
Ago	57	36	173	650
Sep	92	133	75	239
Oct	61	145	160	619
Nov	64	124	243	528
Dic	164	102	45	612

Demanda histórica Producto SKU 14451640



## Demanda histórica

Mes	1997	1998	1999	2000
Ene	89	115	265	0
Feb	99	240	178	0
Mar	54	261	291	10
Abr	40	206	355	8
May	47	213	403	0
Jun	26	168	229	2
Jul	57	223	230	0
Ago	52	192	214	0
Sep	55	305	248	2
Oct	40	292	274	0
Nov	78	348	510	2
Dic	142	601	330	2





## **Tamaño de la muestra de nuestros productos**

Al referirnos al tamaño de la muestra, lo hacemos con relación a los productos de nuestro inventario que vamos a monitorear, para efectos del presente trabajo.

Nuestra empresa comercializadora mantiene un inventario continuo de aproximadamente 60 productos, cuya demanda actual es constante; de este universo de productos, 12 son los que hacen el 75% de nuestras ventas.

Por lo tanto, para efectos reales, se pronosticó la demanda de cada uno de los productos, sin embargo, como ya se comentó, para efectos del presente estudio se toman como muestra representativa los 12 productos que realizan la mayor parte de nuestra demanda.

## **Pronósticos para productos nuevos**

No todos los pronósticos pueden resolverse por métodos cuantitativos, por lo que muchas veces es necesario tomar decisiones por otros medios, ya que no tenemos información estadística de cómo afecta determinado evento a la demanda de nuestros productos, como es el ejemplo de la moda.

El concepto de elasticidad de la demanda no suele considerarse como procedimiento pronosticador, pero para pronosticar es bueno saber cómo afectan los precios a la demanda.

Las pruebas de elasticidad de demanda de un producto, se hacen a menudo en colaboración con los comerciantes para ver cómo afectan las ventas.

Pronosticar la demanda de productos ya conocidos, quizá es ya un procedimiento bastante común, pero para pronosticar la aceptación que tendrá un nuevo producto se requiere de los datos de productos ya conocidos, además de un planteamiento de métodos aplicados al pronóstico relacionado con los nuevos productos.

Estos métodos son:

- a) Método de encuesta directa
- b) Método de encuesta indirecta
- c) Comparación de productos conocidos
- d) Venta acotada a un territorio

**a) Método de encuesta directa**

Es aquella que se emplea con los posibles clientes, haciéndoles preguntas sobre la intención que tienen de comprar nuestros productos nuevos, empleando el procedimiento de muestreo, tomando en cuenta su volumen de compra y zona en que habitan.

**b) Método de la encuesta indirecta**

Otro método para predecir la demanda, es consultar a la gente que sabe cómo reaccionan los consumidores finales. Es frecuente que el vendedor lo sepa, pero sus estimaciones tienden al optimismo. Los mayoristas, medio-mayoristas, detallistas y otros intermediarios, también son candidatos a la encuesta indirecta, puesto que tienen contacto directo con los consumidores y conocen sus hábitos de consumo.

**c) Comparación con productos conocidos**

Cuando un producto que se está estudiando es comparable a otro ya existente, se puede comparar con sus cifras de venta.

Si se trata de un nuevo modelo del producto al ya existente, probablemente habrá pocas dificultades en predecir su demanda.

Si es un producto similar de un competidor, su aceptación de venta podrá obtenerse por medio de la encuesta directa o indirecta, analizada anteriormente.

#### **d) Método de venta acotada a un territorio**

Otro método muy utilizado para predecir la demanda de un nuevo producto en el mercado, es venderlo en una zona limitada que nos dará la oportunidad de conocer la aceptación de los consumidores y a partir de estas cifras se proceda a la extrapolación de la demanda a nivel nacional.

### **3.2 Análisis de las series de tiempo<sup>5</sup>**

Para nuestro caso, las series de tiempo son observaciones de la demanda de nuestros productos, con respecto a una variable hecha en momentos equidistantes en el tiempo (meses de cada año). Un conjunto de datos de este tipo se llama *serie de tiempo*, y a las variables (demanda de nuestros productos y meses) se les denomina *variables de la serie de tiempo*.

Los pronósticos matemáticos, si son moderadamente precisos, nos ayudan en la planeación de las dimensiones del inventario, nos permiten predecir la demanda que habrá de cada uno de los productos, contando sus ciclos de venta y la tendencia que guardan.

---

<sup>5</sup> William Mendelhall, *Estadística para Administradores*, Grupo Editorial Iberoamericana, págs. de la 558 a la 571.

### **3.3 Componentes de las series de tiempo y los diferentes métodos de análisis<sup>6</sup>**

Para la predicción por medio de modelos matemáticos cuantitativos se deben contar con los siguientes supuestos:

1. El pronóstico de la demanda de cada uno de nuestros productos y su nivel de inventarios es independiente al de los demás.
2. La demanda proviene de un mercado estable y no es predecible una demanda de los productos obsoletos o nuevos.
3. A mayores períodos de tiempo a predecir, el pronóstico tendrá una mayor imprecisión. El uso más común es cuando deseamos pronosticar períodos que van desde algunos días hasta un año. A más de 18 meses, estos sistemas de pronósticos de inventarios se vuelvan imprecisos.
4. Los pronósticos de inventarios estarán expresados en unidades.

Se van a describir los métodos para pronosticar la conducta de la demanda y posteriormente evaluar cuál es el mejor sistema para determinar la demanda futura de cada uno de nuestros productos.

Los movimientos característicos de series de tiempo se pueden clasificar en tres tipos principalmente, a menudo llamados "componentes" de una serie en el tiempo, éstas son:

1. Componentes cíclicas
2. Componentes de tendencia

---

<sup>6</sup> William Mendelhall, Estadística para Administradores, Grupo Editorial Iberoamericana, págs. de la 570, 571, 572.

### 3. Componentes estacionales

#### **Componentes cíclicas o variaciones cíclicas**

Éstas se refieren a las oscilaciones de largo plazo en torno a una recta o curva de tendencias. Estos ciclos pueden ser periódicos o no, es decir, pueden seguir o no esquemas repetidos en intervalos iguales de tiempo.

#### **Componentes de tendencia**

Son cambios que se dan en un largo período. Cuando no se consideran todas las variaciones intermedias, una serie de tiempo tiende a aumentar o disminuir.

Para algunas series de tiempo puede ser apropiada utilizar una recta de tendencia.

#### **Componentes estacionales o variaciones estacionales**

Se refieren a esquemas casi idénticos que una serie de tiempo parece seguir durante meses correspondientes, en años sucesivos. Tales movimientos se deben a sucesos recurrentes que tienen lugar anualmente, tales como: el brusco aumento de la demanda antes del día de las madres, Navidad, etc.

#### **Métodos de pronósticos de series de tiempo**

Los métodos de series de tiempo simplemente registran y procesan datos históricos en una forma estadísticamente congruente y proporciona buenos pronósticos.

Estos métodos son de considerable valor, porque son relativamente poco costosos de construir y mantener. Además, proporcionan buenos pronósticos, si como ya se dijo, no se intenta mirar demasiado adelante.

### **Descomposición de la serie de tiempo**

Las tres clases de movimientos de las series de tiempo que tienen importancia para poder estudiar el pronóstico que tendrá la demanda de nuestros productos.

La descomposición de la serie de tiempo se efectúa con la siguiente fórmula:

$$O = T \times C \times E$$

en donde:

$$O \text{ (valor observado)} = T \text{ (tendencia)} \times C \text{ (cíclicas)} \times E \text{ (estacionales)}$$

Se emplea el método multiplicativo por ser el método más aplicable a los cambios de porcentaje.

Como es un método multiplicativo, sólo es necesario dividir por el factor apropiado para suprimir su efecto. Para quitar la tendencia de la serie podemos dividir por  $T$ , y así:

$$\frac{O}{T} = \frac{T \times C \times E}{T}$$

$O$ , para suprimir el efecto del ciclo

$$\frac{O}{C} = \frac{T \times C \times E}{C}$$

## **Clasificación de pronósticos por el plazo a predecir<sup>7</sup>**

- a) Corto plazo
- b) Plazo medio
- c) Largo plazo

### **Corto plazo**

Los pronósticos con un alcance de entre una semana y un mes son comunes a fin de guiar las operaciones actuales.

### **Plazo medio**

En el término medio, los administradores necesitan ser capaces de anticipar el efecto de las variaciones estacionales de la demanda y tienen un alcance desde un mes hasta 12 meses.

### **Plazo largo**

A largo plazo, los administradores necesitan hacer planes para nuevos productos, servicios y para cambios de productos y combinación de servicios, locales e instalaciones, así como para el financiamiento, a fin de proporcionar la capacidad necesaria futura. Aunque mirar hacia el futuro es difícil y frecuentemente no confiable, se deben hacer tales pronósticos, reales o implícitos, pero necesarios y se consideran que son aquellos que son útiles para producciones mayores a los 18 meses.

<sup>7</sup> Elwood S. Bufa y James S. Dyer, *Ciencias de la Administración e Investigación de Operaciones*, editorial Limusa, capítulo V.- Pronósticos del medio ambiente, págs. 187, 188, 189

Los promedios móviles, la suavización exponencial y la suavización adaptativa son apropiadas a corto plazo y los métodos causales para los plazos cortos y medianos. Para el plazo más largo se está obligado a utilizar métodos un poco más cuantitativos, como el método Delphi, investigaciones de mercado y analogías históricas y análisis del ciclo de vida. "El pronóstico tecnológico" es un término que se utiliza en conexión con los pronósticos a más largo plazo; la técnica Delphi es la metodología que frecuentemente se usa como vehículo.

El objetivo de la técnica Delphi es sondear el futuro con la esperanza de prever nuevos productos y procesos en el rápidamente cambiante medio ambiente de la cultura y la economía de hoy. Sin embargo, para el presente estudio se buscará predecir la demanda de nuestros productos en el mediano plazo.

### **Costos Comparativos.**

Los análisis a más corto plazo de series de tiempo, tales como: promedios móviles y modelos de pronósticos exponenciales, son relativamente fáciles de instalar y a un bajo costo.

Son apropiados para inventarios de artículos y pueden ser computarizados para manejar eficientemente gran número de artículos diversos.

Por otro lado, los métodos causales requieren gran cantidad de análisis estadísticos para establecer relaciones, y estos estudios especiales pueden ser muy costosos.

### **Componentes de la demanda**

Los componentes de los cambios de la demanda son:



- a) Demanda promedio
- b) Variación aleatoria alrededor del promedio
- c) Tendencias en el promedio
- d) Variaciones estacionales
- e) Variaciones cíclicas

### **Pronósticos móviles**

Un promedio móvil es simplemente el promedio de los valores  $n$  centrados en el mes en cuestión.

El promedio móvil de 3 meses es mucho más estable porque la demanda para cualquier mes recibe un peso de  $1/3$ . No está fuertemente influido por ellos y se gradúa la demanda mediante el promedio móvil de 3 meses.

El promedio móvil de 5 meses descuenta la variación aleatoria de manera más efectiva.

### **Utilización de los pronósticos**

Los pronósticos generalmente son insumos que predicen el funcionamiento del sistema.

El interesado en la aplicación en la programación del potencial humano, en situaciones orientadas a servicios, desea que le proporcionen la información necesaria a corto plazo con el objeto de dar un buen servicio. La información nos orientará para medir en términos prácticos nuestras necesidades, tales como: el

número de puertas abiertas para servicio de carga de nuestros camiones. Dado que puede existir una amplia variación en la carga de una hora a otra, o de un día a otro, los sistemas para pronosticar la demanda es al más corto plazo y se ajusta a los programas de trabajo para los pronósticos.

Se tiene extremo interés en enfatizar los datos actualizados en un promedio móvil, cuando la demanda está realmente cambiando, tan sólo reflejando variaciones aleatorias.

Un método efectivo y conveniente para llevar a cabo la ponderación y suavización diferencial es el uso de promedios móviles exponencialmente ponderados.

El modelo más simple de suavización exponencial estima la demanda suavizada, promedio para el período venidero  $\bar{F}_t$ , añadiendo o restando una fracción de la diferencia entre la demanda real  $D_t$  y el último promedio suavizado  $\bar{F}_{t-1}$ . De donde el nuevo promedio suavizado es:  $\bar{F}_t$ , el nuevo promedio suavizado = antiguo promedio suavizado +  $\alpha$  (la nueva demanda - el antiguo promedio suavizado), o, establecido simbólicamente:

Ecuación 1:

$$\bar{F}_t = \bar{F}_{t-1} + \alpha(D_t - \bar{F}_{t-1})$$

La constante de suavización está entre 0 y 1 con unos valores comúnmente utilizados de 0.01 a 0.30.

El nuevo promedio suavizado = (nueva demanda) +  $(1-\alpha)$  (antiguo promedio suavizado)

Ecuación 2:

$$\bar{F}_t = \alpha D_{t-1} + (1-\alpha) \bar{F}_{t-1}$$

Si  $\alpha = 0.10$ , entonces la ecuación (2) dice:

Que el promedio suavizado para el promedio venidero  $\bar{F}_t$  se determinará añadiendo 10% de la nueva información demanda real  $D_t$  más el 90%.

$$\bar{F}_t = 0.1 \times 106 + 0.9 \times 100 = 10.6 + 90 = 100.6$$

Los promedios móviles simples proporcionan peso sólo a los períodos incluidos en el promedio.

### **Extrapolación y pronóstico**

Los pronósticos son modelos predictivos que conducen a otros modelos predictivos, estos modelos encajan en el formato del insumo-transformación-resultado. Normalmente los datos históricos son el insumo transformado por un modelo predictivo para producir pronósticos en forma de resultados. Los modelos varían desde los más simples hasta los más complejos que implica una estructura rigurosa de la teoría para las causas de los cambios de demanda. Los modelos predictivos se pueden identificar en función de otras dimensiones, como cualitativo a diferencia del cuantitativo y en función del alcance apropiado u horizonte para el pronóstico.

Dado que no se espera tendencia ni estacionalidad, en el modelo siguiente se justifica la extrapolación directa de  $\bar{F}_t$  para inferir un pronóstico.

La exactitud de tales pronósticos disminuye rápidamente conforme se incrementa el horizonte del pronóstico.

## Efectos de tendencia

La tendencia aparece para cada período. La diferencia entre los dos últimos promedios suavizados se representa mediante promedios exponenciales ponderados como en la demanda promedio. Por lo tanto, el ajuste de la tendencia es:

$$\bar{T}_t = s (\bar{F}_t - \bar{F}_{t-1}) + (1-\alpha) \bar{T}_{t-1}$$

Si hubiera una tendencia presente en los datos, la ecuación responderá a ella con un retraso.

La demanda esperada  $E(D_t)$  para el período actual incluyendo el ajuste de tendencia es el promedio suavizado  $\bar{F}_t$ .

Cuando no se espera tendencia ni estacionalidad en el modelo de la ecuación, se justifica la extrapolación directa de  $\bar{F}_t$ , para inferir un pronóstico.

El pronóstico para el período venidero de  $O_{t+1}^*$  se toma directamente como el valor calculado de  $\bar{F}_t$ . Los símbolos con (\*) representan valores extrapolados o pronosticados.

La exactitud de tales pronósticos disminuye rápidamente conforme se incrementa el horizonte del pronóstico.

## Métodos causales de pronósticos

Cuando se tienen suficientes datos históricos y experiencia es posible relacionar los pronósticos a factores del medio ambiente que causan las tendencias, las variaciones estacionales y las fluctuaciones. Si se pueden medir los factores causales y se han determinado sus relaciones con el producto o servicio que interesa, se pueden calcular los pronósticos con exactitud.

Los métodos causales de pronósticos también pueden proporcionar información excelente acerca de la relación de precios, mercado y demanda.

Es importante que el administrador comprenda las limitaciones impuestas por las necesidades de datos para cada uno de los métodos. Generalmente los métodos a corto plazo requieren datos históricos para obtener significación estadística.

Los métodos causales requieren cuando menos de 5 años de datos históricos si se está intentando correlacionar la demanda con dos o más variables.

Algunos factores que entran en los modelos causales son: producto nacional bruto, ingreso disponible, formación de nuevas familias, compra de casas, inventarios, índices de costo de la vida, así como también predicciones de factores dinámicos y perturbaciones tales como huelgas, acciones de competidores, campañas de promociones de ventas, etc.

### **Análisis de regresión<sup>8</sup>**

Los métodos de regresión establecen una función llamada ecuación de regresión.

La ecuación de regresión expresa la serie que se ha de pronosticar, es decir, controlan o hacen que las ventas se incrementen o se reduzcan. El razonamiento puede ser:

- a) General
- b) Específico

---

<sup>8</sup> William Mendenhall, *Estadística para administradores*, Grupo Editorial Iberoamericana.- Págs. 559,560, 561, 662, 563,564 y 565. Murria R. Spiegel, *Estadística de Schaum*, segunda edición, editorial McGraw Hill.- Págs, 294, 322, 323, 328, 357 y 366.

Para el razonamiento general podemos mencionar el siguiente caso: Si las ventas se pueden postular y si éstas están relacionadas con el ingreso disponible; si éste es alto, las ventas se incrementarán; pero si hay menos dinero disponible se tendrá menos dinero para gastar, por lo que las ventas, se reducirán.

El razonamiento específico establece la relación a través de la ecuación de regresión.

Para tomar factores específicos se puede postular que las ventas están controladas en cierta medida con la demanda.

Los métodos estadísticos conocidos como regresión y correlación pueden ayudar a contestar preguntas que tengan relación entre la demanda del producto y el producto en sí.

La línea de regresión que representa un conjunto de puntos  $(x_1, y_1), (x_2, y_2)$  ...  $(x_i, y_i)$  ...,  $(x_n, y_n)$  a menudo es necesaria como base para una función de estimación.

Una estimación de las dificultades de trabajo se desarrolla mediante un sistema de puntos que varían según el grado en que los trabajos requieren ciertos factores de habilidad, educación, experiencia, condición física, etc.

En una gráfica se dibujan estimaciones de demanda de los productos. La línea que mejor se ajusta a los puntos es la línea de regresión lineal; esto es, la línea que minimiza la suma de los cuadrados de las desviaciones de los productos, así como también, la que fija la suma de las desviaciones simples en 0. Esta línea de mínimos cuadrados es la función lineal:

$$y = b + mx,$$

$$\text{en donde } = \frac{\sum_{i=1}^n x_i y_i - \bar{x} \sum_{i=1}^n y_i}{\sum_{i=1}^n x_i^2 - \bar{x} \sum_{i=1}^n x_i}$$

$$b = \bar{y} - m\bar{x}$$

La correlación es una medida del grado de relación entre dos variables.

Una relación existe debido a la apariencia del diagrama de esparcimiento.

Un coeficiente de correlación dice qué tan precisa es la relación.

Los coeficientes de correlación varían de  $-1.00$  a  $+1.00$ .

Un coeficiente de correlación ( $r$ ) de  $0.85$  indica un grado más alto que  $0.50$ , sin embargo, es importante notar que  $r = 0.90$  no implica una relación del doble de cerca que  $r = 0.45$ , dado que la capacidad de pronosticar  $Y$ , dado  $X$ , está mejor indicada mediante  $r^2$ , el cuadrado del coeficiente de correlación. Hablando ampliamente  $r = 0.90$  ( $r^2 = 0.81$ ) que es aproximadamente dos veces mejor que  $r = 0.636$  ( $r^2 = 0.405$ ).

El coeficiente de correlación se puede calcular con la siguiente fórmula:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{n s_x s_y}$$

## Confiabilidad de los pronósticos

El coeficiente de determinación establece la proporción de la variación en la variable dependiente de la ecuación de regresión que se explica mediante la variable dependiente.

El error estándar de la estimación indica el margen de variación esperado de la línea de regresión de cualquier pronóstico.

Cuando se hacen pronósticos para plazos más largos, la regresión múltiple es un método de pronóstico lógico.

Como reglas manuales se necesita un registro de 5 años para una variable independiente; 8 años para 2 variables independientes y una historia más larga para 3 o más variables independientes. Estos requerimientos de datos con frecuencia son limitaciones severas a la aplicación.

Las siguientes suposiciones que se hacen en el análisis de regresión se representan en la siguiente tabla:

Suposición de linealidad.- Está relacionada con las variables independientes	Suposición básica.- Es aquella en la que la varianza de los errores sea constante	Suposición de errores.-Es aquella en la que los errores de un período a otro sean independientes de cada uno y no autocorrelacionados	Análisis de regresión.- Supone que los errores están normalmente distribuidos
--	---	---	---



Se necesita entender también la importancia potencial de los factores que no están incluidos en el modelo.

Una de las diferencias entre los modelos de pronósticos de series de tiempo y los métodos causales es que las series de tiempo, aceptan incrementos o reducciones en la demanda de una manera insesgada, sin cuestionar las razones del incremento o la reducción. Por otro lado, los métodos causales demandan una explicación dentro del razonamiento del sistema de pronósticos para los cambios en la demanda que ocurran.

### **Elección de un modelo de pronóstico apropiado**

La auto-correlación es un concepto importante al determinar la naturaleza de los datos originales de demanda y la clase de modelo de pronóstico que puede ser apropiado.

Box y Jenkyns (1970) han desarrollado una metodología de pronósticos altamente sofisticada en la cual una clase general de métodos de pronósticos se postula para una situación en particular. En la etapa 1, se identifica tentativamente un modelo específico como el método de pronósticos más apropiado para esa situación. Los modelos de pronósticos pueden variar desde promedios móviles, a través de métodos adaptativos y exponenciales hasta análisis de regresión. En la etapa 2, el modelo postulado se ajusta a los datos históricos disponibles y se corre una prueba para determinar si el modelo postulado es o no adecuado. Varias pruebas estadísticas están implicadas, incluyendo la presencia o ausencia de auto-correlación. Si el modelo postulado se rechaza, la etapa 2 se utiliza para identificar un modelo alternativo, el cual entonces se prueba.

## **Sistema interactivo de pronósticos<sup>9</sup>**

Makridakis, Hodgson y Wheelwright (1974) han desarrollado un sistema de pronósticos interactivo generalizado dentro de la estructura de la filosofía de Box-Jenkins.

El sistema interactivo hace investigaciones acerca de los datos y las características de la situación, incluyendo los siguientes:

1. El horizonte de tiempo para la toma de decisiones: plazo corto, plazo medio y largo plazo.
2. El patrón de los datos: estacional, con tendencia, cíclica o aleatorio.
3. El tipo de modelo deseado: series de tiempo, causal, estadístico, o no estadístico.
4. El valor del pronóstico y, de esta manera, los costos que se pueden asignar para obtenerlo.
5. La exactitud que se requiere y que está justificada.
6. La complejidad que se puede tolerar.
7. La disponibilidad de datos históricos.

Las auto-correlaciones para varios periodos se calculan y se pueden graficar. Por medio de serie de preguntas, el programa obtiene información acerca de los factores necesarios para seleccionar un modelo de pronósticos y proporciona al usuario una lista de 2 ó 3 que parecen ser candidatos lógicos, junto con estadísticas comparativas acerca de esos métodos.

---

<sup>9</sup> Spyros Makridakis y Steven C. Wheelwright, *Manual de Técnicas de Pronósticos*, editorial Limusa, págs. 678 a 681

### 3.4 Números índices<sup>10</sup>

Son aquellos que miden el cambio de una variable de serie de tiempo (demanda de nuestros productos) en relación con un *año base*.

Un número índice se indica a intervalos regulares, con el propósito de evaluar la forma sencilla su conducta, con relación al año al que nosotros ubicamos, con el año con el cual se realizará, con las comparaciones futuras.

Si extendemos los subíndices hacia el tiempo pasado y no hacia el futuro, podríamos emplear la siguiente fórmula para su cálculo.

$$\text{Nueva estimación} = \alpha D_0 + \alpha (1 - \alpha) D_1 + \alpha (1 - \alpha)^2 D_2 + \dots + \alpha (1 - \alpha)^{k-1} D_{k-1} + (1 - \alpha)^k$$

[estimación hecha hace k meses]

Si se continúa con este proceso bastante tiempo, los factores  $(1 - \alpha)^k$  se hacen menores y la información anterior no tiene efecto apreciable.

Si la suma de los ponderables es igual a 1, puede decirse que la estimación es un promedio, y la suma de los ponderables:

$$\alpha + \alpha (1 - \alpha) + \alpha (1 - \alpha)^2 + \dots + \alpha (1 - \alpha)^K = 1.0$$

$$\text{Promedio nuevo} = \alpha (\text{última demanda}) + (1 - \alpha) (\text{promedio antiguo})$$

Esta ecuación responderá a cambios aleatorios, pero si hay una tendencia constante, las estimaciones serán tendenciosas y caerán por debajo de la demanda.

<sup>10</sup> William Mendenhall, *Estadística para administradores*, Grupo Editorial Iberoamericana, págs. 559, 560, 561, 662, 563, 564 y 565

Tendencia actual = promedio nuevo – promedio antiguo.

Esta tendencia es la cantidad en que aumenta el promedio de un mes. Las fluctuaciones casuales de la demanda causarán variación en la demanda promedio estimada y por lo tanto en la tendencia corriente.

La tendencia promedio puede computarse de la siguiente forma:

$$\text{Tendencia nueva} = \alpha(\text{tendencia actual}) - (1-\alpha) (\text{tendencia anterior})$$

La tendencia es equivalente del método de mínimo cuadrático, si los ponderables dados a la demanda en cada mes anterior son los mismos que los empleados en computar el promedio.

La corrección del retardo causado por la tendencia es:

$$\text{Demanda esperada} = \text{promedio nuevo} + (1 - \alpha) (\text{tendencia nueva})$$

Los aspectos prácticos de este modo de pronosticar son bastante visibles ya que sólo se necesita almacenar los valores previamente calculados para el promedio y la tendencia.

### Número índice simple<sup>11</sup>

Un número índice simple I es el cociente del valor de una sola variable de serie de tiempo  $y_t$ , en el momento t, y su valor  $y_0$  en el momento  $t_0$ , multiplicado por 100.

$$I_t = \frac{y_t}{Y_0} (100)$$

<sup>11</sup> William Mendenhall, *Estadística para administradores*, Grupo Editorial iberoamericana, págs. 559,560, 561, 662, 563,564 y 565.

donde

$I_t$  = Valor del número índice simple al momento  $t$

$y_t$  = Valor de la variable de serie de tiempo al momento  $t$

$y_0$  = Valor de la variable de serie de tiempo al momento base  $t_0$

## 4. INVENTARIOS

El inventario incluye todos aquellos bienes y materiales que se utilizan en los procesos de fabricación y distribución. Las materias primas, las partes componentes, los subensambles y los productos terminados son parte del inventario, así como los diversos abastecimientos requeridos en el proceso de producción y de distribución. Los inventarios no son un mal necesario sino más bien una herramienta muy útil ya que cumplen las funciones de amortiguamiento y desacoplamiento, pues funciona como amortiguador de golpes entre las demandas de los clientes y la capacidad de producción del fabricante, entre los requerimientos de ensambles finales y la disponibilidad de los componentes, entre los materiales que ingresan a una operación y los resultados de la operación precedente, y entre los procesos de fabricación y la oferta de materias primas. Desacopla, es decir, separa la demanda de la dependencia inmediata en la fuente de abastecimientos. No obstante, mientras una cierta inversión en inventarios es necesaria y útil, demasiado de ella es perjudicial. En la mayoría de las compañías los recursos son limitados: el dinero empleado en inventarios también se necesita para mejorar la planta, pagar dividendos a los accionistas, desarrollar nuevos productos y para todas las otras aplicaciones que una empresa pujante tiene para el capital. El exceso de inventario no sirve para propósito alguno y simplemente ata el capital inútilmente.<sup>12</sup>

Los inventarios representan uno de los activos más importantes de una empresa y desempeñan múltiples funciones en el mercadeo, promoción, distribución y producción. Los inventarios representan los medios de absorción de varias clases de eventos perturbadores, tales como las variaciones al azar en el precio de las materias primas, las variaciones de la demanda y las que ocurren en el tiempo de los flujos de provisión, manufactura y distribución. Los inventarios facilitan la promoción de los productos, al aumentar su disponibilidad. Facilitan también la mejor utilización de instalaciones productivas caras, permitiendo producir varios

<sup>12</sup> Blackstone John et al, *Administración de la producción e inventarios*. 2ª Ed, México.1994. p. 179

productos diferentes en lotes de tamaño razonable. Finalmente, ofrecen un programa de producción más económico, a la vez que socialmente más aceptable, al hacer que la producción sea más estable a lo largo del año.<sup>13</sup>

El interés de la dirección se centra especialmente en los inventarios integrales y en su comportamiento, de manera que los métodos de control de inventarios no sólo deben ocuparse de las políticas y procedimientos de control de los inventarios de productos individuales. Con tal restricción, las políticas de formulación de pedidos no serían en general óptimas, pero se pueden emplear los métodos de los multiplicadores de LaGrange para encontrar cantidades subóptimas de los lotes, dentro de la restricción de la inversión total en inventarios. De otra forma, el inventario integral sería simplemente la suma de los inventarios de productos individuales que hubieran sido determinados mediante políticas que podrían ser óptimas individualmente.

#### **4.1 Funciones de los inventarios<sup>14</sup>**

Existen cinco tipos básicos de inventario definidos por la función:

1. De fluctuación (de la demanda y de la oferta)
2. De anticipación
3. De tamaño de lote
4. De transportación
5. De protección

**Inventarios de fluctuación:** Estos son inventarios que se llevan porque la cantidad y ritmo de las ventas y de producción no pueden predecirse con exactitud. Por ejemplo, los pedidos pueden promediar 100 unidades por semana para un artículo dado, pero habrá semanas en que las ventas sean tan elevadas

<sup>13</sup> Buffa Elwood et al, *Sistemas de producción e inventario: planeación y control*. Limusa, México, 1975, p. 136

<sup>14</sup> Plossl, *Control de la producción y de inventarios*. 2ª Ed, Prentice Hall Hispanoamericana, México, 1987, pp. 20-23

como 300 ó 400 unidades. El material puede recibirse en stock normalmente 3 semanas después de que fue solicitado por la fábrica, pero ocasionalmente puede llevarse 6 semanas. Estas fluctuaciones en la demanda y la oferta pueden compensarse con los *stocks de reserva* o *stock de seguridad*, nombres usuales para los inventarios de fluctuación. Los inventarios de fluctuación existen en centros de trabajo cuando el flujo de trabajo en estos centros no puede equilibrarse completamente. Los inventarios de fluctuación, llamados *stocks de estabilización* pueden incluirse en el plan de producción de manera que los niveles de producción no tengan que cambiar para enfrentar las variaciones aleatorias de la demanda.

**Inventarios de anticipación:** Estos son inventarios hechos con anticipación a las épocas de mayor venta, a programas de promoción comercial o a un periodo de cierre de la planta. Básicamente, los inventarios de anticipación almacenan horas-trabajo y horas-máquina para futuras necesidades y limitan los cambios en las tasas de producción.

**Inventarios de tamaño de lote:** Con frecuencia es imposible o impráctico fabricar o comprar artículos en las mismas cuotas que se venderán. Por lo tanto, los artículos se consiguen en cantidades mayores a las que se necesitan en el momento; el inventario resultante es el inventario de tamaño de lote. El tiempo de arreglo es un factor imperante en la determinación de la cantidad de dicho inventario.

**Inventarios de transportación:** Estos existen porque el material debe moverse de un lugar a otro. El inventario depositado en un camión y que se va a entregar a un almacén puede estar en camino durante cierto tiempo. Mientras el inventario se encuentra en camino, no puede tener una función útil para las plantas o los clientes; existe exclusivamente por el tiempo de transporte.



**Inventario de protección (o especulativo):** Las compañías que utilizan grandes cantidades de minerales básicos (como el carbón mineral, el petróleo o el cemento) o mercaderías (como la lana, los granos, o productos animales) que se caracterizan por fluctuar en sus precios pueden obtener ahorros significativos comprando grandes cantidades llamadas inventarios de protección, cuando los precios están bajos. La adquisición de cantidades extra a un precio reducido también reducirá los costos de los materiales de los artículos para un aumento de precio más tarde. Existen otros factores importantes en tales transacciones, incluyendo la tendencia de los precios, los riesgos de obsolescencia y el manejo de entregas futuras de mercaderías pero dichos temas no los trataremos en este momento. Obviamente, el ahorro obtenido es la verdadera ganancia del inventario añadido.

Para cada tipo de inventario, según su función, existen relaciones entre la inversión y la ganancia. Hay funciones que se traslapan; por ejemplo, el inventario estacional de anticipación actuará como *stock* de seguridad para proporcionar mejor servicio al cliente y así, reducir la necesidad de reaccionar a las variaciones en el índice total de la demanda. En la siguiente tabla podemos ver los tipos de inventarios con sus funciones y beneficios:

Tipo	Función	Beneficios
Tamaño de lote	Desacoplar las operaciones de fabricación (i.e., torno de roscar vs. montaje; proveedor vs. consumidor).	Descuentos comprados; en la compra, reducción de preparación de equipo y maquinaria, flete, manejo de materiales, gastos de papeleo y de inspección, etc.
Fluctuación de la demanda	Seguro contra la demanda inesperada (inventario de seguridad).	Ventas incrementadas; flete de salida reducido, sustitución del producto de mayor valor, servicio al cliente, de oficina, teléfono, telégrafo, costos de empaque, etc.

<b>Tipo</b>	<b>Función</b>	<b>Beneficios</b>
Fluctuación de la oferta	Seguro contra los suministros interrumpidos (i.e., huelgas, variaciones del tiempo guía de proveedores).	Tiempos muertos y tiempos extra reducidos, materiales sustitutos y flete de llegada; ventas incrementadas.
Anticipación	Estabilizar la producción (i.e., cubrir ventas estacionales, promociones de mercado).	Reducción de gastos de tiempo extra, subcontratos, contratos, despidos, seguro de desempleo, entrenamiento, desperdicio y repetición del trabajo, etc. Menor capacidad en exceso en el equipo necesitado.
Transportación	Llenar la línea de distribución (es decir, material en tránsito, en un almacén de sucursal y en consignación).	Tener inventario de protección contra los aumentos de precio.
Inventario de protección	Aumento de las ventas; reducción de los costos, manejo y de empaque.	Disminución de los costos de materiales.

Las funciones básicas de los inventarios son fundamentales para lograr flujo uniforme, razonable utilización del equipo, costos razonables del manejo de materiales y mantenimiento de buen servicio para los clientes. En cada etapa de la manufactura y de la distribución, los inventarios desempeñan la vital función de enlace entre cada par de actividades y por lo mismo, la administración siempre deberá estar tratando de diseñar sistemas y políticas que desempeñen las funciones vitales con un mínimo de inventarios y consecuentemente al menor costo posible.

#### **4.2 Modelos de inventarios**

Buscando satisfacer adecuadamente las necesidades de nuestros clientes internos y externos, hay que responder varias preguntas como:

¿Qué cantidad pedir?

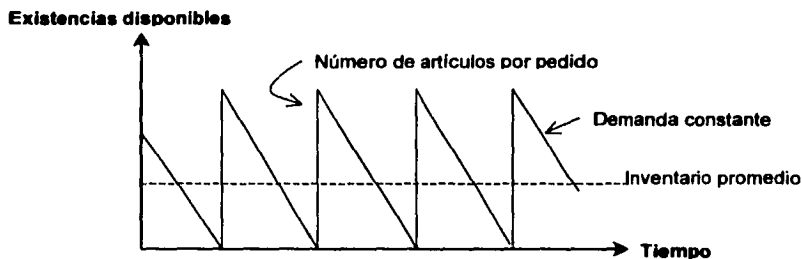
¿Con qué periodicidad?

¿Cuál es el tiempo de entrega?

Antes de enfrentarnos a tales cuestionamientos, revisaremos como punto base el modelo clásico de inventario, donde:

- La demanda del artículo es lineal y conocida
- El tiempo de entrega es inmediato, es decir igual a cero
- No existen faltantes o agotamiento

El comportamiento del inventario sería el siguiente:



Esto significa que en un tiempo igual a cero, se surten existencias hasta el nivel superior – representadas por las líneas verticales - para después ir disminuyendo de manera gradual y a un ritmo constante. Por ello, la pendiente es igual para todas las líneas inclinadas. Una vez acabadas las existencias, en una sola presentación se alcanza el máximo requerido.

Pero al llevarlo a un escenario real, al tratar de llevar el correcto control de nuestros inventarios, nos encontramos con una gran cantidad de factores que convierten esta actividad en un trabajo muy complejo. Entre ellos podemos mencionar escaseces, cambios de precio, retrasos en las corridas de producción y restricciones de capacidad de producción.

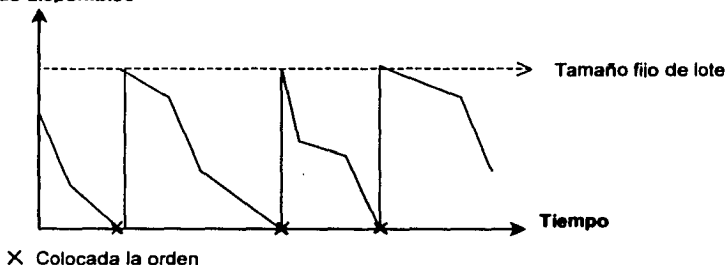
Por lo anterior, realizaremos una variación del modelo clásico revisando otros tipos de modelos de inventario.

## Tipos de modelo de inventario

### 1. Tamaño fijo de lote

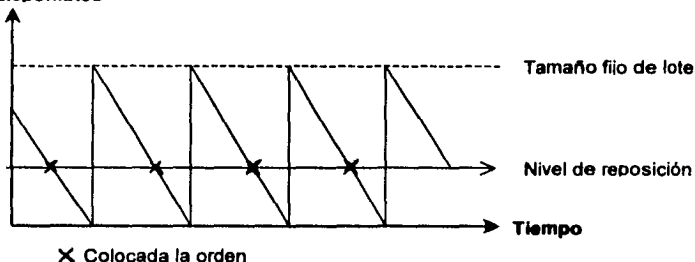
En este modelo siempre se pide la misma cantidad de unidades. El intervalo entre pedidos varía de acuerdo a las fluctuaciones en la utilización del artículo. Para determinar el punto de reorden puede aplicarse alguno de los procedimientos de cálculo para la cantidad óptima o basarse en la práctica.

Existencias disponibles

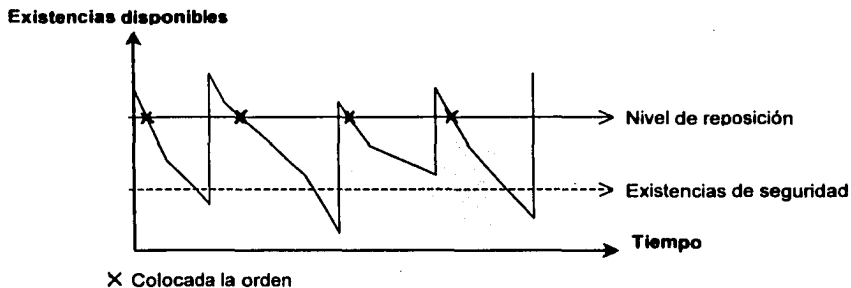


Si se varía el tiempo de demora haciéndolo distinto a cero, pero se conserva la tasa de utilización lineal se producen los siguientes cambios:

Existencias disponibles

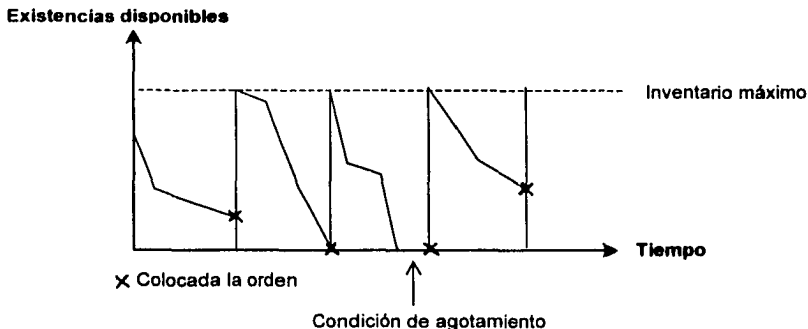


Si al modelo clásico se le varían las dos primeras premisas, se tiene un modelo de tamaño fijo de lote, con tasa de utilización variable y con tiempo de demora en la entrega. Esto se puede ver a continuación:

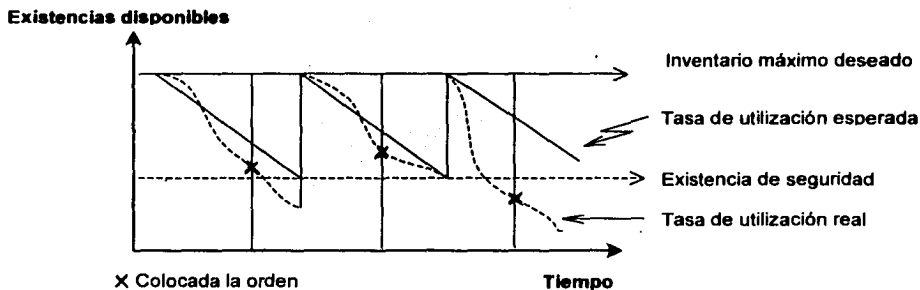


## 2. Intervalo fijo de pedido

En este modelo los pedidos se hacen a intervalos de tiempo igualmente espaciados y predeterminados. El tamaño del pedido variará de acuerdo con las fluctuaciones en la utilización del artículo entre intervalos.



Cuando se tiene un modelo de intervalo fijo de pedido con tasa de utilización variable, y con tiempos de demora diferentes a cero, se observa lo siguiente:



Comparando los dos tipos de modelos, intervalo fijo de pedido y tamaño fijo de lote, se puede deducir que:

1. En el modelo de intervalo fijo de pedido se requiere una cantidad mayor de existencias de seguridad que en el modelo de tamaño fijo de lote: esta mayor existencia de seguridad produce costos mayores de mantenimiento, lo cual se compensa con el trabajo menor de oficina requerido ya que los niveles de inventario se revisan sólo una vez durante cada intervalo de pedido. El modelo de tamaño fijo de lote requiere de una observación mayor de los niveles de inventario.
2. Los pedidos de diferentes artículos del mismo proveedor se pueden agrupar no solamente para reducir costos de pedido sino también para reducir los costos de transporte. El sistema de intervalo fijo de lote se adapta más a esta modalidad.

3. El modelo de tamaño fijo de lote es más compatible con la función de *planificación de operaciones* debido a que éste implica a menudo una producción irregular en el tiempo de los diferentes artículos terminados. Este modelo se adapta mejor a fluctuaciones en la tasa de utilización.

Los modelos presentados anteriormente se relacionan con nuestro estudio ya que tienen una aplicación directa a productos comprados.

### **4.3 Costos en los inventarios<sup>15</sup>**

Los costos que se ven afectados por cada decisión específica deben ser determinados al decidir cuánto inventario tener. Las siguientes clases de costos se consideran en las decisiones sobre inventarios.

#### **1. Costo de ordenar**

Los costos de ordenar pueden ser ya sea los de colocar pedidos de compra para adquirir material de un proveedor o los asociados con la orden de fabricación de un lote procedente de la planta. Cuando se compra material, se deben escribir requisiciones de materiales y pedidos de compra, se deben procesar facturas para pagar al proveedor e inspeccionar los lotes recibidos y entregar a las áreas de almacenamiento o de proceso. Cuando la planta ordena un lote manufacturado, se incurre en costos por papeleo, arreglo de la maquinaria, desperdicio normal de arranque que resulta de la primera producción del nuevo arreglo y otros costos de una sola ocasión que son función del número de lotes ordenados o producidos. La suma de todos estos costos es el costo de pedido para el lote.

Las unidades en que se determina el costo de ordenar son:   \$/orden

---

<sup>15</sup> Plossl, *ibidem*, pp. 23-25

El cual se puede obtener:  $K \left( \frac{a}{Q} \right)$

donde:  $K$  = costo de ordenar por orden

$a$  = demanda de un intervalo de tiempo del artículo

$Q$  = cantidad promedio por orden

## 2. Costo de mantener

Estos costos incluyen todos los gastos en que incurre la compañía por el volumen de inventario que lleva. Se incluyen usualmente en el costo de tenencia de inventario, los siguientes costos:

1. *Por obsolescencia*: Se incurre en estos costos porque el inventario no es vendible debido a patrones de venta cambiantes y a deseos del cliente. Este problema es agudo en los artículos de moda, de alta tecnología y en las industrias de la defensa.

2. *Por deterioro*: El material que se tiene en inventario puede humedecerse, secarse, ser ensuciado por el manejo o deteriorado de muchas otras maneras de modo que ya no se puede vender o usar.

3. *Por impuestos*: Muchos estados o municipios tienen impuestos por inventarios. Algunos se basan en la inversión en inventario en un momento particular del año, mientras que otros se basan en la inversión promedio en inventario del todo el año.

4. *De garantía*: Los inventarios, como la mayoría de los activos, son protegidos por un seguro generalmente llevado como parte de otras políticas de seguros de la compañía.

5. *De almacenamiento*: El almacenamiento del inventario requiere de una bodega con personal de supervisión y operativo, de equipo de manejo de material, de registros necesarios, etc. No se incurriría en los costos de estos medios si no hubiera inventarios.

6. *De capital*: El dinero invertido en inventarios no está disponible para ser usado en otras actividades de la compañía y, de hecho, puede ser pedido



prestado a los bancos. El costo de pedir prestado el dinero o el costo de la oportunidad de inversión perdida por usar este capital en otras áreas de la compañía debe cargarse a la inversión e inventario como el costo de capital.

Las unidades del costo de mantener son:  $(\$/\text{unidad}) \times (\text{intervalo de tiempo})$

El cual se puede obtener calculando:  $h \left( \frac{Q}{2} \right)$

donde:  $h$  = costo de mantener por unidad de intervalo de tiempo

$\frac{Q}{2}$  = promedio de unidades mantenidas en inventario

### 3. Costo de faltante

Si el material no está disponible cuando el cliente lo pide, pueden perderse las ventas o incurrirse en costos extra llamados costos de agotamiento de existencias. Es fácil describir las fuentes de los costos de desabasto, pero muy difíciles de calcular. Si no se dispone de inventario existen dos condiciones, una de pedidos retrasados y otra de pedidos no retrasados.

En el caso de un pedido retrasado, al menos se pueden identificar los costos resultantes del trabajo de oficina para dar el seguimiento al pedido retrasado. También existe la posibilidad de la pérdida de ventas futuras debido a las inconveniencias ocasionadas al cliente por la espera. Adicionalmente, es posible que haya costos por embarque de emergencia.

Cuando se pierde la venta, en el caso de pedidos no retrasados, existe la pérdida de la posible utilidad más la pérdida de la contribución a los costos de los gastos generales. Además, es posible que también existan pérdidas adicionales a causa de futuros pedidos que se coloquen entre los competidores. La incapacidad reiterada para enviar los pedidos de una manera

competitiva puede generar para la empresa una reputación de entregas deficientes, pérdida del prestigio y de las ventas.

Por otra parte, el trabajo derivado de procesar una orden regresada (embarque, facturación y quizá papeleo de control de inventarios y tiempo extra) puede ser considerable. El costo de las órdenes regresadas resulta no sólo del papeleo extra sino también del tiempo gastado por el personal en los diferentes departamentos que manejan el documento del pedido regresado, que recoge y empaca el embarque real y que responde a las peticiones de los clientes. El costo puede incluir primas elevadas del flete por la pequeña cantidad de material que se embarca.

#### 4. Costo unitario

Hablando sobre el inventario de materia prima, el costo unitario representa cuánto cuesta adquirir una unidad de cierto producto; por ejemplo, un galón de aceite lubricante, una pieza de tabla-roca, un tornillo, etc. En este tipo de inventario el costo puede disminuir comprando un volumen superior a las cantidades predeterminadas por el proveedor, frecuentemente esto origina mejores precios al cotizar por mayoreo.

En el caso de productos terminados, este costo está conformado por la suma de todos los costos involucrados: materia prima, mano de obra, instalaciones, equipo utilizado, etc. En este caso, el costo unitario no es afectado por el tamaño del inventario.

Las unidades del costo por unidad están dadas en:      \$/artículo

El cual se puede obtener:                                       $(C)(a)$

donde:    C = costo unitario

          a = demanda por intervalo de tiempo

## **5. Costos asociados con la capacidad**

Los costos relacionados con la capacidad incluyen los costos por tiempo extra, subcontrataciones, contrataciones, entrenamiento, despido y ocio. Se incurre en estos costos cuando es necesario aumentar o disminuir la capacidad o cuando por un tiempo existe demasiada o muy poca capacidad. Las decisiones a corto plazo para hacer funcionar un centro de trabajo - o toda una instalación - en tiempos extra durante un breve periodo, son predominantemente problemas de programación, aunque pueden dar como resultado una mala posición del inventario en relación con la demanda.

Cuando se incrementa la capacidad, los costos aumentan por alguna de las siguientes razones:

- Contratar y capacitar obreros (mano de obra directa)
- Contratar y capacitar supervisores
- Agregar personal de servicio en recepción, bodega y demás áreas
- Experiencias de la curva de aprendizaje
- Compra de equipo

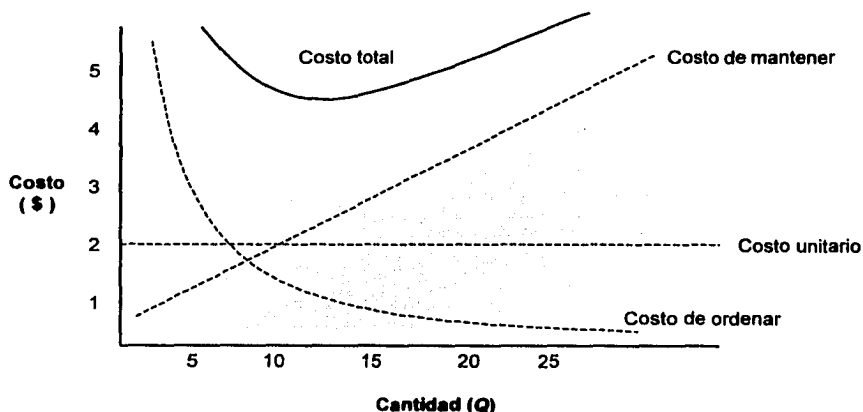
Un marcado decremento en la capacidad da como resultado costos debidos a:

- Huelgas (liquidación y pago de salarios caídos)
- Gastos generales fijos dispersos entre un menor volumen
- Ineficiencia temporal debido al cambio en el nivel de producción y a la reasignación de personal
- Baja moral

Muchos problemas difíciles surgen al determinar y emplear los costos para tomar decisiones sobre inventarios. Aun cuando se reconocen factores específicos que se han de considerar, los registros contables en la mayor parte de las compañías no arrojarán la información de los costos requerida en una forma de aplicación

inmediata y significativa. Para utilizar correctamente la información de costos relacionada con los inventarios, deberá considerarse lo siguiente:

- Que los costos sean en efectivo y no costos estándar de contabilidad
- De dónde vendrán los ahorros
- Cuánto se ahorrará
- Que los costos se vean afectados directamente por la decisión que se está tomando.



#### Relación del modelo clásico de inventario con los costos

Como hemos visto, los costos de inventario son gastos no deseados pero necesarios, por lo que el objetivo consiste en minimizar dichos costos y a la vez, optimizar las cantidades de pedido y el intervalo en tiempo de las órdenes de pedido.

Al relacionar los costos con el modelo clásico, tenemos que el costo total es la suma de los costos de ordenar, más los costos de mantener, más el costo por unidad:

$$CT = K\left(\frac{a}{Q}\right) + h\left(\frac{Q}{2}\right) + (C)(a)$$

Si analizamos la gráfica anterior se puede ver que la combinación o suma total de los tres costos antes enunciados es una curva que en determinado punto tiene una pendiente igual a cero, cuyas coordenadas son:

$$(Q^*, \$^*)$$

Buscando la  $Q^*$  o cantidad óptima que va a reducir los costos, sabemos que la primera derivada de una constante es igual a cero, por lo que el costo por unidad no afecta en la obtención del costo total mínimo. Al derivar el costo total con respecto a  $Q$  obtendremos la pendiente que al igualarla a su punto más bajo, o sea cero, nos arrojará lo siguiente:

$$\text{Pendiente} = \frac{d}{dQ} (CT) = -K\left(\frac{a}{Q^*}\right) + \frac{h}{2}$$

$$-K\left(\frac{a}{Q^*}\right) + \frac{h}{2} = 0$$

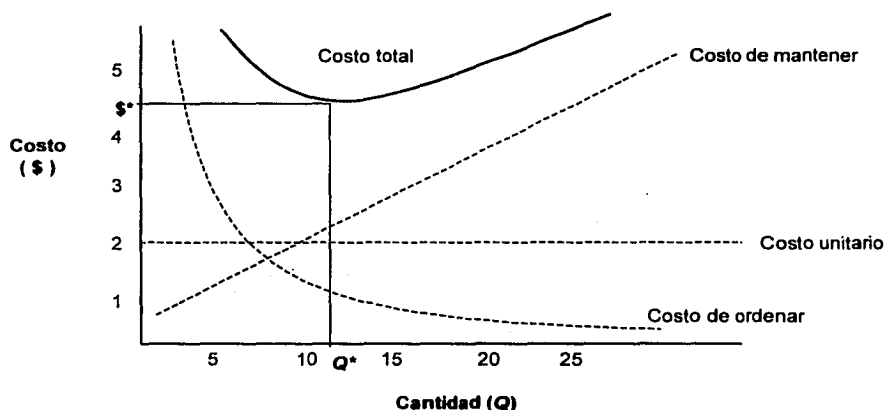
Si de esta ecuación se despeja  $Q^*$ , se obtiene el valor de la cantidad óptima de unidades por orden:

$$Q^* = \sqrt{\frac{2aK}{h}}$$

Una vez que se obtiene  $Q^*$ , se puede calcular el tiempo en el que este inventario óptimo va a llegar a cero existencias, tiempo que quedará determinado por:

$$l^* = \frac{Q^*}{a}$$

dando por resultado, los puntos señalados en la gráfica:

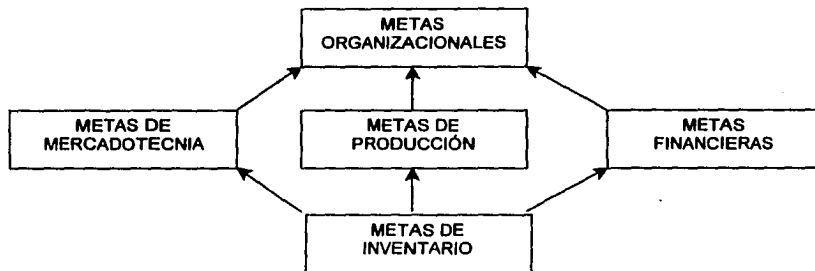


#### 4.4 Administración de inventarios

Con frecuencia, el inventario compensa una administración poco consistente e ineficiente, incluyendo malos pronósticos, programación fortuita y atención inadecuada a los procesos de preparación y de generación de órdenes. En otras palabras, el inventario puede encubrir irregularidades y es una manera de que la administración las pase por alto. En estos casos, el inventario incrementa los costos y la productividad, sin reforzar los ingresos netos. No obstante, las utilidades de un inventario administrado apropiadamente sobrepasan los costos de mantenimiento. El inventario puede ser un activo en el sentido amplio de la palabra, es posible que las medidas de desempeño y productividad difieran entre las organizaciones, pero todas necesitan una adecuada administración del inventario.<sup>16</sup>

<sup>16</sup> Blackstone, *Ibidem*, pp. 179-180

En la administración de inventario, los objetivos, las políticas y las decisiones que se tomen deben ser congruentes con los objetivos generales de la empresa, así como con los objetivos de mercadotecnia, financieros y de fabricación, de acuerdo con la siguiente figura:



En todo momento, las decisiones referentes al inventario están entrelazadas con las decisiones de planeación de capacidad, con las estructuras de planeación a largo, mediano o corto plazo, así como en las fases de ejecución y control de la administración de las operaciones.

La administración del inventario de artículos individuales deberá considerar los principios, conceptos y técnicas para decidir qué y cuánto ordenar, cuándo se necesita, cuándo ordenar la compra o producción, y cómo y en dónde almacenarlo. Las decisiones en cada uno de estos niveles deben ser congruentes con las decisiones a los otros niveles (deben estar integradas) y deben apoyar los objetivos de la organización mediante (1) la definición y obtención de los niveles deseados de servicio a la clientela y (2) el logro de los objetivos de inversión en inventario.

En un marco operacional, la administración del inventario se realiza mediante el uso de un conjunto de procedimientos que se conocen como *sistema de*

*administración del inventario*. Un sistema de administración del inventario comprende un conjunto de decisiones, reglas y lineamientos para diversas situaciones en el inventario. Utiliza la capacidad del procesamiento de datos para determinar la naturaleza de las diferentes situaciones a medida que surgen en el horizonte de planeación. Al utilizar la información que describe las variables de una decisión, automáticamente el sistema tomará decisiones sobre la base de modelos explícitos de algunas situaciones. En otras situaciones menos estructuradas, el sistema proporcionará la información importante para tomar la decisión para una acción.

### **Medidas de desempeño<sup>17</sup>**

Los dos criterios principales para la evaluación del desempeño de la administración del inventario son: los niveles de servicio al cliente alcanzados y la inversión requerida en inventario para lograr esos niveles. Muchas empresas siguen prácticas como el establecimiento de niveles específicos y la medición del desempeño frente a esos niveles.

#### **Servicio al cliente (nivel de servicio)**

Desde el punto de vista operativo, el servicio al cliente es el término utilizado para describir la disponibilidad de artículos cuando el cliente los necesita. El cliente puede ser el consumidor de un producto terminado, un distribuidor, una planta dentro de la organización, o un departamento en el cual se efectuará la siguiente operación. Ocasionalmente, si es que sucede alguna vez, una organización puede planear o actuar de modo que todos los artículos estén disponibles siempre, en la cantidad apropiada y cuando se necesitan. Algunas de las causas más obvias de la no disponibilidad de los artículos cuando se les necesita, son el número inusualmente grande de pedidos, falla de la maquinaria y entregas retrasadas de los proveedores. No obstante, una organización puede aspirar a tener un nivel elevado de servicio al cliente y cuantificar su desempleo contra esta meta. Por ello, muy bien ha dicho Richard Artes: "Un buen sistema de inventarios de

---

<sup>17</sup> Blackstone, *ibidem*, pp. 189-190, 198-199



artículos puede comparar el desempleo actual, con el desempeño planeado y proporcionar un círculo de retroalimentación para corregir las desviaciones significativas".

### **Inversión en inventarios**

La inversión en inventarios se puede medir a partir de un dato pasado, actual, o de un futuro proyectado. Ninguna de estas mediciones será totalmente exacta, pero serán tan precisas para el análisis y la toma de decisiones como se requiera. Se puede decir que sin una medición de la inversión del inventario, la administración está trabajando en la oscuridad.

Las inversiones en inventario proyectadas por periodo son necesarias para el análisis de flujo de efectivo y para determinar si las inversiones en inventario estarán dentro de la capacidad financiera de la organización. De no ser así, se necesitará revisar el plan de producción buscando que las inversiones se ajusten a la capacidad financiera.

De igual forma, los inventarios de producto terminado igualmente se rigen por los principios antes estudiados. En virtud que este trabajo trata específicamente sobre la comercialización de dichos productos, esta es una oportunidad para aplicar el principio ABC para concentrarnos en los artículos de alto valor monetario.

### **4.5 El método de análisis ABC<sup>18</sup>**

El análisis de desempeño ABC es uno de los primeros pasos para llevar una mejor administración de los inventarios. Su aplicación básicamente comprende:

1. Clasificar los artículos del inventario sobre la base de su importancia relativa.

---

<sup>18</sup> Blackstone, *ibidem*, pp. 202-204, 207, 208

2. Establecer diferentes controles de administración para las distintas clasificaciones, con el grado de control apropiado a la importancia concedida a cada clasificación.

Las letras A, B, C representan clasificaciones diferentes de importancia descendente, pero no hay nada extraordinario entre estas clases. Asimismo, los criterios para la clasificación deben reflejar la dificultad para controlar cierto artículo y el impacto de éste sobre los costos y la rentabilidad.

Por lo general, el análisis ABC se ilustra mediante el criterio de valor anual del dinero, pero éste sólo es uno de los muchos criterios que pueden afectar el valor de algún artículo. Los factores que afectan la importancia de un artículo y que pueden servir como criterios para la clasificación de los artículos en un análisis ABC incluyen:

1. Valor anual en dinero de las transacciones para un artículo
2. Costo unitario
3. Escasez del material utilizado para la fabricación de ese artículo
4. Disponibilidad de los recursos, fuerza de trabajo e instalaciones para producir un artículo
5. Tiempo necesario para su obtención
6. Requerimientos de almacenamiento para un artículo
7. Riesgos de robo, vida en estante y otros atributos importantes
8. Costo de la escasez del artículo
9. Volatilidad del diseño de ingeniería

Si bien el tiempo de obtención, los requerimientos de almacenamiento, las posibilidades de robos, la vida de estante, o la escasez de recursos como materias primas, la fuerza de trabajo o las instalaciones para la producción se deben considerar en la clasificación de un grupo de artículos, sólo se pueden determinar mediante la revisión y análisis de la situación.

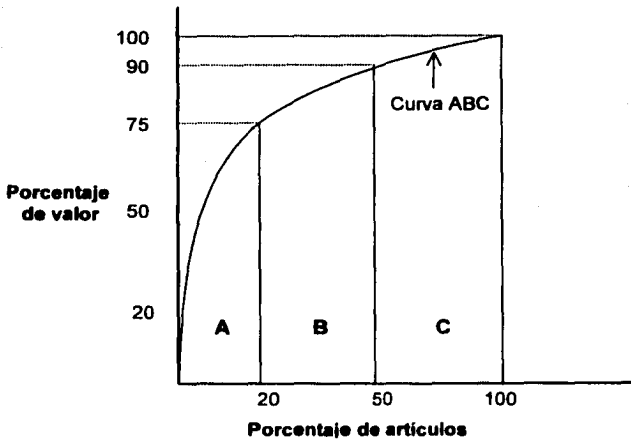
## **Procedimiento**

Aun existiendo una diversidad de criterios para la clasificación de los artículos, como un ejemplo simplificado describiremos la selección sobre la base del valor monetario.

1. Determinar la utilización anual de cada artículo en el inventario.
2. Multiplicar la utilización anual de cada artículo por el costo del mismo, para obtener el empleo monetario anual de cada artículo.
3. Sumar la utilización monetaria anual total de todos los artículos para determinar los gastos agregados monetarios anuales del inventario.
4. Dividir la utilización monetaria anual total de cada artículo entre los gastos anuales agregados para todos los artículos a fin de obtener el porcentaje de utilización agregada.
5. Detallar los artículos en rango ordenado sobre la base del porcentaje de utilización agregada.
6. Examinar la distribución de la utilización anual y de los artículos de los grupos sobre la base del porcentaje de utilización anual (cuadro 4.1).

<b>Clasificación del artículo</b>	<b>Artículos</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Porcentaje de valor</b>
A			
B			
C			

**Cuadro 4.1**



### **Distribución de inventario por valor**

En caso de seleccionar un criterio de clasificación diferente al de valor anual del dinero, pueden utilizarse controles tales como:

#### **Artículos A**

1. Evaluación frecuente de los pronósticos y de los métodos para pronosticar.
2. Contabilidad cíclica frecuente, posiblemente mensual, con tolerancias rígidas sobre la exactitud.
3. Actualización diaria de registros.
4. Revisión frecuente de los requerimientos de demanda, cantidades a ordenar e inventario de seguridad; generalmente da como resultados cantidades a ordenar relativamente pequeñas.

5. Seguimiento estricto y expeditación para reducir el tiempo de obtención (entrega).

### **Artículos B**

Son similares a los controles para los artículos A, pero aquí la mayor parte de los controles de actividad tienen lugar con menor frecuencia.

### **Artículos C**

1. La regla básica es tenerlos.
2. Se llevan registros sencillos o no se lleva ninguno; posiblemente se utiliza una revisión periódica del inventario físico.
3. Cantidades grandes de orden e inventario de seguridad.
4. Se almacenan en el área disponible para los trabajadores de producción o para los que surten.
5. Se cuentan los artículos con poca frecuencia (anual o semestralmente), con una exactitud escalar aceptable (se prefiere pesarlos a contarlos).

La aplicación tan extendida del procesamiento electrónico de datos por la administración de inventarios ha tenido un impacto en algunas de las aplicaciones del análisis ABC. Ahora se pueden llevar de manera económica registros exactos y puntuales sobre todos los artículos excepto los de costo muy bajo, tales como remache estándar, tornillos y otros artículos que se guardan en pequeños recipientes. Con fines de conservación de registros, sólo existen los artículos A y C, pero los procedimientos de conservación de registros son uno de los dos aspectos de la administración de inventarios. Otros procedimientos de planeación y control, tales como la evaluación de pronósticos y la frecuencia del ciclo de contabilidad, pueden estar influidos por el resultado del análisis ABC.

Es importante mencionar que se pueden efectuar distintos análisis ABC para diferentes grupos de productos. Deben analizarse por separado los artículos comprados, los producidos, los ensamblados, los subensamblados, los artículos

de demanda independiente y los de demanda dependiente, en la mayor parte de las situaciones. El análisis no debe pasar por alto las tendencias de la demanda o en los planes futuros. La mayor parte de los artículos tienen un ciclo de vida. Algunos están en el ciclo ascendente, por lo que experimentan una demanda creciente; otros ya han alcanzado este nivel y están en descenso o declinación. Si se siguen a ciegas, los patrones históricos de utilización pueden originar confusiones. Además, es posible que el departamento de mercadotecnia tenga pensado retirar un producto, o el departamento de ingeniería puede estar planeando rediseñar alguno de los componentes. La administración de inventarios debe obtener estos datos y usarlos en el establecimiento de los procedimientos de planeación y control.

#### **4.6 Rotación de inventarios**

La rotación de inventarios es un elemento de control, el cual indica el número de vueltas que da un inventario en el año. Se sabe que al cerrarse el círculo de comprar – vender – cobrar; se van generando las utilidades y por lo mismo, mientras más vueltas da el inventario, mayores serán las utilidades que obtenga la empresa. Sin embargo, normalmente mucho del capital invertido en el almacén está congelado por estar representado por mercancía obsoleta o de lento movimiento, siendo un reducido número de artículos el generador de la mayor parte de las utilidades.

Esta información es muy importante para tomar decisiones y se calcula de la siguiente forma:

Se toma el inventario promedio (al costo) del año, el cual puede determinarse de dos maneras, considerando que la empresa tenga su ejercicio del 1º de enero al 31 de diciembre:

$$\text{Inventario promedio} = \frac{\text{Inventario inicial en enero} + \text{inventario final a diciembre}}{2}$$

Otra forma es:

Inventario promedio = 
$$\frac{\text{Suma de los inventarios iniciales de ene a dic} + \text{inventario al 31 de dic}}{2}$$

La fórmula de la rotación es:

Rotación de los inventarios = 
$$\frac{\text{Costo de lo vendido (solamente de mercancía)}}{\text{Inventario promedio}}$$

Posteriormente - para cada uno de los artículos en inventario - se comparan la rotación, el porcentaje de utilidad bruta, el importe correspondiente a ventas y el costo de ventas, para definir qué renglón del inventario conviene suprimir o bien, limitar su volumen en el almacén.

#### **4.7 Máximos y mínimos**

Los máximos y mínimos señalan el momento de realizar un pedido al proveedor, así como la cantidad tope de existencia en el almacén. Evidentemente, las existencias en el almacén deberán fluctuar entre dos puntos.

Es importante mencionar que no es preciso llegar hasta el mínimo fijado para realizar un pedido; en su caso, la cantidad a pedir será la que resulte de restar, al máximo fijado, la cantidad en existencias en el almacén, pudiéndose sumar el consumo probable entre la fecha en que se finque el pedido y el momento en que se estime será surtido.

Para fijar los máximos y mínimos se deberán tener en cuenta el historial que en el pasado ha existido de consumo (fabricación) o de venta (comercial); el presupuesto de fabricación o de ventas; la disponibilidad del producto en el mercado y el tiempo estimado para ser surtido.

Una vez que sean fijados los máximos y mínimos tendrán que ser revisados periódicamente, a fin de ajustarlos a la realidad del negocio.

## **4.8 Punto de reorden**

### **Antecedentes**

El objetivo del punto de reorden es mantener un cierto número de unidades de inventario para consumo final, para el caso que se trata, el cual ha llegado al punto mínimo determinado para levantar un pedido al proveedor, con el objeto de tener disponibilidad de bienes durante el tiempo que transcurre entre el pedido y la entrega, más una reserva para cubrir pedidos en los retrasos que incurra el proveedor.

### **Fundamentos**

El punto de reorden toma en cuenta una estimación de requerimientos de los clientes en un tiempo pronosticado, más un inventario de reserva para hacer frente a la incertidumbre de la demanda y el tiempo guía.

En este tema, demanda es el nombre dado al requerimiento total de un artículo en un periodo dado de tiempo. El tiempo guía es el tiempo que corre desde el momento en que se decide que debe ponerse un pedido de reposición hasta que el material que cubre este pedido se recibió en las existencias y está listo para su uso. Este es el periodo en que un artículo es lo más vulnerable a agotarse en sus existencias, ya que su inventario se encuentra en el punto más bajo.

Conforme pasa el tiempo, se consume el inventario. Esto se supone que ocurre con una velocidad constante y uniforme, hasta que alcanza el nivel predeterminado del punto de reorden. Luego se coloca una orden de reposición. El inventario continúa descendiendo durante el tiempo guía, al final del cual se recibe el nuevo suministro; entonces el inventario se incrementa, iniciando una vez más el ciclo. Otro supuesto es que la reposición inmediata es necesaria.



Por desgracia, en la mayor parte de las situaciones reales, ni el tiempo guía ni la demanda pueden predecirse con exactitud. Por consiguiente, un punto de orden basado simplemente en la demanda promedio durante el tiempo guía no proporcionará suficiente *stock* (existencias) para dar inclusive una protección razonablemente buena contra el agotamiento, puesto que la demanda fluctuante excederá la mitad del tiempo promedio. Un problema mayor es entonces estimar cuánto *stock* de reserva se requerirá en el punto de reorden.

Con una demanda mayor a la planeada, el inventario cae hasta el *stock* de reserva antes de que la nueva provisión sea recibida. Si la demanda aumenta aún más o el tiempo guía se alarga, el inventario podría caer hasta cero, resultando un agotamiento de las existencias.

Con lo anterior debe notarse lo siguiente:

- Las cantidades de pedidos son por lo general fijas y recalculadas sólo cuando se esperan cambios significativos en la demanda.
- En la práctica, los puntos de reorden son con demasiada frecuencia fijos y revisados sólo esporádicamente.
- Los intervalos entre los pedidos sucesivos de reposición no son tan constantes pero varían en relación inversa con la tasa de consumo: entre mayor sea la demanda, menor será el intervalo entre los pedidos.
- La posición del *stock* de reserva del intervalo se considera por lo general estar disponible en el promedio a lo largo del año.
- La porción del inventario o *stock* de ciclo correspondiente a la cantidad de pedido completo se tendrá disponible sólo inmediatamente después de que se recibe. En promedio, sólo la mitad de la cantidad de reorden estará en inventario a lo largo del año debido al supuesto de consumo uniforme.
- El inventario total promedio planeado será igual a la mitad de la cantidad del pedido más el *stock* de reserva.

## **Factores**

Con lo anterior, la inversión en la cual se incurra con el inventario debe ser en función del servicio para el mercado que se ha determinado atender con los costos en los cuales se incurra. En el caso que los pedidos no se coloquen lo suficientemente rápido, no llegarán éstos con oportunidad, con lo que en inventario existente será consumido antes de la llegada del pedido, con lo que no se cubrirán las demandas a satisfacción y se incurrirá en no satisfacer las expectativas del cliente. Por otro lado, si la cantidad de los pedidos son mayores al consumo de los mismos, se acumularán inventarios, con lo que se incrementará el ciclo del efectivo.

Hay que considerar fluctuaciones aleatorias en la demanda, en las entregas de proveedores, en corridas de producción y otros factores incontrolables; éstos no podrán controlarse con la certeza pero sí podrán medirse y pronosticarse para limitar los riesgos en la toma de decisiones sobre el abastecimiento y el control de materiales y producto.

## **Variables**

Las variables del sistema que pueden ser manejadas por la administración para desarrollar un sistema de control son: el tamaño de una reposición o reorden, la frecuencia de reabastecimiento, el pronóstico de los niveles de consumo y el método de retroinformación, en el cual se basa la frecuencia de revisiones.

Dos sistemas son básicos para establecer los periodos de reabastecimiento:

- a) cantidad fija de artículos y tiempo variable de reorden
- b) tiempo fijo y cantidad variable

Cada situación de inventario presenta sus propias y únicas consideraciones y requerimientos; para el caso que se está tratando se seleccionó el sistema de

tiempo fijo y cantidad ya que los artículos que se comercializan unitariamente tienen un precio alto, por lo que es preferible tener una revisión constante del inventario para mantenerlo en un nivel lo más bajo posible sin dejar de satisfacer el nivel de demanda deseado para mejorar las ventas con respecto a la competencia.

En este sistema los ciclos de abastecimiento están controlados por periodos preestablecidos. La periodicidad puede ser semanal, quincenal, mensual o de acuerdo con cualquier otro ciclo. Sin embargo, el tamaño de la orden varía en cada ciclo para absorber las fluctuaciones del consumo entre un periodo, y la cantidad de materiales calculada para el periodo de abastecimiento se aumenta con una cantidad razonable calculada de reserva.

El sistema de tiempo fijo y cantidades variables es una modalidad del sistema de cantidad fija y tiempo variable, que se aplica cuando la incertidumbre de las fluctuaciones, debidas a causas internas y externas, no permite establecer un patrón de cantidades de reorden uniformes.

Con el sistema de cantidad variable se elimina o se reduce a un mínimo la costosa y continua vigilancia de los saldos en las existencias, que se lleva a cabo con el sistema de cantidades de reorden fijas. En el sistema de tiempo fijo la revisión de saldos se hace periódicamente, cada semana o cada mes.

Puede haber una variedad de maneras y procedimientos para efectuar las revisiones periódicas, pero la base es el control; éste consiste en una revisión en los periodos calculados y establecidos, y en formular una orden de compra basada en la cantidad consumida desde la última revisión.

Este sistema permite establecer políticas de reabastecimiento automático en periodos cíclicos uniformes. En el control del sistema, bajo condiciones de eficiencia en su procedimiento, debe reducir el promedio de fluctuaciones en el

nivel del inventario, en relación directa con las fluctuaciones de la demanda comparada con los pronósticos.

Para que el sistema sea eficiente debe cubrir los siguientes requisitos:

1. El sistema de reabastecimiento debe cumplirse a intervalos fijos.
2. El tiempo de abastecimiento, o sea entre la orden y su recibo en el almacén, deberá quedar fijado.
3. Los pedidos a proveedores deberán ser expeditados anticipadamente a la fecha de entrega.
4. Cada artículo deberá tener su fecha de revisión y ésta deberá efectuarse sin demora.

El sistema debe tener como base:

- a) el tiempo de abastecimiento
- b) el pronóstico del consumo durante el tiempo de abastecimiento
- c) las estadísticas de consumos y de errores en los pronósticos

Un procedimiento que resulta eficiente consiste en:

- 1.- Hacer un pronóstico de la cantidad que habrá de consumirse en el próximo periodo, que sea igual a la cantidad consumida en el tiempo de adquisición más la cantidad de un ciclo de reorden.
- 2.- Formular una orden de compra para elevar el nivel máximo de inventario y en tránsito hasta la cantidad total pronosticada para un ciclo siguiente, más la cantidad calculada en reserva.

El sistema de ciclos fijos se emplea en unidades de mayor valor y cuando el riesgo de pérdidas en ventas sea mayor.

Las variables a considerar son el tamaño del lote del pedido y el tiempo que se tarda en cubrirlo.

## **La reserva**

La reserva es una cantidad de unidades en las existencias, que tiene el propósito de absorber las fluctuaciones inevitables en los consumos y en las entradas a los almacenes, ya sea por producción propia o por entregas de proveedores.

## **Consideraciones**

El volumen de reservas puede inflar el valor de los inventarios, y puede no cubrir las fluctuaciones inherentes a las operaciones de ventas y de producción. El exceso reduce la incidencia de faltantes y los costos de pedidos. El exceso reduce la incidencia de faltantes y los costos de pedidos, pero aumenta los costos de almacenamiento. Este equilibrio entre ambos costos se deberá tener siempre en cuenta.

## **Determinación**

La manera de calcular la cantidad óptima de reserva es muy variable en sistemas y fórmulas matemáticas; aquí sólo se insiste en que deben llevarse estadísticas de tiempo de abastecimiento y de consumos.

El modelo que se da a continuación sirve para calcular la reserva mediante: estadísticas, fórmula de desviación estándar y tabla de distribución de frecuencia bajo la curva normal de distribución.

Ya que el punto de reorden es la cantidad de bienes suficientes para la duración del reabastecimiento, más una reserva. La reserva es la cantidad de unidades en las existencias, que tiene el propósito de absorber las fluctuaciones inevitables en los consumos y en las entradas a los almacenes, ya sea por producción propia o por entrega de proveedores.

Toda compañía corre el riesgo de no tener existencias de un material o un artículo cuando el inventario de uno u otro ha bajado a su mínimo nivel; esto ocurre

durante el periodo de reorden, o sea, durante la espera de la mercancía en tránsito.

Por tanto, la determinación de la existencia de reserva que ha de mantenerse para reducir al mínimo los faltantes y la inversión en el inventario, depende del insumo durante el periodo de reorden, es decir, entre el pedido y la entrega de la mercancía. Por ejemplo, los consumos durante el periodo que comprende desde el momento en que se hace el pedido al proveedor o al departamento de producción hasta la llegada al almacén, pueden ser tan variados como los siguientes:

Demanda histórica en el año 2000.

	ART.A	ART.B	ART.C	ART.D	ART.E	ART.F	ART.G	ART.H	ART.I	ART.J	ART.K
Enero	170	176	84	85	165	247	396	240	25	327	335
Febrero	165	439	195	135	194	356	461	152	54	304	229
Marzo	196	285	65	83	203	413	491	267	28	307	165
Abril	206	369	162	68	223	508	290	182	235	321	349
Mayo	244	226	157	71	147	308	375	119	165	336	265
Junio	170	433	243	209	362	532	416	208	152	205	338
Julio	123	264	112	83	277	321	323	144	193	473	229
Agosto	102	650	345	189	518	1030	471	284	93	250	297
Septiembre	211	239	271	221	433	928	178	141	135	392	408
Octubre	241	619	265	229	718	1113	730	340	153	236	378
Noviembre	356	528	164	66	321	556	396	253	190	406	613
Diciembre	376	612	201	188	590	870	742	419	149	612	254
TOTAL	2560	4840	2264	1627	4151	7182	5269	2749	1572	4169	3860
PROMEDIO MENSUAL	213	403	189	136	346	598	439	229	131	347	322

Los totales, divididos entre 12 meses dan cierto promedio de unidades; pero tal promedio nos dice poco, debido a la gran variabilidad de demandas en cada producto. Entonces recurrimos al cálculo estándar como sigue:

A cada demanda le restamos el promedio mensual,  $X - \bar{X}$ :

	ART.A	ART.B	ART.C	ART.D	ART.E	ART.F	ART.G	ART.H	ART.I	ART.J	ART.K
Enero	-43	-227	-105	-51	-181	-352	-43	11	-106	-20	13
Febrero	-48	36	6	-1	-152	-243	22	-77	-77	-43	-93
Marzo	-17	-118	-124	-53	-143	-186	52	38	-103	-40	-157
Abril	-7	-34	-27	-68	-123	-91	-149	-47	104	-26	27
Mayo	31	-177	-32	-65	-199	-291	-64	-110	34	-11	-57
Junio	-43	30	54	73	16	-67	-23	-21	21	-142	16
Julio	-90	-139	-77	-53	-69	-278	-116	-85	62	126	-93
Agosto	-111	247	156	53	172	432	32	55	-38	-97	-25
Septiembre	-2	-164	82	85	87	330	-261	-88	4	45	86
Octubre	28	216	76	93	372	515	291	111	22	-111	56
Noviembre	143	125	-25	-70	-25	-43	-43	24	59	59	291
Diciembre	163	209	12	52	244	272	303	190	18	265	-68

A cada valor lo elevamos al cuadrado

$$(X - \bar{X})^2$$

	ART.A	ART.B	ART.C	ART.D	ART.E	ART.F	ART.G	ART.H	ART.I	ART.J	ART.K
Enero	1878	51680	10955	2559	32731	123552	1856	119	11236	417	178
Febrero	2336	1272	40	0	23079	58806	480	5942	5929	1885	8587
Marzo	300	14003	15293	2765	20425	34410	2695	1438	10609	1634	24544
Abril	54	1179	711	4568	15109	8190	22226	2217	10816	698	747
Mayo	940	31447	1003	4171	39568	84390	4107	12118	1156	130	3211
Junio	1878	880	2952	5390	259	4422	533	445	441	20283	267
Julio	8160	19414	5878	2765	4750	77006	13475	7239	3844	15771	8587
Agosto	12395	60844	24440	2853	29613	186192	1019	3016	1444	9490	608
Septiembre	5	27005	6779	7296	7584	108570	68165	7759	16	1988	7453
Octubre	765	46512	5827	8727	138446	264710	84633	12303	484	12414	3173
Noviembre	20354	15542	608	4842	621	1806	1856	572	3481	3432	84875
Diciembre	26460	43542	152	2748	59577	73712	91759	36068	324	70004	4579

Les aplicamos la siguiente fórmula:

$$\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{n - 1}$$

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Donde  $n$  es el número de datos, en este caso el número de meses. Por tanto la desviación estándar de los consumos de los 12 meses en unidades es la siguiente.

ART.A	ART.B	ART.C	ART.D	ART.E	ART.F	ART.G	ART.H	ART.I	ART.J	ART.K
83	169	82	67	184	305	163	90	67	112	116

Ahora determinamos qué grado de nivel de seguridad es el deseado. Se establece que la empresa administre un 5% de faltantes, o sea, de alcanzar un 95% de seguridad.

Buscamos en la tabla el valor de 95% de seguridad y encontramos que 1.64 es el número de desviación estándar, a la derecha de la media de la campana de distribución. Multiplicamos 1.64 por las unidades y obtenemos las unidades de reserva.

ART.A	ART.B	ART.C	ART.D	ART.E	ART.F	ART.G	ART.H	ART.I	ART.J	ART.K
136	277	135	109	301	501	268	148	110	184	189

Ahora, al sumar 160 unidades de la desviación estándar y las unidades de reserva, el resultado indica que debe reordenarse cuando las unidades hayan llegado al siguiente mínimo en unidades.

ART.A	ART.B	ART.C	ART.D	ART.E	ART.F	ART.G	ART.H	ART.I	ART.J	ART.K
219	446	217	176	485	806	431	238	178	296	305

En este caso se estima el monto por unidad, el costo anual de mantenimiento de existencia de reserva: por tanto, mantener cierto número de unidades de reserva para una confiabilidad de 95% de no tener faltante, le cuesta a la empresa, anualmente, el costo por unidad por las unidades en almacén.



Existen graves fluctuaciones en la mayoría de los mercados. La venta de un producto puede bajar de manera repentina e inesperada, la existencia de materiales y productos puede agotarse totalmente en un solo pedido que haga algún cliente; o bien, la tendencia de venta puede superar lo pronosticado y las reservas resultan cortas.

Se tiene que estar alerta a los cambios, para ajustar los cálculos de las cantidades que deban pedirse respecto de los ciclos y de las cantidades de reserva. Para ello, lo más fácil es usar la regla de prueba y error, aunque lo más conveniente es llevar estadísticas y emplear los métodos de pronósticos, sobre todo cuando las fluctuaciones siguen un ritmo de incremento o de reducción en las tendencias del mercado.

La experiencia fundada en hechos y eventos casuales anteriores ayuda a prever las probabilidades de que los mismos ocurran en el futuro, tratándose de medidas de cantidad y de tiempo, las proyecciones futuras no coincidirán con el pasado, pero sí proporcionan elementos para pronosticar, con el límite de certeza y riesgo.

### **Sistemas de control**

#### **Por consumo y tiempo de entrega**

Este método ha sido bastante práctico para un buen número de empresas comerciales e industriales.

1. El encabezado de la hoja lleva impreso para la fecha del estudio: día, mes y año.
2. La hoja ha de tener 10 columnas con los títulos impresos en cada una de ellas.

Primera columna.

Debe tener escritos o ya impresos los productos que se comercializan. Pueden listarse por orden alfabético o numérico (número de clave). En este modelo, por falta de espacio, cada artículo se simboliza con una letra.

Segunda columna.

"Consumo mensual". El dato es obtenido de los récords de salida de almacén del mes que se analiza.

Tercera columna.

"Consumo diario". Se divide entre un factor constante "30" el consumo mensual de la segunda columna. Ejemplo: producto A  $3,000/30 =$  consumo diario 100.

Cuarta columna.

"Días de adquisición". Se anotan los días en que normalmente se reabastece.

Quinta columna.

"Mínimo". Es el resultado de multiplicar el consumo diario, columna 3, por los días de adquisición, columna 4.

Sexta columna.

"Demora". Es un porcentaje estimado de tiempo que puede demorar el reabastecimiento (fallas de proveedor, de transporte, de trámites aduanales, etc.)

Séptima columna.

"Punto de reorden". Es la cantidad que señala la necesidad de reabastecerse. Se calcula multiplicando primero la cantidad de mínimo, columna 5, por el porcentaje, columna 6, y sumando el resultado a la cantidad mínima, columna 5.

Octava columna.

"Cantidad de reserva". Es la cantidad de reserva (stock de seguridad) que se agregó al mínimo de la columna 5.

Novena columna.

"Días de reserva". Es el número de días en que se cubre la posible demora de proveedor o producción; se calcula dividiendo la cantidad de reserva, columna 8, entre el consumo diario, columna 3.

Décima columna.

"Días esperados". Es la suma de los días de adquisición, columna 5, más los días de reserva, columna 8.

**Sistema de Control  
POR CONSUMO Y TIEMPO DE ENTREGA**

Fecha: ( Día / Mes / Año )

ARTÍCULO	CONSUMO MENSUAL	CONSUMO DIARIO	DÍAS DE ADQUISICIÓN	MÍNIMO	DEMORA	PUNTO DE REORDEN	CANTIDAD DE RESERVA	DÍAS DE RESERVA	DÍAS ESPERAD.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

Este método ha sido practicado con éxito en un número variado de empresas comerciales e industriales, reduciendo los inventarios y el riesgo de faltante, así como reducción de los costos de almacenamiento o de abastecimiento.

### Costos faltante - Costo excedente

Debido a que el punto de reorden procura equilibrar los costos incurridos por falta de inventarios al no satisfacerse demanda, así como el costo por ventas no realizadas, nos interesa ver el comportamiento de los costos de faltante (CF) contra el costo de excedente(CE) en un sistema llamado CF - CE , el cual lo mismo sirve para determinar el punto de reorden para compras que para ordenar la producción cuando la existencia de productos terminados ha llegado al límite mínimo fijado.

La fórmula empleada en el sistema CF - CE es:

$$Pr = S \times Ta + (S \times Ta \times 0.7 \times D)$$

donde:

<b>S</b>	=	consumo durante el tiempo de adquisición
<b>Ta</b>	=	tiempo de adquisición, en días, semanas o meses
<b>0.7</b>	=	factor constante para todos los casos
<b>D</b>	=	demora, en porcentaje estimado de tiempo de posible tardanza en el reabastecimiento
<b>Pr</b>	=	punto de reorden

	ART.A	ART.B	ART.C	ART.D	ART.E	ART.F	ART.G	ART.H	ART.I	ART.J	ART.K
S	352	666	311	224	571	988	724	378	216	573	531
Ta	1.65	1.65	1.65	1.65	1.65	1.65	1.65	1.65	1.65	1.65	1.65
(Constante)	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70
D	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16
<b>PUNTO DE REORDEN</b>	<b>654</b>	<b>1,221</b>	<b>571</b>	<b>410</b>	<b>1,047</b>	<b>1,812</b>	<b>1,329</b>	<b>694</b>	<b>397</b>	<b>1,052</b>	<b>974</b>

El sistema CF - CE es conveniente cuando las incertidumbres en los consumos de las existencias y las entregas de proveedores son inciertas; cuando el promedio

de órdenes mensuales es alto o errático, o cuando son promedio los tiempos de adquisición, son erráticas o desconocidos.

### **Por Grado de Seguridad y Tabla de Poisson**

Este sistema es útil para determinar el punto de reorden cuando los promedios de órdenes mensuales son más o menos estables.

La fórmula se expresa así: consumo por el tiempo de adquisición + raíz cuadrada de este resultado, multiplicada por un factor (*d*); tal factor se encuentra en la tabla de Poisson de faltantes aceptables por distribución de frecuencias correspondientes al grado de seguridad permitido; así pues:

$$Pr = S \times Ta + d \sqrt{(S \times Ta)}$$

donde:

<i>Pr</i>	=	punto de reorden
<i>S</i>	=	consumo durante el tiempo de adquisición
<i>Ta</i>	=	tiempo de adquisición
<i>d</i>	=	factor de la tabla de Poisson

Las columnas contienen los datos para determinar el punto de reorden, los cuales contienen:

1. Consumo: el promedio mensual de salidas del almacén.
2. El tiempo de adquisición: desde que se elabora una orden hasta la entrega al almacén de lo ordenado.
3. Seguridad: porcentaje de faltas que se espera tener durante el periodo de reabastecimiento.

Esta cifra en porcentaje se busca en el renglón correspondiente de la tabla de Poisson de faltantes permisibles, para encontrar el factor (*d*).

4.- Punto de reorden.

	ART.A	ART.B	ART.C	ART.D	ART.E	ART.F	ART.G	ART.H	ART.I	ART.J	ART.K
S	213	403	189	136	346	599	439	229	131	347	322
Ta	1.65	1.65	1.65	1.65	1.65	1.65	1.65	1.65	1.65	1.65	1.65
% faltantes	1	3	1	1	2	4	3	1	1	2	2
d	2.33	1.89	2.33	2.33	2.06	1.76	1.89	2.33	2.33	2.06	2.06
Pr	396	714	352	259	620	1,043	775	423	250	623	578

Tabla de factor d, de Poisson

Factor d	Porcentaje de faltantes aceptables	Factor d	Porcentaje de faltantes aceptables
4.00	Nunca		
3.50	0.023	1.48	7.00
3.00	0.135	1.41	8.00
2.80	0.260	1.35	9.00
2.60	0.470	1.20	10.00
2.50	0.620	1.16	12.50
2.40	0.820	1.04	15.00
2.33	1.00	1.00	15.87
2.17	1.50	0.85	20.00
2.06	2.00	0.68	25.00
1.96	2.50	0.53	30.00
1.89	3.00	0.30	35.00
1.82	3.50	0.26	40.00
1.76	4.00	0.13	45.00
1.65	5.00	0.00	50.00

## **5. ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS**

Como se vio en el capítulo anterior, el modelo de inventario tipo ABC tiene tres clasificaciones basadas en el volumen anual de ventas; la ventaja de dividir los artículos del inventario en clases permite que se establezcan políticas y controles para cada clase, por lo que los productos de clase A tienen que permanecer en un área más restringida y los registros de inventario para estos artículos deben ser verificados con mayor frecuencia, por lo que la exactitud de los registros es un ingrediente crítico para este sistema, para la toma de decisiones precisas acerca de las órdenes, la programación y los embarques, por lo que la automatización puede ser la tecnología más apropiada.

La empresa consciente del cambio, ha empezado a aplicar tecnología de punta, los cuales tienen como objetivo principal automatizar sus procesos, buscando aumentar las ganancias minimizando el costo y tiempo.

### **5.1 Equipo de cómputo**

Aprovechar los avances tecnológicos para brindar un acceso fácil y rápido a la información de una manera económica y segura. La introducción de las computadoras constituye una revolución en las operaciones de todas las empresas grandes o pequeñas, en la que todos los controles de la empresa se computarizan, inventarios, órdenes de compra y de venta, pedidos, facturas, entradas y salidas de almacén ya que todas las operaciones de la empresa se realizan con una misma interfase, conocer las posibilidades que la nueva tecnología ofrece a los usuarios y permite la obtención de mayores beneficios en el desempeño de cada proceso. La utilización óptima de las herramientas tecnológicas y su aplicación en el entorno constituyen una parte importante para el éxito del producto o servicios.

Con el objeto de computarizar los procesos de entrada y salida de mercancía se adquieren dos computadoras personales de escritorio que incorporadas a la red

local de empresa permiten el rápido acceso por parte de los departamentos de ventas y de compras para el monitoreo de existencias.

## **5.2 Equipo de almacenaje**

Unos aspectos importantes para el inventario son el espacio físico del almacén; nunca es suficiente. El costo del almacenaje es más elevado de lo normal; hay escasez del personal; la falta de equipo necesario para acomodar, como manejar la mercancía; los productos no están colocados de acuerdo a la demanda obligando al personal a trasladar los productos de un lado a otro, provocando así errores, lentitud en los embarques y agotamiento del personal; los equipos se desgastan más, debido al mayor número de maniobras que se tienen que hacer para el acomodo y traslado de productos en la entrega de pedidos.

Como se mencionó en el capítulo 2 para el manejo y traslado de las mercancías, la empresa cuenta con los siguientes equipos para el manejo de las mercancías:

4 carretillas manuales con bomba hidráulica

1 apilador con levante electro-hidráulico

3 carretillas

350 tarimas de madera

2 Impresoras Monarch

## **Rack de almacenaje**

Existen siete sistemas de almacenaje:

Rack selectivo: es un sistema ajustable y versátil; adaptable a cualquier tipo de carga, ya sea en peso o en volumen, incluyendo el almacenamiento sin la necesidad de la tarima. Se tiene acceso por los pasillos de consulta a cada tarima facilitando así el almacenaje de diversos productos. Es el sistema más usual por las múltiples aplicaciones y usos.



**Drive-in:** es un sistema idóneo para almacenar productos homogéneos, cuya rotación o acceso directo no sea un factor determinante. Su ventaja principal es el máximo aprovechamiento de su bodega (60-80%), ya que no requiere pasillos; las mismas calles interiores donde se depositan las tarimas, sirven para el acceso del montacargas.

**Drive-thru:** es el sistema de almacenaje que mejora la rotación de productos paletizados, además facilita el abastecimiento y control de existencias, ya que normalmente se hace la carga en un sentido y la descarga en el sentido opuesto.

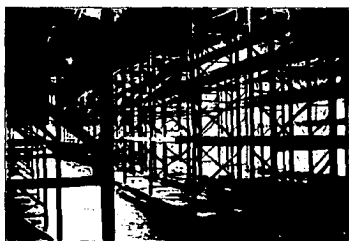
**Push-Back:** es el sistema de alta densidad donde se logra almacenar hasta cuatro tarimas por carril, por medio de carros deslizantes. Se maximiza el espacio y se minimizan las maniobras de montacargas ya que sólo se depositan las tarimas en la entrada sobre los carros, los cuales se deslizan por la pendiente hacia el sentido del montacargas.

**Dinámico:** una rotación óptima de los productos debido al desplazamiento de la carga por gravedad. No se requieren pasillos, ya que el montacargas sólo deposita la tarima en la entrada, la cual se desliza sobre los rieles inclinados hacia el fondo; los rieles son conformados por ruedas, que hacen la vez de freno teniendo una velocidad constante y controlada.

**Cantiliver:** este sistema es ideal para el almacenaje de elementos largos y muy pesados como: barras, tubos, perfiles, vigas, etc. Puede ser armado y desarmado, además de un práctico ajuste a la altura cubriendo así sus necesidades de almacenamiento.

**Mezanine:** es un sistema diseñado para proporcionar al usuario un nivel adicional de su espacio. Este nivel es óptimo para el almacenaje de productos en *stock*, o como un nivel de oficinas.

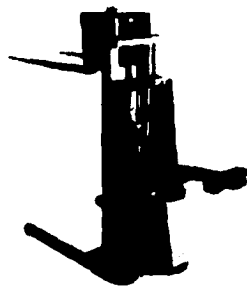
El sistema que es elegido para el almacenamiento de las mercancías en este almacén es el de *rack* selectivo debido a que se tiene un mejor acceso al clasificar las mercancías del tipo A, B y C y favorece el almacenamiento inmediato de las cargas paletizadas con una fácil y rápida localización en todas sus posiciones. Este sistema de almacenamiento se puede componer con alineaciones de simple y/o doble entrada dimensionadas, de manera que cada pasillo permita el acceso individual a cada una de las posiciones de carga, lo que repercute definitivamente en los tiempos operativos; para este propósito se adquieren 350 *racks*, cada *rack* tiene una capacidad de hasta 22 toneladas por estante, con una altura de 5.5 m; las cabezas y vigas están fabricadas en acero y las estructuras tienen niveles ajustables.



### Montacargas

Con la incorporación de este sistema de almacenaje es necesario adquirir dos montacargas más para el acomodo de los productos en los *rack* con las siguientes características

- Tienen tres velocidades de traslación hacia adelante y hacia atrás
- También cuentan levante electro-hidráulico



Serie M

- Con capacidades de carga de 1500 y 2000 lb (680 y 900 kg)
- Gran maniobrabilidad
- Sistema eléctrico de 24 volts con baterías y cargador integrado
- Este modelo es ideal para trabajar en áreas cerradas donde la mayoría de los equipos no pueden operar.

### **Carretillas para operador caminando**

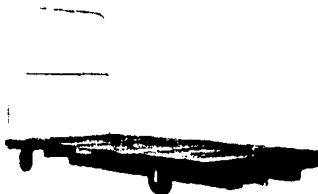
Es necesario la adquisición de carretillas y plataformas para el traslado de las mercancías de gran peso desde el área de almacenamiento a el área de preparación y entrega de pedidos.

- Están diseñadas con una bomba hidráulica de fácil mantenimiento
- Ofrecen capacidad de 5000 Lb. (2250 kg.)
- Diseño de uñas reforzado con un ancho de 160 mm
- Ruedas direccionales articuladas y una altura de levante de 5" (127 mm)
- Un mango de control con una palanca de 3 posiciones, incluyendo neutro.



### **Plataformas**

Para el fácil traslado de las mercancías dentro del almacén se adquirieron plataformas de 1.5 m x 1m, con el objeto de poder trasladar las mercancías más delicadas o de volumen pequeño del área de preparación de mercancías al área de embarque.



## **Tarimas**

En este campo las alternativas tecnológicas para este rubro también existen. Como se mencionó en el capítulo 2, la empresa cuenta con tarimas de madera que tienen las siguientes características, la duración de las mismas es de 5 meses aproximadamente, requieren de fumigación, son inflamables y de fácil combustión, no pueden estar a la intemperie, no pueden ser marcadas ni selladas para un mejor control de inventarios, no son fácilmente apilables, por lo que se ha sugerido el cambio gradual por tarimas de material HDPE que tienen una duración de 5 años, no se oxidan y no absorbe humedad, no son flamables ni generan chispa entre ellas, pueden ser rotuladas y pueden ser lavadas, con superficie anti-deslizante y piso ventilado, que tienen un tamaño de 101 cm x 121 cm x 14 cm, con entrada en los 4 lados.

### **5.3 Control del almacenamiento**

La automatización de almacenes se da aplicando intensivamente el código de barras y unidades portátiles para la captura automática de datos, con ellos se lleva el control de ingreso de mercadería al almacén y control de salida para la recepción de productos en el almacén por parte de los proveedores y el despacho de estos productos a los clientes. Para la implantación de esta solución es recomendable la reorganización del almacén, del etiquetado y del levantamiento de la información inicial para que a partir de ese momento trabajen con este tipo de tecnología.

Los sistemas de códigos de barras utilizan lo último de los avances tecnológicos, y son sencillos de entender por cualquier persona, un sistema de código de barras consiste de sólo cuatro componentes Interdependientes:

- El símbolo de código de barras
- El dispositivo de lectura
- El decodificador
- La computadora, necesaria para recibir y procesar los datos

El sistema trabaja de la siguiente manera. Un *scanner* de códigos de barras lee el ancho de barras y espacios en un símbolo de código de barras y los convierte a señales electrónicas. La señal es enviada al decodificador, el cual convierte los datos y los pasa a la computadora. A ese punto, la computadora puede usar los datos para cualquier proceso que haya sido programado hacer. El código de barras es la llave o clave en un archivo de la base de datos de la computadora, tal como la identificación de un producto

Técnicas de entrada de datos: existen diferentes técnicas de entrada de datos, como son la captura manual, el reconocimiento óptico, la cinta magnética y el código de barras.

El código de barras es un arreglo en paralelo de barras y espacios que contiene información codificada en las barras y espacios del símbolo. Esta información puede ser leída por dispositivos ópticos, los cuales envían la información leída hacia una computadora como si la información se hubiera tecleado.



#### **Ventajas:**

Algunas de sus ventajas sobre otros procedimientos de colección de datos son:

- se imprime a bajos costos
- permite porcentajes muy bajos de error
- los equipos de lectura e impresión de código de barras son flexibles y fáciles de conectar e instalar.

## **Beneficios**

Es la mejor tecnología para implantar un sistema de colección de datos mediante identificación automática, y presenta muchos beneficios como el registro en línea de entradas y salidas, no hay retrasos desde que se lee la información hasta que puede ser usada.

- Se mejora la exactitud de los datos
- Conocimiento permanente del nivel de inventario actual del almacén
- Se tienen costos fijos de labor más bajos
- Se puede tener un mejor control de calidad, mejor servicio al cliente
- Se pueden contar con nuevas categorías de información
- Se mejora la competitividad
- Disminución del tiempo de demora de recepción y salida de los productos del almacén con el uso de datos de ubicación
- Determinar en forma exacta los productos distribuidos a clientes
- Uso efectivo del área de almacenaje
- Eliminación de sistemas manuales susceptibles a error
- Determinar en cualquier momento cuál es el nivel de inventario mínimo permitido en el almacén

## **Simbologías**

Un símbolo de código de barras es la impresión física de un código de barras.

Una simbología es la forma en que se codifica la información en las barras y espacios del símbolo de código de barras.

Existen diferentes simbologías para diferentes aplicaciones, cada una de ellas con diferentes características. Se adoptó la simbología EAN/UPC que utilizan el comercio detallista, autoverificable, numérico, longitud fija, que es el utilizado por la mayoría de los distribuidores.



### Identificación automática

Los sistemas que utilizan código de barras se conocen como sistemas de identificación automática (Auto ID). Se describen a continuación los principales equipos y accesorios requeridos por estos sistemas.

### Lectores de código de barras

La función de estos equipos es leer la información codificada en las barras y espacios del símbolo de código de barras y enviarla a un decodificador que a su vez la envía a una computadora o terminal (*Host*) como si la información hubiera sido teclada.

Los códigos de barras, a diferencia de la entrada de datos convencionales, ofrecen gran velocidad y eficacia, comparadas con las entradas de datos por el teclado, que típicamente producen un error por cada 300 caracteres, los códigos de barras alcanzan un error por un millón de caracteres ingresados.

## Terminales portátiles de colección de datos



Se utilizan para colección de datos en lugares donde es difícil llevar una computadora, como en un almacén o para trabajo en campo. Generalmente se diseñan para uso industrial rudo. Las terminales portátiles cuentan con un *display* pequeño, teclado, puerto serial, puerto para conexión de un lector externo de código de barras y son programables. La memoria RAM con que cuentan, puede variar de unos 64K hasta 4 MB; tienen radios, permitiéndose así una interacción en línea con el *host*.

### Ventajas de la radio frecuencia

Partiendo de las características y funcionamiento de una red de Radio Frecuencia, y pensando en su aplicación, se pueden extraer los siguientes beneficios:

- Eliminación del papel; no sólo supone un pequeño ahorro de costos, si no que se evita la pérdida de documentos de trabajo.
- Considerable ahorro de costos en tiempo de los recursos. Los operarios no tienen que desplazarse a recuperar las listas de trabajo ya que las órdenes les aparecerán directamente en el terminal de radio.
- La gestión de las operaciones en tiempo real.



- La sincronización de los movimientos de entrada, internos y de salida, y por lo tanto su optimización.
- La eliminación de errores por fiabilidad general del nivel de inventario y por la estandarización de tareas.
- La gestión consolidada de toda la estructura de distribución (almacén y las plataformas de carga).

El sistema de código de barras otorga eficiencia, economía y gran desempeño como un método de identificación automática, juntando datos y procesando información rápidamente.

## **6. ANÁLISIS FINANCIERO**

### **6.1 Descripción de la inversión**

Una vez que se han definido las acciones que se van a tomar para el control y manejo de los inventarios de la empresa es necesario cuantificar en términos monetarios el impacto de las mismas.

Hay que definir los costos adicionales en que se van a incurrir, tales como:

- Personal nuevo
- Incremento en gastos de mantenimiento
- Compra de equipos
- Incremento en gastos de almacenamiento

Del mismo modo tenemos que definir los ingresos adicionales que se obtendrán con el cumplimiento de las acciones propuestas.

La inversión se compone de la adquisición de:

1. Puesta en marcha \$869,500.00 (según diagrama anexo)
2. Almacén: 250 Racks metálicos con un valor de \$850.00 c/u
3. Almacén: 2 Montacargas con un valor de \$180,000.00 c/u
4. Equipo de cómputo: 2 terminales portátiles y 2 computadoras con un valor de \$10,000.00 c/u
5. Equipo de cómputo: 6 lectores de código de barras con un valor de \$20,000.00 c/u
6. Equipo de cómputo: 2 estaciones remotas RF con un valor de \$35,000.00.

Por lo tanto la inversión inicial queda como se describe abajo:

Descripción	Cantidad	costo unitario	Importe
Puesta en marcha			869,500
Racks	250	850	212,500
Montacargas	2	180,000	360,000
Terminales portátiles	2	10,000	20,000
Computadoras	2	10,000	20,000
Estación remota RF	2	35,000	70,000
		<b>Inversión inicial</b>	<b>1,552,000</b>

La depreciación para los activos adquiridos se presenta a continuación:

#### Depreciación anual

Equipo	Importe	Años	Tasa	Importe
Almacén	572,500	10	10%	57,250
Cómputo	110,000	4	25%	27,500
<b>Total</b>	<b>682,500</b>			<b>84,750</b>

El costo de mantenimiento de los montacargas para el primer año es de \$13,000.00

Adicional a la adquisición de activos será necesaria la contratación de 2 nuevos empleados con un costo de \$3,000.00 c/u. Se considera que el incremento en sueldos es con base anual y 3 puntos arriba de la inflación, la inflación se estima en un 4.5% anual.

Los ingresos de los próximos 12 meses se estiman con base en el pronóstico de ventas de los 12 productos más importantes:

<b>SKU17098390</b>						
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
Unidades	94	104	114	124	134	144
Precio unitario (\$)	7,560	7,560	7,560	7,560	7,560	7,560
Costo unitario (\$)	5,400	5,400	5,400	5,400	5,400	5,400
Margen total (\$)	203,040	224,640	246,240	267,840	289,440	311,040
	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>
Unidades	154	164	174	184	184	204
Precio unitario (\$)	7,560	7,560	7,560	7,560	7,560	7,560
Costo unitario (\$)	5,400	5,400	5,400	5,400	5,400	5,400
Margen total (\$)	332,640	354,240	375,840	397,440	397,440	440,640

<b>SKU17378267</b>						
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
Unidades	41	42	44	46	48	50
Precio unitario (\$)	21,406	21,406	21,406	21,406	21,406	21,406
Costo unitario (\$)	15,290	15,290	15,290	15,290	15,290	15,290
Margen total (\$)	250,756	256,872	269,104	281,336	293,568	305,800
	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>
Unidades	52	54	55	57	59	61
Precio unitario (\$)	21,406	21,406	21,406	21,406	21,406	21,406
Costo unitario (\$)	15,290	15,290	15,290	15,290	15,290	15,290
Margen total (\$)	318,032	330,264	336,380	348,612	360,844	373,076

<b>SKU17484593</b>						
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
Unidades	56	65	74	82	91	99
Precio unitario (\$)	8,820	8,820	8,820	8,820	8,820	8,820
Costo unitario (\$)	6,300	6,300	6,300	6,300	6,300	6,300
Margen total (\$)	141,120	163,800	186,480	206,640	229,320	249,480
	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>
Unidades	108	116	125	134	142	151
Precio unitario (\$)	8,820	8,820	8,820	8,820	8,820	8,820
Costo unitario (\$)	6,300	6,300	6,300	6,300	6,300	6,300
Margen total (\$)	272,160	292,320	315,000	337,680	357,840	380,520

**SKU18681524**

	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
Unidades	160	181	202	223	244	264
Precio unitario (\$)	2,674	2,674	2,674	2,674	2,674	2,674
Costo unitario (\$)	1,910	1,910	1,910	1,910	1,910	1,910
Margen total (\$)	122,240	138,284	154,328	170,372	186,416	201,696
	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>
Unidades	285	306	327	348	368	389
Precio unitario (\$)	2,674	2,674	2,674	2,674	2,674	2,674
Costo unitario (\$)	1,910	1,910	1,910	1,910	1,910	1,910
Margen total (\$)	217,740	233,784	249,828	265,872	281,152	297,196

**SKU18749534**

	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
Unidades	23	23	24	24	24	25
Precio unitario (\$)	29,400	29,400	29,400	29,400	29,400	29,400
Costo unitario (\$)	21,000	21,000	21,000	21,000	21,000	21,000
Margen total (\$)	193,200	193,200	201,600	201,600	201,600	210,000
	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>
Unidades	25	25	26	26	27	27
Precio unitario (\$)	29,400	29,400	29,400	29,400	29,400	29,400
Costo unitario (\$)	21,000	21,000	21,000	21,000	21,000	21,000
Margen total (\$)	210,000	210,000	218,400	218,400	226,800	226,800

**SKU15860930**

	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
Unidades	90	93	97	100	103	107
Precio unitario (\$)	6,426	6,426	6,426	6,426	6,426	6,426
Costo unitario (\$)	4,590	4,590	4,590	4,590	4,590	4,590
Margen total (\$)	165,240	170,748	178,092	183,600	189,108	196,452
	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>
Unidades	110	114	117	120	124	127
Precio unitario (\$)	6,426	6,426	6,426	6,426	6,426	6,426
Costo unitario (\$)	4,590	4,590	4,590	4,590	4,590	4,590
Margen total (\$)	201,960	209,304	214,812	220,320	227,664	233,172

**SKU17601723**

	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
Unidades	33	35	37	39	41	43
Precio unitario (\$)	15,778	15,778	15,778	15,778	15,778	15,778
Costo unitario (\$)	11,270	11,270	11,270	11,270	11,270	11,270
Margen total (\$)	148,764	157,780	166,796	175,812	184,828	193,844

	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>
Unidades	45	47	49	51	54	56
Precio unitario (\$)	15,778	15,778	15,778	15,778	15,778	15,778
Costo unitario (\$)	11,270	11,270	11,270	11,270	11,270	11,270
Margen total (\$)	202,860	211,876	220,892	229,908	243,432	252,448

**SKU15675145**

	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
Unidades	13	15	16	17	18	20
Precio unitario (\$)	22,406	22,406	22,406	22,406	22,406	22,406
Costo unitario (\$)	16,004	16,004	16,004	16,004	16,004	16,004
Margen total (\$)	83,221	96,024	102,426	108,827	115,229	128,032

	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>
Unidades	21	22	23	25	26	27
Precio unitario (\$)	22,406	22,406	22,406	22,406	22,406	22,406
Costo unitario (\$)	16,004	16,004	16,004	16,004	16,004	16,004
Margen total (\$)	134,434	140,835	147,237	160,040	166,442	172,843

**SKU17152723**

	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
Unidades	336	333	329	325	321	317
Precio unitario (\$)	1,190	1,190	1,190	1,190	1,190	1,190
Costo unitario (\$)	850	850	850	850	850	850
Margen total (\$)	114,240	113,220	111,860	110,500	109,140	107,780

	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>
Unidades	313	309	305	301	297	293
Precio unitario (\$)	1,190	1,190	1,190	1,190	1,190	1,190
Costo unitario (\$)	850	850	850	850	850	850
Margen total (\$)	106,420	105,060	103,700	102,340	100,980	99,620

**SKU0002551**

	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
Unidades	-3	3	10	16	22	28
Precio unitario (\$)	9,520	9,520	9,520	9,520	9,520	9,520
Costo unitario (\$)	6,800	6,800	6,800	6,800	6,800	6,800
Margen total (\$)	-8,160	8,160	27,200	43,520	59,840	76,160
	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>
Unidades	35	41	47	53	60	66
Precio unitario (\$)	9,520	9,520	9,520	9,520	9,520	9,520
Costo unitario (\$)	6,800	6,800	6,800	6,800	6,800	6,800
Margen total (\$)	95,200	111,520	127,840	144,160	163,200	179,520

**SKU14451640**

	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
Unidades	68	71	73	76	78	81
Precio unitario (\$)	3,010	3,010	3,010	3,010	3,010	3,010
Costo unitario (\$)	2,150	2,150	2,150	2,150	2,150	2,150
Margen total (\$)	58,480	61,060	62,780	65,360	67,080	69,660
	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>
Unidades	83	86	89	91	94	96
Precio unitario (\$)	3,010	3,010	3,010	3,010	3,010	3,010
Costo unitario (\$)	2,150	2,150	2,150	2,150	2,150	2,150
Margen total (\$)	71,380	73,960	76,540	78,260	80,840	82,560

**SKU11197257**

	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
Unidades	57	58	60	61	63	64
Precio unitario (\$)	3,360	3,360	3,360	3,360	3,360	3,360
Costo unitario (\$)	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400
Margen total (\$)	54,720	55,680	57,600	58,560	60,480	61,440
	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>
Unidades	66	67	69	70	71	73
Precio unitario (\$)	3,360	3,360	3,360	3,360	3,360	3,360
Costo unitario (\$)	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400
Margen total (\$)	63,360	64,320	66,240	67,200	68,160	70,080

<b>Total</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
Unidades	968	1,023	1,080	1,133	1,187	1,242
Venta Total (\$)	5,344,013	5,738,138	6,175,770	6,558,885	6,951,171	7,389,844
Costo Total (\$)	3,817,152	4,098,670	4,411,264	4,684,918	4,965,122	5,278,460
Margen total (\$)	1,526,861	1,639,468	1,764,506	1,873,967	1,986,049	2,111,384
	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>
Unidades	1,297	1,351	1,406	1,460	1,506	1,570
Venta Total (\$)	7,791,650	8,181,191	8,584,481	8,995,812	9,361,778	9,829,663
Costo Total (\$)	5,565,464	5,843,708	6,131,772	6,425,580	6,686,984	7,021,188
Margen total (\$)	2,226,186	2,337,483	2,452,709	2,570,232	2,674,794	2,808,475

La tasa de impuestos es de 35% y la inflación estimada es de 4.5% anual. Con todos los datos anteriores obtenemos un flujo de efectivo para los próximos 12 meses, como se muestra a continuación:

	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
Puesta en marcha	-869,500			
Eq. de almacén Inicial	-572,500			
Eq. de alm. Deprec.		-4,771	-4,771	-4,771
Eq. Cómputo Inicial	-110,000			
Eq. Cómputo Deprec.		-2,292	-2,292	-2,292
Mantenimiento		-1,083	-1,083	-1,083
Personal		-6,000	-6,000	-6,000
Margen (Venta - Costo)		1,526,861	1,639,468	1,764,506
Gastos de Distribución		-95,429	-102,467	-110,282
Gastos de Operación		-851,586	-769,174	-851,586
Impuesto		-197,995	-263,788	-275,972
Utilidad/Pérdida Final	-1,552,000	367,705	489,893	512,520
Resultado / Venta (%)		7%	9%	8%



	4	5	6
Puesta en marcha			
Eq. de almacén Inicial			
Eq. de alm. Deprec.	-4,771	-4,771	-4,771
Eq. Cómputo Inicial			
Eq. Cómputo Deprec.	-2,292	-2,292	-2,292
Mantenimiento	-1,083	-1,083	-1,083
Personal	-6,000	-6,000	-6,000
Margen (Venta - Costo )	1,873,967	1,986,049	2,111,384
Gastos de Distribución	-117,123	-124,128	-131,962
Gastos de Operación	-824,115	-851,586	-824,115
Impuesto	-321,504	-348,666	-399,407
Utilidad/Pérdida Final	597,079	647,523	741,755
Resultado / Venta (%)	9%	9%	10%

	7	8	9
Puesta en marcha			
Eq. de almacén Inicial			
Eq. de alm. Deprec.	-4,771	-4,771	-4,771
Eq. Cómputo Inicial			
Eq. Cómputo Deprec.	-2,292	-2,292	-2,292
Mantenimiento	-1,083	-1,083	-1,083
Personal	-6,000	-6,000	-6,000
Margen (Venta - Costo )	2,226,186	2,337,483	2,452,709
Gastos de Distribución	-139,137	-146,093	-153,294
Gastos de Operación	-851,586	-824,115	-851,586
Impuesto	-427,461	-473,595	-501,789
Utilidad/Pérdida Final	793,856	879,534	931,894
Resultado / Venta (%)	10%	11%	11%

	10	11	12
<b>Puesta en marcha</b>			
Eq. de almacén Inicial			
Eq. de alm. Deprec.	-4,771	-4,771	-4,771
Eq. Cómputo Inicial			
Eq. Cómputo Deprec.	-2,292	-2,292	-2,292
Mantenimiento	-1,083	-1,083	-1,083
Personal	-6,000	-6,000	-6,000
Margen (Venta - Costo )	2,570,232	2,674,794	2,808,475
Gastos de Distribución	-160,640	-167,175	-175,530
Gastos de Operación	-824,115	-824,115	-851,586
Impuesto	-549,966	-584,275	-618,525
Utilidad/Pérdida Final	1,021,366	1,085,083	1,148,689
Resultado / Venta (%)	11%	12%	12%

## 6.2 Rentabilidad de la inversión

Debido a que cantidades de dinero iguales a través del tiempo no tienen el mismo valor, es necesario trasladarlos a cantidades equivalentes a cualquier punto del tiempo. Existen tres procedimientos que comparan estas cantidades equivalentes:

- Método del valor anual equivalente
- Método del valor presente
- Método de la tasa interna de rendimiento

Los tres métodos son equivalentes por lo que el resultado de utilizar cualquiera de los tres será el mismo.

## Método del valor anual equivalente

Con el método del valor anual equivalente, todos los ingresos y gastos que ocurren durante un período son convertidos a una anualidad equivalente. Cuando dicha anualidad es positiva es recomendable que el proyecto sea aceptado. Este método tal vez sea el más fácil de aplicar debido a que la mayoría de los proyectos son medidos con bases anuales.

Se ha mencionado que la toma de decisión para aceptar un proyecto es que la anualidad sea positiva, sin embargo, es necesario considerar que en ocasiones el nivel de utilidad puede ser muy pequeño comparado con la inversión total a realizar, por lo tanto se recomienda utilizar una tasa de interés mayor que el costo del capital y a la que se denotará como *TREMA* (tasa de recuperación mínima atractiva). De esta manera, aunque la anualidad llegará a ser cero se estaría obteniendo el rendimiento mínimo aceptado. Una ventaja adicional al utilizar la *TREMA* es que en ella se pueden considerar factores tales como:

- Riesgo que representa el proyecto
- Disponibilidad del dinero en la empresa
- Tasa de inflación

Se muestra a continuación las fórmulas generales que se pueden utilizar para el cálculo de la anualidad equivalente de un proyecto de inversión:

$$A = -p(A/P, i\%, n) + \left[ \sum_{t=1}^n \frac{S_t}{(1+i)^t} \right] -p(A/P, i\%, n) + F(A/F, i\%, n)$$

donde:

$A$  = Anualidad equivalente

$P$  = Inversión inicial

$S_t$  = Flujo de efectivo neto del año  $t$

$F$  = Valor de rescate

$n$  = Número de años de vida del proyecto

$i$  = Tasa de recuperación mínima atractiva (TREMA)

$$(A/P, i\%, n) = \left[ \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \right]$$

$$(A/F, i\%, n) = \left[ \frac{1}{(1+i)^n - 1} \right]$$

### Método del valor presente

El método del valor presente es uno de los criterios ampliamente utilizados en la evaluación de los proyectos de inversión. Consiste en determinar la equivalencia en el tiempo cero de los flujos de efectivo futuros que genera un proyecto y comparar esta equivalencia con el desembolso inicial. Cuando dicha equivalencia es mayor que el desembolso inicial, entonces es recomendable que el proyecto sea aceptado.

A continuación se muestra la fórmula utilizada para evaluar el valor presente de los flujos generados por un proyecto de inversión:

$$VPN = -S_0 + \sum_{t=1}^n \frac{S_t}{(1+i)^t}$$

donde:

$VPN$  = Valor presente neto

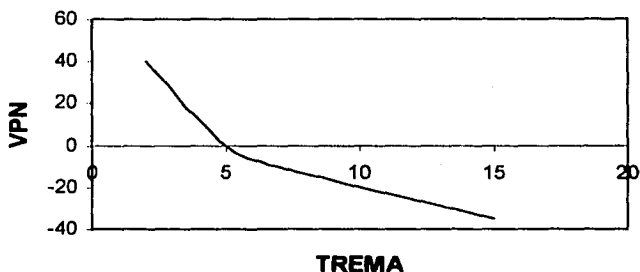
$S_0$  = Inversión inicial

$S_t$  = Flujo de efectivo neto del período  $t$

$n$  = Número de períodos de vida del proyecto

$i$  = Tasa de recuperación mínima atractiva (**TREMA**)

En la mayoría de los casos, el valor presente neto para diferentes valores de  $i$  se comporta de la siguiente manera:



Lo anterior se debe a que generalmente todos los proyectos de inversión demandan desembolsos en su etapa inicial y generan ingresos en lo sucesivo. Adicional al comentario anterior cuando la TREMA es pequeña existen mayores posibilidades de aceptación, puesto que en estas condiciones el dinero no tendría ningún valor a través del tiempo.

### **Método de la tasa interna de rendimiento**

La tasa interna de rendimiento es un índice de rentabilidad ampliamente aceptado. Está definida como la tasa de interés que reduce a cero el valor presente neto, el valor futuro o el valor anual equivalente de una serie de ingresos y egresos. La tasa interna de rendimiento es aquella tasa de interés ( $i'$ ) que satisface cualquiera de las siguientes ecuaciones:

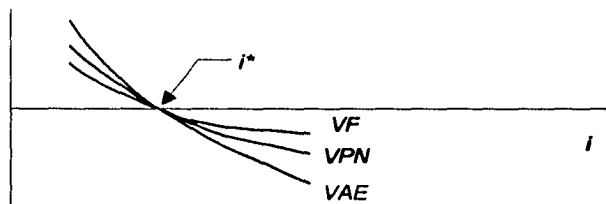
$$\sum_{t=1}^n \frac{S_t}{(1+i)^t} = 0 \quad \sum_{t=1}^n S_t(1+i)^{n-t} = 0 \quad \sum_{t=1}^n S_t(P/F, i, t)(AVP, i, n) = 0$$

donde:

$S_t$  = Flujo de efectivo neto del período  $t$

$n$  = Vida de la propuesta de inversión

En la mayoría de las situaciones prácticas es suficiente considerar el intervalo  $-1 < i < \infty$  como ámbito de la tasa interna de rendimiento, ya que es muy poco probable que en un proyecto de inversión se pierda más de la cantidad que se invirtió. La siguiente gráfica muestra el valor presente, valor futuro y valor anual equivalente en función de la tasa de interés.



En términos económicos la tasa interna de rendimiento representa el porcentaje o la tasa de interés que se gana sobre el saldo no recuperado de una inversión. El saldo no recuperado de una inversión en cualquier punto de la vida del proyecto, puede ser visto como la porción de la inversión original que aún permanece sin recuperar en ese tiempo. El saldo no recuperado de una inversión en el tiempo  $t$ , se evalúa de acuerdo con la siguiente expresión:

$$F_t = \sum_{i=0}^n S(1+i)^i$$

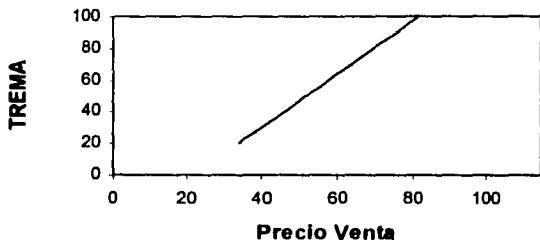
Es decir, el saldo no recuperado de una propuesta de inversión en el tiempo  $t$ , es el valor futuro de la propuesta en ese tiempo.

### **Análisis de sensibilidad**

Generalmente hay un elemento de incertidumbre asociado a las alternativas estudiadas. No sólo son problemáticas las estimaciones de las condiciones económicas futuras, sino que además los efectos económicos futuros de la mayoría de los proyectos solamente son conocidos con un grado de seguridad relativo. Por consiguiente un estudio económico completo debe incluir la sensibilidad de los criterios económicos a cambios en las estimaciones usadas.

La sensibilidad de una propuesta individual debe hacerse con respecto al parámetro más incierto; el análisis de sensibilidad puede ser usado para determinar la vulnerabilidad de un proyecto a la demanda, precio unitario, costos, etc.

Es necesario determinar qué tan sensible es el valor presente neto o la tasa interna de rendimiento contra el parámetro más incierto y comparar los valores,

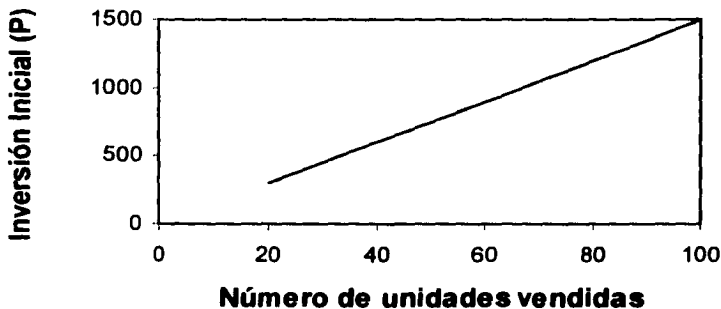


como por ejemplo en el caso de un precio de venta de \$37.00 con una TIR de

25%, si se disminuye el precio de venta a \$34.00 la TIR se reduce a 20% por lo que el proyecto ya no sería atractivo.

Otra herramienta muy útil en el análisis de sensibilidad son las isocuantas o líneas de indiferencia. Todos los puntos que pertenecen a estas curvas son equivalentes. Por consiguiente, mediante estas curvas es posible obtener regiones o áreas en las que no se recomienda invertir, y regiones o áreas en las que el proyecto debe ser emprendido.

A partir de los flujos de efectivo se puede determinar la isocuenta o línea de indiferencia, al igualar a cero su valor presente y despejar  $P$  (inversión inicial) quedando como resultado una ecuación lineal parecida a  $P = ax + b$  y que al graficar se ve de la siguiente manera:



donde la parte que queda por debajo de la línea es donde conviene invertir y la parte superior es donde no conviene.

### **Inflación**

Existen 2 clases de inflación que pueden ser consideradas:



1. Inflación general o abierta y reprimida.- todos los precios y costos se incrementan en la misma proporción
2. Inflación diferencial.- la tasa de inflación dependerá del sector económico involucrado.

Es necesario aclarar que el efecto de la inflación en el valor real de los flujos de efectivo futuros de un proyecto, no debe ser confundido con los cambios de valor que el dinero tiene a través del tiempo. Las dos situaciones anteriores producen el mismo efecto; un peso el próximo año tiene un valor menor que un peso ahora. Sin embargo, el cambio del valor del dinero a través del tiempo surge debido a que un peso ahora puede ser invertido a la tasa de interés prevaeciente en el mercado y recuperar ese peso y los intereses el próximo año. Por el contrario, el efecto de la inflación surge simplemente porque con un peso se compra más ahora que el próximo año, debido a la alza general de los precios.

### **Efecto de la inflación sobre el valor presente neto**

El valor presente de los flujos de efectivo generados por un proyecto pueden ser calculados utilizando la fórmula:

$$VPN = -S_0 + \sum_{t=1}^n \frac{S_t}{(1+i)^t}$$

donde  $S_t$  es el flujo de efectivo neto en el período  $t$  y  $S_0$  es la inversión inicial. Sin embargo, la expresión anterior sólo es válida cuando no existe inflación. Para el caso de que exista una tasa de inflación general  $i$ , los flujos de efectivo futuros no tendrán el mismo poder adquisitivo del año cero. Por consiguiente, antes de determinar el valor presente, los flujos deberán ser deflactados. Una vez hecho lo anterior, la ecuación del valor presente puede ser escrita en la forma siguiente:

$$VPN = -S_0 + \sum_{t=1}^n \frac{S'_t / (1+i)^t}{(1+i)^t}$$

Esta última ecuación corrige el poder adquisitivo de los flujos de efectivo futuros. Si la tasa de inflación es cero, la última ecuación se transforma idéntica a la primera.

### **Efecto de la inflación sobre la tasa interna de rendimiento**

Un flujo de efectivo  $x$  tendría un valor de  $X(1+i)$  al final del próximo año, si es invertido a una tasa de interés  $i$ . Si la tasa de interés es tal que el valor presente es cero, entonces, a dicha tasa de interés se le conoce como la tasa interna de rendimiento.

Si hay una tasa de inflación anual  $i_i$ , entonces, una tasa interna de rendimiento efectiva,  $i_e$ , puede ser obtenida por la siguiente ecuación:

$$X(1+i_e) = \frac{X(1+i)}{(1+i_i)}$$

y simplificando:

$$i_e = i - i_i - i_e i_i$$

$$i_e = \frac{i - i_i}{1 + i_i}$$

En esta ecuación,  $i$  puede ser vista como la tasa interna de rendimiento nominal (sin considerar inflación) e  $i_e$  se puede considerar como la verdadera o real tasa interna de rendimiento. Es práctica común en vez de utilizar la ecuación anterior tratar de obtener la tasa interna de rendimiento de la forma siguiente:

$$i_e = i - i_i$$

Las fórmulas anteriores solamente son válidas para inversiones de un período. En los casos de inversiones mayores a un período, es necesario primero deflactar los flujos de efectivo después de impuestos y luego encontrar la tasa de interés efectiva que iguala a cero su valor presente.

### 6.3 Análisis de la inversión.

De acuerdo a lo expuesto anteriormente y a los flujos de efectivo determinados se obtienen los siguientes resultados para:

TIR	TREMA = 30%	Mensual =	2.5%
0	-1,552,000		
1	367,705		
2	489,893		
3	512,520		
4	597,079		
5	647,523		
6	741,755		
7	793,856		
8	879,534		
9	931,894		
10	1,021,366		
11	1,085,083		
12	1,148,689		
<b>TIR</b>	<b>35.1%</b>		

Por lo que de acuerdo con este cálculo la inversión es rentable.

VPN

TREMA = 30%

0	-1,552,000		-1,552,000
1	367,705 /	1.0250 =	358,737
2	489,893 /	1.0506 =	466,287
3	512,520 /	1.0769 =	475,926
4	597,079 /	1.1038 =	540,924
5	647,523 /	1.1314 =	572,316
6	741,755 /	1.1597 =	639,613
7	793,856 /	1.1887 =	667,844
8	879,534 /	1.2184 =	721,875
9	931,894 /	1.2489 =	746,194
10	1,021,366 /	1.2801 =	797,889
11	1,085,083 /	1.3121 =	826,990
12	1,148,689 /	1.3449 =	854,115
			<b>VPN = 6,116,709</b>

Como el valor presente neto es positivo, la inversión es rentable.

VAE

TREMA = 30%

0	-1,552,000 *	0.0336 /	0.3449 =	-151,300
1	358,737			
2	466,287			
3	475,926			
4	540,924			
5	572,316			
6	639,613			
7	667,844			
8	721,875			
9	746,194			
10	797,889			
11	826,990			
12	854,115			
?	7,668,709 *	0.0336 /	0.3449 =	747,800
			<b>VAE = 596,300</b>	

Como el valor anual equivalente es positivo, la inversión es rentable.

Analizando la sensibilidad de la inversión se obtienen los siguientes resultados:

### Sensibilidad en número de unidades vendidas

Se mantiene la rentabilidad hasta una reducción del 42.3% en el número de unidades siempre y cuando se conserven el costo y el precio unitario de venta.

<b>Total</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
Unidades	559	590	623	654	685	717
Venta Total (\$)	3,083,495	3,310,906	3,563,419	3,784,477	4,010,826	4,263,940
Costo Total (\$)	2,202,497	2,364,933	2,545,299	2,703,198	2,864,875	3,045,671
Margen total (\$)	880,999	945,973	1,018,120	1,081,279	1,145,950	1,218,269
Costo de Mantener	-48,440	-52,012	-55,979	-59,452	-63,007	-66,984
Margen Bruto Final	832,559	893,961	962,141	1,021,827	1,082,943	1,151,285
	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>
Unidades	748	780	811	842	869	906
Venta Total (\$)	4,495,782	4,720,547	4,953,245	5,190,584	5,401,746	5,671,716
Costo Total (\$)	3,211,273	3,371,820	3,538,032	3,707,560	3,858,390	4,051,225
Margen total (\$)	1,284,509	1,348,728	1,415,213	1,483,024	1,543,356	1,620,490
Costo de Mantener	-70,626	-74,157	-77,812	-81,541	-84,858	-89,099
Margen Bruto Final	1,213,883	1,274,571	1,337,401	1,401,483	1,458,498	1,531,391

TIR

TREMA = 30%

Mensual =

2.5%

0	-1,552,000
1	-88,235
2	33,486
3	21,305
4	75,391
5	94,633
6	153,973
7	174,116
8	228,810
9	249,092
10	305,847
11	340,455
12	366,846

**TIR 2.5%**

VPN

TREMA = 30%

0	-1,552,000			-1,552,000
1	-88,235 /	1.0250 =		-86,083
2	33,486 /	1.0506 =		31,873
3	21,305 /	1.0769 =		19,784
4	75,391 /	1.1038 =		68,301
5	94,633 /	1.1314 =		83,642
6	153,973 /	1.1597 =		132,771
7	174,116 /	1.1887 =		146,477
8	228,810 /	1.2184 =		187,795
9	249,092 /	1.2489 =		199,455
10	305,847 /	1.2801 =		238,927
11	340,455 /	1.3121 =		259,476
12	366,846 /	1.3449 =		272,771

**VPN = 3,185**

VAE

TREMA = 30%

0	-1,552,000 *	0.0336 /	0.3449 =	-151,300
1	-86,083			
2	31,873			
3	19,784			
4	68,301			
5	83,642			
6	132,771			
7	146,477			
8	187,795			
9	199,455			
10	238,927			
11	259,476			
12	272,771			
?	1,555,188 *	0.0336 /	0.3449 =	151,611

**VAE = 311**

### **Sensibilidad en precio unitario**

Se mantiene la rentabilidad hasta una reducción del 12.2% en el precio unitario de venta siempre y cuando se conserven el costo y el número de unidades.

<b>Total</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
Unidades	968	1,023	1,080	1,133	1,187	1,242
Venta Total (\$)	4,692,043	5,038,085	5,422,326	5,758,701	6,103,128	6,488,283
Costo Total (\$)	3,817,152	4,098,670	4,411,264	4,684,918	4,965,122	5,278,460
Margen total (\$)	874,891	939,415	1,011,062	1,073,783	1,138,006	1,209,823

	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>
Unidades	1,297	1,351	1,406	1,460	1,506	1,570
Venta Total (\$)	6,841,068	7,183,086	7,537,174	7,898,323	8,219,641	8,630,444
Costo Total (\$)	5,565,464	5,843,708	6,131,772	6,425,580	6,686,984	7,021,188
Margen total (\$)	1,275,604	1,339,378	1,405,402	1,472,743	1,532,657	1,609,256

**TIR**

**TREMA = 30%**

**Mensual =**

**2.5%**

0	-1,552,000
1	-86,269
2	34,859
3	22,782
4	76,960
5	96,295
6	155,740
7	175,979
8	230,766
9	251,145
10	307,998
11	342,694
12	369,197

<b>TIR</b>	<b>2.7%</b>
------------	-------------

VPN

TREMA = 30%

0	-1,552,000			-1,552,000
1	-86,269 /	1.0250 =		-84,165
2	34,859 /	1.0506 =		33,179
3	22,782 /	1.0769 =		21,155
4	76,960 /	1.1038 =		69,722
5	96,295 /	1.1314 =		85,111
6	155,740 /	1.1597 =		134,294
7	175,979 /	1.1887 =		148,045
8	230,766 /	1.2184 =		189,400
9	251,145 /	1.2489 =		201,099
10	307,998 /	1.2801 =		240,607
11	342,694 /	1.3121 =		261,182
12	369,197 /	1.3449 =		274,518

**VPN = 22,147**

VAE

TREMA = 30%

0	-1,552,000 *	0.0336 /	0.3449 =	-151,300
1	-84,165			
2	33,179			
3	21,155			
4	69,722			
5	85,111			
6	134,294			
7	148,045			
8	189,400			
9	201,099			
10	240,607			
11	261,182			
12	274,518			
?	1,574,147 *	0.0336 /	0.3449 =	153,489

**VAE = 2,159**



### **Sensibilidad en costo de venta**

Se mantiene la rentabilidad hasta un incremento del 16.7% en el costo unitario de venta siempre y cuando se conserven el precio y el número de unidades.

<b>Total</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
Unidades	968	1,023	1,080	1,133	1,187	1,242
Venta Total (\$)	5,344,013	5,738,138	6,175,770	6,558,885	6,951,171	7,389,844
Costo Total (\$)	4,454,616	4,783,148	5,147,945	5,467,299	5,794,297	6,159,963
Margen total (\$)	889,396	954,990	1,027,825	1,091,586	1,156,873	1,229,881
	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>
Unidades	1,297	1,351	1,406	1,460	1,506	1,570
Venta Total (\$)	7,791,650	8,181,191	8,584,481	8,995,812	9,361,778	9,829,663
Costo Total (\$)	6,494,896	6,819,607	7,155,778	7,498,652	7,803,710	8,193,726
Margen total (\$)	1,296,753	1,361,584	1,428,703	1,497,160	1,558,067	1,635,937

**TIR**                      **TREMA = 30%**                      **Menual =**                      **2.5%**

0	-1,552,000
1	-87,700
2	33,859
3	21,706
4	75,818
5	95,085
6	154,454
7	174,622
8	229,341
9	249,650
10	306,431
11	341,064
12	367,485

**TIR**                      **2.6%**

VPN

TREMA = 30%

0	-1,552,000			-1,552,000
1	-87,700 /	1.0250 =		-85,561
2	33,859 /	1.0506 =		32,228
3	21,706 /	1.0769 =		20,157
4	75,818 /	1.1038 =		68,687
5	95,085 /	1.1314 =		84,041
6	154,454 /	1.1597 =		133,185
7	174,622 /	1.1887 =		146,903
8	229,341 /	1.2184 =		188,231
9	249,650 /	1.2489 =		199,902
10	306,431 /	1.2801 =		239,384
11	341,064 /	1.3121 =		259,940
12	367,485 /	1.3449 =		273,246

VPN = 8,342
-------------

VAE

TREMA = 30%

0	-1,552,000 *	0.0336 /	0.3449 =	-151,300
1	-85,561			
2	32,228			
3	20,157			
4	68,687			
5	84,041			
6	133,185			
7	146,903			
8	188,231			
9	199,902			
10	239,384			
11	259,940			
12	273,246			
?	1,560,342 *	0.0336 /	0.3449 =	152,113

VAE = 813
-----------

## **7. PUESTA EN MARCHA**

La puesta en marcha de este estudio se realizó en 6 etapas y tuvo una duración de 24 semanas, a partir de ser aprobado este estudio para la implementación del sistema (Diagrama de Gantt tabla 1).

### **Clasificación ABC de Inventarios**

La clasificación del inventario se realizó de acuerdo al método ABC, que se describió en el capítulo 4 y concentrarnos en los artículos de alto valor monetario. (Tabla 2).

### **Pronóstico**

El pronóstico, como se describió en el capítulo 3, se desarrolló con la técnica de promedios móviles, para luego poder comparar este presupuesto con el presupuesto estimado por el departamento de ventas (Tabla 3).

### **Alternativas tecnológicas**

La capacitación del personal para poder operar los nuevos sistemas de cómputo y sistemas de almacenamiento se realizó en 8 semanas. Esta capacitación consistió en:

#### **Equipo de almacenamiento**

- Armado y desarmado de los racks.
- El uso adecuado de patines y montacargas.
- Riesgos y cuidados por parte del usuario.
- Manejo y control del equipo.
- Entender y comprender las capacidades máximas de cada equipo

149

TESIS CON  
FALTA DE ORIGEN

<b>1</b>	<b>Iniciación del proyecto</b>						
1.1	Desarrollo de plan del proyecto	12/1/82					
1.2	Desarrollo de las condiciones para la acción	12/1/82					
1.3	Establecimiento de la estructura directiva del proyecto	12/1/82					
1.4	Clasificación de productos	12/1/82					
1.5	Elaboración de pronósticos	12/1/82					
<b>2</b>	<b>Alternativas tecnológicas</b>						
2.1	Equipo de cómputo	12/1/82	12/1/82				
2.2	Equipo de amecenas	12/1/82	12/1/82				
2.3	Equipo de almacenamiento	12/1/82	12/1/82				
2.4	Integración de los equipos de instrumentación	12/1/82	12/1/82				
2.5	Diseño de programa de captura	12/1/82	12/1/82				
2.6	Calificación de equipo tecnológico	12/1/82	12/1/82				
<b>3</b>	<b>Transición de procesos</b>						
3.1	Construcción y modificación de la estructura	12/1/82	12/1/82				
3.2	Diseño y análisis de nuevos cursosgramas de operación (compras, pedidos, control de inventario)	12/1/82	12/1/82				
3.3	Modificación de la estructura organizacional	12/1/82	12/1/82				
<b>4</b>	<b>Evaluación</b>						
4.1	Implementación prueba piloto	12/1/82	12/1/82				
4.2	Evaluación del uso y manejo de equipo adquirido	12/1/82	12/1/82				
4.3	Evaluación de manuales de operación	12/1/82	12/1/82				
<b>5</b>	<b>Implantación</b>						
5.1	Elaboración del plan maestro de implantación	12/1/82	12/1/82				
5.2	Identificación e implantación de medidas rápidas	12/1/82	12/1/82				
5.3	Puesta en marcha	12/1/82	12/1/82				
5.4	Implantación del departamento de planeación y control de inventarios	12/1/82	12/1/82				
<b>6</b>	<b>Auditoría</b>						
6.1	Procesos	12/1/82	12/1/82				
6.2	Reportes	12/1/82	12/1/82				
6.3	Pago de mercancías	12/1/82	12/1/82				
<b>Costo</b>		\$120,000.00	\$380,000.00	\$488,000.00	\$228,000.00	\$186,000.00	\$150,000.00

Tabla 1 Diagrama de Gantt

Total **\$1,552,000.00**

## Clasificación ABC

Artículo	SKU	Utilización anual en pesos	Porcentaje de utilización anual total	Porcentaje acumulado de utilización anual en pesos	Clasificación del artículo
54	17098390	9,649,800.00	11.11	11.11	A
57	17378267	9,311,610.00	10.72	21.83	A
58	17484593	7,830,900.00	9.02	30.84	A
77	18681524	6,297,270.00	7.25	38.09	A
78	18746534	6,258,000.00	7.20	45.30	A
46	15860930	5,976,180.00	6.88	52.18	A
62	17601723	5,973,100.00	6.88	59.06	A
44	15675145	3,888,972.00	4.48	63.53	A
56	17152723	3,212,150.00	3.70	67.23	A
3	00025551	2,570,400.00	2.96	70.19	A
34	14451640	2,119,900.00	2.44	72.63	A
24	11197257	1,869,600.00	2.15	74.78	A
74	18554505	1,775,670.00	2.04	76.83	B
39	15182735	1,686,400.00	1.94	78.77	B
37	14725369	1,507,500.00	1.74	80.50	B
76	18614530	1,201,680.00	1.38	81.89	B
40	15182735	1,092,820.00	1.26	83.15	B
33	13807803	1,084,800.00	1.25	84.39	B
45	15835761	993,020.00	1.14	85.54	B
59	17571659	990,250.00	1.14	86.68	B
50	16539680	852,280.00	0.98	87.66	B
66	17990501	845,240.00	0.97	88.63	B
49	16163587	807,820.00	0.93	89.56	B
61	17601601	715,950.00	0.82	90.39	B
2	00025500	697,500.00	0.80	91.19	B
52	17061251	681,210.00	0.78	91.97	B
68	18052513	502,980.00	0.58	92.55	B
1	00017337	484,500.00	0.56	93.11	B
60	17601572	409,050.00	0.47	93.58	B
36	14566553	407,680.00	0.47	94.05	B
42	15192163	406,060.00	0.47	94.52	B
71	18489007	400,400.00	0.46	94.98	B
51	16759060	360,672.00	0.42	95.39	C
17	10619170	344,752.00	0.40	95.79	C
29	11363847	308,100.00	0.35	96.15	C
55	17108546	296,000.00	0.34	96.49	C
25	11197307	287,520.00	0.33	96.82	C
26	11229035	279,840.00	0.32	97.14	C
67	17994245	275,520.00	0.32	97.46	C
35	14540561	271,320.00	0.31	97.77	C
6	00223292	246,250.00	0.28	98.05	C
15	10494015	188,400.00	0.22	98.27	C
53	17074652	165,900.00	0.19	98.46	C
4	00194488	141,000.00	0.16	98.62	C
72	18489864	138,240.00	0.16	98.78	C
7	00767728	135,000.00	0.16	98.94	C
65	17990489	133,480.00	0.15	99.09	C
5	00223145	131,350.00	0.15	99.24	C
9	10022374	120,540.00	0.14	99.38	C
22	10777195	116,748.00	0.13	99.52	C
63	17965611	91,440.00	0.11	99.62	C
48	15874691	66,700.00	0.08	99.70	C
10	10109075	64,757.00	0.07	99.77	C
69	18227595	45,080.00	0.05	99.82	C
12	10180680	37,000.00	0.04	99.87	C
28	11229060	35,136.00	0.04	99.91	C
23	11171680	30,400.00	0.03	99.94	C
32	13680666	29,920.00	0.03	99.98	C
43	15478526	19,480.00	0.02	100.00	C
31	13680545	800.00	0.00	100.00	C

Tabla 2 Clasificación ABC

150

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## Pronósticos

SKU	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
17098390	94	104	114	124	134	144	154	164	174	184	194	204	1,788
17378267	41	42	44	46	48	50	52	54	55	57	59	61	609
17484593	58	65	74	82	91	99	108	116	125	134	142	151	1,243
18681524	160	181	202	223	244	264	285	306	327	348	368	389	3,297
18749534	23	23	24	24	24	25	25	25	26	26	27	27	299
15860930	90	93	97	100	103	107	110	114	117	120	124	127	1,302
17601723	33	35	37	39	41	43	45	47	49	51	54	56	530
15675145	13	15	16	17	18	20	21	22	23	25	26	27	243
17152723	336	333	329	325	321	317	313	309	305	301	297	293	3,779
00025551	-3	3	10	16	22	28	35	41	47	53	60	66	378
14451640	68	71	73	76	78	81	83	86	89	91	94	96	986
11197257	57	58	60	61	63	64	66	67	69	70	71	73	779
Total	968	1023	1080	1133	1187	1242	1297	1351	1406	1460	1516	1570	15,233

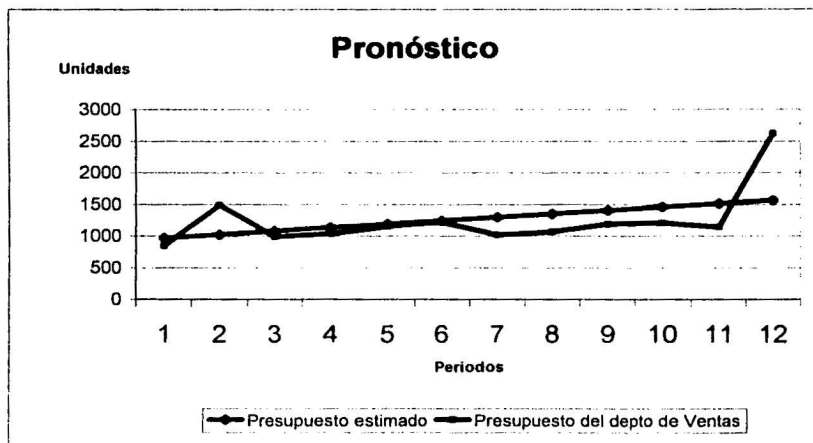


Tabla 3 Pronósticos

151

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

### **Equipo de cómputo**

- Identificación de cada una de las partes de cada equipo.
- Conocer y comprender el uso adecuado de estos productos.
- Comprender que el equipo facilitará la parte operativa de cada proceso a implantar.
- Entender el equipo como una herramienta de trabajo y no como sustituto de su trabajo.
- El uso y comprensión del sistema de códigos de barras.
- Analizar el programa de entradas y salidas.

### **Procesos**

Con la incursión de las innovaciones tecnológicas en los procesos de la empresa, los cursogramas de operación se reducen significativamente en cuanto a operaciones y traslados; algunos procesos se eliminaron, como el control de existencias manual, que por muchos años fue el medio de comunicación de existencias entre el almacén, ventas y compras debido a la automatización del manejo y flujo de información.

Cursograma de compras tabla 4.

Cursograma de entrega de pedidos, tabla 5.

Cursograma de salida de mercancía, tabla 6.

Cursograma de entrada de mercancía, tabla 7.

**CURSOGRAMA ANALITICO****DIAGRAMA:** número 1**HOJA:** 1**PROCESO:** Colocación de orden de compra al proveedor**METODO:** Nuevo**LUGAR:** Departamento de compras**FECHA:** Diciembre 2001**AREA:** Compras

1	<input type="radio"/>	El comprador verifica las existencias en el sistema de control de inventarios
2	<input type="radio"/>	El comprador revisa la estadística de ventas mensual por modelo
3	<input type="radio"/>	El comprador obtiene un reporte con las existencias y el punto de reorden de cada producto
4	<input type="checkbox"/>	El comprador verifica el comportamiento de las ventas con respecto a los pronósticos elaborados
5	<input type="radio"/>	Después de una inspección entre las existencias y los pronósticos de ventas
6	<input type="radio"/>	El comprador genera una orden de compra preliminar
7	<input type="checkbox"/>	Se envía esta orden de compra para autorización al gerente general
8	<input type="radio"/>	El gerente general verifica con finanzas la posibilidad de colocar la orden de compra con referencia al saldo de crédito disponible con el proveedor
9	<input type="checkbox"/>	Se inspecciona la orden de compra por el departamento de finanzas
10	<input type="checkbox"/>	Se devuelve al comprador la orden de compra ya autorizada para la compra
11	<input type="checkbox"/>	Se envía la orden de compra via fax al proveedor y se espera su confirmación

**Tabla 4 Cursograma analítico del proceso de compras**



**CURSOGRAMA ANALITICO**

**DIAGRAMA:** número 1

**HOJA:** 1

**PROCESO** Recepción de pedido y entrega de mercancías de pedidos completos

**METODO:** Nuevo

**LUGAR:** Departamento de ventas

**FECHA:** Diciembre 2001

**AREA:** Ventas

1	<input type="radio"/>	Requerimiento del cliente
2	<input type="checkbox"/>	Envío del pedido vía fax o telefónicamente
3	<input type="radio"/>	Se revisa la existencia de los productos solicitados
4	<input type="checkbox"/>	Se pide autorización al departamento de crédito y cobranza para la entrega del pedido
5	<input type="radio"/>	El administrador de ventas captura el pedido en el sistema y lo envía al almacén electrónicamente
6	<input type="radio"/>	Se imprime la orden en la impresora del almacén
7	<input type="radio"/>	El almacenista toma una terminal portátil y teclea el número de pedido interno
8	<input type="checkbox"/>	Con los datos en la terminal portátil se dirige a los rack de almacenamiento
9	<input type="radio"/>	El bodeguero captura por medio del código de barras los datos para facturación
10	<input type="checkbox"/>	Terminando de separar el pedido, se traslada a la zona de carga
11	<input type="radio"/>	El almacenista verifica y programa la ruta de entrega o transporte de carga para pedidos foráneos
12	<input type="checkbox"/>	Se envía la factura elaborada al almacén
13	<input type="radio"/>	En la terminal portátil se teclea el número de factura y se valida la salida de la mercancía con la lectura de los códigos de barras de los productos por entregar
14	<input type="radio"/>	Se imprime la salida de mercancía y se descarga del inventario
15	<input type="radio"/>	El operario del transporte firma la salida de la mercancía
16	<input type="checkbox"/>	Se traslada la mercancía del almacén al almacén del cliente

**Tabla 5 Cursograma analítico del proceso de entrega de pedidos**

CURSOGRAMA ANALITICO		
<b>DIAGRAMA:</b> número 1		<b>HOJA:</b> 1
<b>PROCESO:</b> Control y manejo de las salidas del almacén		
<b>METODO:</b> Nuevo		
<b>LUGAR:</b> Almacén		
<b>FECHA:</b> Diciembre 2001		<b>AREA:</b> Almacén
1	<input type="radio"/>	El operario recibe el número de factura
2	<input type="checkbox"/>	Revisa la mercancía separada contra la factura
3	<input type="radio"/>	Se efectúa la lectura del código de barras de la mercancía por entregar para validar la salida
4	<input type="radio"/>	Se imprime la salida
5	<input type="radio"/>	Firma la salida el almacenista, el transportista y la persona que entrega la mercancía

Tabla 6 Cursograma analítico de salida de mercancía

CURSOGRAMA ANALITICO		
<b>DIAGRAMA:</b> número 1		<b>HOJA:</b> 1
<b>PROCESO:</b> Control y manejo de las entradas al almacén		
<b>METODO:</b> Nuevo		
<b>LUGAR:</b> Almacén		
<b>FECHA:</b> Diciembre 2001		<b>AREA:</b> Almacén
1	<input type="radio"/>	Se recibe al camión en la zona de carga y descarga
2	<input type="radio"/>	Se descarga el camión por el personal de almacén
3	<input type="checkbox"/>	Se revisan las cantidades recibidas contra las cantidades declaradas en el pedimento
4	<input type="radio"/>	La mercancía es colocada en pallets y llevadas a una zona especial
5	<input type="radio"/>	Se da entrada de la mercancía con las terminales portátiles, mediante la lectura de código de barras
6	<input type="radio"/>	Se clasifica la mercancía por modelo
7	<input type="checkbox"/>	Se almacena la mercancía de acuerdo al modelo

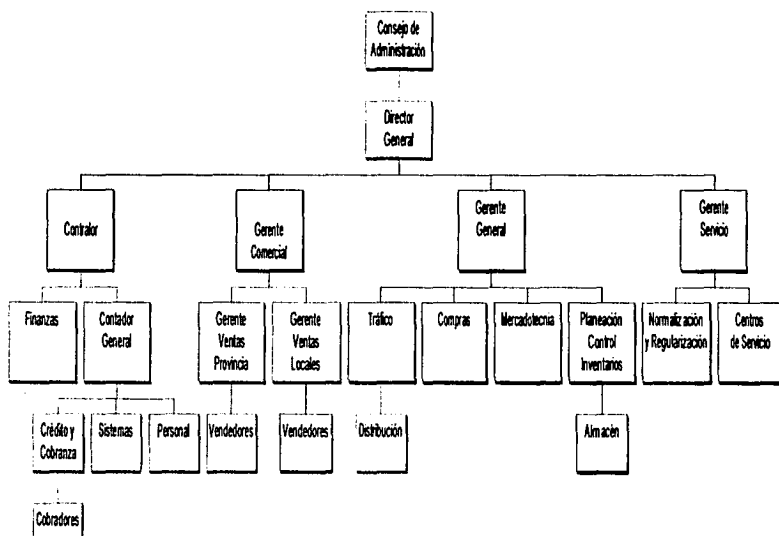
Tabla 7 Cursograma analítico de entrada de mercancías

## Estructura organizacional

Como se ha visto en los capítulos anteriores los inventarios representan bienes destinados a la venta en el curso normal de este negocio. Este valor incluye todas las erogaciones y los cargos directos e indirectos necesarios para ponerlos en condiciones de utilización o venta.

Como parte importante para la implantación de un sistema de control y manejo de inventarios se creó el departamento de planeación y control de inventarios con las siguientes características y funciones dentro de la organización:

Estructura nueva de la empresa



## **Funciones del departamento**

- Revisar y evaluar la solidez y debilidades del sistema de Control Interno.
- Realizar las pruebas de cumplimiento y determinar la extensión y oportunidad de los procedimientos de auditoría aplicables de acuerdo a las circunstancias.
- Preparar informes periódicos con el resultado del trabajo y las conclusiones alcanzadas.
- Planear y realizar las pruebas sustantivas de las cifras que muestran los estados financieros y que sean necesarias, de acuerdo con las circunstancias.
- Verificar la existencia y aplicación de una política para el manejo de inventarios.
- Determinar la eficiencia de la política para el manejo de inventarios.
- Verificar que los soportes de los inventarios se encuentren en orden y de acuerdo a las disposiciones legales.
- Observar si los movimientos en los inventarios se registran adecuadamente, modificando los kárdex y las cuentas correspondientes.
- Revisar que exista un completo sistema de costos, actualizado y adecuado a las condiciones de la compañía.
- Comprobar que las salidas de almacén sean correctamente autorizadas.

- **Verificar la práctica de conteos físicos de los inventarios existentes periódicamente.**
- **Verificar que los inventarios estén adecuadamente asegurados.**
- **Confirmar que las condiciones de almacenaje de los inventarios sean las óptimas.**
- **Verificar la existencia de un manual de funciones del personal encargado del manejo de los inventarios. Al igual que el conocimiento y cumplimiento de éste por parte de los empleados.**
- **Verificar manualmente si las cantidades en inventarios que representan productos están en existencia, en tránsito, en depósito, en almacenes de terceros, o en consignación.**
- **Comprobar si las partidas en inventario están consolidadas al costo o mercado, al que sea más bajo, de acuerdo con los principios de contabilidad generalmente aceptados.**
- **Verificar que los listados de los inventarios están recopilados, calculados, sumados y resumidos correctamente, y si los totales se reflejan debidamente en la contabilidad.**
- **Determinar la existencia de gravámenes por prendas o garantías o por cesión de los inventarios, y en caso afirmativo constatar con terceros si dichos gravámenes aparecen claramente consignados en los estados financieros o en las notas relativas a los mismos.**
- **Comprobar que los inventarios al cierre del periodo han sido determinados, en cuanto a cantidades, precios, cálculos y existencia, sobre una base que**

guarda uniformidad con la utilizada en los inventarios al cierre del periodo anterior.

- Realizar una verificación de la existencia de las cotizaciones para la compra de materiales y demás elementos constitutivos del inventario.
- Verificar las cifras de los auxiliares con los saldos del mayor para determinar existencia.
- Realizar análisis de las partidas que componen el inventario. Es necesario.
- Verificar obsolescencia de los inventarios, tanto por nueva tecnología como por desgaste
- Establecer el tiempo de rotación
- Tener seguro contra incontinencias
- Realizar la inspección visual de la mercadería.
- Saber la forma de contabilización de los inventarios
- Conocer la valorización y la moneda empleada para su contabilización
- Conocer la política de administración de los inventarios: con quiénes se abastecen; qué tan seguro es; preocupación por tener bajos precios y mejor calidad; cuántos meses de venta mantienen en productos; cuál es la rotación de los inventarios fijada o determinada.
- Involucrar la administración con el gerente de mercadotecnia, gerente de ventas y finanzas.

- **Conocer cómo se realiza el control de los inventarios con la tecnología empleada**
- **Conocer naturaleza y liquidez de los inventarios.**
- **Conocer las características y naturaleza del producto**
- **Conocer las características del mercado**
- **Conocer los canales de distribución**
- **Analizar la evolución y tendencia.**

## **CONCLUSIONES GENERALES**

Como se pudo observar, esta empresa tiene 26 años de haberse iniciado, tiempo en el cual se ha mantenido dentro del mercado como una de las empresas dentro de la industria de comercialización de productos electrodomésticos.

Lo anterior se debe a que ésta, siempre ha tenido como objetivo la venta y distribución de los productos que importa, ofrecer productos y servicio de calidad.

Como se ha analizado durante este trabajo, el control de inventarios es un aspecto crítico para una administración exitosa; la empresa no se puede dar el lujo de tener una cantidad de dinero detenida en existencias excesivas, por lo que un buen servicio debe ser satisfecho, manteniendo los inventarios en un nivel mínimo, tener existencias en las bodegas significa tener dinero ocioso y para reducir éste al mínimo, la empresa debe hacer que coincidan las oportunidades que ofrecen la demanda y la oferta, de manera que las existencias permanezcan en los anaqueles justo a tiempo para cuando los requiera el cliente.

De acuerdo a su nueva estructura organizacional es conveniente que el control de inventarios sea una función del departamento de control y planeación de inventarios, que tiene como objetivo reducir al mínimo los costos totales relacionados con el sistema, para esto se requiere de un conocimiento detallado de las fuentes de suministro, las negociaciones con respecto a precios y descuentos, los medios de transporte, los presupuestos, el manejo físico, los registros y un seguimiento al nivel de calidad de los artículos. La clasificación ABC que se fijó en el capítulo 7 es muy útil para seleccionar modelos específicos para administrar el inventario por artículo. Una adecuada administración de este departamento permitirá alcanzar y lograr los objetivos fijados por la empresa.



La parte económica de este estudio indica que la inversión inicial es fuerte, debido en gran parte, a la incorporación de las alternativas tecnológicas que son necesarias para la implantación y éxito del sistema de control y manejo de inventarios. La inversión en el proyecto estudiado para una compañía ya establecida y con un volumen de ventas considerable como esta empresa, tiene gran impacto en los flujos de efectivo; esto, además de tener un resultado económico positivo, aumentaría la satisfacción del cliente con la entrega de sus pedidos completos y sin retrasos.

En cuanto a la sensibilidad de la inversión, podemos concluir que el proyecto es más sensible a los cambios en el precio unitario de venta soportando una reducción máxima de 12.2%. Cualquier decremento mayor a éste implica que el proyecto deja de ser rentable. La segunda variable a la que es sensible es al costo unitario de venta soportando hasta un 16.7% de incremento, y por último, en lo que se refiere al número de unidades vendidas es menos sensible ya que aún con una reducción del 42.3%, sigue siendo rentable el proyecto.

En cuanto a las alternativas tecnológicas, podemos concluir que no existe ninguna barrera técnica; es más, se puede decir que éstas son casi inexistentes, debido a la sencillez de su instalación, manejo y uso. En lo que corresponde a su operación de comunicación, sólo requiere de una buena logística en el almacén.

Con respecto al objetivo general de nuestro trabajo de investigación concluimos que sí se cumplió con él, ya que se pudieron determinar las necesidades básicas para un buen manejo, nivel y control del inventario; asimismo se establecieron y proporcionaron las funciones que el nuevo departamento de planeación y control de inventarios debe realizar para permitir y detectar las necesidades de inventario que permitan satisfacer la demanda, conservando el costo de oportunidad sin afectar las utilidades de la empresa.

## **SUGERENCIAS Y RECOMENDACIONES**

Para poder llevar un buen control del inventario y obtener una mejora en nuestra calidad de servicio y atención, se deben considerar las siguientes recomendaciones.

### **a) Transacciones de inventario**

Cuando se tomen artículos para su uso o reabastecimiento, cualquier transacción debe identificarse y deben modificarse los registros del sistema con el propósito de reflejar las cantidades reales de artículos disponibles. Llevar una cuenta exacta del inventario es útil para saber la condición que guarda el inventario individual de cada artículo. Así, es posible hacer pedidos por cantidades específicas de artículos cuando sea necesario, de acuerdo a nuestros pronósticos y puntos de reorden establecidos.

### **b) Exactitud en los inventarios**

Mantener un sistema de inventarios computarizado como el implantado para esta empresa no es de ninguna utilidad si hay diferencias entre el inventario real disponible y el que se tiene registrado. Esta situación puede presentarse si se acumulan errores en la contabilidad y el registro. La ubicación o identificación errónea de artículos, el robo y otras acciones no autorizadas o no identificadas pueden también provocar que la información o documento reportado sea inexacto. La falta de capacitación del personal y el uso deficiente del sistema son susceptibles de agravar aún más la situación, por lo que se requiere de un método de verificación de la cuenta real que permita llevar registros precisos. Esto se puede llevar a cabo sobre una base anual o aleatoria.

### **c) Conteo por ciclos**

En el conteo por ciclos, los artículos se cuentan a lo largo de todo el año. Esto reduce al mínimo la desorganización en las instalaciones y aligera la carga de trabajo. La ventaja radica en que puede designarse un equipo especial para

realizar estas actividades, además de que la conciliación puede hacerse continuamente. El conteo por ciclos permite también programar el conteo físico para asegurar que todos los artículos se cuenten durante el año, a fin de corregir los errores de captura en el sistema. Este método tiene una variación denominada conteo por ciclos con base en eventos, en la que el conteo se programa en el momento en que se hace un pedido para reabastecer existencias del artículo. Dado que durante este período la cantidad disponible suele ser baja, se requiere de menos trabajo para realizar el conteo.

#### **d) Valoración de inventarios**

Por disposición gubernamental y leyes fiscales se exige realizar conteos físicos anuales, con el propósito de valorar los activos. Tanto el conteo por ciclo como el conteo físico real anual satisfacen esta obligación fiscal.

#### **e) Modelo flexible**

Mantener el sistema lo suficientemente flexible para incorporar adiciones y cambios con base en los aprendizajes clave durante el proceso. Debido a alguna retroalimentación de los clientes, toda información sobre necesidades y requerimientos será crítica para el buen desarrollo del sistema.

#### **f) Nivel de servicio**

Los precios, sin duda, son un aspecto importante para la adquisición de los productos que esta empresa comercializa, pero más allá de un buen precio se debe dar seguimiento, supervisión y atención a los niveles de servicio de la empresa que se encuentra determinado por:

**1. Calidad:** la escasa calidad en nuestros productos provoca que los clientes de esta empresa incurran en costos de inspección, con el objeto de evitar devoluciones y obtener una mala reputación en el mercado.

**2. Tiempo de entrega:** cuanto más corto sea el tiempo de entrega en que incurre la empresa, mayor es la flexibilidad de que dispone el cliente para responder a la demanda.

**3. Velocidad para surtir pedidos completos:** la incertidumbre del cliente por obtener su pedido completo ocasiona, en la mayoría de los casos, una falta de compromiso por parte del cliente.

**4. Desempeño en la puntualidad de entrega:** la incertidumbre en cuanto la fecha real de entrega de un pedido, obliga al cliente a cuestionar el sistema de la empresa y obtener los productos después de lo planeado.

**5. Capacidad para responder a la demanda:** por una falta de pronósticos confiables y oportunos de la demanda se corre el riesgo de que los pedidos se tramiten con premura, con el consecuente retraso de entrega, perjuicio en la calidad y los incrementos en los costos tráfico y de entrega.

**6. Apoyo técnico:** la empresa cuenta con conocimientos tecnológicos suficientes que pueden servir como apoyo a los clientes.

**7. Garantía de productos y servicio de partes:** establecer una política clara y acorde a las circunstancias en que la empresa absorberá el costo total de refacciones y reparaciones, una vez que el producto fue vendido y está en poder del consumidor.

**8. Mejoras en el transporte:** aprovechar la oportunidad de reducir los costos generales de transporte, concentrando los embarques en el menor número de medios de transporte posible, logrando costos más bajos, entregas frecuentes y tiempos de espera menos prolongados.

**9. Precios y términos de pago:** establecer una política de precios tomando en cuenta el mercado y costos de los productos; fijar términos de pago a los clientes, acorde a las necesidades y situación comercial de la empresa.

**10. Prácticas para hacer pedidos:** se recomienda en un futuro implantar soluciones tecnológicas como el intercambio electrónico de datos EDI (electronic data interchange), con el objeto de evitar las formas tradicionales de pedidos, eliminar trámites y reducir costos administrativos; a los clientes se les debe considerar como aliados estratégicos y no como simples componentes de las ventas.

Entre mayor énfasis haga la empresa en cuidar los niveles de servicio, menor dificultad tendrá la organización para poder establecer el tipo de relaciones con sus clientes, necesarias para hacer descender el costo total y lograr una reputación admirable en el mercado de los productos electrodomésticos.

## BIBLIOGRAFÍA

Spyros Makridakis y Steven C. Wheelwright, Manual de Técnicas de Pronósticos, editorial Limusa, 1994, México.

William Mendelhall, Estadística para Administradores, Grupo Editorial Iberoamericana, 1998. México.

Murria R. Spiegel, Estadística de Schaum, segunda edición, editorial McGraw Hill. 1996, México.

Blackstone John et al, Administración de la producción e inventarios, segunda edición, Compañía Editorial Continental, 1994, México.

Sim Narasimha, Planeación de la producción y control de inventarios, segunda edición, Prentice Hall, 1996, México.

Bufa Elwood, Sistemas de producción e inventario, planeación y control, Limusa, 1975, México.

Plossl, Control de la producción y de inventarios, segunda edición Prentice Hall Hispanoamericana, 1987, México.

Vincent K. Omachonu, Principios de la calidad total, Editorial Diana, 1995, México.

Edmundo Guajardo Garza, Administración de la calidad total, Editorial PAX, 1996, México.

Jerry L. Harbour, Manual de trabajo de reingeniería de procesos, Panorama Editorial, 1995, México

Institute of Industrial Engineers, Beyond the basics of reengineering, Industrial Engineering and Management Press, 1994, Estados Unidos.

Raúl Cos Bu, Análisis y evaluación de proyectos de inversión, segunda edición, Editorial Limusa, 1885, México.

Hillier/Lieberman, Introducción a la investigación de operaciones, quinta edición, editorial Mc Graw Hill, México.

Samuel C. Webb, Economía de la empresa, editorial Limusa, 1991, México.