



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

APLICACIÓN DE UN SISTEMA DE INVENTARIOS PARA UNA DISTRIBUIDORA DE
LLANTAS

FREDDY GUILLERMO BARRIOS PÉREZ

ASESORADO POR INGA. PAULA VANESSA AYERDI BARDALES

Guatemala, julio de 2005

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

APLICACIÓN DE UN SISTEMA DE INVENTARIOS PARA UNA DISTRIBUIDORA DE
LLANTAS

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA POR

FREDDY GUILLERMO BARRIOS PÉREZ

ASESORADO POR INGA. PAULA VANESSA AYERDI BARDALES

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL

Guatemala, julio de 2005

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
VOCAL I	Ing. Murphy Olympo Paíz Recinos
VOCAL II	Ing. Amahán Sánchez Álvarez
VOCAL III	Ing. Julio David Galicia Celada
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIO	Ing. Marcia Ivonne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
EXAMINADOR	Inga. Marcia Ivonne Veliz Vargas
EXAMINADOR	Ing. Erwin Antonio Bracamonte Rivera
EXAMINADOR	Ing. Luis Emilio Rodas Samayoa (†)
SECRETARIO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

APLICACIÓN DE UN SISTEMA DE INVENTARIOS PARA UNA DISTRIBUIDORA
DE LLANTAS

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Mecánica Industrial,
con fecha 22 octubre de 2003

Freddy Guillermo Barrios Pérez

AGRADECIMIENTOS

A MIS PADRES

Sr. Pedro Barrios Hernández

Por su cariño y apoyo en todo momento.

Sra. Thelma Pérez Balsells

A MI NOVIA

Ana Patricia Oliva Valenzuela

Por el amor y comprensión que siempre me ha demostrado.

A MI HERMANA

Ana Isabel Barrios Pérez

Por el apoyo incondicional de siempre.

A MIS SOBRINOS

Estuardo y Kevin González

Por alegrar mi existencia con sus ocurrencias.

A LA INGENIERA

Paula Vanessa Ayerdi Bardales

Por su apoyo y ayuda en la asesoría de esta tesis

Y MUY EN ESPECIAL A TODAS LAS PERSONAS QUE ME AYUDARON DIRECTAMENTE EN LA REALIZACIÓN DE ESTE TRABAJO.

**A ESTA CASA DE ESTUDIOS ESPECIALMENTE A LA FACULTAD DE
INGENIERÍA**

Por haberme otorgado este título profesional

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.	V
LISTA DE SÍMBOLOS.	VII
GLOSARIO.	IX
RESUMEN.	XI
OBJETIVOS.	XIII
INTRODUCCIÓN.	XV
1. MODELOS DE INVENTARIOS.	1
1.1 Definiciones de inventarios.	1
1.1.1 Modelos básicos.	1
1.1.2 Existencias para la realización de transacciones en la vitalizadota.	2
1.1.3 Existencias en la organización.	2
1.1.4 Medición del rendimiento.	3
1.1.5 Necesidad de la implementación en la vitalizadota.	5
1.2 Modelos determinísticos y probabilísticas.	6
1.2.1 Tamaño económico del lote (determinístico).	6
1.2.1.1 Cantidad de producción y demanda simultánea.	11
1.2.1.2 EPQ y justo a tiempo.	12
1.2.2 Modelo de lote económico con escasez permitida (determinístico).	13
1.2.3 Modelo con descuento en los precios (determinístico).	17
1.2.4 Modelo general probabilístico (naturaleza de aleatoriedad).	21
1.2.4.1 Naturaleza de aleatoriedad.	24
1.3 Establecimiento y análisis por el sistema ABC.	29
1.3.1 Teoría del inventario ABC.	29
1.3.2 Medición del inventario ABC.	30

1.3.3	Nivel de importancia dentro de la organización.	31
2.	ANÁLISIS SITUACIÓN ACTUAL EMPRESA VITALIZADORA DAVID.	33
2.1	Inicio y antecedentes de la empresa.	33
2.1.1	Inicio, fases de crecimiento, situación actual.	33
2.2	Análisis de la demanda y comportamiento del crecimiento de la competencia con respecto a la empresa (el por qué de un manejo de inventarios).	34
2.2.1	Pronósticos.	35
2.2.2	Análisis de lo demandado y lo abastecido (por nivel de importancia).	36
2.2.3	Aplicación del modelo de inventario óptimo.	37
2.3	La base de datos como herramienta de apoyo y soporte.	38
2.3.1	Teoría sobre base de datos.	38
2.3.2	Aplicación de un sistema adecuado.	41
2.4	Crecimiento futuro de la empresa vitalizadora David.	43
2.4.1	Crecimiento en base a una buena administración de inventarios.	44
3.	APLICACIÓN DE UN SISTEMA DE INVENTARIOS, SEGÚN EL ESTUDIO PREVIO DE LA DEMANDA PARA LA EMPRESA VITALIZADORA DAVID.	45
3.1	Creación y aplicación de un sistema de inventarios ABC.	45
3.1.1	Establecimiento de productos mayormente demandados.	45
3.1.2	Aplicación o implementación del sistema ABC.	46
3.2	Análisis del comportamiento de la demanda, a través del estudio de información pasada, como por ejemplo facturas y un historial de ventas,	47
3.2.1	Análisis de información pasada (facturas, entregas envíos).	48
3.3	Hacer un estudio de pronósticos, para saber como se comportará la demanda futura.	49
3.3.2	Teoría sobre pronósticos.	49

3.3.3	Aplicación del método de pronósticos adecuado.	50
3.4	Análisis del método de administración de inventario que mejor se adecúa.	51
3.4.1	Aplicación del método.	51
3.4.2	Análisis de beneficios obtenidos.	53
4.	INCLUSIÓN DE TODOS LOS SISTEMAS DE RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN Y CONTROL DE INVENTARIOS PARA LA ORGANIZACIÓN EN MENCIÓN.	55
4.1	Aplicación de formatos para la cuantificación de información.	55
4.1.1	Formatos de recepción de materiales.	55
4.1.2	Formatos de manejo de inventarios.	56
4.1.3	Formatos de control de inventarios, etc.	57
4.2	Establecimiento de controles pertinentes.	59
4.2.1	Realización de formatos de control de acuerdo al modelo adecuado.	59
4.2.2	Implementación de controles como herramientas de optimización.	63
5.	PRESENTACIÓN DE LA INTERPRETACIÓN DE COSTOS, ANTES Y DESPUÉS DE SU IMPLEMENTACIÓN.	65
5.1	Establecer todos los costos pertinentes.	65
5.1.1	Costo del artículo.	65
5.1.2	Costo de ordenar pedidos.	66
5.1.3	Costo de conservación del inventario.	67
5.1.4	Costo de escasez.	68
5.2	Breve interpretación de los costos y los beneficios adquiridos con la implementación de la administración de inventarios.	69
5.2.1	Comparación con las erogaciones de recurso monetario actuales, previa implementación del sistema de administración de inventarios. Análisis económico.	69
	CONCLUSIONES.	80
	RECOMENDACIONES.	82

REFERENCIAS.

84

BIBLIOGRAFÍA.

85

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1	Costo anual de preparación como función del lote.	7
2	Ciclos de inventario.	7
3	Costo anual de mantenimiento.	8
4	Costos relevantes totales.	10
5	Modelo de cantidad de producción.	12
6	Modelo de lote económico con escasez permitida.	14
7	Costos relevantes totales por el modelo de descuento /cantidad.	20
8	Histograma de frecuencias.	25
9	Histograma de frecuencias y aproximación normal.	28
10	Costeo ABC.	30
11	Procesos visualización básica.	40
12	Campos (medidas, marcas).	40
13	Campos (llantas: tamaños, medidas, precios).	41
14	Campos (tablas, consultas, formularios).	41
15	Campos (código, medida, precio, saldo).	42
16	Campos (código, medida, precio, saldo).	42
17	Consultas (código, medida, precio, marca, ubicación).	42
18	Informes.	43
19	Gráfica de demandas para 11R22.5, Rin 14 y Rin 12.	47
20	Gráfica de ventas del año 2003.	49
21	Formato de recepción de materiales.	56
22	Formato de manejo de inventarios.	57
23	Formato de control de inventarios.	58

24	Formato de requerimiento de producto.	59
25	Formato de control de demanda.	60
26	Formato diario de ventas.	60
27	Formato de compra de producto.	61
28	Formato de requisición de producto.	62

TABLAS

I	Costos de preparación por tamaños de lotes prueba.	6
II	Tabla comparativa de EOQ y EPQ.	13
III	Costos relevantes totales.	21
IV	Demandas observadas durante las últimas 52 semanas.	25
V	Tabla de clasificación ABC.	31
VI	Tabla de demanda de llanta 11R22.5 del año 2003.	36
VII	Clasificación ABC.	46
VIII	Historial de facturas, envíos y entregas del año 2001.	48
IX	Demandas por mes, año 2003, 11R22.5 y rin 14.	49
X	Tabla de cálculo, método ponderado exponencial.	50
XI	Tabla de cálculo, método ponderado exponencial.	50
XII	Tabla de cálculo, método ponderado exponencial.	50
XIII	Cálculo de costos aproximado.	53
XIV	Costo del artículo.	65
XV	Integración de costos.	66
XVI	Integración de costos por manejo de inventarios.	75
XVII	Total de ventas efectuadas en el año 2003.	77

LISTA DE SÍMBOLOS

ROI	Retorno sobre la inversión.
h	Nivel máximo de inventario en unidades.
S	Costo de habilitación (costo de ordenar un pedido).
D	Tasa de demanda anual.
Q	Tamaño del lote, cuantificación de unidades en cada pedido.
A	Cuantificación de unidades en existencia al inicio de un período.
B	Cero unidades en existencia, después de un período.
D	Razón de cambio (derivada).
L	Tiempo de espera, mientras llega un período.
p	Cantidad de producción por día.
M/2	Inventario promedio.
∂	Razón de cambio parcial.
TRC	Costos relevantes totales.
μ	Media.
D_{det}	Demanda determinística.
D_{ale}	Demanda aleatoria.
D_p	Compras anuales (unidades monetarias).
Đ	Medida de la muestra.
σ^2	Varianza.
S²	Varianza de la muestra.
∞	Infinito.
Đt	Valor estimado de la media.
DAM	Desviación absoluta media.

GLOSARIO

EOQ	Cantidad de orden económico.
TRC	Costo total relevante.
EEQ	Cantidad de producción económica.
LE	Lote económico.
Vitalizadora	Lugar donde se vitalizan llantas (reencauche).
Inventario	Cantidad de mercancías que se tienen en reserva.
Rotación	Cantidad de movimiento en la venta de producto.
ROP	Punto de reorden.
Costo marginal	Costo de una unidad adicional sujeta a estudio.
Lote	Partes en las que se divide un todo, para distribuirse posteriormente.
Estocásticos	Teoría estadística de los procesos, cuya evolución en el tiempo es aleatoria.
Incertidumbre	Falta de certeza.
Aleatoria	Dependiente de algún suceso fortuito.
Histograma	Representación gráfica de una distribución de frecuencias por medio de rectángulos, cuyas anchuras representan intervalos de

la clasificación y cuyas alturas representan las correspondientes frecuencias.

Empírica	Situación regida por la experiencia.
Rin	Diámetro interno de la llanta.
Pronóstico	Señal por donde se conjetura o adivina algo futuro.
Bytes	Unidad de medida de información, equivalente a la elección entre dos posibilidades igualmente probables.
Kanbans	Es un sistema de arrastre, basado en la utilización de una serie de tarjetas que dirigen y controlan la producción entre los distintos centros de trabajo; la primera en utilizarlo fue la empresa TOYOTA.

RESUMEN

Derivado de la importancia que tiene el manejo de inventarios, para el crecimiento de la cualquier organización, el presente trabajo enmarca errores que muy frecuentemente son cometidos por personas que se inician como empresarios; por ejemplo, el manejo desorganizado de los inventarios, generando a la larga una disminución considerable en las utilidades.

Esta situación no permite que estas pequeñas organizaciones se logren desarrollar en una forma cimentada y organizada, evitando ser competitivos dentro de un mercado saturado y de mucha competencia; por el contrario, dentro de estas mismas organizaciones mutuamente se proporciona mala asesoría, con lo cual, quien compra más producto prevalece, ya que **siempre va a tener existencia de producto**, aunque este producto ya no tenga donde instalarse, y puede incurrir en costos innecesarios de almacenaje y poca rotación.

El manejo eficiente de los inventarios, además de minimizar costos de almacenamiento, genera liquidez dentro de una organización, ya que provoca el manejo de lo necesario en el momento adecuado, sin descuidar la demanda y optimizando el espacio cúbico necesario.

OBJETIVOS

GENERAL

El sistema de administración de inventarios, optimizará el espacio disponible y esto permitirá manejar un almacenaje óptimo para los tipos de llantas más demandadas en el mercado.

ESPECÍFICOS

1. Establecer, con base en un análisis de pronósticos, cómo se comporta la demanda de los productos altamente requeridos (tamaño de llantas) y así poder establecer cuál podría ser el método óptimo de administración de inventario a aplicar.
2. Adoptar con base en la administración de inventario, la decisión de cuánto ordenar y en qué momento hacerlo.
3. Tratar con base en un sistema ABC, cómo optimizar el espacio, para rotar el tipo de llanta con mayor demanda y no almacenar grandes cantidades de llantas sin mucho movimiento.
4. Implementar el crecimiento de la organización, a través del manejo de inventarios.
5. Establecer los controles pertinentes, sin llegar a descuidar los demás productos existentes (menos demandados).

6. Agilizar la toma de decisiones, después de la implementación del sistema de administración de inventarios.
7. Establecer un análisis de costos, con base en los modelos de inventarios implementados.

INTRODUCCIÓN

El manejo de inventarios es una herramienta crítica para la obtención de utilidades en cualquier empresa. La importancia de mantener el inventario y la minimización de costos relacionados al mismo, lleva a elegir entre dos opciones:

La primera, es hacer muchos pedidos de tamaño pequeño. Como resultado se obtiene beneficios al disminuir el nivel de inventario promedio y el costo de almacenamiento. Esta elección también tiene sus debilidades, pues encarece el costo de reposición y añade un mayor riesgo de agotamiento de existencias. Además, implica mayor trabajo y costos administrativos.

La segunda opción, es realizar pocos pedidos de tamaño grande, esta iniciativa disminuye el costo de orden pero incrementa el nivel de inventario promedio y por ende el costo de almacenamiento. Como ventaja adicional se obtiene un menor riesgo de agotamiento que permite enfrentar mejor las variaciones de la demanda.

Como consecuencia, para contrarrestar estas dos adversidades, se pueden utilizar los métodos cuantitativos de manejo de inventarios, que proporcionan una poderosa herramienta, con la cual se puede mantener niveles adecuados (óptimos) de inventarios, éstos ayudan a disminuir los niveles excesivos de inventarios y así se podrá manejar en una forma eficiente los costos administrativos de ordenamiento.

Esto redundará en una adecuada política administrativa de inventarios, la que a su vez traerá como consecuencia un adecuado crecimiento de la organización, que es básicamente lo que cualquier empresa persigue.

El desarrollo del presente trabajo de investigación, se integra de la siguiente manera:

En el capítulo uno, se mencionan conceptos sobre la administración de inventarios. El capítulo dos, hace mención sobre la situación actual de la vitalizadora (empresa objeto de análisis), su crecimiento y problemas. En el capítulo tres, se desglosan los métodos más convenientes para la administración de sus inventarios, según investigación de campo. El capítulo cuatro, sugiere los formatos adecuados para el control de los inventarios dentro de la vitalizadora. Y finalmente, en el capítulo cinco, se desarrolla un análisis económico sobre la propuesta de manejo de inventarios, detallada en el trabajo.

1. MODELOS DE INVENTARIOS

1.1 Definiciones de inventarios

Una cantidad almacenada de materiales que se utilizan para facilitar la producción o para satisfacer las demandas del consumidor. Comprende el conjunto de recursos útiles que se encuentran ociosos en algún momento.

1.1.1 Sistemas básicos de inventarios

Tener el control de inventarios en cualquier organización es tener una base administrativa de éxito dentro de la misma. Como es bien sabido mantener inventarios, es tener un alto costo, y cualquier organización no puede permitirse el incurrir en esta situación, en la cual se tiene una buena cantidad de dinero detenido, en los inventarios.

Las principales metas de un buen servicio al cliente y de una producción eficiente deben ser cubiertos manteniendo, los inventarios al mínimo posible. Esto es real aunque se toquen temas directamente relacionados, como el de la inflación que provoca que se incremente el valor de los inventarios de producto terminado.

Poseer existencias en las bodegas de cualquier organización implica tener poder adquisitivo ocioso, y para minimizar éstas una organización debe trabajar para que converjan las oportunidades que ofrecen la oferta y la demanda, de forma que las existencias, estén disponibles en las bodegas, en el momento justo para cuando sean requeridas, por cualquier tipo de demandante.

1.1.2 Existencias para la realización de transacciones dentro de la vitalizadora

Las existencias de insumos que se prevén para llevar a cabo las transacciones dentro de la vitalizadora david, son las necesarias para brindar apoyo a las operaciones de transformación, (preparación de reencauche en frío y caliente, este inventario en proceso casi nunca ocupa un espacio dentro de la organización debido, a que el proceso final de cocimiento se ejecuta fuera y, posteriormente, pasa al demandante, con anterioridad los demandantes entregan sus llantas para dicho proceso), movimiento y ventas en las que participa la empresa. En este caso las existencias que están en proceso de vitalización, no constituyen una parte considerable de las existencias, ya que, conforme ha crecido la empresa, el proceso de vitalización ha disminuido en forma considerable y ahora únicamente, se vitaliza conforme a pedidos, los cuales después del proceso de reencauche y cocimiento (este fuera de la empresa), pasan directamente al demandante; por lo que el único inventario en proceso de transportación (en tránsito) a tomar en consideración va a ser el número de llantas abastecidas por los proveedores; tanto dentro como fuera del país.

La demanda de llanta nueva y usada ha crecido considerablemente, por lo que se enfocará en la demanda de estos dos tipos de llantas, para implementar un sistema de administración de inventarios.

1.1.3 Existencias de la organización

Las existencias de la vitalizadora representan oportunidades de inversión que tienen como fin alcanzar la eficiencia tanto en las actividades de operación y administrativas. Las existencias variables o de seguridad son aquellas con las que cuenta la vitalizadora, diseñadas para amortiguar la incertidumbre. Por ejemplo, las ventas diarias promedio de veinte llantas de un determinado rin o tamaño, pueden satisfacerse con una existencia de transacción de veinte llantas. Si las ventas

rebasan esta cantidad, habrá que apoyarlas con una existencia de contingencia, para evitar que las existencias se agoten si las ventas son mayores de lo que se espera, o sea que la demanda exceda a la oferta.

Los inventarios anticipados o de nivelación pueden representar una inversión atractiva en caso de que resulte más económico mantener las existencias que alterar la capacidad de producción a corto plazo, un ejemplo en una vitalizadora es el siguiente: los incrementos de temporada en la demanda pueden ser satisfechos acumulando existencias durante periodos previos de escasez de demanda y exceso de capacidad, (ya que es preferible mantener un inventario de llantas, en temporada de escasa demanda, para cubrir en tiempos de exceso de demanda, que iniciar la producción de vitalización, en la que existe la posibilidad de generar un inventario que no se sabe si podrá tener la demanda que una llanta nueva de similares medidas y características.)

Los inventarios por tamaño de lote o de ciclo se mantienen con el fin de compensar, en alguna medida, el costo de habilitar el equipo, para el proceso de vitalización, que va a generar un inventario en proceso posiblemente muy poco demandado.

En fin, cualquier tipo de existencias, no importando que tipo de inventario sea, anticipado o por lote, son oportunidades de inversión para cualquier tipo de organización, por lo que se persigue optimizarlos.

1.1.4 Cálculo del rendimiento de los sistemas de Inventario

El rendimiento sobre la inversión es de gran importancia para los administradores de nivel superior a quienes se exige que rindan cuentas de rentabilidad de la organización. Al respecto surge una interrogante ¿dónde entran los inventarios en el esquema de la compañía? Considere el siguiente análisis del ROI (Retorno sobre la inversión)¹.

$ROI = (\text{ventas} - \text{costo de los productos vendidos}) / (\text{existencias físicas} + \text{cuentas por cobrar} + \text{inventario})$.

Los inventarios representan 25% de los activos de muchas empresas. De todos los rubros que comprende la fórmula anterior (ROI), el inventario es el que tiene mayor potencial para casi todos los administradores y consultores. Una disminución en la inversión de inventarios es susceptible de generar mejoras rápidas en el ROI.

Sin embargo, al considerar el sistema de inventarios en sí, se descubre que la medida de su rendimiento refleja los intereses de quienes en él participan. El mercadeo origina una medida de servicio al cliente:

Con base en las existencias, debe enviarse cierto número de pedidos completos, o bien cierto porcentaje de las unidades que se pidieron, sin dejar pedidos pendientes. Las existencias agotadas significan un servicio deficiente y un historial inaceptable de existencias agotadas quizá signifique el despido del responsable de la administración de inventarios.

Los responsables de la administración financiera analizan en términos de costos: cuánto mejor sea el inventario tanto mejor.

Dado que cuantificar estos costos es fácil, en alguna medida, muchos financieros ejercen una influencia indebida en los sistemas de inventario. Estas personas suponen de manera errónea, que todo el inventario representa excedentes de existencias o que el único inventario que debe mantenerse es el que se destina a las transacciones. Pero el personal dedicado a las finanzas, comprende que las existencias de la organización deben analizarse como una inversión.

Además de los costos de mantener inventarios, la gente especializada en las finanzas piensa también en términos de las rotaciones de inventarios. La rotación de inventario es la relación entre el costo de las ventas durante un período y el costo del

inventario promedio disponible². Por ejemplo, que el costo de las ventas del último mes fue de Q50, 000 con un inventario inicial de Q20, 000 y uno final de Q30, 000, lo que da un promedio de Q25, 000; esto equivale a dos rotaciones por periodo.

Aunque es interesante la medida de la rotación de inventario varía tanto, dependiendo, del tipo de organización. El personal responsable de otras actividades operativas dentro de la organización, también participa en las decisiones referentes a los inventarios.

Desafortunadamente, pocas empresas llevan registros exactos, de los costos que genera la preparación de equipo y no los consideran en su debida magnitud como factores de los objetivos de inversión en inventarios.

1.1.5 El por que de la implementación en la vitalizadora

La implementación dentro de la organización, de un sistema de inventarios es importante ya que favorece en algunos aspectos importantes, como por ejemplo; a la protección contra fluctuaciones inesperadas en los niveles de producción o de la dotación de materias primas; además con un adecuado control de inventario se puede estar preparado al momento en que se dan las especulaciones de precios ya que se pueden conseguir ahorros cuando se esperan incrementos significativos en los precios del mercado.

La administración del inventario requiere un estudio cuidadoso de las posibles consecuencias de las decisiones tomadas sobre el mismo, en el desempeño de esta gestión se pueden utilizar modelos cuantitativos de control del inventario que pueden ayudar a tomar decisiones de manera objetiva.

En una empresa que se dedica a distribuir y reparar llantas se ha podido identificar un control deficiente de inventarios y se ha procedido a examinar la mejor forma de optimizar el mismo.

1.2 Modelos determinísticos y probabilísticos

1.2.1 Tamaño económico del lote (Determinístico)

Por ejemplo se supone que la cantidad de demanda anual de una llanta 10,000 unidades, y asumiendo también una semana de 5 días hábiles, con dos semanas de vacaciones, de lo cual se obtiene un año de 250 días. Bajo esas condiciones se obtiene la cantidad de demanda $d = 10,000/250 = 40$ por día. Además, haciendo un pequeño cálculo de los costos anuales por mantener inventarios (h) equivalen a 40% del costo del artículo. Asumiendo un costo del artículo $c = 10$, se obtiene $h = 0.4 * 10 = 4$. Los costos de habilitación son $S = 500$, de esto nace una interrogante. ¿Cuándo y qué tanto hay que ordenar?

La tabla I desglosa tres cantidades de pedido o tamaño de lote

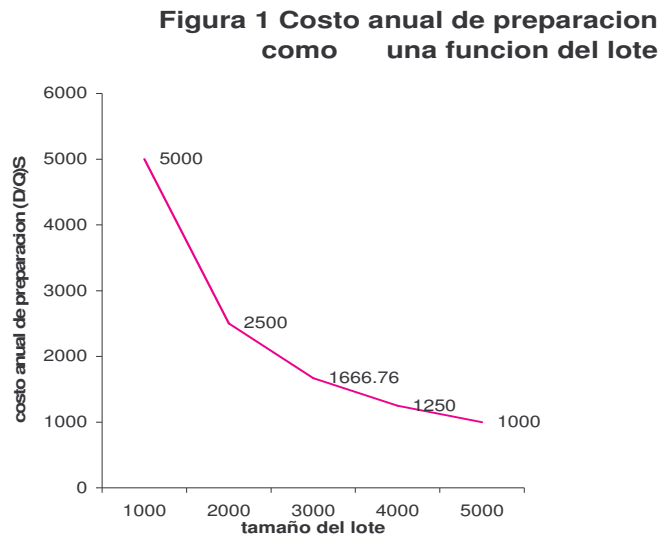
Tabla I Costos de preparación para tamaños de lote de prueba

Cantidad de orden (Q)	Número de ordenes	Costo anual de preparación (Q)
10,000	1	500
1000	10	5000
1	10,000	5,000,000

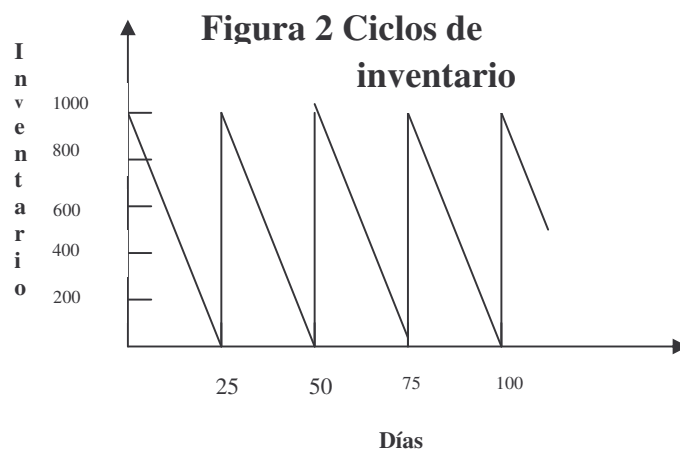
De inmediato se descarta ordenar una unidad por pedido pues 5 millones de quetzales anuales resulta un precio sumamente elevado. Con una demanda anual $D = 10,000$ y una cantidad de pedido $Q = 1000$, se observa que a lo largo de un año se registrarán $10,000/1000 = 10$ pedidos; es decir $D/Q = 10$.

El costo anual de preparación es solo el número de pedidos multiplicado por el costo de preparación por pedido, o $(D/Q) * S$. Para $Q = 1000$ se tiene un costo anual de preparación de $(10,000/1000) * 500$. Los costos anuales de preparación se

incrementan conforme disminuye Q (nivel de inventario), como se puede apreciar en la figura 1.

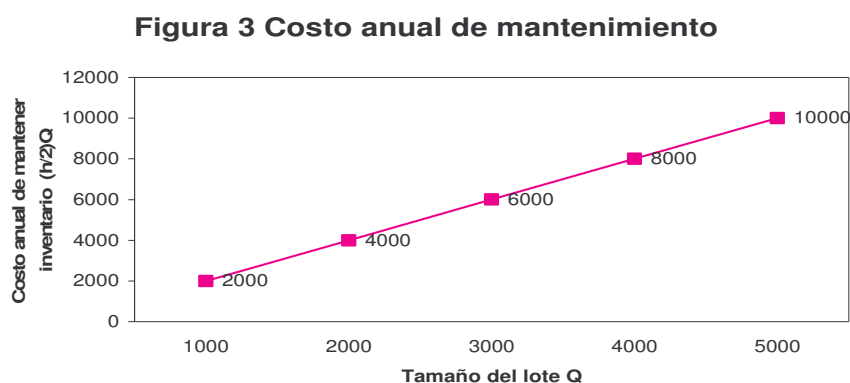


Al tiempo que los costos anuales de preparación disminuyen en función de incrementos en Q (nivel de inventario), los costos anuales de mantener inventarios aumentan. Con un pedido de $Q = 1000$, el inventario promedio seria $Q/2 = 500$. Esto puede observarse en la figura 2.



A lo largo de los primeros 100 días del año nos desplazamos a través de cuatro ciclos, de 1000 unidades en inventario a cero unidades. El inventario disminuye

linealmente entre $A = 1000$ y $B = 0$. Para tal función lineal, el promedio cae en el punto medio o punto de equilibrio geométrico de $(A+B)/2$. Como $A = Q$ y $B = 0$, el inventario promedio es $Q/2$. Por tanto, este modelo depende en gran medida de suponer una cantidad de ventas constante que generara una disminución lineal en la posición de inventario. En tal caso los costos anuales de mantener inventarios son $(Q/2)h$. En este caso, $h = 0.40 * 10 = 4$, de lo que se obtiene una pendiente de costos de mantener inventarios que se incrementa de $4Q/2 = 2Q$. Esto se ilustra en la figura 3



Utilizando el análisis marginal, los costos anuales de mantener inventarios H incrementan con Q a una tasa de 2 , ya que

$$dH/dQ = d((Q/2)*h)/dQ = h/2 = 4/2 = 2. \quad (1)$$

Al incrementarse Q de 1000 a 2000 unidades, los costos anuales de mantener inventarios aumentan en 2000 , exactamente el mismo incremento en costos que se generaría al cambiar de $Q = 4000$ unidades a $Q = 5000$ unidades.

Debe existir disposición a incrementar Q en tanto los incrementos de ahorro en cuanto a costos de preparación superan el incremento en costos de mantener inventarios. El costo anual de preparación cambia $-DS/Q^2$, que equivale a un ahorro

de DS/Q^2 . Al igualar los ahorros con los incrementos en los costos de mantener inventarios se obtiene

$$Q^* = \sqrt{2DS/h} \quad (2)$$

Donde Q^* es la fórmula famosa de cantidad de pedido económico, Al aplicar a nuestro ejemplo, la cantidad óptima de pedido resulta ser

$$Q^* = \sqrt{(2 \cdot 10,000 \cdot 500/4)} = 1581 \text{ unidades}$$

Con una EOQ de 1581, el incremento en costos de dos por unidad se compensa con el incremento, en costo de mantener inventarios de dos por unidad: es decir, $DS/Q^2 = h/2$, lo interesante en las funciones de costo que corresponden a este modelo es que los costos anuales de preparación son el equivalente de los costos anuales de mantener inventarios en el caso de la Q óptima; es decir $DS/Q = (Q/2)h$. En este caso los incrementos en costos equivalen a los costos anuales, pero este concepto no debe generalizarse para las otras funciones de costos.

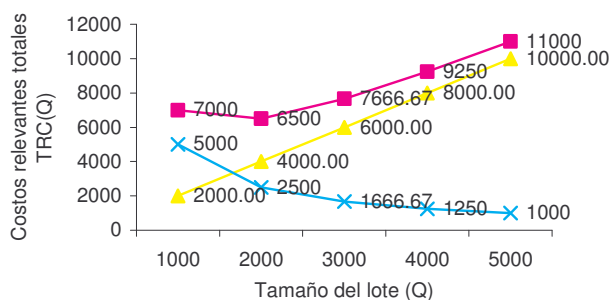
Si este modelo EOQ supone una cantidad de demanda constante, el modelo es en si sólido. Los cambios en la demanda anual o la relación entre costos de habilitación y costos de mantener inventarios no dan lugar a cambios radicales de Q (unidades de inventario). De similar manera, los cambios mínimos en Q no ocasionan cambios de magnitud considerables en los costos relevantes totales (costo total relevante). Para observar esta situación, se considera la ecuación de costos de inventarios.

$$TRC(Q) = (Q/2)h + (D/Q)S. \quad (3)$$

Solo se consideran aquellos costos relevantes para la decisión de inventarios, mediante el símbolo $TRC(Q)$, para indicar que los costos relevantes totales dependen de Q (unidades de inventario). La figura 4 combina los costos de mantener

de la figura 3 y los costos de habilitación de la figura 1, en una cifra de costo total relevante.

Figura 4 Costos relevantes totales



En el caso de la Q óptima = 1581 (unidades de inventario), los costos relevantes son

$$TRC = (1581/2)*4 + (10,000/1581)*500 = 6324$$

Si se duplica la demanda de 10,000 a 20,000, no se duplicara Q , pero se incrementara a 2236 o $\sqrt{2}$ veces la antigua EOQ. Si se inserta la demanda duplicada en la formula de EOQ se obtiene la nueva EOQ:

$$EOQ = \sqrt{((2(2D)S)/h)} = (\sqrt{2}) * \sqrt{((2DS)/H)} \quad (4)$$

De igual manera, los costos relevantes totales no son muy sensibles a las desviaciones pequeñas respecto a EOQ. Para $Q = 1000$, $TRC(Q) = 7000$; para $Q = 2000$, $TRC(Q) = 6500$. Como se puede observar ninguna de las dos cifras esta muy lejos de $TRC(Q) = 6324$ para la EOQ.

En lo hasta ahora explicado, se ha demostrado el orden siguiente al que se llega precisamente en el momento en que se utiliza el primer lote. La EOQ ha respondido a la pregunta relativa de qué tanto pedir. Ahora analicemos cuando hacer el pedido y en qué momento se recibe. Supongamos que el tiempo de espera en el ejemplo en mención es de cinco días ($L = 5$). Dado que hay certeza en cuanto a la

demanda, cinco días de oferta cubrirán la demanda del tiempo de espera. **Si el punto en el que debe hacerse un nuevo pedido (punto de reorden), se establece en $L_d = 5 \cdot 40 = 200$ unidades, para cubrir la demanda durante el tiempo de espera, entonces se hará un pedido, por $Q^* = 1581$ unidades cuando el inventario disponible llegue a 200 unidades.**

1.2.1.1 Modelo de la cantidad de producción y demanda simultánea

El modelo básico EOQ/ROP básico ha supuesto que la cantidad total del lote se entrega una vez que ha transcurrido el tiempo de espera fijado. No obstante, en algunas situaciones de fabricación, el término tiempo de espera quizá indique la recepción de los primeros artículos que salieron de la corrida de producción. Para una cantidad de producción de 100 unidades por día, tomaría $Q/p = 10$ días fabricar un lote cuyo tamaño fuera de 1000 unidades. Durante este tiempo no se venderían $(Q/p)d = 10 \cdot 40 = 400$ unidades. En efecto lo anterior reduce los costos anuales de mantener inventarios, por que jamás se mantienen 1000 unidades en existencia sino un máximo de 600, $Q - (Q/p)d$.

Por consiguiente, tal vez sea posible ahorrar dinero si se incrementa el tamaño del lote para reflejar que no todas las unidades que se fabrican se conservan sino que algunas pasan directamente al cliente.

Si se utiliza una lógica similar a la del modelo de EOQ básico, se observa que los costos anuales de mantener inventarios $\frac{1}{2}(Q - (Q/p)d)h$ se calculan con la mitad del nivel máximo de inventario.

Entonces, los costos marginales de mantener inventarios serían:

$$dH/dQ = h/2(1-d/p) \quad (5)$$

Se igualan los incrementos en los costos de mantener inventarios y los costos de preparación,

$$DS/Q^2 = h/2(1-d/p) \quad (6)$$

Se puede obtener una cantidad de producción económica (EPQ cantidad económica de producción):

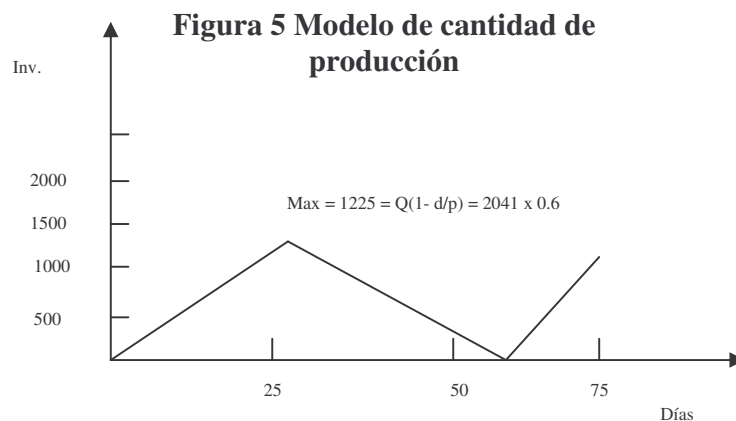
$$EPQ = \sqrt{(2DS/(h*(1-d/p)))} \quad (7)$$

Con los costos de nuestro ejemplo

$$EPQ = \sqrt{((2*10,000*500)/(4*(1-40/100)))} = 2041$$

La figura 5 muestra la solución, y la tabla I ofrece una comparación de EOQ y EPQ. Como se sospechó, la EPQ da una Q más grande que la EOQ, porque jamás se mantiene en inventario la totalidad de la EPQ. El inventario máximo es

$$Q(1-d/p) = 2041 * 0.6 = 1225.$$



1.2.1.2 EPQ y justo a tiempo

Un análisis más minucioso de la fórmula de cantidad de producción económica indica que el costo de preparación influye de manera significativa en la cantidad de producción económica. En muchas circunstancias, los ingenieros especializados en herramientas están en posibilidad de simplificar el proceso de preparación y, por tanto, de reducir el tiempo que toma llevarlo a cabo. Aun si otras variables permanecen constantes, la reducción en el tiempo de preparación reduce la cantidad

de producción económica. De hecho, si el tiempo de preparación puede reducirse hasta una cantidad muy pequeña, el tamaño del lote puede disminuir a uno. El concepto justo a tiempo, pretende reducir el tamaño del lote mediante la reducción del tiempo de preparación y los inventarios en proceso; en tanto, se incrementa la calidad de los productos que se fabrican. Estas acciones son capaces de reducir el número de **Kanbans** que dicta el número de recipientes en el sistema y, por consiguiente, reduce el inventario en proceso. Una reducción en el tamaño del lote puede dar por resultado; asimismo, un tamaño de recipiente más pequeño y, en consecuencia, los materiales se transfieren en cantidades más pequeñas de una estación de trabajo a otra.

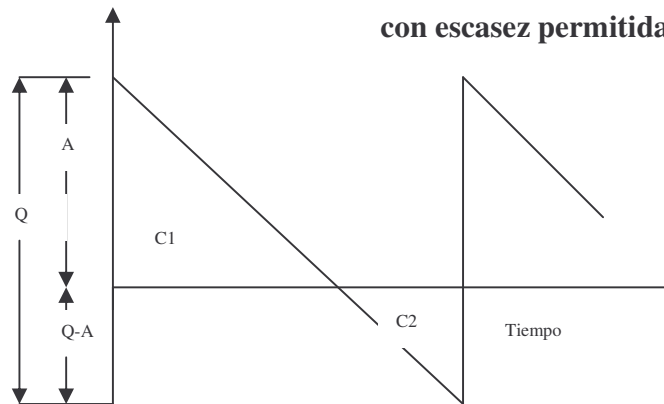
Tabla II Tabla de comparación de EOQ y EPQ

	EOQ	EEQ
Q	1581	2041
D/Q	6325	4.9+
Costo anual de preparación	3162.5	2450
Costo anual de mantener inventario	3162.5	2450
TRC	6324	4900

1.2.2 Lote económico con escasez

En toda organización, tener pedidos pendientes provoca que se incurra en trabajo extra de oficina, trámites adicionales e insatisfacción por parte de los consumidores. Si a estos se les fija un precio α por unidad, por año, ¿cuántos pedidos pendientes se permitirán por ciclo (ver figura 6)?

Figura 6. Modelo de lote económico con escasez permitida



En un sentido, los pedidos pendientes representan un inventario negativo. Si se hacen pedidos en lotes de Q y se permite B pedidos pendientes por ciclo, el promedio de pedidos pendientes será $B/2$, al igual que el inventario promedio será $M/2 = (Q - B)/2$. El inventario máximo en cada ciclo será $M = Q - B$, porque el lote nuevo se agota de inmediato una vez que se surte el pedido pendiente del ciclo anterior.

$$TRC(Q,B) = ((Q - B)/2) * h * ((Q - B)/Q) (\text{costos anuales de mantener inventarios}) \quad (8)$$

$$+ B/2\alpha * B/Q (\text{costos anuales de mantener inventarios})$$

$$+ D/Q * S (\text{costos anuales de preparación})$$

En este caso $(Q-B)/Q$ representa el tiempo en que hay un inventario positivo durante cada ciclo, y B/Q indica el tiempo durante el cual hay un inventario negativo. Por ejemplo, una cantidad máxima de existencias en inventario de $M = Q - B = 100 - 10 = 90$ y una tasa o cantidad de demanda de una unidad al día presentaría una duración de 100 días en cada ciclo en 90 de los cuales habrá un inventario positivo. Dado que el costo de mantener inventarios se da con base en una unidad por año, ese costo solo debe aplicarse a las veces en que se presenta un inventario positivo.

De manera semejante, B/Q es la parte del año en la que existe una posición de pedidos pendientes.

Analicemos el siguiente ejemplo, una demanda anual de 1000 y una Q de 100, y una B de 10, darán lugar a 10 ciclos en un año, y solo 10% de cada ciclo transcurrirá en posición de pedidos pendientes. Al determinar de nuevo la curva de costos relevantes totales, diferenciando y estableciendo las derivadas parciales en cero, podemos despejar los valores óptimos de Q :

$$TRC(Q,B) = ((Q-B)^2h)/2Q + ((B^2\alpha)/2Q) + (DS/Q) \quad (9)$$

Desarrollando el binomio y haciendo un poco de álgebra obtenemos:

$$\begin{aligned} &= ((Q^2 - 2QB + B^2)h)/2Q + (B^2\alpha)/2Q + DS/Q \\ &= Qh/2 - Bh + (B^2h)/2Q + (B^2\alpha)/2Q + DS/Q \end{aligned}$$

Derivando parcialmente con respecto a B

$$\partial TRC(Q,B)/\partial B = -h + (2Bh)/2Q + (2B\alpha)/2Q = 0 \quad (10)$$

$$(B(h+\alpha))/Q = h$$

$$B = Q(h/(h+\alpha))$$

Nuevamente, derivando parcialmente con respecto a Q

$$\partial TRC(Q,B)/\partial Q = h/2 - (B^2h)/2Q^2 - (B^2\alpha)/2Q^2 - (DS)/Q^2 = 0 \quad (11)$$

Multiplicando toda la expresión por $2Q^2$, se obtiene

$$Q^2h - B^2(h+\alpha) - 2DS = 0$$

Y sustituyendo para B, se obtiene

$$Q^2h - Q^2 \left(\frac{h^2}{(h+\alpha)} \right) (h+\alpha) - 2DS = 0$$

Simplificando un poco más se tiene

$$Q^2h - Q^2h \left(\frac{h}{(h+\alpha)} \right) - 2DS = 0$$

Haciendo un poco de álgebra y despejando Q se obtiene

$$Q = \sqrt{(2DS)/h} \sqrt{(h+\alpha)/h} \quad (12)$$

En el modelo EOQ con escasez, se comenzó a dar importancia al factor tiempo: cuánto tiempo se invierte en una posición positiva de inventario en comparación con una posición de pedidos pendientes. Sin embargo, ese modelo se basaba en un seguimiento continuo del inventario. Se sobreentendía que un pedido llegaría a su destino justo en el momento en que nuestra posición de pedidos pendientes alcanzará un valor óptimo. No obstante, muchas empresas hacen pedidos en forma periódica sin dar un seguimiento continuo a las posiciones de inventario. Con los modelos basados en EOQ que se han desarrollado hasta ahora, resulta sencillo, en alguna medida, hacer la conversión a tal sistema periódico.

Por ejemplo si en algún momento se piden Q unidades, en un año habrá D/Q ciclos, pero el tiempo entre pedidos será Q/D. Por ejemplo, con Q/D= 1000/12000 se tendría que hacer un pedido cada mes.

Si T es el tiempo entre pedidos, se utiliza nuestro modelo de LE con escasez,

$$T = (Q/D) = ((2DS/h) \sqrt{(h+\alpha)/\alpha})/D$$

$$T^* = \sqrt{2S/hD} \sqrt{(h+\alpha)/\alpha} \quad (13)$$

Supongamos que $D = 10,000$, $S = 500$, $h = 10$ y $\alpha = 40$. Obtenga el tiempo óptimo entre pedidos

Solución :

$$T^* = \sqrt{(2 \cdot 500)/10 \cdot 10,000} \sqrt{(10+40)/40} = 0.1 \cdot 1.118 = 0.1118$$

Así, $Q^* = T^* \cdot D = 0.1118 \cdot 10,000 = 1118$. Durante un año de 250 días hábiles, $0.1118 \cdot 250 = 28$ por lo que tendremos que pedir 1118 unidades cada 28 días.

1.2.3 Modelo con descuentos en los precios (Determinístico)

En el modelo sencillo de EOQ, solo se consideran relevantes los costos de habilitación y de pedido. Si existen descuentos por volumen de cantidad para compras por cantidades mayores, el precio de compra es también un costo relevante. En este caso, la fórmula de costo relevante total es:

TRC(Q) = costo anual de mantener inventarios + costo anual de pedido + compras anuales

$$TRC(Q) = (Q/2)h + (D/Q)S + Dp \quad (14)$$

Se analiza las cantidades menores de 1000 pueden costar 12; aquellas por arriba de 1000, pero por debajo de 4000, quizá cuesten 10 y aquellas superiores a 4000 pueden costar 8. Entonces, ¿cuál debe ser la cantidad de nuestro pedido? A partir de lo ya expuesto, se sabe que la EOQ a un precio de 10 es 1581. ¿Deberá tomarse la cantidad u optar por el desglose de precios? si se compara con TRC, tomando en cuenta que 1581 esta en el rango de 10:

$$TRC(1,581) = (1,581/2) \cdot 4 + (10,000/1,581) \cdot 500 + 10,000 =$$

$$= 3,162 + 3,162 + 100,000 = 106,324$$

$$\text{TRC}(400) = (400/2) * 3.2 + (10,000/4,000) * 500 + 10,000 * 8$$

$$= 6,400 + 1,250 + 80,000 = 87,650$$

No existe comparación alguna posible. En definitiva, debe optarse por el desglose de precios; sin embargo, ¿debe optarse por una cantidad mayor que el desglose de precios? ¿Cuál es la EOQ a un precio de 8?

$$Q^* = \sqrt{(2 * 10,000 * 500 / 0.4 * 8)}$$

Para $Q^* = 1768$, los costos de mantener inventario son de 2829 y los costos de habilitación son casi iguales, sin embargo no se garantiza el descuento por compra. Estaría atrapado con un precio de compra de 10 por unidad para costos anuales relevantes de 105,658. Si no es posible lograr el punto EOQ al precio de 8, la mejor opción es la cantidad de desglose de precios de 4,000 unidades. No es recomendable ir más arriba, ya que ello solo incrementaría los costos de mantener inventarios, que ya son muy altos si se les compara con los costos de habilitación. Recurrir al desglose de precios reduce el precio anual de compra y el costo anual de habilitación a expensas de un incremento en los costos de mantener inventarios esto da por resultado una reducción neta en el costo, entonces se optó por la cantidad de precio desglosado.

Lo anterior sugiere un procedimiento para manejar problemas de descuento por cantidad.

Primer paso: Despejar EOQ en cada precio:

$Q^*(p) = \sqrt{(2DS)/(h(p))}$ Donde $h(p)$ es una función del precio de compra, tal como $h(p) = 0.4p$, y $Q^*(p)$ muestra Q como una función de p .

Segundo paso: Si $Q^*(p)$ cae fuera del rango de cantidad para el que se puede obtener el precio desecharlo.

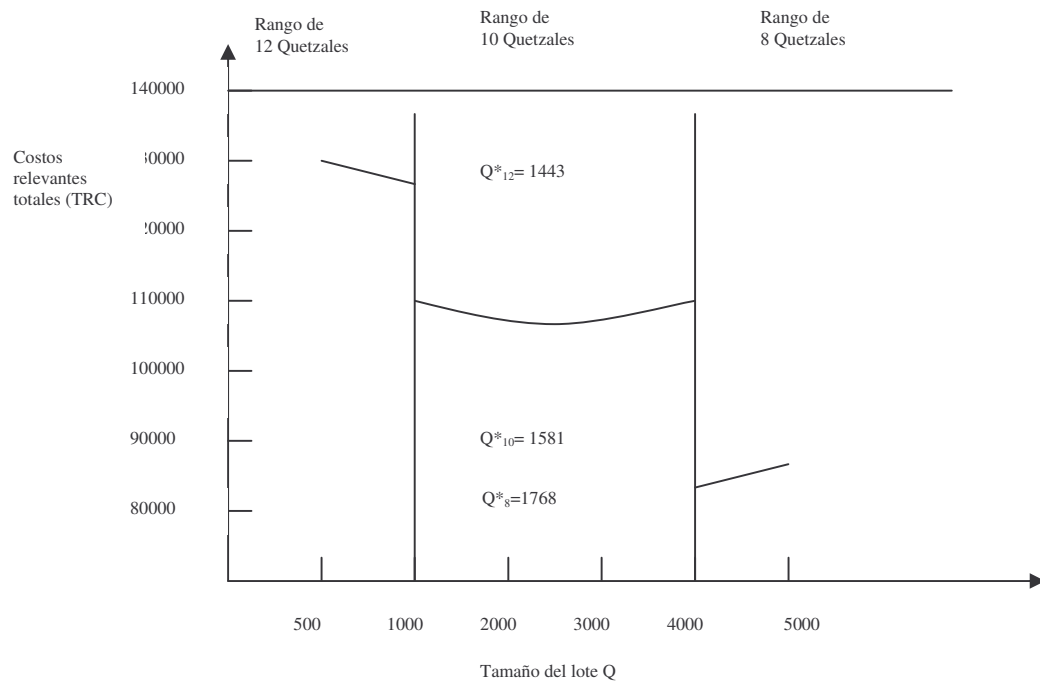
Tercer paso: Seleccionar las cantidades con precio desglosado, aquellas que proporcionan el precio más bajo siguiente. En este ejemplo, hay una cantidad de precio desglosado en 1000 unidades y otro en 4000.

Cuarto paso: Comparar todas las EOQ restantes y todas las cantidades de precio desglosado en

$TRC(Q) = (Q/2)h + (D/Q)S + Dp$ y elija la Q que proporcione los $TRC(Q)$ más bajos.

Este procedimiento puede visualizarse en la figura 7, en la que las curvas de $TRC(Q)$ incluyen el precio de compra. La tabla II proporciona los cálculos intermedios para la figura 7.

Figura 7 Costos relevantes totales para el modelo de descuento por cantidad



Las tres EOQ para los diferentes precios son:

$Q^*_{12} = 1443$, $Q^*_{10} = 1581$ y $Q^*_{8} = 1768$. Q^*_{12} y Q^*_{8} no coinciden con sus rangos de precio.

No se puede pedir Q^*_{12} y seleccionar las cantidades de desglose de precio de 1000 y 4000 unidades. $Q = 1000$ a un precio de 10 no interesa porque ya se vio, que la Q óptima a un precio de diez es $Q^*_{10} = 1581$.

En el extremo superior, $Q = 4000$ resulta interesante porque puede proporcionar un desglose de precios. Al comparar los candidatos potenciales $Q^*_{10} = 1581$ y $Q = 4000$, se selecciona $Q = 4000$ con $TRC(4000) = 87,650$, que es considerablemente más bajo que $TRC(1,581) = 106,324$.

Tabla III Costos relevantes total

Q	Unitario(Q12)	Precio de compra (Q10)	(Q8)
500	131200	Fuera rango	Fuera rango
1000	Fuera rango	107000	Fuera rango
2000	Fuera rango	106500	Fuera rango
3000	Fuera rango	107665	Fuera rango
4000	Fuera rango	Fuera rango	87650
5000	Fuera rango	Fuera rango	89000

En esta situación, en el descuento por cantidad, los costos anuales de compras pueden compensar el incremento en costos anuales de mantener inventarios. ¿Qué es preferible, estar en el punto óptimo (EOQ) en una curva de costo alto por unidad o encontrarse en un punto no óptimo en una curva de costo más bajo por unidad?

1.2.4 Modelo general probabilístico (naturaleza de aleatoriedad)

Los modelos de inventarios que se describieron con anterioridad, suponen que las demandas son constantes y conocidas. Una vez que se empieza a acercarse a la realidad, se debe reconocer que no puede tenerse certeza acerca de la demanda, pero que se genera con cierta probabilidad.

Los modelos de inventario que consideran el riesgo o la probabilidad intentan administrar la posibilidad de que se agoten las existencias estableciendo nexos entre los costos de mantener inventarios, los de preparación y los de agotar existencias. En los modelos estocásticos se establece una interacción de un solo período entre las utilidades anteriores; pero se mantiene un inventario suficiente y la pérdida por excedentes de inventario que se venden con el fin de recuperar parte de lo perdido. Esta interacción sencilla centra su atención en el riesgo de agotar existencias, concepto en el que se sustenta este modelo. En particular, la utilidad y el costo, si están disponibles, conducen al riesgo óptimo implícito de agotar las existencias. Si no se dispone de cifras de las utilidades anteriores y los costos, entonces cuando

menos, la relación entre ellos puede obtenerse a partir del grado de riesgo de agotar las existencias que esta dispuesto a aceptar los responsables de tomar decisiones.

El manejo de la incertidumbre desempeña un papel importante en el éxito de cualquier empresa. ¿Cuáles son las fuentes de incertidumbre que afectan a un negocio? En una lista parcial se deben mencionar la incertidumbre en las preferencias del consumidor y las tendencias en el mercado, en la disponibilidad y el costo de la mano de obra y los recursos, en los tiempos de suministro por parte de los proveedores, en el clima y sus ramificaciones en el ámbito de la logística de las operaciones, la incertidumbre en las variables financieras como precios de las acciones y tasas de interés y en la demanda de productos y servicios.

La incertidumbre de la demanda y su efecto sobre las estrategias de administración de inventarios son uno de los aspectos importantes, que abarca el tema de modelos estocásticos. Por ejemplo; una tienda de departamentos no puede predecir con exactitud las ventas de cierto artículo un determinado día. Una aerolínea no puede predecir con exactitud la cantidad de personas que opten por viajar en determinado vuelo ¿Cómo, entonces, pueden elegir esas empresas la cantidad de artículos que conservaran en inventario, la cantidad de vuelos que habrán de programarse en una ruta dada?

Aunque las ventas exactas de un artículo o las cantidades de asientos ocupados en un avión no pueden predecirse con anticipación, la experiencia puede suministrar información útil para la planeación. Las observaciones previas de cualquier fenómeno aleatorio se pueden usar para calcular su distribución de probabilidades. Al cuantificar en forma adecuada las consecuencias de decisiones incorrectas, un modelo matemático bien pensado del sistema que se estudia, dará como resultado estrategias inteligentes. Cuando existe el inconveniente de la incertidumbre, la meta generalmente es minimizar el costo esperado o maximizar las ganancias esperadas.

Por ejemplo, en una sociedad económica débil como la nuestra, algunas empresas que dependan del gasto directo del consumidor, como los de ventas al menudeo, pueden padecer graves pérdidas, sino manejan bien la incertidumbre a la hora de administrar sus inventarios.

Existen dos razones para estudiar los modelos determinísticos. Uno es que forman una base para comprender los compromisos fundamentales que se encuentran en la administración de inventarios; otro es que pueden ser buenos modelos del sistema, dependiendo del grado de incertidumbre. En la demanda.

Para comprender mejor el segundo punto de vista, sea D la demanda de un artículo durante cierto intervalo de tiempo. Identificaremos a D como la suma de dos partes, D_{Det} y D_{Ale} , esto es,

$$D = D_{Det} + D_{Ale} \quad (15)$$

en donde

D_{Det} = Componente determinista de la demanda.

y

D_{Ale} = Componente aleatoria de la demanda.

Existen varias circunstancias bajo las cuales es adecuado considerar que D es determinista, aunque D_{Ale} no sea cero. Algunas de ellas son

1. Cuando la varianza del componente aleatorio, D_{Ale} , es pequeña en relación con la magnitud de D .
2. Cuando la variación predecible es más importante que la variación aleatoria.
3. Cuando la estructura del problema es demasiado compleja para incluir una representación explícita de la aleatoriedad en el modelo.

Un ejemplo, es el siguiente, aunque el error pronosticado de las demandas agregadas durante el horizonte de planeación pueda no ser cero, es preferible planear para los cambios anticipados en la demanda que para los no anticipados.

Los vericuetos de las relaciones entre los diversos niveles de componentes y artículo finales hacen difícil incorporar la incertidumbre de la demanda en el análisis.

Sin embargo, el componente aleatorio de la demanda para muchos es demasiado importante para pasarlo por alto. Mientras la demanda esperada por unidad de tiempo sea relativamente constante y la estructura del problema no sea demasiada compleja, es preferible manejar explícitamente la incertidumbre de la demanda.

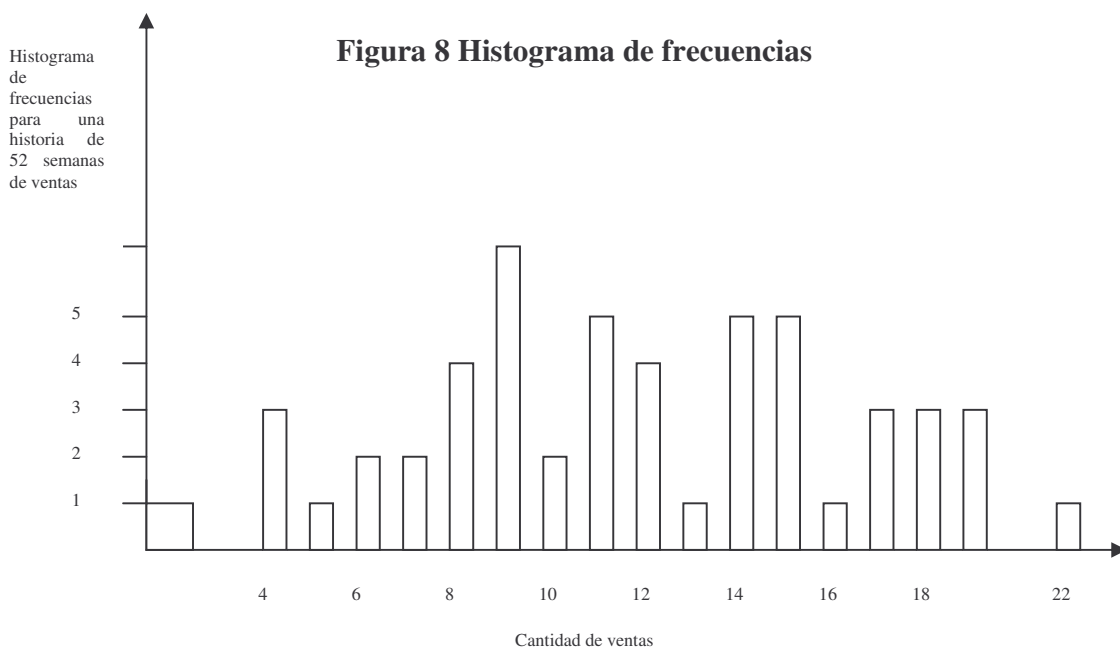
1.2.4.1 Naturaleza de aleatoriedad

Con el objetivo de aclarar que es lo que significa aleatoriedad e incertidumbre en el contexto del control de inventarios, se cita un ejemplo³:

Pedro, dueño de un puesto de artículo X, compra en domingos sucesivos varios ejemplares del artículo X, artículo bastante conocido. El paga Q0.25 por cada artículo que vende a Q0.75. Los artículos que no vende durante la semana puede devolverlos a su proveedor, quien le cobra Q0.10 por cada uno. El abastecedor puede reciclar el artículo para imprimir los números futuros. Pedro ha registrado la demanda del artículo cada semana. (Incluye la cantidad de artículos realmente vendida más la cantidad de pedidos que no pudo surtir). Las demandas observadas durante cada una de las últimas 52 semanas fueron:

Tabla IV. Demandas observadas durante las ultimas 52 semanas

15	19	9	12	9	22	4	7	8	11
14	11	6	11	9	18	10	0	14	12
8	9	5	4	4	17	18	14	15	8
6	7	12	15	15	19	9	10	9	16
8	11	11	18	15	17	19	14	14	17
13	12								



No hay patrón discernible en estos datos, de modo que es difícil predecir la demanda de artículo en cualquier semana dada. Sin embargo, la historia de la demanda de este artículo puede representarse en un histograma de frecuencias, que expresa la cantidad de veces que se observó cada ocurrencia de demanda semanal durante el año (figura 8).

El histograma de frecuencias se usa para calcular la probabilidad de que la cantidad de artículos que se venden en cualquier semana sea un valor específico.

Esos estimados de probabilidad se obtienen dividiendo la cantidad de veces que se observó cada ocurrencia de demanda durante el año, entre 52. Por ejemplo, la probabilidad de que la demanda sea 10 se estima como $2/52 = 0.0385$, y la de que sea 15 es $5/52 = 0.0962$. el conjunto de todas las probabilidades se denomina distribución empírica de probabilidades. Se pueden calcular también en forma parecida las probabilidades acumuladas. Por ejemplo, la probabilidad de que se vendan nueve ejemplares o menos de la revista en alguna semana es $(1 + 0 + 0 + 0 + 3 + 1 + 2 + 2 + 4 + 6) / 52 = 19/52 = 0.3654$.

Aunque las probabilidades empíricas pueden emplearse en análisis posteriores, son poco convenientes por varias razones. En primer lugar, se necesita mantener un registro de la historia de la demanda para cada artículo. Esto puede ser costoso y tedioso. En segundo lugar, la distribución debe expresarse como 23 probabilidades distintas. Hay otros artículos que pueden tener un intervalo aun mayor de valores pretéritos.

Por ultimo, es más difícil calcular las políticas óptimas de inventarios con distribuciones empíricas.

Por esas razones se suele aproximar la historia de la demanda con una distribución continua. La forma de la distribución elegida depende de la historia de la demanda en el pasado y de su facilidad de empleo. Con mucho, la distribución más usada para aplicaciones de inventarios es la normal. Una razón es la frecuencia con que se parece modelar fielmente las fluctuaciones de la demanda, porque admite la posibilidad de valores negativos. Al usar la distribución normal para describir un fenómeno no negativo como la demanda, la posibilidad de una observación negativa

debe ser suficientemente pequeña (menor que 0.01 bastaría para la mayoría de las aplicaciones) como para que no sea relevante.

Una distribución normal queda determinada con dos parámetros: la media μ y la varianza σ^2 . Estos pueden calcularse partiendo de una historia de la demanda, por medio de la medida de la muestra, \check{D} , y de la varianza de la muestra s^2 . Sean D_1, D_2, \dots, D_n , n observaciones de la demanda en el pasado. Entonces

$$\check{D} = 1/n \sum_{i=1}^n D_i, \quad (16)$$

$$s^2 = (1/n-1) \sum_{i=1}^n (D_i - \check{D})^2. \quad (17)$$

Para los datos que se aprecian en la figura 7 se obtiene

$$\check{D} = 11.73$$

$$S = 4.74$$

La función de densidad normal, $f(x)$, se expresa con la fórmula

$$f(x) = (1/\sigma\sqrt{2\pi}) \exp(-1/2((x-\mu)/\sigma)^2) \text{ para } -\infty < x < +\infty \quad (18)$$

En las aplicaciones, μ se sustituye por el estimador \check{D} y σ por el estimador s .

El histograma de frecuencia relativa es igual al histograma de frecuencias (figura 7), con la excepción que los elementos del eje y se dividen entre 52. La figura 8 muestra la función de densidad normal que resulta al hacer las sustituciones anteriores, sobrepuesto al histograma de frecuencia relativa.

En la práctica se usa el suavizamiento exponencial (el suavizamiento exponencial aplica un conjunto de factores de ponderación decrecientes a todos los datos en el pasado según figura 9) para actualizar recursivamente los cálculos de la

media y la desviación estándar de la demanda. La desviación estándar se calcula con la desviación absoluta media (DAM). Sea \check{D}_t el cálculo de la media después de observar la demanda D_t , y sea DAM_t el estimado de la DAM. Entonces

$$\check{D} = \alpha D_t + (1-\alpha)\check{D}_{t-1}, \quad (19)$$

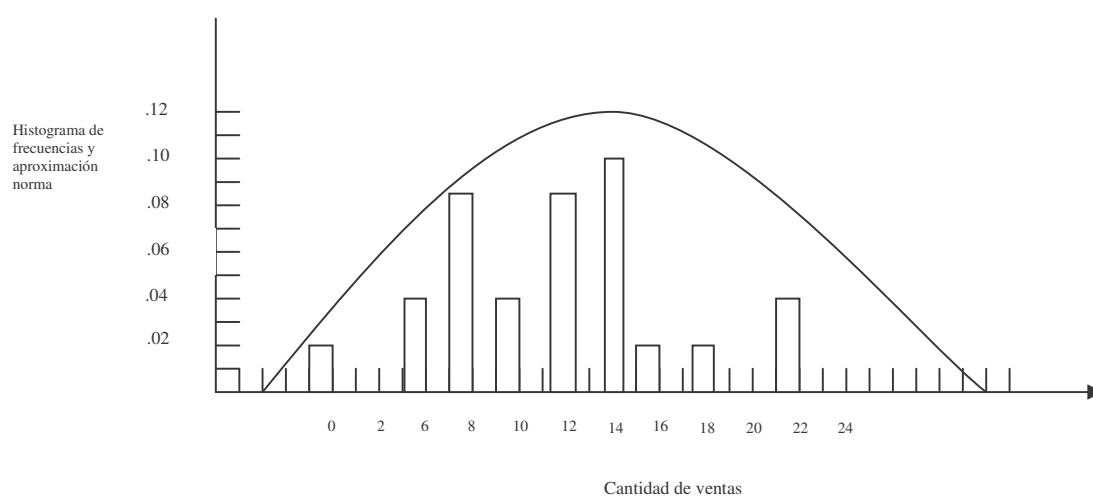
$$DAM_t = \alpha |D_t - \check{D}_{t-1}| + (1-\alpha)DAM_{t-1}, \quad (20)$$

en la que $0 < \alpha < 1$ es la constante de suavizamiento. Para la demanda con distribución normal

$$\sigma \approx 1.25 * DAM \quad (21)$$

Por lo regular, se usa una constante de suavizamiento $\alpha \approx .1$ para asegurar la estabilidad en los estimados. Figura 9

Figura 9 Histograma de frecuencias



1.3 Clasificación de inventarios ABC

1.3.1 Teoría del inventario ABC

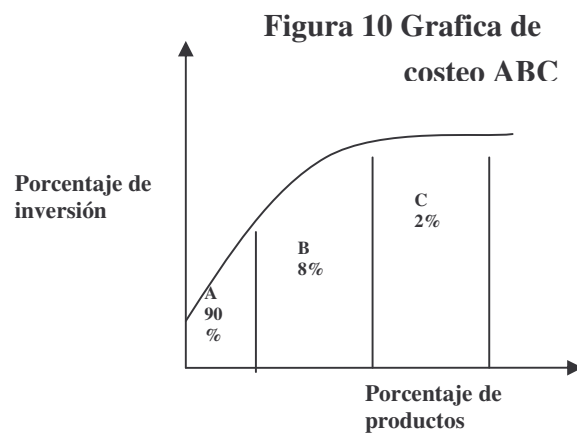
En cada empresa se utilizan diferentes productos para la distribución, cada uno de ellos con sus propias características por lo tanto, cada uno de ellos necesita de un manejo particular, dependiendo de su importancia y de las posibilidades de adquisición. El pensar que todos los productos se deben controlar de la misma manera, es una visión limitada de la realidad, que implica desgaste y sobrecostos innecesarios.

El análisis ABC es una manera de clasificar los productos de acuerdo a criterios preestablecidos, muchas fuentes de información, toman como criterio el valor de los inventarios y dan porcentajes relativamente arbitrarios para hacer esta clasificación.

Por ejemplo, el 10% de los productos representan el 60% de las compras de la empresa, por lo tanto, ésta es la zona A, un 40% de los productos el 30%, que serían los que están ubicados en la zona B, y el resto de los productos (50% de los productos y 10% de las compras) son productos C.

Los valores anteriores son arbitrarios, cada empresa tiene sus particularidades, si alguien decide utilizar este criterio debe ser conciente de las realidades de su empresa. Se debe pensar no solo en los costos, es importante ver otros criterios, lo que es sin duda la principal dificultad en este tipo de análisis. Es innegable, sin embargo, que un pequeño porcentaje de productos, desde cualquier criterio, es indispensable para el funcionamiento de la empresa y/o para mejorar su rentabilidad, estos serían clasificados como productos A típicos, y de acuerdo a este punto de vista se van seleccionando los productos de las demás zonas; si uno considera oportuno podría pensarse en la posibilidad de agregar una zona D, para productos realmente intrascendentes y de costo muy bajo.

La siguiente figura nos da una visión de la clasificación ABC, la idea es que a los productos de la zona A se le busquen modelos que permitan un control muy fuerte sobre el criterio clave que se este manejando y a medida que se alejen los productos de esta zona, los modelos puedan ser más flexibles; esto no quiere decir que se descuide control físico de los inventarios.



1.3.2 Medición del inventario ABC

El sistema ABC de planeación de inventarios reconoce que a 20% de las unidades de inventario más importantes dentro de la organización les corresponde el 80% del valor en dinero del inventario total.

Con base en un historial informal de varios reportes, estos obtenidos por el propietario de la empresa se pudieron determinar y confirmar los datos siguientes (aproximados):

Tabla V. Tabla clasificación ABC

Producto	Demanda Actual (2003)	Costo Nueva Q	Usada	Total inventario Enero 04	Clasificación
11R22.5	1187	1560.00	280.00	440 unid.	A
Rin 13	1504	176.00	56.00	539 unid.	C
Rin 14	1353	240.00	56.00	672 unid.	B
Rin 15	605	368.00	56.00	127 unid.	C

En base a la información anterior podemos definir que el grado de importancia de los productos mayormente demandados en la vitalizadora David son: La llanta grande 11R22.5, la rin 14, la rin 13, y la rin 15.

1.3.3 Nivel de importancia dentro de la Organización

Se pudo constatar que existen varios productos a los cuales, se le debe prestar mucha atención debido a la demanda que tienen, ya que no existe ningún tipo de control sobre las existencias, ni se ordena en base a una demanda establecida, pero que con base al historial de la organización esta no ha variado mucho, en comparación con años anteriores, por lo que se puede establecer que es una demanda determinística, en base a estos datos preliminares se puede optar, a ratificar dentro de la organización cuales son los tipos de rins, (tamaños de llantas) que más demandados son y cuales están ocupando un lugar más importante que otros, y que no les corresponde. Esto ha generado un inventario mayor para un tipo de rin, este inventario ocupa un espacio importante dentro de las limitadas, instalaciones, este análisis es importante para que, de acuerdo al nivel de importancia, establecer cuáles son las llantas que se clasifican en los rangos A, B y C.

2. ANÁLISIS SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA VITALIZADORA DAVID

2.1 Inicio y antecedentes de la empresa (origen de su inicio)

La empresa en estudio fue fundada en noviembre de 1984 y su negocio inicial era la reparación de llantas, en esa fecha trabajaban tres empleados.

A través de los años la organización fue ampliando su gama de servicios y se incremento el movimiento de la misma, con ello el tamaño de su mercado creció y sus ventas fueron aumentando de manera acelerada y satisfactoria para el propietario. Al mismo tiempo se hizo necesario incorporar más empleados y activos para un adecuado crecimiento que permitiera atender la creciente demanda.

2.1.1 Fases de crecimiento y situación actual

En 1988 la empresa incorpora un nuevo servicio, que es la venta al por mayor y menor de llantas de todo tamaño, para lo cual se empieza a comprar en una distribuidora de llantas bastante grande y distribuyendo a sus clientes. En los primeros meses de venta, este servicio demostró tener un enorme potencial y permitió aumentar el volumen de los negocios de la empresa. Este interés despertó el interés del propietario y decidió buscar una alternativa para mejorar el nivel de ventas, es así que al final elige hacer las compras a proveedores en Estados Unidos. Actualmente la empresa sigue utilizando la misma metodología en la compra del producto, para la distribución del producto se hace uso de dos canales: La venta directa al consumidor y la venta a clientes mayoristas.

2.2 Análisis de la demanda y comportamiento del crecimiento de la competencia con respecto a la empresa

La demanda a través del tiempo se ha incrementado, por lo que a la empresa vitalizadora David, se le puede catalogar como en etapa de crecimiento; este es un factor importante para la buena administración de su recurso humano, cabe destacar que una de las implementaciones importantes dentro de la organización es su manejo de inventarios; el cual es deficiente o cero, por lo que es urgente una administración de inventario debido a que, la organización no se abastece con base en un análisis de la demanda sino que en un determinado momento a lo barato o lo accesible del producto, aunque este no sea necesario, y debido a que no se posee un historial establecido de demanda a través de los años, se generan niveles de inventario, que no satisfacen una demanda potencial.

Se obtuvo información sobre la competencia existente y su crecimiento, comercios que se dedican a actividades similares a las de la empresa vitalizadora David, esto genera que en determinado momento la organización no tenga el producto que necesita, por no manejar un inventario adecuado y opten por recurrir a otras empresas, perdiendo así un cliente potencial, este es el factor importante para el crecimiento de cualquier organización.

Básicamente, esta situación genera lo siguiente, si no se tiene una buena administración de inventarios, no se van a cumplir las demandas debido a que se va a incurrir en ordenar muchos productos poco demandados o se va a incurrir en ordenar poco producto muy demandado, situaciones que generan estancamiento o poco crecimiento.

2.2.1 Pronósticos

Muchas decisiones de negocios dependen de algún tipo de pronóstico. Por ejemplo, los contadores recurren a los pronósticos de costos e ingresos para la realización de su planeación fiscal, el personal de recursos humanos necesita de los pronósticos para la reclutación de personal; los equipos de mercadotecnia requieren de pronósticos para establecer los presupuestos de promoción; los responsables de la planeación financiera los necesitan para administrar el flujo de efectivo, así como los encargados de producción necesitan de los pronósticos para planear capacidad instalada y los niveles de inventarios.

Además, lo importante de los pronósticos radica en que pueden medir o cuantificar la variabilidad de la demanda durante el tiempo de espera que, a su vez puede ser de utilidad para mantener niveles de existencias de seguridad adecuados.

Los niveles de inventario de existencias de seguridad adecuados, son susceptibles de minimizar los costos de llevar un inventario y de agotar existencias que se relacionan con estos artículos. Los pronósticos son únicamente afirmaciones del futuro. Los pronósticos correctos pueden ser de gran valor para cualquier empresa y pueden ser la base para poder administrar de buena forma cualquier recurso.

Según historial de ventas de 2003, se pudo constatar que la demanda de llantas 11R22.5 (producto a analizar), fue muy similar cada mes, por lo que en el siguiente capítulo, se establecerá, que método será el adecuado según la gráfica de ventas, entre los métodos a desarrollar de acuerdo al tipo de demanda, están los de demanda constante, cíclica, ascendente o descendente, etc.; éstos datos fueron recopilados de libros corrientes de apuntes, talonarios de facturas y reportes informales de ventas y compras.

Los pasos para la aplicación de pronósticos son los siguientes:

- 1) Describir ventas mensuales de acuerdo a historial.
- 2) Realizar grafica de análisis
- 3) Análisis primario
- 4) Determinación del comportamiento
- 5) Determinación del método a aplicar

2.2.2 Análisis de lo demandado y lo abastecido

Aproximadamente, se abastece a la organización actualmente, con pedidos al extranjero, cuando estas están en realización, generalmente, son proveedores de Los Ángeles California USA y Miami USA; sin importar si la demanda es la adecuada, generando inventarios inadecuados, subutilizando la capacidad de espacio de la organización con material o producto de poca rotación. El propietario de la organización ha establecido que en algunas ocasiones, no se ha logrado cubrir toda la demanda, en lo que respecta ha ciertas medidas de llantas, y en algunas llantas se han sobre ofertado generando un inventario, innecesario. En años pasados se demandó y se abasteció lo anotado en la siguiente tabla

Tabla VI. Tabla de demanda de llanta 11R22.5 año 2003

Año	Producto	Demanda anual Unidades vendidas	Abastecido o comprado Año 2003	Inventario actual Enero 2,004	Espacio ocupado en m ³
2003	11R22.5	1187	3,320	2,133	1,000

Como se puede observar en la tabla anterior, hubo una demanda anual de 1,187 llantas y el inventario actual es de 2,133 (entre llantas nuevas y usadas), lo que genera un excedente en existencias, y esto hace imperativo la implementación de controles en la institución.

2.2.3 Aplicación del modelo de inventario óptimo

El análisis de pronósticos proporciona la cantidad que se tiene que ordenar para el siguiente ciclo de ventas; por ejemplo (12 meses), con base en esta información obtenida y al espacio disponible, se describe el modelo óptimo de inventario que se aplica para la optimización del recurso existente, con base en una demanda determinística, los modelos a aplicar están referidos en el capítulo anterior, ya que uno los modelos determinísticos establecidos con anterioridad, refleja la realidad existente de los productos en estudio dentro de la organización. Concluyendo sobre la actual situación, donde la demanda sobre la llanta 11R22.5 (medida de llanta con una de las mayores demandas dentro de la organización), es mucho mayor que las ventas reales. Se puede concluir que el modelo óptimo es revisión **continua**, descrito en el capítulo 1 sección 1.2, este especifica las siguientes características:

- La demanda es conocida y constante
- No se permiten inexistencias, ya que la empresa ha ido en crecimiento en base al incremento de la clientela, por tratar de prestar un buen servicio y venta (en caso de no haber en existencia, para cierta medida se tienen a la mano proveedores inmediatos).
- El costo por unidad permanece constante, a excepción del costo de acarreo del extranjero hacia Guatemala, aumenta en forma proporcional al número de cantidades trasladadas.
- El costo de almacenaje o mantenimiento es lineal ya que ha habido oportunidades, en los que se ha tenido que arrendar instalaciones para albergar producto.
- El costo fijo de reorden es independiente del número de artículos de compra, las llantas no importando el número que sea, tienen el mismo precio con el proveedor en el extranjero.

De acuerdo con las características anteriores, se concluye que el modelo óptimo a aplicar es el de **lote económico** y que su cálculo se realiza a través de la relación previamente establecida en la sección 1.1.1 del capítulo 1.

La implementación de un modelo adecuado depende en gran medida de la minimización de los costos y en la vitalizadora David los costos de ordenar (y en menor cantidad los de conservación del inventario), son sumamente elevados, básicamente toda organización debe incurrir en estos costos, pero una buena administración hará que se minimicen recuperando más rápido la inversión. En la vitalizadora David; estos costos de ordenar se pueden minimizar al máximo si se cambia las políticas; en primer lugar, el número de unidades por lote es el adecuado, siempre y cuando no se hagan con la actual recurrencia, ya que existen problemas de espacio los cuales representan un costo.

2.3 La base de datos como herramienta de apoyo y soporte

2.3.1 Teoría sobre base de datos

Una base de datos es un manejador relacional de bases de datos de una cierta capacidad de bits. La base de datos combina sus capacidades como bases de datos con la habilidad de construir una aplicación completa para el usuario final. Esto difiere de otras bases de datos, ya que estos otros programas de bases de datos requieren una programación adicional para integrar las facilidades de manejo de datos en la aplicación.

Esta base de datos duplica en un ambiente de PC lo que usualmente. Aunque cualquier usuario puede aun escribir sus propias líneas en otros lenguajes. Existe una interfaz guiada por ventanas que le facilita crear sus propias consultas, y no está limitado a un ambiente en PC, también tiene la opción de permitirle conectarse a cualquier base de datos.

Conceptos básicos

Antes de iniciar con el contenido de la base de datos es necesario conocer un poco de teoría, la cual se basa en una serie de conceptos técnicos de bases de datos, entre los cuales se encuentran los siguientes:

- a. **Base de datos:** un conjunto de archivos interrelacionadas para llevar el control de la información de una organización.
- b. **Tabla:** es un archivo dentro de una base de datos que almacena la información que tiene que ver con un elemento u objeto de todo el sistema que se está analizando.
- c. **Entidad:** es un objeto claramente distinguible dentro del sistema sobre la cual se quiere llevar la información.
- d. **Relación:** es la asociación de dos o más entidades.
- e. **Diagrama entidad-relación:** es la representación grafica de cómo esta organizada la información de una organización.
- f. **Campo o atributo:** es la característica de una entidad sobre la cual se desea llevar información.
- g. **Registro o tupla:** se le llama a cada una de las instancias de las distintas tablas que forman una base de datos. En otras palabras, es la información pura o real de las tablas del sistema de información.
- h. **Grado de una tabla:** se le llama grado l número de campos o atributos que posee una tabla. Si una tabla tiene 5 atributos, se dice que es de grado 5.
- i. **Llave principal o primaria:** es la combinación de uno o mas atributos que hacen únicos a cada uno de los registros o tuplas de una tabla.
- j. **Relaciones:** Son asociaciones establecidas en campos afines entre dos tablas de datos. Son creadas a través de la siguiente secuencia:

Figura 11 Procesos visual basic option compare database

```
Private Sub Imprimir Clic ()
On Error GoTo Err_Imprimir_Click

    DoCmd.DoMenuItem acFormBar, acEditMenu, 8, , acMenuVer70
    DoCmd.PrintOut acSelection

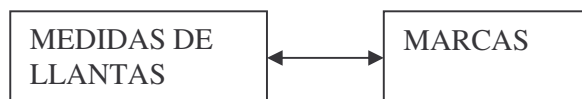
Exit_Imprimir_Click
Exit Sub

Err_Imprimir_Click:
MsgBox Err.Description
Resume Exit_Imprimir_Click
```

Después haber establecido con anterioridad lo que es una tabla se elige elaborar la base de datos en donde se incluirán todos los datos necesarios, para la elaboración de las mismas, que serán las que manejen la información. Las tablas organizan datos en columnas y filas (denominadas registros). La utilización de una tabla diferente para cada tema significa que se almacenan los datos solo una vez, lo cual hace aumentar la eficacia de la base de datos y reduce errores de entrada de datos. Un campo común relaciona dos tablas de manera que la base de datos puede combinar los datos de las dos tablas para ver, modificar o imprimir.

Como la tabla es una estructura fundamental, eso significa que toda tabla debe ser utilizada en el principio y también cuando se crucen datos como, por ejemplo, el siguiente esquema relaciona campos de la tabla que van de varios a varios

Figura 12 Campos



Esta relación muestra los campos medidas de llantas y marcas, obviamente el primer campo puede almacenar un número indefinido de llantas y el segundo campo

puede almacenar varios precios. La lógica enseña que toda llanta, puede tener todos los precios a la vez, eso indica que es una relación de varios a varios. Como la relación en este sentido no es posible hacerla es necesario que se diseñe una nueva tabla.

2.3.2 Aplicación de un sistema adecuado

Este sistema estará diseñado para llevar el control de las salidas y entradas de llantas, también el control de existencias de todas las medidas, estará accesible también para reportar las fechas de las salidas, de las llantas con mayor rotación, nombre de clientes, teléfonos etc.

El procedimiento para llevar este control es el siguiente:

Crear la base de datos.

Figura 13 Campos

campos	Llanta	Medida	Precio
	Grande	UR22.5	280

La base de datos tiene características que superan a la mayoría de programas con la misma función. La base de datos trabaja con la siguiente estructura dentro del programa.

Figura 14 Campos

Tablas	Consultas	Formularios
Informes	Paginas	Macros
Módulos	Relaciones	

Tabla: es una colección de datos sobre un tema específico, que acumula todos los datos en celdas por ejemplo

Figura 15 Campos

Código	Medida	Precio	Saldo
0001	UR22.5	Q280	1500
0002	Rin 13	180	3000

Consultas: se utilizan como origen de registros para formularios, informes y páginas de acceso a datos, también se utilizan consultas para ver, modificar y analizar datos de formas diferentes. El diseño de la consulta es similar a una tabla y además puede agregar más campos si es necesario, por ejemplo:

Figura 16 Campos

Codigo	Medida	Precio	Saldo
0001	UR22.5	Q280	1500
0002	Rin 13	180	3000
→			

Formularios:

Tienen un vínculo directo y grafico con el origen de datos. Se pueden utilizar con varios propósitos, uno de los cuales se puede decir que es ordenar y dar forma a los campos para agregar información, otro es para mostrar información extraída de una consulta.

Figura 17 Consultas

Datos llantas _ código	Medida	Precio
Saldo		Marca
Ubicación	Cant.p.Ubic.	
Precio Nueva	Precio Usada	

Informes: método eficaz de presentar la información en formato impreso. Esta opción permite modificar el tamaño y aspecto del informe según la forma en que se desea; por ejemplo:

Figura 18 Informes

Código	Ubicación	Cant.p. Ubic.	Precio Usada	Precio Usada
0001	Zona 3	1000	Q500	Q400

- a. **Páginas:** es una página de acceso a datos, es un tipo especial de páginas Web diseñadas para ver datos y trabajar con ellos desde Internet o desde una Intranet: los datos están almacenados en una base de datos de Microsoft Access o en una base de datos de Microsoft SQL Server. La página de acceso a datos también puede incluir datos de otros orígenes como de Microsoft Excel.
- b. **Macros:** son pasos lógicos con instrucciones de comandos para ejecutar las ordenes que se utilicen frecuentemente, puede ejecutar un macro que imprima un informe cuando el usuario ejecute algún comando.
- c. **Módulos:** colección de declaraciones y procedimientos de Visual Basic para aplicaciones que se almacenan junto como una unidad. El siguiente ejemplo muestra propiedades de los procesos en Visual Basic.

2.4 Crecimiento futuro de la empresa vitalizadora David

Los niveles de inventario se controlan por medio de kardex, la empresa no cuenta con un control sistematizado de inventario que permita determinar eficientemente el tamaño de sus pedidos y la frecuencia con que se deben hacer.

Debido al rápido crecimiento de las ventas, el propietario ha reconocido la necesidad de implementar un sistema de inventarios eficiente que le permita llevar un mejor control de las existencias de producto.

Actualmente, se cuenta con un altísimo inventario, el cual tiene muy poco o cero rotación, la implementación de un sistema adecuado de administración de inventario, permitirá minimizar al máximo los costos de mantenimiento y de ordenar, incrementando la utilidad, mejorando la liquidez de la empresa y por ende, fortaleciendo su crecimiento.

2.4.1 Crecimiento con base en una buena administración de Inventarios

El manejo de inventarios es uno de los problemas críticos en muchas empresas, muchos empresarios no se dan cuenta de lo que representa, manejar altas cantidades de inventarios, y en determinados casos, venden sus existencias a un costo mucho menor del adquirido; por lo que estas situaciones generan un estancamiento para la empresa además de pérdida, una buena administración de inventario, se encarga de atacar estas situaciones en base a mantener un inventario óptimo, aprovechando los recursos que se posean, como por ejemplo: instalaciones, recurso humano etc.

3. APLICACIÓN DE UN SISTEMA DE INVENTARIOS, SEGÚN EL ESTUDIO PREVIO DE LA DEMANDA PARA LA EMPRESA VITALIZADORA DAVID

3.1 Creación y aplicación de un sistema de inventarios ABC

3.1.1 Establecimiento de productos mayormente demandados

En la actualidad, existen dos tipos de llantas con mayor demanda, las cuales son la 11R22.5 y la rin 14, por ello dos productos tienen que ser, los que requieren mayor atención y control, puesto que además generan la mayor inversión dentro de la organización. La llanta 11R22.5 está diseñada para ser utilizada en vehículos pesados, tráileres, camiones, etc.; en la actualidad es la llanta de mayor demanda dentro del mercado local, en el 2003 la empresa vitalizadora David vendió 1,187 unidades.

La demanda de algunos productos poco requeridos se ha ido intensificando con el paso de los años, a su vez otros productos que antes tenían bastante demanda en la actualidad esa demanda se ha visto disminuida, debido, a algunos factores determinantes como por ejemplo, el ingreso de vehículos al país, con ese tipo de medidas.

La clasificación y costeo de los productos se debe a través de un análisis ABC, para lo cual los productos y sus respectivas inversiones se desglosan en la siguiente tabla:

Tabla VII. Tabla clasificación ABC

Producto	Clasificación	Demanda 2003 Nuevas y usadas	Inv. actual nuevas	Inv. Actual usadas	Precio de compra en EUA y Guate. Usadas	Precio de compra en EUA. Nuevas	Inversión total	% del Inv. Total de llantas
11R22.5	A	1,187	208	1364	Q280 (\$35)	Q1192	Q629856	23.63%
Rin 14	A	1353	1800	1500	Q56 (\$7)	Q315	Q651000	49.6%
Rin 13	C	1504	200	400	Q56 (\$7)	Q215	Q65400	9%
Rin 15	B	605	500	600	Q60 (\$7.5)	Q520	Q296000	16.53%
Rin 16	C	237	80	55	Q80 (\$10)	Q760	Q65200	2.029%
Rin 12	C	205	64	0				
Totales			2852	3919			Q1,707,456	

Lo que da un total de 6,771 llantas en inventario actualmente.

3.1.2 Aplicación o implementación del sistema ABC

La tabla anterior muestra la inclinación de la demanda por determinado producto, en este caso, la llanta grande 11R22.5-24.5 y la rin 14; fue la de mayor demanda en el año 2003, tendencia que se ha venido dando en los últimos años, por lo que es el productos que requiere mayor atención, como por ejemplo manejar niveles de inventario adecuados, puntos de reorden, costeo etc.

Como se puede observar, los productos que deberán tener mayor atención, y a su vez tener un control más estricto, son en ese orden de clasificación la llanta 11R22.5 como clasificación A, la llanta rin 14 clasificación A, la llanta rin 13 clasificación C, la llanta Rin 12 clasificación C y la llanta rin 15 clasificación B.

Los productos que se clasifican como tipo A, son los que representan la mayor cantidad de inversión dentro de la organización, e integran el 75.01% de la inversión total, por lo que son los productos que se analizaran para la realización de este trabajo de investigación.

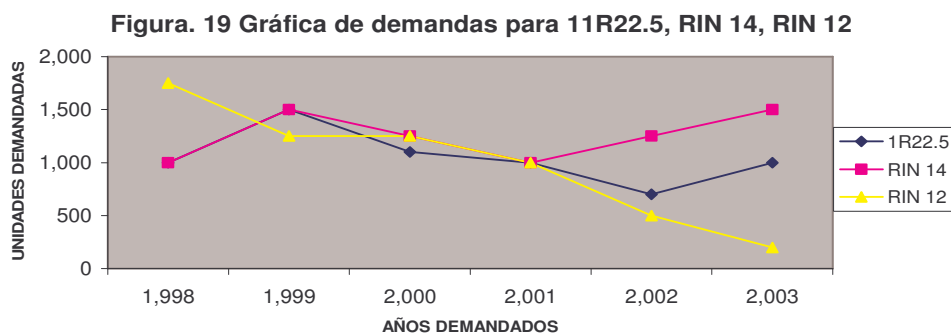
Por lo que un costeo ABC se debe, asignar a los siguientes productos:

11R22.5-24.5	clasificación A
Rin 14	clasificación A.
Rin 15	clasificación B
Rin 13	clasificación C
Rin 16	clasificación C

Otros productos como llantas de medida Rin 12, que ya casi no se abastecen por que la demanda es muy pobre, pertenecen en la clasificación C.

3.2 Análisis del comportamiento de la demanda, a través del estudio de información pasada, como por ejemplo facturas y un historial de ventas

El comportamiento de la demanda, ha ido en aumento a través de los años, se ha visto un crecimiento en algunas llantas y un decrecimiento en otras, en reportes de ventas pasadas, se ha notado una baja considerable en las ventas de la llanta rin 13 y un aumento progresivo en la llanta grande 11R22.5 y rin 14 como podemos apreciar en la siguiente figura:



Como se puede observar en la gráfica, la demanda de esos dos tipos de llantas, tiende al crecimiento, (Rin14 y 11R22.5), no así la Rin 12 que en los últimos años ha decrecido su demanda considerablemente, con base en estos datos obtenidos de los registros de facturas, envíos, se analizó en entrevistas a proveedores de este tipo de

producto la tendencia a desaparecer esa medida del mercado. La causa principal de este fenómeno se debe a que cada vez vienen al país menos vehículos los cuales utilizan este tamaño de llanta. Adicionalmente, la mayor inversión existente es en la llanta grande 11R22.5 y Rin14, las cuales va cobrando auge, debido al constante ingreso de vehículos con esa medida. Si esta tendencia tendiera a cambiar con el correr del tiempo, la implementación sería enfocada a los productos, que mayormente fueran demandados.

3.2.1 Análisis de información pasada (facturas, entregas, envíos etc.)

Esta información, fue obtenida de talonarios de facturas, copias de envíos, y facturación realizada del año dos mil a dos mil dos, haciendo un recuento de esta información se logró recopilar y se presenta a continuación.

Tabla VIII Historial de facturación, envíos y entregas 2001

	11R22.5	Rin 14	Rin 12	
Facturas	700	500	350	2001
Envíos	300	500	650	2001
Entregas	0	0	0	2001

Es la única información que se tenía registrada en la vitalizadora.

De ello se puede concluir que no existe una tendencia establecida, ya que no se observa un parámetro o una continuidad en los controles que existen en la institución, problemas con los envíos, ya que (algunas veces se usa y otras veces no se utiliza). Con respecto a la facturación si existe un historial continuo de utilización de las mismas, por lo que el mismo podría ser la base del historial de ventas para pronósticos; de entregas no se tienen historiales. Los controles pertinentes se estarán tratando en el siguiente capítulo.

3.3 Hacer un estudio de pronósticos, para ver cómo se comportara la demanda futura

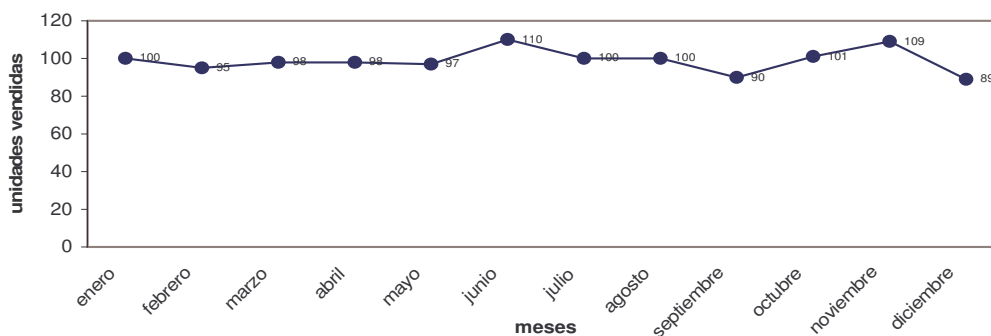
3.3.2 Teoría sobre pronósticos

Con referencia a lo expuesto en el capítulo anterior sobre la teoría de pronósticos y los datos obtenidos, se puede realizar un análisis gráfico, a través de todos los datos recopilados, y establecer cuál es el tipo de demanda. Los datos que se obtuvieron son los siguientes:

Tabla IX. Demandas por mes año 2003 11R22.5 y rin 14

Año	Periodo	UR22.5 (1,187 unidades)	Rin 14 (1,500 unidades)
2003	Enero	100	135
2003	febrero	95	100
2003	marzo	98	125
2003	Abril	98	120
2003	Mayo	97	124
2003	Junio	110	122
2003	Julio	100	120
2003	agosto	100	140
2003	septiembre	90	128
2003	octubre	101	124
2003	noviembre	109	134
2003	diciembre	89	65

Figura 20 Ventas durante 2003



Según se analiza, la gráfica de ventas para la llanta 11R22.5 año 2003 (gráfica 20), con una tendencia ESTABLE, trabajando con un 15% de desviación, se puede observar que ningún dato se encuentra fuera del rango $L_i = 84.08$ y $L_s = 113.76$. Por lo que se sugiere como método a aplicar propicio para este tipo de demanda, el de método ponderado exponencial, trabajando con un error $\alpha = 0.155$, que es el promedio entre los datos más utilizados para un alfa según Buffa, por medio de la fórmula:

$$P_n = P_{n-1} + \alpha (\text{error}-1) \quad (22)$$

3.3.3 Aplicación del método de pronósticos adecuado

A continuación, se desglosará el método de aplicación de pronósticos adecuado después del análisis de la gráfica de demanda gráfica (20)

Tabla X Método ponderado exponencial $\alpha = 0.155$:

Pronóstico	Error	Error Absoluto
102.3 arranque	2.3	-----
101.65	11.656	11.656
102.46	1.4632	13.12
101.68	-7.3132	20.4324
101.81	12.813	33.25
101.9 promedio		
	4.567%	19.24%

Tabla XI Método ponderado exponencial $\alpha = 0.01$:

Pronóstico	Error	Error Absoluto
102.3 arranque	2.3	-----
101.32	11.323	11.323
100.43	-0.5667	11.8897
99.44	-9.563	21.454
98.53	9.5336	30.9896
99.93 promedio		
	2.67%	18.93%

Tabla XII Método ponderado exponencial $\alpha = 0.3$:

Pronóstico	Error	Error Absoluto
102.3 arranque	2.3	-----
101.99	11.99	11.99
104.587	3.587	15.577
104.6631	-4.3369	19.9139
104.964	15.9641	35.878
104.05 promedio		
	26.14%	20.03%

De los cálculos anteriores se puede concluir que al trabajar con un alfa igual a 0.01 obtenemos un menor error acumulado, para que a través de este método se pueda calcular el pronóstico de riesgo:

Pronóstico riesgo enero 2004 = $98.53 + 0.01 (9.5356) = 98.63$

Pronóstico de febrero = $98.63 + 0.01 (0) = 98.63$

Pronóstico de marzo = $98.63 + 0.01 (0) = 98.63$

Pronóstico de abril = $98.63 + 0.01 (0) = 98.63$

Pronóstico de dic. = $98.63 + 0.01 (0) = 98.63$

3.4 Análisis del método, de administración de inventario que mayor se acopla

3.4.1 Aplicación del método

Del dato anterior obtenido, en el método de pronósticos se obtiene que para diciembre se tiene 98.6. De lo cual se deduce que se debería hacer dos pedidos al año de 594 llantas.

Por lo que se sugiere reducir el número de órdenes de pedido a dos por año según a la relación establecida en la sección 1.1.1 ($D/Q = 1206 / 664 = 1.816 = 2$), esto representaría únicamente incurrir en costear solamente dos veces al año, cumpliendo con la demanda, y manejando menos inventarios, reduciendo hasta en

un 50 % los costos de ordenar; actualmente, el dueño de la institución viaja 3 y 4 veces por año, lo que representa un alto costo, en el extranjero se adquiere producto nuevo y usado. El producto usado debe ser inspeccionado al 100%; de lo contrario, se estaría incurriendo en una pérdida considerable (aproximadamente el 90% del total del inventario adquirido).

Esta cantidad se podría disminuir hasta en un 60%, aplicando la relación para lote económico sección 1.1.1, la cual nos dice que $Q^* = \sqrt{(2DS/h)} = 1028.5$. Este es el tamaño del lote que minimiza los costos, $TEC(1028.5) = (1028.5/2)*0.26756*280 + (1206/1028.5)*32855 = 77,051.12$, bajo estas circunstancias se tendría que ordenar, en $1206/250 = 33.768$ cuando el inventario llegue a 34 unidades ya que 7 días es lo que se tarda, el embarque en llegar a su destino (incluyendo trámite de pedidos).

Con base en lo obtenido en el cálculo de costos, nos podemos dar cuenta que, los costos de ordenar son sumamente altos y casi coinciden con los costos de almacenamiento, por lo que es imperativo manejar el lote anteriormente descrito para reducir los costos de pedir y al mismo tiempo los costos de almacenar.

Actualmente, se incurre en hacer cuatro pedidos, lo que representa un costo anual de aproximadamente $Q131420.00$ (4 (pedidos) * 32855 (costos de ordenar)) + los costos de mantenimiento iguales a $(664/2)*0.26756*280 = Q24872.37$ lo que da una diferencia de $Q79, 241.25$ que es la resta entre la política anterior y una política manejada por el lote económico. Del cálculo de pronósticos sección 2.2.1 en la sección anterior, se puede notar que la cuantificación de producto a comprar varía en relación con el resultado de lote económico, calculado en esta sección, los resultados se adjuntan en la siguiente tabla:

Tabla XIII Cálculo de costos (aproximado)

	Costo orden.	Costo manto.	Costo total	Unidades/lote
Situación Actual	131420	24872.37	156292.37	664
Con lote económico	38525.16	38552.96	77051.12	1028.5
Con pronósticos	66695.65	22250.29	88945.94	594

3.4.2 Análisis de beneficios obtenidos

Lo que representa que con lote económico van a aumentar los costos de mantenimiento, pero disminuirán considerablemente los costos de pedido; minimizando los costos año con año: Esto es lo que cualquier empresa necesita en su negocio.

4. INCLUSIÓN DE TODOS LOS SISTEMAS DE RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN Y CONTROL DE INVENTARIOS PARA LA ORGANIZACIÓN EN MENCIÓN

4.1 Aplicación de formatos para la cuantificación de información

4.1.1 Formatos de recepción de materiales

Actualmente, los documentos que amparan el ingreso de todas las llantas que ingresan a la vitalizadora, son las pólizas de compra, facturas, pedidos, etc., pero estos documentos no proporcionan la información necesaria, de forma ágil y unificada.

El presente capítulo proporcionará herramientas para, facilitar el trabajo a la institución, diseñando los formatos de controles de ingreso de producto a la vitalizadora, así como los de manejo de inventarios, y también los de rotación de los mismos, esto con el afán de llevar un control estricto, y de tener información inmediata para tomar decisiones de inmediato.

Los presentes formatos se diseñan con el afán de establecer controles, que cuantifiquen las existencias, y permitan optimizar los recursos, a su vez esto beneficiará con la prestación de un buen servicio a los clientes.

Figura 21. Formatos recepción de materiales

Empresa

Entrada No Correlativo

Ingreso de producto almacén general

Fecha:

Hora:

<i>Papelería de Ingreso</i>	<i>Proveedor</i>	<i>Docto. del Proveedor</i>	<i>Código de Bodega</i>	<i>Unidad de medida</i>	<i>Descripción del Artículo</i>	<i>Cantidad de unidades</i>	<i>Total de valores</i>

Totales

Suma

Suma

Tiempo de entrega: _____

Encargado de bodega

Encargado de contabilidad

4.1.2 Formatos de manejo de inventarios (llantas todas las medidas)

Debido al exceso de existencias de producto que ha ido decrementándose su demanda, la organización ha tenido que irlo rotando físicamente a través de las tres bodegas que se tienen (bodega 1, bodega 2 y bodega 3). La bodega 1 es la más cercana a la empresa a la empresa, y la 3 es la más lejana, aproximadamente las 3 poseen la misma capacidad en espacio cúbico, por lo que se ha tenido que almacenar en la bodega 3, el tipo de llanta que ha ido decrementando su demanda, por lo que es necesario diseñar el siguiente formato para conocer su ubicación y cantidad exacta.

Figura 22 Formato manejo de inventarios

Empresa

Manejo de inventarios

<i>Código del articulo</i>	<i>Ubicación actual bod x</i>	<i>Unidad de medida</i>	<i>Cantidad de unidades</i>	<i>Ultima salida Fecha y cantidad</i>	<i>Fecha de ingreso bod x</i>	<i>Cantidad ingresada y procedencia</i>	<i>Material defectuoso</i>	<i>Valor ingresado</i>

Encargado de bodegas

Este formato importantísimo, en cuanto al manejo de inventarios ya que lleva el control de las entradas y salidas de producto de la organización; esta información actualizará la base de datos, que se implementará.

4.1.3 Formatos de control de inventarios

Actualmente, dentro de la organización no se controlan sobre los inventarios, más que los controles muy rudimentarios de los productos que están almacenados, por lo que es necesario llevar controles sobre el producto que se encuentra en las bodegas, ya que no se cuenta con el dato exacto de cantidades en inventario de los productos que se encuentran en las demás bodegas de la organización.

Figura 23 Formatos control de inventarios

Empresa _____

Fecha: _____

Control de existencias _____

Hora: _____

Depto. Bodegas (unidad bodegas) _____

Bodega No. _____

Mes _____

<i>Código Del artículo</i>	<i>Descrip. Del Artículo</i>	<i>Fecha Hora Actualización</i>	<i>Unidad de medida</i>	<i>Cantidad de unidades</i>	<i>Precio por unidad sin iva</i>	<i>Saldo actual</i>	<i>Valores totales</i>
Totales				Suma		Suma	

(f) _____

Encargado Almacén _____

Este formato, debe utilizarse en el control de todo el inventario de llantas dentro de la organización, ya que proporciona el recuento en cada una de las tres bodegas; este control debe estar actualizando constantemente los movimientos en cada bodega.

4.2 Establecimiento de controles pertinentes

4.2.1 Realización de formatos de control de acuerdo al modelo adecuado

Derivado del análisis establecido en el capítulo 3 de este trabajo de investigación, se concluye que el modelo establecido, es el adecuado para este tipo de negocio, de acuerdo con el análisis de pronósticos la cual estima, una demanda estable, el modelo establece que los puntos a tener en consideración en la elaboración de los controles pertinentes, son: costos, requisiciones, proveedores, tiempos de entrega, y el cálculo de demandas anuales especialmente las llantas, que su demanda se ha incrementado. Este requerimiento de producto se ejecutara por parte, del almacén conjuntamente con el departamento de mercadeo,

Figura 24 Formato requerimiento de producto

Fecha de requerimiento _____ Hora: _____

<i>Cod Producto</i>	<i>Descripción Producto</i>	<i>Nivel de reorden Fecha</i>	<i>Proveedor Tpo. de entrega</i>	<i>Unidades requeridas</i>	<i>Total unidades en inventario (3 bodegas)</i>	<i>Demanda aprox. mensual</i>	<i>Costo total sin IVA (nuevas)</i>

Encargado de almacén

gerente general

Este formato debe utilizarse para hacer el requerimiento de producto debido, a que proporciona información respecto tiempos de entrega, niveles de reorden etc.

Figura 25 Formato de control de demanda

<i>Código producto</i>	<i>Descripción producto</i>	<i>Mes/año</i>	<i>Unidades vendidas</i>

Este formato lleva control de las demandas de los productos, vendidos en el transcurso del año es importante al proyectar demandas estimadas, su uso depende de la información proporcionada en el formato siguiente:

Figura 26 Formato diario de ventas

Fecha: _____

<i>Código del producto</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Precio de venta</i>	<i>Forma de pago</i>	<i>Integración parcial</i>	<i>Integraciones total</i>
				Gran total	

(f) _____

Gerente

Este formato controla las salidas diarias de llantas, e ingreso de valores debido a la venta de las mismas.

Formato diario de compras

Es necesario poseer un registro de todo el producto adquirido, incluso si el mismo se compra por ser producto en oferta, o es producto usado. En la actualidad, no se tiene ningún control del producto que entra ni del recurso que se invierte para adquirirlo, por lo que es conveniente llevar un control que se sugiere con el siguiente formato.

Figura 27 Formato de compra de producto

Fecha: _____

<i>Código del producto</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Precio de compra</i>	<i>Forma de pago</i>	<i>Integración parcial</i>	<i>Integraciones totales</i>
				Gran total	

(f) _____
Gerente

Formato de requisición de producto

Con este diseño de formato de control de requerimiento se implementarán controles en varios aspectos, de los cuales anteriormente no se había tenido información debido a que, sus controles eran casi nulos, al no existir ningún historial de demanda, proveedores, costos etc. Para implementar estos controles de niveles de reorden, costos, historiales de demanda y con esto minimizar costos por el manejo

en exceso de inventarios. Se sugiere el siguiente Formato de requisición de producto:

Figura 28 Requisición de producto

Fecha _____

Tiempo de entrega _____

Teléfono _____

Empresa Solicitante						Correlat. Año 2004 No _____
Código	Cantidad	Unidad de medida	descripción	Destino	Precio/unidad	Precio total

4.2.2 Implementación de los mismos, como herramientas de optimización

Como se ha mencionado, en la actualidad vitalizadora David no se posee ningún tipo de control, sobre sus existencias y sobre algunos otros aspectos tales como: proveedores, clientes, costos etc., la implementación de éstos ayudara a cuantificar información pertinente, los que permitirá, manejar niveles adecuados de existencias; esta situación redundará en optimización de espacio, reducción de costos, y por consiguiente, aumento de utilidad.

Para la implementación de los mismos, es necesario vencer la resistencia al cambio y concienciar sobre los beneficios que se obtendrán para los empleados, clientes y propietario de su aplicación. Será necesario capacitar e inducir al personal sobre su uso y análisis por medio de talleres de capacitación.

5. PRESENTACIÓN DE LA INTERPRETACIÓN DE COSTOS ANTES Y DESPUÉS DE SU IMPLEMENTACIÓN

5.1 Establecer todos los costos pertinentes

Lo fundamental para un control de existencias es establecer en forma explícita y específica, todos los costos que intervienen en un nivel de inventarios, lo que se espera básicamente en la implementación de un sistema de inventarios, es la disminución de los costos (entre los que se encuentran los de ordenar, conservar, escasez, etc.). A continuación se especifican algunos de estos costos que intervienen en la administración de inventarios

5.1.1 Costo del artículo

Este costo se expresa, como el valor unitario multiplicado por la cantidad adquirida, existen situaciones en las cuales, se obtiene mejores precios en la obtención de mayores cantidades de producto. Este costo se representa por: Precio de compra X el número de unidades adquiridas (este costo varía únicamente en la cantidad de unidades adquiridas para el flete).

Tabla XIV Costo del artículo

Tipo de llanta	Número de unidades (nuevas)	Número de unidades (usadas)	Costo por unidad (nueva)	Costo por Unidad (usada)	Costo total de adquisición (nuevas y usadas)
11R22.5	192	995	Q1560.00	Q280	Q578,120.0
Rin 16	126	111	Q368.00	Q72.00	Q54,360.00
Rin 15	192	413	Q368.00	Q56.0	Q93,784.00
Rin 14	150	1203	Q340.00	Q56.00	Q103,368.00
Rin 13	946	558	Q176.00	Q56.0	Q197,744.00
Rin 12	195	10	Q176.00	Q56.0	Q34,880.00

Total Q1,062,256.00

Al costo total se agrega el 27% que es la tasa de impuesto de importación para las llantas usada y el 17 % tasa de impuesto de importación para la llanta nueva; incluyendo 12% de impuesto al valor agregado, flete Q120,278.11/anual lo que incrementa el costo total de adquisición de Q1,062,256.00 a Q1,404,006.83.

5.1.2 Costos de ordenar pedidos

En estos costos intervienen en la elaboración de órdenes de compra, el traslado o envío de la orden, recepción, flete, la elaboración de órdenes de compra, etc., y representa el gasto fijo en el que se incurre cuando se efectúa un pedido.

El costo de ordenar pedidos para la vitalizadora david se integra de la siguiente manera:

Existe una persona que se dedica a la elaboración y recepción de pedidos, esta persona recibe un salario de Q1400.00 mensuales,

Tabla XV Integración de costos

Tipo de Llanta	Costo llamada Telefónica (Q)	Papelería (Q)	Pasaje (Q)	Tramite Pasaje (Q)	Costo de Traslado (Q)	Total Costo de ordenar por pedido(Q)
11R22.5	15	3,600	10,000	45	15,000	28,660
Rin 15	15	3,600	10,000	45	15,000	28,660
Rin 14	15	3,600	10,000	45	15,000	28,660
Rin 13	15	3,600	10,000	45	15,000	28,660
Rin 12	15	3,600	10,000	45	15,000	28,660
Rin 16	15	3,600	10,000	45	15,000	28,660

Ordenar pedidos individuales, sin ningún control, conduce a estar erogando mucho dinero; pues cada pedido posee un costo elevado porque no se reduce a ordenar el producto, sino a solicitarlo, supervisararlo e inspeccionarlo personalmente fuera del país. Si no se realiza de esta manera, se corre el riesgo de recibir material

defectuoso (estos traslados representan los costos arriba mencionados, pasaje, tramite de pasaje etc.). El sueldo del gerente asciende a Q10,000 lo que representa un sueldo por hora de Q41.67 $((10,000/30)/8)$, a continuación se desglosa los tiempos invertidos en cada actividad que se necesitan para ordenar pedidos.

Lista de actividades para ordenar pedidos

Tiempo en llamada telefónica 5 minutos; 0.0833 horas x Q41.67 = Q 3.47

Tiempo en ordenar papelería 20 minutos; 0.3333 horas x Q41.67 = Q13.89

Compra de pasajes 40 minutos; 0.67 hora x Q41.67 = Q27.92

Tiempo de ida y vuelta 3 días, aproximadamente 24 horas x Q41.67 =Q1,000.08

Para tener un total de 25.087 horas.

El total es de Q1,045.38; esto se integra al costo de ordenar el tipo de llanta 11R22.5 de 28,660.00 lo que al sumarlo proporciona un total de Q29,705.38 por un lote de 406 llantas, a un costo unitario de Q44.74.

5.1.3 Costo de conservación del inventario

Es el costo de renta que pagan los productos que permanecen ociosos durante cierta cantidad de tiempo. Este costo representa aproximadamente del 12% al 35% anualmente (es la integración del costo de almacenamiento, costo de capital y el costo de obsolescencia).

Para la vitalizadora David, se calculan los siguientes costos:

- a. **Costo de almacenamiento:** es el costo en el que se incurre, por tener ocioso un determinado producto; por ejemplo seguros, bodega, fumigación o mantenimiento, manejo, etc.; además varía directamente respecto al nivel del inventario. Tiene el inconveniente de subutilización de espacio cuando este va disminuyendo por la demanda, se estima en un costo de 3.5% tentativamente sobre el valor del inventario.

- b. **Costo de capital:** es la limitación de oportunidades de no invertir en otras opciones por tener ese recurso invertido en algo, al producto que no se le está dando rotación (ocioso). El parámetro utilizado es el valor que se obtendría invirtiendo el recurso en el sistema bancario a una tasa anual de 8.5% (tasa vigente).
- c. Para el tipo de producto no existe ningún **costo de obsolescencia ni deterioro** así como el costo de impuestos, ya este se hizo una sola vez al inicio cuando se importó el producto.

Integrando los costos de conservación:

Costo de almacenamiento	3.5%
Costo de capital	8.5%
Costo de obsolescencia	0.0%
Costo de impuestos	0.0%
Total	12.00% anualmente

5.1.4 Costo de escasez

Es un costo casi subjetivo y por lo mismo, muy difícil de cuantificar; la pérdida de un cliente en determinado momento por no satisfacer sus necesidades es lamentable y costosa a la vez, pero es muy difícil de cuantificar. En el análisis no se toma en cuenta y además el método propuesto no lo contempla.

5.2 Breve interpretación de los costos y los beneficios adquiridos con la implementación de la administración de inventarios

5.2.1 Comparación con las erogaciones de recurso monetario actuales, previa implementación del sistema de administración de inventarios

Como se mencionó en el capítulo 3 el modelo de inventarios, lote económico es el mas adecuado para implementarlo en la vitalizadora David; en el análisis de costos se puede observar los beneficios que se obtienen, al minimizar los costos manteniendo un inventario adecuado de unidades, ordenando únicamente lo necesario y no incurriendo en pedidos innecesarios, ya que los costos de ordenar son sumamente elevados. A continuación se establece un análisis económico para demostrar los beneficios que genera la implementación de dicho sistema:

Análisis económico

Para aplicar la fórmula de lote económico y costo anual necesitaremos los siguientes rubros, sobre un inventario total de inventario final del año 2003 de 5,091 llantas y con una demanda en el 2003 (todas las medidas) de 5,091 llantas.

Costo de ordenar

En el costo de ordenar, para la vitalizadora David, intervienen los siguientes rubros:

Llamada telefónica (10 minutos al extranjero)	Q	15.00
Papelería	Q	3,600.00
Trámite de pasaje	Q	22.50
Pasaje hotel y alimentos (representante de la empresa)	Q	9,754.62
Costo tiempo invertido representante de la empresa	<u>Q</u>	<u>1,045.38</u>
Total (costo de ordenar 406 unidades)	Q	14,437.50

Costo de mantenimiento del inventario

Para calcular el costo de mantenimiento del inventario se toman en consideración los siguientes rubros:

Seguros	10.95%
Costo de capital	8.5%
Costo de almacenaje	3.5%
Fumigación	<u>0.3303%</u>
Total	23.2803%

Análisis de situación actual

Se realizan compras fijas de 406 unidades por lote 4 veces por año.

$$Q = (2DS/h)^{1/2}$$

Q = Cantidad

D = Demanda anual

S = Costo de ordenar (pedido)

H = Costo de mantener inventario

Costo anual

Por la ecuación (3), de este trabajo se conoce, el costo anual para el tipo de llanta 11R22.5 $TRC(406) = ((406/2) * 0.232803 * 243.41 + 4 * Q)14,437.5 = Q69,253.31$

Se compraron 1,624 llantas 11R22.5 durante el 2003 de las cuales se demandó 1,187 durante ese mismo año.

Lote económico (Propuesto)

El sistema propuesto obtiene lo siguiente:

$Q = ((2 * (1,187) * (14,437.5)) / (243.41 * 0.232803))^{1/2} = 777.72$ aprox. 778 unidades por lote

Tomando en cuenta 250 días al año con una demanda anual de 1,187 unidades se tiene una demanda diaria de 4.75 unidades por día y se tiene que hacer 1.52 pedidos por año.

Se obtiene un costo al año de:

$TRC(778) = (778/2) * (243.41 * 0.232803) + (1,187/778) * (14,437.5) = Q44,070.69$

Análisis con pronósticos

Con el método de pronósticos se tiene una proyección 98.63 llantas cada uno de los próximos 12 meses, lo que da una proyección al año de 1183.56 unidades, por ello se tendrían que hacer 2 pedidos al año, aplicando la fórmula de costo (sección 1.2.1) se obtiene:

$TRC(592) = (592/2)(243.41 * 0.232803) + (1,187/592) * (14,437.5) = Q45,721.70$ Lo que implica un incremento en costos, con el método de pronósticos de Q45,721.7, sobre el método de lote económico de Q44,070.69.

INTEGRACIÓN ACTUAL Y PROPUESTA DE LAS DEMÁS LLANTAS QUE MANEJA LA VITALIZADORA DAVID

Situación actual llanta Rin 12

Se tiene una demanda anual de 205 llantas y la cantidad de unidades por lote son 75, lo que actualmente genera que para cumplir con la demanda se tienen que realizar 2.73 aproximadamente 3 pedidos por año; lo que genera un costo de:

$$TRC(75) = (75/2) * (176 * 0.232803) + (205/75) * (14,437.5) = Q40,998.99$$

Situación propuesta llanta rin 12

Aplicando fórmulas de lote económico:

$Q = (2 * (205) * (14,437.5)) / (176 * 0.232803)^{1/2} = 380.09$ aproximadamente 380 a un costo de Q15,573.58.

$TRC(380) = (380/2) * (176 * 0.232803) + (205/380) * (14437.5) = Q15,573.58$ se realiza un solo pedido al año.

Situación actual llanta rin 13

Se tiene una demanda anual de 1,504 llantas (según tabla No X) y la cantidad de unidades por lote es de 300; para cumplir con la demanda se tienen que realizar 5.013 aproximadamente 5 pedidos por año; lo que genera un costo de:

$$TRC(300) = (300/2) * (65.73 * 0.232803) + (1,504/300) * (14,437.5) = Q74,675.32$$

Situación propuesta

Situación propuesta llanta rin 13

Aplicando fórmulas de lote económico:

$Q = ((2*(1,504)*(14,437.5))/65.73*0.232803)^{1/2} = 1,684.64$ aproximadamente 1,685 unidades por lote, a un costo de:

$TRC(1,685) = (1,685/2)*(65.73*0.232803) + (1504/1,685)*(14,437.5) = Q25,778.70$
haciendo únicamente un pedido al año.

Situación actual llanta rin 14

Se tiene una demanda anual de 1,353 llantas (según tabla No X), y la cantidad de unidades por lote es de 200; así que para cumplir con la demanda se tienen que realizar 6.765 aproximadamente 7 pedidos por año, lo que genera un costo de:

$TRC(200) = (200/2)*(38.22 * 0.232803) + (1,353/200)*(14,437.5) = Q98,559.46$

Situación propuesta

Situación propuesta llanta rin 14

Aplicando fórmulas de lote económico:

$Q = ((2*(1,353)*(14,437.5))/38.22 * 0.232803)^{1/2} = 2,095.41$ aproximadamente 2,095 unidades por lote, a un costo de:

$TRC(2,095) = (2,095/2)*(38.22*0.232803) + (1,353/2,095)*(14,437.5) = Q18,644.45$
solo hace un pedido al año.

Situación actual llanta rin 15

Se tiene una demanda anual de 605 llantas (según tabla No X), y la cantidad de unidades por lote son 175; lo que genera que para cumplir con la demanda se tienen que realizar 3.4571 aproximadamente 3 pedidos por año, lo que genera un costo de:

$$TRC(175) = (175/2) * (77.44 * 0.232803) + (605/175) * (14,437.5) = Q51,489.97$$

Situación propuesta

Situación propuesta llanta rin 15

Aplicando fórmulas de lote económico:

$Q = ((2 * (605) * (14,437.5)) / (77.44 * 0.232803))^{1/2} = 984.37$ aproximadamente unidades por lote, a un costo de:

$$TRC(984) = (984/2) * (77.44 * 0.232803) + (605/984) * (14,437.5) = Q17,746.62$$

haciendo un pedido al año.

Situación actual llanta rin 16

Se tiene una demanda anual de 237 llantas (según tabla No X), y la cantidad de unidades por lote son 60, lo que actualmente genera que para cumplir con la demanda se tienen que realizar 3.95 aproximadamente 4 pedidos por año, lo que genera un costo de:

$$TRC(60) = (60/2) * (114.46 * 0.232803) + (237/60) * (14,437.5) = Q57,827.52$$

Situación propuesta

Situación propuesta llanta rin 16

Aplicando fórmulas de lote económico:

$Q = ((2 \cdot (237) \cdot (14,437.5)) / 114.46 \cdot 0.232803)^{1/2} =$ aproximadamente 506. unidades por lote, a un costo de:

$TRC(506) = (506/2) \cdot (114.46 \cdot 0.232803) + (237/506) \cdot (14,437.5) =$
Q13,503.83 solo se hace un pedido al año.

Tabla XVI Integración de costos por manejo de inventarios

Tipo de llanta	11R22.5	Rin 12	Rin 13	Rin 14	Rin 15	Rin 16	TOTAL Q
COSTO ACTUAL	Q69,253.31	Q40,998.99	Q74,675.32	Q98,559.46	Q51,489.97	Q57,827.52	Q392,804.57
COSTO PROPUESTO	Q44,070.69	Q15,573.58	Q25,778.70	Q18,644.45	Q17,746.62	Q13,503.83	Q107,393.77

Como se puede observar, el costo por manejo de inventarios cuando no se tiene una planificación de compras adecuada, puede redundar en una pérdida de capital y por consiguiente una considerable disminución en la utilidad de la empresa. Si se maneja la política de inventarios (lote económico), se espera una disminución en los costos de Q285,410.80, demostrando con ello que manejando la política de inventarios (lote económico), se reducen los costos por manejo.

Integración de costos de operación

Costos administrativos

Sueldos

1 personas Q 1,200.00

2 personas Q1,400.00 c/u

1 personas Q1,800.00

2 personas Q1,600.00 c/u

Lo que da un total de Q9,000.00 mensuales Q108,000.00 anuales

Prestaciones Laborales

IGSS 12.67% (INTECAP, IRTRA, IGSS) =	Q13,683.6	anual
AGUINALDO	Q9,000	anual
BONO 14	Q9,000	anual
INDEMNIZACIÓN	$Q9,000 * 0.0866 =$ Q9,779.4	anual

(Fondo provisión p/prestaciones laborales).

Servicios

Agua Q100/mes =	Q1200.00	anuales
Luz Q1,500/mes (promedio) =	Q18,000.00	anuales
Teléfono (celular y domiciliario).	Q16,800.00	anuales
Impuesto IVA 12% (ventas al año)	Q276,797.76	anual
IEMA (4 trimestres)	Q28,833.11	anual
Suministros Q125/mes =	Q1500.00	anuales
Suministro limpieza	Q780.00	anuales
Gasolina y lubricantes	Q18,600.00	anuales
Mantenimiento vehículos	Q5000.00	anuales

Tabla XVII Total de ventas efectuadas año 2003

Tipo de llanta	Unidades vendidas (nueva)	Unidades vendidas (usadas)	Total ventas nuevas	Total ventas usada	Total
11R22.5	192	995	Q441,184.00	Q796,049.68	Q1,237,233.7
Rin 12	195	10	Q54,600.00	Q1,250.00	Q55,850.00
Rin 13	946	558	Q283,800.00	Q69,750.00	Q353,550.00
Rin 14	150	1203	Q86,250.00	Q180,450.00	Q266,700.00
Rin 15	192	413	Q163,200.00	Q74,340.00	Q237,540.00
Rin 16	126	111	Q119,700.00	Q36,075.00	Q155,775.00
			Total Q2,306,648.00		

Cálculo de la rentabilidad

Para la ejecución de este cálculo se procede a obtener los siguientes datos:

- 1.- Costo de operación (Q1,920,980.73)
- 2.- Ventas (Q2,306,648.90)
- 3.- Costos variables (Q392,804.57)

Situación actual

Aplicando la fórmula

Utilidad = Ventas – (Costos Variables + Costos de Operación)

La utilidad actual de la vitalizadora David actualmente es de

Utilidad = Q2,306,648.9 – Q392,804.57 – 1,920,980.73

Utilidad = - Q7,136.37

Situación propuesta

Con base en los datos obtenidos tenemos que actualmente, los costos superan las ventas generando pérdida.

Con el modelo de lote económico, los costos variables se reducirían a Q107,393.77 lo que generaría una utilidad de:

Utilidad = Q2,306,648.9 – Q107,393.77 – Q1,920,980.73

Utilidad = + Q278,274.4

Lo que genera una reducción en la pérdida del 57%.

Situación actual

Cálculo de la rentabilidad

Actualmente, la empresa no genera utilidad; por lo que su rentabilidad es menor que cero (negativa), con la venta de las llantas 11R22.5, Rin 12, Rin 13, Rin 14, Rin 15, Rin 16; ya que la rentabilidad se calcula de la forma siguiente:

R = Rentabilidad = (utilidad / costo de operación), = - 0.308%

Situación propuesta

Cálculo rentabilidad

Con la implementación de LOTE ECONÓMICO, generara una utilidad de Q278,274.4.

Teniendo una rentabilidad de:

R = Rentabilidad = (utilidad / costo de operación)

R = Q278,274.4 / Q1,920,980.73 = 14.48 %

Con la implementación adecuada del método LOTE ECONÓMICO la empresa vitalizadora David, generara utilidad debido fundamentalmente, al manejo de sus inventarios, y de sus recursos, (humano, monetario etc.) podrá ser una empresa en crecimiento; generando utilidades acordes a sus inversiones.

Actualmente, se ejecutan traslados innecesarios al extranjero por parte de la empresa a adquirir llantas innecesarias, sin saber que son otras medidas las que se necesitan para cubrir la demanda, generando costos muy altos, el modelo de LOTE

ECONÓMICO minimiza estas situaciones. Se debe en informar cuáles son los pedidos necesarios anualmente para cubrir satisfactoriamente la demanda.

Se sugiere implementar formatos sugeridos, implementación de *software* de apoyo.

CONCLUSIONES

1. La empresa vitalizadora David no cuenta con control sobre sus inventarios por lo cual el costo es demasiado alto en cuanto al manejo de inventarios.
2. La empresa no posee ningún historial de ventas de años anteriores por lo que para establecer pronósticos de ventas, únicamente fue posible obtener información del año 2003.
3. En la actualidad, la vitalizadora David ocupa demasiado espacio físico en productos de poca rotación (clasificación C), y esto deja poco espacio para productos de clasificación de mayor importancia (clasificación A). Esta situación genera incumplimiento en la demanda, lo que generaría en un lapso de tiempo no muy lejano, una tendencia a desaparecer, al no poder ser competitiva.
4. La vitalizadora David no presenta ningún tipo de crecimiento en los últimos años, porque está carente completamente, de una administración de manejo de inventarios.
5. Actualmente, la vitalizadora David es deficiente en su control de costos, por lo que la implementación del método propuesto (lote económico) fortalecería esta deficiencia, a través del manejo de inventarios adecuados, de acuerdo con la demanda imperante en orden de importancia.
6. Un manejo eficiente de inventarios generará eficiencia del recurso existente dentro de la organización (monetario, físico y humano).

7. Actualmente, pequeñas y medianas empresas ven limitado su crecimiento debido al mal manejo de sus inventarios, situación por la cual las demás empresas podrían ser mucho más competitivas, manejando en forma adecuada sus inventarios.

8. El método propuesto incluye minimizar las visitas a los países proveedores, para bajar los costos, a extremo de generar una considerable utilidad al final de cada ciclo fiscal a través de sus estados financieros.

9. La falta de conocimiento sobre técnicas de administración de inventarios, genera que se omitan controles exactos sobre productos de alta demanda, con lo cual se genera la disminución en ventas, y por ende, poco crecimiento.

RECOMENDACIONES

1. Debe implementarse el método propuesto de administración de inventario (lote económico), así se minimizarían los costos de ordenar y de manejo, incurriendo únicamente en adquirir lo necesario para cumplir la demanda.
2. Aplicar el método propuesto, para que las instalaciones físicas se adecúen a las necesidades de la demanda real existente, disminuyendo al máximo el costo de mantener inventarios.
3. La aplicación del método propuesto, además de fortalecerse internamente en sus procesos, incrementará las fortalezas externas para competir en cualquier campo, a través de todos los controles que genera el método.
4. El método propuesto minimizará las visitas a los países proveedores, así se reducen los costos de ordenar considerablemente.
5. El conocimiento y aplicación exacta de las técnicas sobre administración de inventarios, para las personas involucradas, generará un aumento de productividad para la organización en materia de inventarios.
6. Se debe aplicar el método de manejo en la vitalizadora David, así contará con la información necesaria para la futura planificación de sus compras y el manejo de sus inventarios.
7. Establecer un método específico de administración de inventarios, que se encargaría de clasificar las diferentes actividades relacionadas con el manejo de los mismos y se pueden establecer controles eficaces.

8. La implementación del costeo ABC, generará un control más exacto sobre los productos que poseen una mayor importancia dentro de la vitalizadora (en cuanto a costo, demanda, existencias, etc.).

9. Con la aplicación de los métodos establecidos y la existencia de un porcentaje de error, se llegarán a crear controles más eficaces en cuestión de cálculos de costos, inventarios, demandas y éstos a su vez, deben responder a condiciones imprevistas con flexibilidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Sim Narasimhan. **Planeación de la producción y control de inventarios.** (México: Prentice-Hall Hispanoamericano 1996) pagina 94.
2. Sim Narasimhan. **Planeación de la producción y control de Inventarios.** (Mexico: Prentice-Hall Hispanoamericano 1996) pagina 94.
3. S. Nahmias. **Análisis de la producción y las operaciones.** (México: Cecsca 1999) pagina 255.

BIBLIOGRAFÍA

1. ALFORD, L. P., Bangs, John R. **Manual de la producción**. 2a ed. Mexico. Editorial Limusa. 1992.
2. AYERDI Bardales, Paula Vanesa, **Diseño de un sistema de administración de Inventarios para una librería y papelería**. Tesis. Ing. Industrial. Guatemala. Universidad de San Carlos, Facultad de Ingeniería. 1998.
3. BUFFA, Elwood S. **Administración y dirección técnica de la producción**. 4ª ed. México: Editorial Limusa 1989.
4. KILLEN, Louis. **Técnicas de administración de inventarios**. México. Editorial Limusa. 1985.
5. LEAL Monterroso, Juan Carlos, **Diseño de un modelo de inventarios de revisión continua para la línea de soplado de una industria de productos plásticos**. Tesis. Ing. Industrial Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 2001.
6. LIBIERMAN, Gerald J. y Frederick Hillier. **Introducción a la investigación de operaciones**. 3ª. ed. México: McGraw Hill, 1984.
7. NAHAMIAS S. **Análisis de la producción y las operaciones**. México: Compañía Editorial Continental S.A. 1999.
8. NARASIMHAN, Sim, McLeavey W. Dennis y Billington Peter, **Planeación de la producción y control de inventarios**. 2ª. ed. Mexico: Editorial Prentice Hall, 1995.
9. SLACK, Nigel, Chambers Stuart, Harland Christine, Harrison Alan, Johnston. **Administración de operaciones**. México: Compañía Editorial Continental S.A. 1999.
10. TAHA, Hamdy A. **Investigación de operaciones** 5ª ed. México: Alfa omega 1995.

