

308917
22
2eje.



UNIVERSIDAD PANAMERICANA

ESCUELA DE INGENIERIA
CON ESTUDIOS INCORPORADOS A LA
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

DETERMINACION DEL TAMAÑO DE
UN ALMACEN DE PRODUCTOS
PERECEDEROS

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

AREA: INGENIERIA INDUSTRIAL

P R E S E N T A

FRANCISCO MANUEL LOPEZ LOPEZ

DIRECTOR: ING. CARLOS FRANCO MONCADA

MEXICO, D. F.

1994

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

INDICE

INDICE

INTRODUCCION.....	1
CAPITULO 1	
Antecedentes.....	6
CAPITULO 2	
Objetivo.....	9
2.1 Objetivo General.....	10
2.2 Objetivos Especificos.....	10
CAPITULO 3	
Características de los productos a manejar.....	11
3.1 Alimentos Animales.....	13
3.2 Alimento Vegetal.....	15
3.3 Temperatura de los cuartos de almacenamiento frío.....	15
3.4 Humedad en la cámara de almacenamiento.....	16
3.5 Calor liberado por los tejidos vivos.....	17
3.6 Daños por frío a frutas y hortalizas.....	18
3.7 Daños por el amoníaco a las frutas y hortalizas refrigeradas.....	19
3.8 Encerado de alimentos para prevenir pérdidas.....	19
3.9 Efecto del almacenamiento frío sobre la calidad.....	19
3.10 Descomposición de los alimentos almacenados.....	20

CAPITULO 4

Principios básicos de la distribución en planta.....	21
--	----

CAPITULO 5

Análisis económico de las alternativas.....	24
5.1 El valor del dinero en el tiempo.....	25
5.2 Valor anual equivalente.....	32
5.3 Valor futuro.....	35
5.4 Tasa de rendimiento.....	36
5.5 Cálculo de la tasa de rendimiento.....	37
5.6 Flujos de efectivo sin tasa de rendimiento.....	39
5.7 Flujos de efectivo con una sola tasa de rendimiento.....	42
5.8 Flujos de efectivo con múltiples tasas de rendimiento.....	42

CAPITULO 6

Principales factores a considerar para decidir la capacidad operativa de un almacén.....	48
6.1 Inversión inicial requerida.....	52
6.2 Estimación de costos de operación.....	55
6.3 Estimación de los ingresos por la utilización del almacén.....	57
6.4 Valor de rescate.....	58
6.5 Tiempo.....	58
6.6 Interés.....	59
6.7 Demanda.....	59

CAPITULO 7

Pronósticos.....63

CAPITULO 8

Resultados del dimensionamiento por computadora.....67

8.1 Menú Principal.....68

8.2 Captura de información.....68

8.3 Gráfica de resultados.....70

8.4 Impresión.....70

8.5 Terminar.....70

8.6 Ejemplos.....71

8.7 Riesgo.....76

CONCLUSIONES.....90

BIBLIOGRAFIA.....93

INTRODUCCION

INTRODUCCION

Existe una gran variedad de productos que son almacenados, el uso de los almacenes permite un abastecimiento inmediato para quien lo solicite y en algunas ocasiones también permite satisfacer demandas que pueden ser superiores a la capacidad de producción en un período de tiempo determinado de algún producto.

En el uso de almacenes se pueden diferenciar dos tipos de productos:

1. Productos perecederos
2. Productos no perecederos

Hay mucho escrito en teorías de inventarios que se pueden aplicar con éxito para los productos no perecederos para determinar un dimensionamiento óptimo de un almacén, pero dichas teorías presentan deficiencias al quererlas aplicar a productos perecederos pues ninguna de ellas considera el tiempo de permanencia de cada producto.

Para determinar el tamaño de un almacén de productos perecederos, es necesario conocer la cantidad total de productos que deben ser manejados para satisfacer adecuadamente los requerimientos de los consumidores, así como sus características principales de almacenamiento.

Estos datos deberán obtenerse a partir de un estudio de mercado que deberá llevarse a cabo con todo cuidado, pues de este dependerá el resultado final del estudio.

Es importante hacer notar que los datos obtenidos del estudio de mercado no serán exactamente la demanda para cada período, éstos siguen una distribución probabilística, pero el dato a obtener deberá ser una muy buena estimación del promedio de volumen y tiempo que cada producto estará almacenado; es usual que los datos se reporten por mes, debiendo ser muy importante la rotación que tenga cada uno de ellos.

Obviamente la demanda del almacén no es constante mes con mes y nuevamente surge la pregunta acerca del dimensionamiento óptimo.

Un dimensionamiento del almacén para el mes de mayor demanda, satisficaría los demás meses a una ocupación inferior al 100%, esto originaría un desaprovechamiento de espacio en los meses donde no hay ocupación máxima. por el contrario, un almacén dimensionado al mes de menor demanda siempre estará ocupado al 100% de su capacidad pero hay demanda no aprovechada representando un costo de oportunidad que varía de acuerdo a la demanda mensual.

Es por eso que es necesario un análisis costo-beneficio para saber que capacidad resultaría ser la mas rentable. Una

comparación de los siguientes parámetros sería la adecuada para lograr buenos resultados.

1. Estimación del monto total de la inversión inicial requerida.
2. Costos de operación en el almacén, personal, equipo, costos fijos, impuestos, etc.
3. Vida útil de la obra civil y el equipo requerido para el enfriamiento.
4. Valor de rescate de la inversión fija inicial.

Para los cuatro parámetros anteriores, es necesario obtener datos para diferentes capacidades de almacenamiento, por ello se analizará a través de un programa de computadora realizado en lenguaje PASCAL.

Con estos datos se podrá hacer un análisis del período de recuperación de la inversión, comparación ingresos-egresos y utilidad esperada para diferentes capacidades.

El análisis costo-beneficio, será el factor más importante para la determinación del tamaño óptimo del almacén.

Otro de los aspectos que debe ser tomado en consideración, son las variaciones que podría presentar la demanda en años posteriores; deberán ser analizadas las perspectivas de crecimiento en la demanda de almacenes frigoríficos en la

zona bajo estudio, ya que una inversión tan alta no puede pensarse sólo para el primer año de operación.

También será interesante saber si los requerimientos de personal permanecerán constantes durante todo el año o si la demanda de espacio requerirá de más o menos personas trabajando, en este último caso deberá hacerse un análisis de si conviene contratar o subcontratar para meses específicos.

La tarifa que se asigne por concepto de renta de almacén será muy importante, pues ésta determinará a fin de cuentas la utilidad que se tenga, habrá también que analizar qué tanto varía la ocupación del almacén con la variación de las tarifas.

Estos son algunos de los aspectos más importantes a considerar para dimensionar un almacén de productos perecederos, unos se deberán tomar en cuenta con mayor atención que otros pero es necesario visualizar cada uno de ellos.

CAPITULO 1

ANTECEDENTES

1. ANTECEDENTES

Los almacenes industriales no suelen proyectarse para conseguir beneficios. Los costos generados se reflejan en las partidas de producción o de distribución y, al final, se hace repercutir en el consumidor. Así pues como el proyecto de un almacén influye en los costos de mantenimiento y almacenaje, los cuales contribuyen a establecer los precios de las mercancías, el proyectista tiene una gran responsabilidad ante el público. Por esto, un almacén debería considerarse como parte del sistema total de distribución, ya desde un principio.

El proyectista debe pensar en el sistema total. El consultor debe trabajar en equipo con el ingeniero y contribuir a la investigación de éste, orientada hacia la disposición del almacén y al tipo de edificio óptimo para la producción, para la modalidad de embalaje, de constitución de cargas y de mantenimiento, sin dejar de prever posibles cambios.

No existen reglas fijas para el proyecto de un almacén. Las decisiones dependen del tipo de producto, de su rotación, de sus puntos de venta y del mercado que se sirvan y de la distancia de los recorridos de reparto. Por ejemplo, las opiniones se encuentran divididas sobre la centralización del almacenaje.

Uno de los aspectos más importantes en el desarrollo de un almacén que en muchas ocasiones no se toma en cuenta es el

de determinar el tamaño adecuado que debe tener. Hay almacenes que se han construido más grandes de lo que en realidad se necesitaba y esto ha generado gastos innecesarios, tales como: desaprovechamiento de espacio todos los meses del año, gastos fijos más elevados, mantenimiento, etc. Por el contrario los almacenes que se han construido de menores dimensiones de lo que en realidad se necesitaba acarrear problemas por falta de espacio, amontonamientos, que se almacene en lugares no apropiados tales como pasillos o áreas destinadas para el recibo y embarque de material. Es cierto que el almacén no estará todo el año al 100% de su capacidad total, debido a las variaciones que presenta la demanda, pero se deberá de aproximar a un porcentaje aceptable con la minimización de los costos involucrados.

CAPITULO 2
OBJETIVO

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

La gran mayoría de los productos perecederos requieren ser almacenados antes de ser consumidos, esto se debe precisamente a que la demanda no tiene la misma distribución que la oferta, de ahí que se necesite un dimensionamiento adecuado donde el costo total se minimice.

El objetivo principal de este estudio es el determinar el dimensionamiento de un almacén de productos perecederos optimizando el rendimiento del mismo y minimizando el costo total con un análisis detallado de cada una de las partes involucradas.

2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

Además del objetivo principal, se ha pensado complementar el análisis en algunos otros aspectos, como son: determinar la importancia de una correcta distribución en planta, una asignación adecuada del personal, comprender cómo un mantenimiento adecuado reduce costos, determinar modalidades operativas de diferentes tipos de almacenes, comprender cómo la variación en la demanda afecta a los modelos, saber qué productos resultan económicamente rentables para almacenar y algunos otros que ayuden a completar la idea de la determinación del dimensionamiento del almacén.

CAPITULO 3
CARACTERISTICAS DE LOS
PRODUCTOS A MANEJAR

3. CARACTERISTICAS DE LOS PRODUCTOS A MANEJAR

El presente trabajo está enfocado al almacenamiento de productos perecederos, tomando como base que será el estudio del cómo obtener el tamaño óptimo de un almacén, no se profundizará en el tema de los alimentos a conservar, sin embargo, sí será necesario mencionar algunos puntos importantes acerca de los productos que serán manejados.

El tiempo que los alimentos se conservan comestibles es aumentado por su almacenamiento a temperaturas menores de 40°F (5°C), con excepción de los melones, pepinos, berenjenas, camotes, tomates y ciertas frutas tropicales (plátanos, piñas). Los melones y los tomates morirán lentamente a temperaturas menores de 40 °F (5°C).

Las carnes deben ser refrigeradas en todas las etapas entre la matanza y la comida, si se desea guardar la carne por una semana, se debe poner su temperatura por debajo de 40 °F (5°C) rápidamente, de otra manera la carne comenzará a descomponerse. Mucha de la carne comercial que se considera fresca, se consume dentro de una semana o diez días después de la matanza. La carne de res es almacenada algunas veces por 4 o hasta 6 semanas. Si se quiere guardar la carne por más tiempo, se deben usar los métodos más drásticos de conservación (congelación, enlatado, radiaciones, secado, ahumado).

3.1 ALIMENTOS ANIMALES

En los animales recientemente muertos el calor presente deber ser eliminado rápidamente para evitar la descomposición y detener las pérdidas de peso del cuerpo, el período requerido para eliminar este calor deber ser menor de 24 horas. La temperatura aproximada de las canales al entrar al enfriador será alrededor de 100°F (38°C), la sección más gruesa de la canal alcanzará una temperatura de 32 a 34 °F (1 a 2 °C). La carne de res a esta temperatura puede ser almacenada durante 5 días, la de carnero 6 y la de ternera 6 antes de ponerla a la venta.

Cuando la carne fresca se envía rápidamente al mercado se usan temperaturas cercanas a los 32 °F (0°C) en las cámaras de almacenamiento. Cuando su envío al mercado se va a retrasar, la carne es congelada y mantenida da 0°F (-18°C) o menos.

El pescado fresco es más perecedero que la carne. El almacenamiento del pescado en hielo hace más lento el proceso de descomposición, pero la carne se vuelve suave y lacia. El color brillante de la piel se opaca. Se pierde el sabor dulce del pescado fresco. Se desarrollan fuertes olores desagradables, cuando es pescado en el mar, es empacado rápidamente en pedazos de hielo y mantenido así a lo largo de la línea que va del mar a nuestras mesas. El pez suave no debe ser guardado mucho tiempo bajo ninguna

circunstancia. Si el bacalao es mantenido a 32°F (0°C) puede ser guardado durante tres semanas.

Los mariscos pueden ser guardados una semana si son enfriados a las temperaturas del hielo. El camarón, la langosta y el cangrejo son muy perecederos y se mantienen en almacenamiento unos cuantos días cuando mucho. Las langostas frecuentemente son mantenidas vivas en el agua de mar. La inmersión en agua fresca provoca su muerte inmediata.

Los huevos deben almacenarse a la temperatura más baja posible que haga que no se solidifique la parte interior del huevo. Si el interior se solidifica, la expansión resultante puede causar el rompimiento del cascarón. Las características del cascarón afectan la calidad de los huevos almacenados, ya que los cascarones gruesos soportan mejor la solidificación que los cascarones delgados. Se consideran 29° F (-2°C) como la temperatura ideal de almacenamiento para los huevos. El cuarto debe ser mantenido a temperatura constante para obtener mejores resultados. Generalmente se considera óptima para los huevos una humedad relativa entre 82 y 85%. Las humedades bajas traen como resultado la desecación y por consiguiente, un aumento en la celda de aire, lo cual es indeseable.

Los huevos pueden absorber olores durante su almacenamiento por lo que no deben ser almacenados en el mismo cuarto con otros productos.

3.2 ALIMENTO VEGETAL

Las frutas frescas y los vegetales vivos, mantienen sus procesos de vida durante el almacenamiento frío. Ellos se guardarán solamente mientras estén vivos y sean capaces de resistir los organismos de la descomposición. Estando vivos, oxidan el azúcar y producen calor. Este calor nulifica los beneficios de la refrigeración. Por lo tanto se debe tener más capacidad de refrigeración que la requerida para el tejido muerto. Se necesita suficiente refrigeración para nulificar el calor producido, y aun más para enfriar la fruta y disminuir su velocidad de respiración.

Los productos perecederos que son almacenados deben estar libres de enfermedades y de daños. Las frutas deben encontrarse en un buen estado apropiado de madurez para su mejor vida de almacenamiento.

3.3 TEMPERATURA DE LOS CUARTOS DE ALMACENAMIENTO FRIO

El control de la temperatura en los cuartos de almacenamiento es muy importante. Las variaciones en la temperatura pueden ser prevenidas si los cuartos de almacenamiento están suficientemente aislados, tienen un equipo de refrigeración adecuado y la diferencia en la temperatura de los espirales refrigerantes y la temperatura del cuarto de almacenamiento es baja. En un cuarto con una temperatura deseada de 50°F (10°C), la temperatura del aire puede variar en uno o dos grados más. Un cuarto mantenido a

32 °F (0°C) con suficientes espirales a una temperatura de 26°F (-3°C) puede tener una variación en temperatura de menos de un grado. La diferencia entre la temperatura del refrigerante y el cuarto, es importante en el mantenimiento de la humedad deseada para la vida óptima de almacenamiento de los alimentos.

La temperatura se controla más fácilmente en los cuartos grandes que en cámaras pequeñas. El gran efecto de depósito de las cámaras grandes tiende a resistir los cambios de temperatura. Estos cambios se efectúan lentamente. Los cuartos grandes necesitan también menos atención a este respecto.

3.4 HUMEDAD EN LA CAMARA DE ALMACENAMIENTO

La humedad del aire en los cuartos de almacenamiento está relacionada directamente con el mantenimiento de la calidad de los productos. Si el aire está seco, la humedad será tomada de los alimentos almacenados provocando el marchitamiento en las frutas y hortalizas. Si el aire está muy húmedo, los alimentos se pudrirán, especialmente si hay variaciones en la temperatura.

El control en la humedad en el aire es difícil, aunque hay equipo moderno que hace más exacto el control de la humedad relativa en un cuarto de almacenamiento, es necesario tener una pequeña diferencia de temperatura entre los espirales y las frutas u hortalizas; son útiles para las superficies con

grandes áreas. Para un requerimiento de baja humedad relativa, deben ser reducidas las áreas superficiales del espiral, las válvulas en las líneas refrigerantes pueden ser usadas para controlar las temperaturas de evaporación y para aumentar la humedad, puede ser rociado vapor de agua dentro de la cámara controlada.

Muchas frutas son almacenadas a una humedad relativa de 85 a 90%. Las hortalizas frondosas y las raíces necesitan entre 90 y 95% de humedad relativa, otros alimentos vegetales necesitan entre 85 y 90%.

Debe tenerse cuidado cuando se mueve mecánicamente el aire en una cámara de almacenamiento. Doblando el movimiento del aire se aumentan en referencia un tercio de las pérdidas de humedad. La influencia secadora del movimiento del aire es drástica si el contenido de humedad del aire al comenzar dicho movimiento es más bajo que el del producto.

3.5 CALOR LIBERADO POR LOS TEJIDOS VIVOS

Las frutas y hortalizas frescas están vivas. La energía es liberada por los tejidos vivos varía con el producto y aumenta en la razón que aumenta la temperatura de la cámara de almacenamiento. El calor de respiración debe considerarse al establecer la carga de refrigeración por las cámaras de almacenamiento frío.

Algunos alimentos tienen una velocidad de respiración mucho mayor que otros a una temperatura dada. El almacenamiento de

éstos en cuartos fríos requiere más capacidad de refrigeración. La vida de almacenamiento de las frutas y hortalizas varía inversamente con la velocidad de respiración y el desprendimiento de calor.

Para poder establecer el requerimiento de refrigeración para una cámara de fruta y hortaliza, debe ser conocida cierta información, tal como conocer la temperatura inicial del alimento, la temperatura final de almacenamiento, la velocidad de respiración y el calor desprendido, el calor específico del alimento y la cantidad de alimento que va a ser puesto en el cuarto.

3.6 DAÑOS POR FRÍO A FRUTAS Y HORTALIZAS

Las frutas y hortalizas son susceptibles de ser dañadas por el frío a temperaturas sobre el punto de congelación.

Hay una gran variación en los daños sufridos por las frutas y hortalizas debidos a congelación, otros alimentos pueden ser congelados y deshielados varias veces sin sufrir daños permanentes.

Resumiendo, los tejidos vivos deben ser mantenidos vivos si sus valores alimenticios para el hombre van a ser conservados por las prácticas de almacenamiento frío.

3.7 DAÑOS POR EL AMONIACO A LAS FRUTAS Y HORTALIZAS REFRIGERADAS.

Aunque existen muchos refrigerantes que pueden ser utilizados en los sistemas de refrigeración, el amoníaco gaseoso es el más utilizado en las grandes instalaciones. Los alimentos son dañados cuando el amoníaco escapa hacia el interior de la cámara de almacenamiento. Al principio, el daño puede aparecer como una decoloración de café a negro verdoso de los tejidos exteriores. El daño grave se evidencia por una mayor decoloración y rebiandecimiento de los tejidos.

3.8 ENCERADO DE ALIMENTOS PARA PREVENIR PERDIDAS

La aplicación a ciertos perecederos de preparaciones cerosas ha sido usada por varios años. Además de prevenir o reducir las pérdidas de humedad, los productos tienen una apariencia brillante. Las frutas cítricas y los pepinos entre otros, son ejemplos de productos que pueden ser parafina o combinaciones de cera vegetal y parafina.

3.9 EFECTO DEL ALMACENAMIENTO FRIO SOBRE LA CALIDAD

Una fruta u hortaliza no refrigerada generalmente se deteriora rápidamente y pronto tiene muy poco valor alimenticio para el hombre.

No es recomendable refrigerar las frutas y hortalizas en cámaras de almacenamiento comunes. Ahí puede haber

transferencia cruzada de olores, por ejemplo las manzanas no deben ser almacenadas junto con apio, col, papas o cebollas. El apio y la cebolla se dañan el uno a la otra en su calidad alimenticia. Las frutas cítricas absorben la mayoría de los olores fuertes. Los olores de la manzana y los cítricos son transferidos rápidamente a los productos lácteos. Los huevos almacenados junto con pescado o ciertos vegetales se convierten en huevos sin sabor.

3.10 DESCOMPOSICION DE LOS ALIMENTOS ALMACENADOS

Las frutas hortalizas, huevos, carnes y productos lácteos pueden ser cosechadas, recolectadas o elaboradas algún tiempo antes de ser llevadas al almacenamiento frío. La descomposición del alimento pudo haber empezado desde ahí. Un alimento no mejorará su calidad si es cosechado, recolectado o elaborado en una condición de alteración. Sólomente los alimentos en buenas condiciones podrán llegar a tener un almacenamiento frío exitoso, aún en condiciones óptimas, el almacenamiento en una cámara fría sólomente retarda la descomposición del alimento.

CAPITULO 4
PRINCIPIOS BASICOS DE
DISTRIBUCION EN PLANTA

4. PRINCIPIOS BASICOS DE DISTRIBUCION EN PLANTA

Un almacén de productos perecederos no debe ser excluido de los principios básicos de una distribución en planta, al contrario, se debe recalcar el uso de éstos, pues esto permitirá una operación óptima.

A continuación se muestran los principios básicos de una distribución en planta para ser aplicados a un almacén de productos perecederos.

1. La mercancía que tenga el movimiento más rápido es la que debe estar más cerca de la zona de desembarque.
2. La mercancía debe ser movida el menor número de veces posible.
3. La mercancía debe ser movida la distancia más corta posible.
4. Los artículos pesados deben ser almacenados cerca del recibo y embarque de la mercancía.
5. Las áreas de recibo y embarque no deben estar operando en el mismo lugar al mismo tiempo, para minimizar la confusión y pérdida de mercancía. De cualquier modo, el mismo espacio de desembarque puede ser usado en tiempos diferentes para recibo y embarque, dependiendo de la demanda.

6. El espaciamiento entre columnas debe estar planeado, tal que los claros del edificio puedan acomodar el máximo número de contenedores.
7. La altura del techo interior debe ser planeada para acomodar el número deseado de contenedores de mercancía.
8. El acceso a apagadores, válvulas, termostatos y otros controles deben estar planeadas tal que las mercancías no tengan que ser movidas.
9. Las mercancías de alto valor deberán estar en un cuarto seguro o área separada del lugar de trabajo.
10. Las áreas que no requieren de altos techos, tales como cuartos para equipo mecánico, baños, oficinas para supervisores, deben ser localizadas para que sea práctico en áreas como mezzanines y segundos pisos.
11. El requerimiento para espacio adicional debe ser anticipado en la distribución de planta original.

CAPITULO 5
ANALISIS ECONOMICO
DE LAS ALTERNATIVAS

5. ANALISIS ECONOMICO DE LAS ALTERNATIVAS

El objetivo de este capítulo es determinar cómo se pueden comparar flujos de efectivo en diferentes períodos de tiempo, para ello será necesario entender desde lo que representa el valor del dinero en el tiempo hasta lo que serían las bases para la comparación de alternativas.

La reducción de las alternativas a una base común es necesaria para que las diferencias aparentes se conviertan en diferencias reales, en las que se tenga en cuenta el valor del dinero en el tiempo. Cuando se expresan en términos de una base común, las diferencias reales se hacen directamente comparables y pueden ser utilizadas en la toma de decisiones.

5.1 EL VALOR DEL DINERO EN EL TIEMPO.

Puesto que el dinero puede obtener ganancias a cierta tasa de interés si se le invierte durante un período de tiempo, normalmente durante un año es importante tener en cuenta de que un peso recibido en cualquier fecha futura no vale tanto como un peso que se tenga en ese momento. Precisamente esta relación entre el interés y el tiempo es la que introduce el concepto de "el valor del dinero en el tiempo". Por ejemplo, un peso que se tenga en ese momento puede ganar interés durante dos años, mientras que un peso recibido dentro de dos años no produciría ninguna ganancia. El valor del dinero en el tiempo, por tanto, quiere decir que cantidades iguales

de dinero situadas en tiempos diferentes no tienen igual valor si la tasa de interés es mayor que cero.

El análisis de ingeniería económica sirve para evaluar alternativas, con frecuencia estas alternativas son descritas indicando el valor de los ingresos y egresos futuros que producirá cada decisión, como también el momento en que se recibirán o desembolsarán. Puesto que bajo el concepto del valor del dinero en el tiempo se estudia el efecto del tiempo y el interés sobre cantidades monetarias, su estudio cuidadoso es esencial en ingeniería económica. Dentro de este contexto es útil pensar primero en términos de interés simple y luego ampliarse a la consideración del caso más común de interés compuesto.

INTERES SIMPLE. Generalmente se expresa la tasa de renta que produce una suma de dinero como el porcentaje de la suma que se deba pagar por la utilización del dinero durante todo un año. También se formulan tasas de interés para períodos diferentes de un año, conocidos como períodos de interés.

Cuando se trata de interés simple, el interés por pagar cuando se cancela un préstamo es proporcional al tiempo de duración del mismo. El interés que se gana puede determinarse de la siguiente manera: sea "p" la suma principal, "n" el período de interés, e "i" la tasa de interés. entonces,

$$I = Pni \dots\dots\dots (1)$$

Supóngase que se toman \$1000 prestados a una tasa de interés simple de 6% al año. Al final del año, el interés sería

$$I = 1000 (1) (.06) = \$ 60$$

El principal más el interés nos daría \$ 1060, que se deben pagar al final del año.

Es posible hacer préstamos de interés simple para cualquier período de tiempo. Tanto el interés como el capital son pagaderos únicamente al final del período del préstamo.

INTERES COMPUESTO. Cuando se hace un préstamo por un período de tiempo que comprenda varios períodos de interés, se estipula que el interés ganado se acumule al final de cada período de interés. Por ejemplo los pagos sobre un préstamo de \$1000 al 6% anual por un período de cuatro años, se calcularían como se indica en la tabla 1

TABLA 1. APLICACION DEL INTERES COMPUESTO CON INTERES PAGADO ANUALMENTE

AÑO	A	B	C	D
1	1000	60	1060	60
2	1000	60	1060	60
3	1000	60	1060	60
4	1000	60	1060	1060

A - Cantidad adeudada al comienzo del año

B - Interés pagado al fin del año

C - Cantidad adeudada al final del año

D - Cantidad que debe pagar el prestatario al fin del año

Si se permite al prestatario quedarse con el interés ganado hasta el momento de pagar la totalidad, el préstamo se le habrá aumentado en una cantidad igual al interés que se deba pagar al final de cada año. En este caso no se requieren pagos anuales de interés y se habla entonces de interés compuesto. Sobre esta base un préstamo de \$1000 al 6% de interés capitalizado anualmente por un período de 4 años producirá los resultados que se indican en la tabla 2.

TABLA 2. APLICACION DEL INTERES COMPUESTO CUANDO SE CAPITALIZA

AÑO	A	B	C	D
1	1000.00	60.00	1060.00	0
2	1060.00	63.60	1123.60	0
3	1123.60	67.42	1191.02	0
4	1191.02	71.46	1262.48	1262.48

A - Cantidad adeudada al comienzo del año

B - Interés por sumar al préstamo al término del año

C - Cantidad adeudada al fin del año

D - Cantidad que debe pagar el prestatario al fin del año

Si el interés ganado cada año se suma al valor del préstamo, como en el ejemplo anterior, se dice que se capitaliza anualmente. La sección siguiente presentará fórmulas del interés para el caso de pagos anuales e interés capitalizado anualmente.

FORMULAS DEL INTERES, PAGOS DE INTERES ANUALES CAPITALIZABLES ANUALMENTE. Las deducciones que siguen

tratan de la situación corriente del interés capitalizable anualmente y con pagos anuales. Se emplearán los símbolos siguientes:

i = Tasa de interés anual

n = Número de períodos de interés anual

P = Capital actual

A = Un pago de una serie de " n " períodos anuales, que se hace al final de cada período anual de interés

F = Suma futura dentro de " n " períodos anuales de intereses, igual al monto capitalizado a que asciende un capital actual " P ", o igual a la suma de los pagos " A " capitalizados en una serie

FACTOR DE CAPITALIZACION DE UN SOLO PAGO O IMPOSICION. Si se deja que los intereses se capitalicen, como en la tabla 2, el interés devengado se suma al capital al final de cada período anual de intereses. Escribiendo expresiones generales simbólicas en vez de los valores numéricos de la tabla 2, se obtienen los resultados que se ven en la tabla 3. El factor o multiplicador $(1+i)^n$, resultante se llama multiplicador o factor de capitalización de una sola imposición de pago y se le designara así $(F/P, i, n)$. Este factor se puede utilizar para encontrar el monto " F " o suma capitalizada a interés compuesto con un capital actual " P ". La relación es:

$$F = P(1+i)^n \dots\dots\dots (2)$$

sea

$$F = P(F/P i, n) \dots\dots\dots (3)$$

TABLA No. 3

AÑO	A	B	C
1	P	Pi	P(1+i)
2	P(1+i)	P(1+i)i	P(1+i) ²
3	P(1+i) ²	P(1+i) ² i	P(1+i) ³
4	P(1+i) ⁽ⁿ⁻¹⁾	P(1+i) ⁽ⁿ⁻¹⁾ i	P(1+i) ⁿ = F

A - Valor al comienzo del año

B - Interés ganado durante el año

C - Cantidad capitalizada al fin del año

Volviendo al ejemplo de la tabla No. 2, si se invierten \$1000 al 6% de interés capitalizable anualmente al comenzar el año 1, el monto capitalizado al final del cuarto año será:

$$F = \$1000(1+0.06)^4 = \$1262$$

O bien, valiéndose de la notación del factor y su valor tabular

$$F = \$1000(F/P 6, 4) = \$1262$$

Factor del valor actual de una imposición. Despejando "P" en la relación que da el monto de una imposición o pago único,

$$P = F(1/(1+i)^n) \dots\dots\dots (4)$$

El factor $1/(1+i)^n$ que resulta es el llamado factor del valor de una imposición se simboliza con $(P/F i, n)$. Este factor se puede emplear para encontrar el valor actual "P".

El valor actual tiene características que lo hacen adecuado como base de comparación. Primero, considera el valor del dinero en el tiempo de acuerdo al valor de "i" escogido para los cálculos. Segundo, sitúa el valor equivalente de cualquier flujo de efectivo en un punto en particular en el tiempo ($t = 0$), y en un solo índice. Tercero, el valor de la cantidad expresada en términos del valor actual es siempre único, independientemente de la forma como esté estructurado el flujo de efectivo de la inversión. Es decir, cualquier sucesión de ingresos y egresos dará un único valor actual para el valor dado de "i".

Además el valor actual es aquella cantidad equivalente en que los ingresos equivalentes de un flujo de caja superan a, o son superadas por, los egresos equivalentes de dicho flujo.

EQUIVALENTE CAPITALIZADO. Es un caso especial del valor actual $(CE(i))$. En el análisis de ingeniería económica este término representa una base para comparación que consiste en encontrar una cantidad en el presente que, a una tasa dada de interés, será equivalente a la diferencia neta entre ingresos y egresos si un flujo dado de efectivo se repite perpetuamente.

El método más común para el cálculo del equivalente capitalizado de una inversión o una serie de inversiones que se espera producirán flujos de efectivos desde el momento presente hasta el infinito, consisten primero en convertir el flujo real de efectivo en un flujo equivalente de pagos de igual valor, anuales "A", que se proyectan hasta el infinito. A continuación, se descuentan los pagos anuales de igual valor en forma tal que se obtenga un valor actual mediante el uso del factor de valor actual de una anualidad.

Se puede entender intuitivamente esta última relación si se considera cual es el valor actual invertido a una tasa "i", que hará posible que el inversionista retire periódicamente, y por tiempo indefinido, una cantidad "A" en cada período, estará retirando una parte del principal inicial. Si dicho principal se va consumiendo con cada retiro hecho por el inversionista, en algún momento llegará a ser cero y, por tanto, se hará imposible realizar retiros adicionales. Sin embargo, cuando la cantidad que se retira en cada período es igual al interés ganado sobre el principal en el mismo período, el capital principal permanece completo. En esta forma, se pueden hacer retiros indefinidamente.

5.2 VALOR ANUAL EQUIVALENTE.

El valor anual equivalente es otra base de comparación con características similares al método del valor actual. Dicha similitud es evidente si se tiene en cuenta que cualquier flujo de efectivo puede ser convertido en una serie de pagos

anuales de igual valor, calculando en primer lugar el valor actual de la serie original y luego multiplicando dicho valor por el factor de interés $(A/P, i, n)$. En esta forma la cantidad anual equivalente, con una tasa de interés "i" en "n" años puede ser definida como:

$$A(i) = P(i) (A/P, i, n) \dots \dots \dots (5)$$

Es necesario considerar dos características importantes de esta relación.

Primero si los valores de "i" y "n" son finitos, la relación se convierte en $A(i) = P(i)$ multiplicado por una constante. Por tanto, cuando se evalúan diferentes flujos de efectivo para valores particulares de "i" y "n", la comparación de sus valores anuales equivalentes dará los mismos resultados obtenidos al hacer la comparación con base en el valor actual. Es decir, la razón de los valores anuales equivalentes de dos flujos de efectivo será igual a la razón entre los valores actuales de los flujos de efectivo correspondientes.

En segundo lugar, siempre que "i" y "n" sean finitos, los valores de $A(i)$ y $P(i)$, serán iguales a cero para el mismo valor de "i". Gráficamente, lo anterior significa que el eje horizontal $A(i) = 0$ cortará la función $A(i)$ en el mismo valor de "i" en el que la función $P(i)$, corta el eje horizontal $P(i) = 0$. Por tanto, se puede decir que el valor actual y el valor anual equivalente son bases de comparación

compatibles. Un criterio de decisión particular que utilice cualquiera de estas bases para comparación de alternativas llevará a la misma selección para valores fijos de "i" y "n".

Existen dos transacciones monetarias asociadas con la obtención y retiro eventual de un activo de capital: Su costo inicial y el valor de rescate. Con base en estas cantidades es posible deducir una fórmula bastante sencilla para determinar el costo anual equivalente del activo para su utilización en estudios económicos. Sea:

P = Costo inicial de activo

F = Valor de rescate estimado

n = Vida estimada de servicio en años

Es posible entonces expresar el costo anual equivalente del activo en términos del costo inicial anual equivalente menos el valor de rescate anual equivalente, es decir,

$$P(A/P i, n) - F(A/F i, n)$$

$$\text{pero como } (A/F i, n) = (A/P i, n) - i$$

entonces por sustitución:

$$P(A/P i, n) - F((A/P i, n) - i)$$

y

$$(P - F) (A/P i, n) + Fi \dots\dots\dots (6)$$

5.3 VALOR FUTURO

El valor futuro como base de comparación es una cantidad equivalente a un flujo de caja, calculando en un tiempo futuro para una tasa de interés. El valor futuro de una propuesta, en un tiempo de "n" años a partir de este momento es:

$$F(i) = P(i) (F/P i, n) \dots\dots\dots (7)$$

Con base en esta relación se ve fácilmente que, para valores finitos de "i" y "n" dados, el valor futuro es simplemente el valor actual multiplicado por una constante. Por consiguiente, las diferencias relativas entre alternativas, estimadas con base en el valor actual, serán iguales a las diferencias relativas entre alternativas que se comparen sobre la base del valor futuro, teniendo fijos los valores de "i" y "n". Por tanto, una alternativa que tenga un valor presente tres veces mayor que el valor actual de otra, también tendrá un valor futuro tres veces mayor que el valor futuro de la otra alternativa.

Puesto que el valor actual, el valor anual equivalente y el valor futuro son medidas de equivalencia cuya única diferencia está en el tiempo en el que se sitúan los valores, no es de extrañar que sean bases de comparación compatibles para el análisis de alternativas de inversión. Por tanto se debe esperar que al utilizar el valor actual para la comparación de alternativas, también se pueda

utilizar el método del valor futuro o del valor anual equivalente como bases de comparación, sin que por esto se altere el resultado final.

5.4 TASA DE RENDIMIENTO.

La tasa interna de rendimiento o tasa de rendimiento, como se le llama frecuentemente, es un índice de rentabilidad ampliamente aceptado. Está definida como la tasa de interés que reduce a cero el valor presente de una serie de ingresos y egresos. Es decir, la tasa de rendimiento de una propuesta de inversión j es aquella tasa de interés i_j^* que satisface la ecuación:

$$0 = P_j (i_j^*) = F_{j,t} (1+i_j^*)^{-t} \dots \dots \dots (8)$$

EL SIGNIFICADO DE LA TASA DE RENDIMIENTO. En términos económicos la tasa de rendimiento representa el porcentaje o tasa de interés ganado sobre el saldo no recuperado de una inversión como aquella parte de la inversión inicial que queda por recuperar después de haber sumado y deducido los pagos de interés y los ingresos respectivamente, causados hasta el momento en que se haga el análisis.

Una de las más comunes equivocaciones que se cometen en la interpretación de la tasa de rendimiento (i^*) consiste en tomarla como la tasa de interés que se gana sobre el desembolso inicial requerido por el proyecto en cuestión.

5.5 CALCULO DE LA TASA DE RENDIMIENTO

Este cálculo por lo general se hace por tanteos. Por ejemplo, para obtener la tasa de rendimiento del flujo de efectivo presentado a continuación, es necesario encontrar el valor "i" capaz de igualar su valor actual a cero.

TABLA No. 4

FINAL DEL AÑO t	FLUJO DE EFECTIVO F _t
0	-1000
1	- 800
2	500
3	500
4	500
5	1200

Es decir, encuéntrase el valor de "i" que satisfaga a la ecuación:

$$0 = P(i)$$

$$= -1000 - 800(P/F i, 1) + 500(P/A i, 3)(P/F i, 1) + 1200(P/F i, 5)$$

En vez de tratar de encontrar el valor de "i" directamente, con base en esta ecuación se debe ensayar la utilización del método de tanteos.

tómese $i = 0\%$

$$P(0) = -1000 - 800(1) + 500(3)(1) + 1200(1)$$

$$P(0) = 900$$

Puesto que el valor actual es mayor que cero con $i=0$, el siguiente paso será examinar el flujo de efectivo para ver

en qué forma afectará al valor actual cualquier otra tasa que se pueda tomar. Como los flujos de efectivo positivos se encuentran más alejados en el tiempo que los flujos negativos, un incremento en la tasa de interés reducirá el valor actual de los egresos. En esta forma, el valor actual disminuirá hacia cero.

tómese $i = 12\%$

$$P(12) = -1000 - 800(P/F, 12, 1) + 500(P/A, 12, 3)(P/F, 12, 1) + 1200(P/F, 12, 5)$$

$$P(12) = 32$$

Puesto que el valor actual es mayor que cero se debe ensayar una tasa de interés superior.

con $i = 15\%$

$$P(15) = -116 \text{ (por el mismo procedimiento anterior).}$$

En esta forma se sabe entonces que la tasa de rendimiento está entre el 12 y el 15%. Mediante interpolación:

$$i^* = 12\% + 3\%((32 - 0)/(32 - (-116))) = 12\% + 3\%(32/148) = 12.6\%$$

Como la solución para el problema de obtener la tasa de rendimiento de un flujo de efectivo con una vida de "n" períodos, es la solución a un polinomio de grado "n", existen varios métodos matemáticos que llevan sistemáticamente a las raíces o valores de "i" que

satisfacen la ecuación. Por tanto, el método de tanteo no es el único que existe para determinar la tasa de rendimiento.

Una de las diferencias entre la tasa de rendimiento y las otras bases de comparación vistas anteriormente es que no se necesita conocer ninguna tasa de interés para determinar la tasa de rendimiento. Tanto el valor actual, como el valor anual equivalente y el valor futuro son funciones de una tasa de interés, y para calcular cualquier valor de dichas bases se debe conocer algún valor de "i". En situaciones de inversión en las que el conocimiento de las tasas futuras de interés deje mucho que desear, el método de la tasa de rendimiento puede ser adecuado para comparar la deseabilidad económica de las alternativas de inversión.

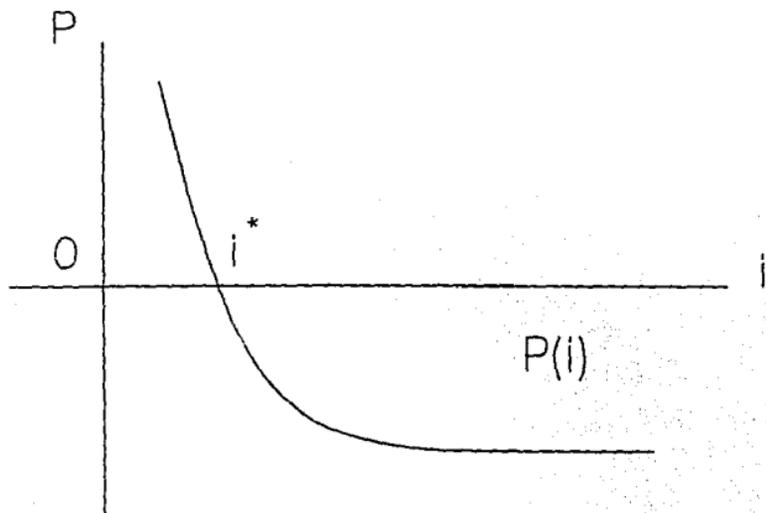
Por definición, la tasa de rendimiento está relacionada con el valor actual según se indica en la figura 5.1. El valor de "i" en el que la función $P(i)$ corta el eje horizontal es "i*", o sea el valor de "i" que iguala el valor presente a cero. Nótese que la función $P(i)$ ilustrada en la figura 5.1 el valor actual es positivo para todos aquellos valores de "i" inferiores a i*. También es válida esta relación para el valor anual equivalente y para el valor futuro.

5.6 FLUJOS DE EFECTIVO SIN TASA DE RENDIMIENTO

Se debe reconocer que existen algunos flujos de efectivo para los cuales no existe tasa de rendimiento dentro del intervalo $(-1 < i < \infty)$.

FIGURA 5.1 Flujo de efectivo con una sola tasa de rendimiento

40



El ejemplo más común de esta situación se presenta en los casos en el que el flujo de efectivo está formado en su totalidad ya sea por los ingresos o egresos con el ingreso o egreso inicial al comienzo del año.

En la práctica las propuestas de inversión son frecuentemente descritas mediante flujos de efectivo de costos, suponiendo que las alternativas han de prestar el mismo servicio y dar el mismo rendimiento o ingreso. Puesto que es imposible calcular una tasa de rendimiento para tal flujo de efectivos, se deben utilizar métodos diferentes de cálculo directo de la tasa de rendimiento para la toma de decisiones con flujos de efectivo de costos.

5.7 FLUJOS DE EFECTIVO CON UNA SOLA TASA DE RENDIMIENTO

Por ser deseable que exista una función del valor actual con una sola tasa de rendimiento, y teniendo en cuenta la forma de la función de la figura 5.1, es importante conocer un método para predecir si un flujo de efectivo en particular puede dar lugar a la obtención de dicha función. Se puede decir, como norma general, que cualquier flujo de efectivo con un desembolso inicial o una serie de desembolsos que comiencen en el presente y estén seguidos por una serie de ingresos positivos, siempre tendrá una función de valor presente similar a la de la figura 5.1, si la suma absoluta de los ingresos es mayor que las suma absoluta de los desembolsos.

5.8 FLUJOS DE EFECTIVOS CON MÚLTIPLES TASAS DE RENDIMIENTO

La figura 5.2 ilustra una situación en la que el flujo de efectivo tiene más de un valor "i" para el cual el valor actual era igual a cero. Este resultado era de esperar puesto que la ecuación de valor presente es un polinomio de grado "n" de la forma:

$$P(i) = 0 = F_0 + F_1x + F_2x^2 + F_3x^3 + \dots + F_nx^n \dots (9)$$

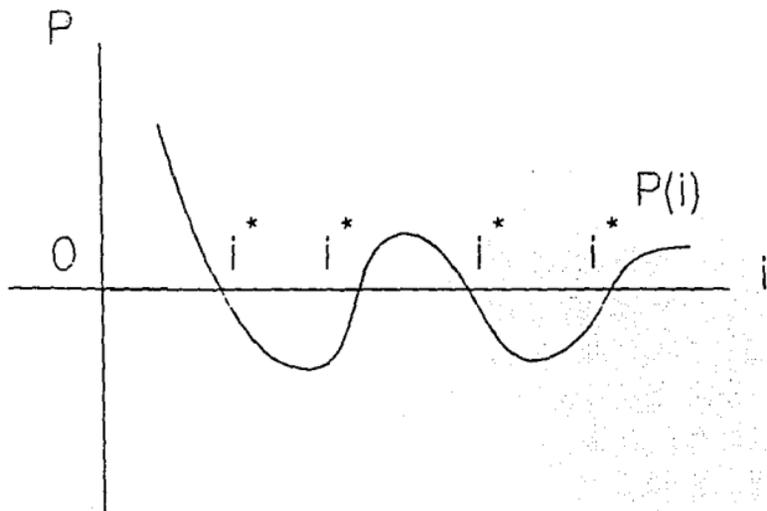
donde:

$$x = 1/(1+i)$$

Para este polinomio pueden existir "n" raíces o valores de "x" diferentes que satisfagan la ecuación. Para tener una tasa de rendimiento con significado económico, el valor de "i" debe estar dentro del intervalo $(-1 < i < \infty)$. Por tanto, "x" debe encontrarse en el intervalo $(0 < x < \infty)$. El número de raíces reales positivas de "x" que satisfacen la ecuación anterior es igual al número de tasa de rendimiento con significado, que se obtendrán con un flujo de efectivo.

Para la toma de decisiones, los flujos de efectivo con una sola tasa de rendimiento y con comportamiento similar al de la figura 5.1, son mucho más fáciles de manejar que los flujos de efectivo con tasas de rendimiento múltiples. Cuando se tienen varias tasas de rendimiento surgen preguntas como ¿Cuál tasa de rendimiento es la correcta?, o ¿Son aplicables las reglas de decisión para la selección de inversiones cuando se presentan múltiples tasas de

FIGURA 5.2 Flujo de efectivo con múltiples tasas de rendimiento



rendimiento?. La tasa de rendimiento que se debe tomar para el caso de tasas de rendimiento múltiples debe ser la menor tasa positiva.

Otra de las preguntas que se debe responder es: ¿Cuál es el efecto del tipo de flujo de efectivo sobre el número de raíces reales positivas de la ecuación anterior?. Al entender lo esencial de estas relaciones se puede llegar a la determinación inteligente de las condiciones en las que la tasa de rendimiento es base apropiada de comparación.

Una regla útil para identificar la posibilidad de tasas múltiples de rendimiento es la regla de los signos de descartes para un polinomio de grado "n".

Esta regla dice que el número de raíces reales positivas de un polinomio de grado "n", con coeficientes reales, no es nunca mayor que el número de cambios de signo en la sucesión de sus coeficientes.

$$F_0, F_1, F_2 \dots F_{n-1}, F_n$$

En caso de que el número de tales raíces sea menor, la diferencia será un número par.

Para que esto sea más claro se va a mostrar un ejemplo en el cual se observan varias posibilidades.

TABLA No. 5

FIN DEL AÑO	PROPUESTA A	PROPUESTA B	PROPUESTA C	PROPUESTA D
0	-1000	-1000	-2000	-1000
1	500	- 500	0	4100
2	400	- 500	10000	-7200
3	300	- 500	0	5600
4	200	1500	0	0
5	100	2000	-10000	0

En el caso de la propuesta A la suma de los ingresos (\$1500) es mayor que la suma de los egresos (\$1000), y en el caso de la propuesta B la suma de los ingresos (\$3500), también es mayor que el total de los desembolsos (\$2500). Estos dos flujos de efectivo tendrán entonces una única tasa de rendimiento con una gráfica de valor presente similar a la indicada en la figura 5.1. En la práctica, la mayoría de las propuestas se hacen con flujos estimados de efectivo parecidos a los de las propuestas A y B, puesto que la mayoría de las inversiones demandan una inmovilización inicial de fondos, seguida por la serie de ingresos que genere el proyecto.

Las propuestas C y D representan flujos de efectivo poco comunes. Estos flujos están compuestos por desembolsos, ingresos, etc. Tales flujos de efectivo no se asimilan al esquema de flujos de efectivo que presentan las propuestas A y B y no hay por tanto, la seguridad de que sus gráficas de valor actual sean parecidas a la función del valor actual de la figura 5.1.

La sucesión de signos de los flujos de efectivo correspondientes a las propuestas A y B descritas en la tabla anterior solamente cambia una vez, mientras que la correspondiente a las propuestas C y D cambia dos o tres veces respectivamente. La sucesión de signos correspondiente a la propuesta C tiene un cambio, del valor negativo inicial a un valor positivo, cuando termina el año 2. (Un flujo de efectivo igual a cero puede ser considerado carente de signo cuando se vaya a utilizar la regla de los signos). La sucesión de signos permanece luego constante hasta el final del año 5, cuando cambia de positivo a negativo.

Tanto para la propuesta A como para la B, la regla de los signos indica que no existe más de una tasa de rendimiento en el intervalo $(-1 < i < \infty)$. Es fácil verificar dicho resultado puesto que se sabe que los dos flujos de efectivo tienen una sola tasa de rendimiento, ya que sus funciones de valor actual son de la forma indicada en la figura 5.1, sin embargo, es necesario tener en cuenta que, aunque la regla de los signos indique la existencia de una sola tasa de rendimiento, no existe certeza de que la función de valor actual será de la forma indicada en la figura 5.1.

En el caso de la propuesta C la regla de los signos nos indica que el número máximo posible de raíces reales positivas es dos. La figura 5.2 muestra la función del valor actual para la propuesta C, y en ella se ve claramente que este flujo de efectivo tiene en realidad dos tasas de

interés para las cuales el valor actual es cero. Las dos tasas de rendimiento para esta propuesta son 9.8% y 111.5%.

Se debe entender, además, que la regla de los signos sólo indica la posibilidad de que existan varias tasas de rendimiento, únicamente sirve para predecir el número máximo de posibles tasas de rendimiento. Existen, entonces, muchos flujos de efectivo con cambios múltiples en la sucesión de signos y que sin embargo, tienen una función de valor actual similar a la de la figura 5.1.

Estas son algunas herramientas para el análisis de proyectos de inversión que servirán de base para la determinación del tamaño de un almacén de productos perecederos, ya que el programa de computadora que se expandirá posteriormente utiliza el método del valor presente.

CAPITULO 6
PRINCIPALES FACTORES A
CONSIDERAR PARA DECIDIR LA
CAPACIDAD OPERATIVA DE UN ALMACEN

6. PRINCIPALES FACTORES A CONSIDERAR PARA DECIDIR LA CAPACIDAD OPERATIVA DE UN ALMACEN

En este capítulo se tratarán más a detalle los factores que se deben considerar para tomar una decisión acerca de la capacidad óptima que debe tener un almacén, ya que a través de un correcto estudio sobre el dimensionamiento disminuiría costos importantes y generaría mejores utilidades.

La capacidad de almacenaje estará en función de la cantidad de productos a almacenar, por ello es necesario conocer qué productos son los que se van a manejar, su rotación, períodos de permanencia máxima, oferta y demanda, espacio que ocupan, especificaciones especiales sobre almacenamiento, si las hay, compatibilidad de almacenaje con otros productos.

Un estudio de mercado permite obtener tres tipos de información: cierta con riesgo e incierta; como se ilustra en la figura 6.1.

C I E R T A.- El tipo de información obtenido es lo suficientemente confiable para asegurar que la demanda futura se comportará de dicha manera.

C O N R I E S G O.- Se trata del tipo de información más común, y permite obtener estimaciones aproximables a una distribución de probabilidad de una demanda que no sea completamente cierta.

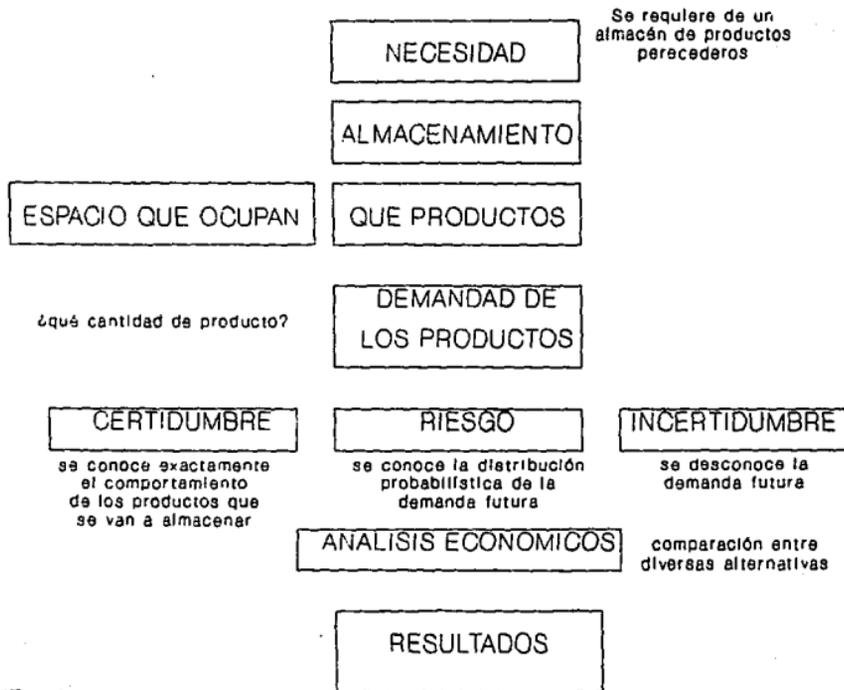


FIGURA 6.1

Factores inicialmente determinantes para dimensionar un
almacén de productos perecederos

I N C I E P T A.- Se presenta cuando hay productos de reciente aparición en el mercado o productos completamente nuevos.

Una de las variables a tomar en cuenta en la decisión del dimensionamiento será la obtención de la información, la cual puede realizarse de varias maneras, entre ellas está la obtención de datos históricos, con los cuales se procede a pronosticar la demanda futura. Existen algunos métodos que ayudarán a obtener una estimación basada en un estudio analítico de datos relativamente recientes. Los resultados de estos estudios caerán dentro de información con riesgo, pues precisamente es un pronóstico el que se está haciendo. La previsión para un cambio en la demanda futura de productos hace que los pronósticos tomen un lugar importante dentro del análisis de la determinación del tamaño de un almacén, para analizar las posibles variantes en la demanda y sus consecuencias en el dimensionamiento.

En el capítulo VII, referente a pronósticos se tratarán más a fondo cada uno de los diferentes tipos y sus diferentes aplicaciones.

La figura 6.1 ilustra en forma clara los factores inicialmente determinantes para dimensionar un almacén de productos perecederos.

Un estudio de costo beneficio a diferentes capacidades es más conveniente para determinar el dimensionamiento óptimo, el cual deberá contar con las siguientes variables:

- a) Inversión inicial requerida
- b) Costos de operación
- c) Ingresos por utilización del almacén (renta)
- d) Valor de rescate
- e) Tiempo
- f) Interés
- g) Demanda del período

Para saber cómo se pueden calcular cada uno de estos puntos, se analizarán más a detalle a continuación:

6.1 INVERSION INICIAL REQUERIDA

La inversión fija debe estimarse tomando en consideración conceptos básicos que involucran principalmente la obra civil del almacén, incluyendo la construcción de las cámaras debidamente aisladas, la maquinaria y su instalación y otros elementos operativos, tales como montacargas, báscula y tarimas o estantería.

Sistema General de Frío.

1. Compresores tipo reciprocante para operar con amoníaco
2. Sistema de condensación: condensadores tipo evaporativo, sistemas de regulación de condensados y válvulas de seguridad.

3. Sistema de recirculación de condensados y válvula de seguridad.
4. Sistema de recirculación de refrigerante a altas y bajas temperaturas.
5. Difusores de operación horizontal, axiales y centrífugos.
6. Sistema de tuberías, válvulas y accesorios de interconexión.
7. Sistema de preenfriamiento, sistema evaporativo, compresores y banco de reserva de hielo.
8. Otros.

Equipo para la recepción y manejo de producto

1. Montacargas, cargadores y batería
2. Convertidores, tarimas
3. Básculas para las capacidades necesarias
4. Cajas de plástico para empaque

Equipo y maquinaria de servicios industriales

1. Subestación eléctrica, transformador, interruptor general, sección de cuchillas y medición,
2. Planta de energía eléctrica.

3. Sistema de alimentación de agua para dar servicio a las cámaras, área de oficinas y servicios, bombas, tanques de almacenamiento.

4. Equipo y herramientas para mantenimiento y reparación de instalaciones, soldadura, llaves mecánicas, desarmadores, etc.

Mobiliario y equipo de oficina

1. Muebles y accesorios para oficinas y área de servicios del frigorífico.

Equipo de transporte

1. Camionetas o automóviles necesarios

Obra civil

1. Construcción de la nave industrial, área de oficinas y servicios, patio de maniobras, obra exterior, instalación hidráulica y sanitaria.

Cámaras de almacenamiento

1. Cámaras de almacenamiento de producto, conservación y congelación, materiales aislantes.

2. Cámaras de preenfriamiento, material aislante.

Terreno

1. Terreno necesario para alojar las instalaciones

Fletes, seguros, impuestos y seguros aduanales.
Administración y supervisión de la construcción. Gasto de
puesta en marcha.

Imprevistos

Otros.

6.2 ESTIMACION DE COSTOS DE OPERACION

Los costos de operación pueden dividirse en directos e indirectos, dependiendo de si afecta o no la operación del almacén.

Los puntos principales que cubre son:

- Mano de obra
- Servicios generales (energía eléctrica y agua)
- Depreciación
- Mantenimiento
- Seguros e impuestos

No existe un patrón general para la determinación del número de personas que deben operar en el almacén pero se deberá hacer una estimación aproximada considerando los siguientes requerimientos:

Energía Eléctrica

1. Costo de energía eléctrica, del sistema de refrigeración y de la iluminación.

Agua

1. Costo del consumo de agua

Costos de mantenimiento

1. Equipo y maquinaria de proceso
2. Equipo y maquinaria de servicios industriales
3. Equipo y vehículos de transporte
4. Obra civil

Costo de mano de obra directa

1. Jefe de almacén
2. Operador de montacarga
3. Ayudante en general
4. Carretillero o estibador

Costo de mano de obra directa

1. Jefe de mantenimiento
2. Ayudante de mantenimiento
3. Vigilante
4. Control e inspección
5. Supervisión
6. Taller mecánico
7. Almacenista
8. Velador
9. Ingeniero en jefe

Personal administrativo

1. Gerente General
2. Gerente Administrativo
3. Oficina de personal
4. Contaduría
5. Archivo
6. Secretarías
7. Mensajero
8. Chofer
9. Otros

Luego de determinar el número de personas requeridas para la operación del almacén y con base en los salarios emitidos por la Comisión Nacional de Salarios Mínimos Vigentes, se procederá a obtener el total de los costos de mano de obra directa e indirecta que se sumará a los anteriormente mencionados para determinar una estimación de los costos totales de operación.

6.3 ESTIMACION DE LOS INGRESOS POR LA UTILIZACION DEL ALMACEN

Para determinar la capacidad de un almacén es necesario saber entre otras cosas, cuales son los ingresos por utilización aproximados. Una buena estimación puede ser obtenida a través de los datos manejados en almacenes con las mismas características operativas y en una zona con condiciones de demanda semejantes. Hay que recordar que las

cuotas que se determinen en base a la investigación sobre estos almacenes no serán las cuotas definitivas cuando el almacén esté operando, pero sí pueden utilizarse para el estudio.

Las cuotas varían dependiendo de los productos que se almacenen, algunos necesitarán temperaturas más bajas y manejo especial, lo que eleva el precio de renta de espacio, así, será necesario especificar cada uno de los productos obtenidos anteriormente, lo que deben pagar por renta de espacio por unidades de carga, etc. También será necesario saber si hay una cuota mínima o máxima de ocupación en base a los datos de almacenes analizados.

6.4 VALOR DE RESCATE

El valor de rescate para un almacén de productos perecederos variará en función del tamaño principalmente. En los análisis económicos se considera como el valor del inmueble cuando su período de vida ha terminado y se deberá estimar para el análisis económico, el valor de rescate puede ser cero o sólo considerar el valor del terreno donde se construyó el almacén.

6.5 TIEMPO

El tiempo de un proyecto de inversión será aquél en el cual se piense recuperar la inversión inicial requerida, es decir igualar el valor presente a cero.

6.6 INTERES

Si en un proyecto de inversión no se considera el interés derivado de una economía cambiante o en evolución, bastaría con sumar todos los ingresos y restar gastos no importando el período de tiempo en que se encuentren, pero éste no es el caso y por ellos se deberá considerar un cierto interés en el período a evaluar.

6.7 DEMANDA

La ocupación de un almacén de productos perecederos varía según la época del año, hay productos que necesitan almacenamiento en invierno, otros en verano e incluso los hay que requieren almacenamiento todo el año.

Un estudio de mercado podrá proporcionar el dato de la demanda requerida mensualmente en el almacén de productos perecederos.

La ocupación óptima deberá encontrarse entre la demanda mínima y la demanda máxima ya que no es posible que un almacén sea más rentable con un dimensionamiento mayor a la máxima demanda durante un período de tiempo, estaríamos hablando de capacidad ociosa. El caso inverso se presenta si un almacén se dimensiona de menor tamaño a la mínima demanda durante el período de tiempo a analizar, este caso sería el de "desperdiciar un costo de oportunidad".

Otro factor importante a considerar es que tanto la inversión inicial, los costos de operación y el valor de rescate están en función del tamaño del almacén, los cuales siguen una distribución lineal, es decir a mayor dimensionamiento, mayor inversión, mayores costos de operación y mayor valor de rescate pero no en igual proporción. Para ello se debe escoger el número de datos a analizar de inversión inicial, costos de operación valor de rescate para aproximar la función a su comportamiento real.

Entre más datos se tengan sobre inversión inicial, costos de operación y valor de rescate a diferentes capacidades de dimensionamiento, mejores resultados se tendrán del problema a analizar, aunque se podrá estimar la función de cada uno únicamente con unos cuantos datos más, intermedios entre la capacidad mínima y la máxima por el método de interpolación (ver figura 6.2).

Se deberá determinar cuántos puntos se analizarán antes de comenzar a determinar el resultado del dimensionamiento óptimo. Al menos se necesitan los datos de la demanda mínima y para la demanda máxima.

Para el caso de que se requieran datos intermedios, se deberá calcular las variables que se muestran en la tabla 6.1 y luego correr el programa que se lista en el capítulo VIII y así obtener el dimensionamiento óptimo de un almacén de productos perecederos.

TABLA 6.1

n	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X _{n-1}	X _n	
2	Dmin	-	-		-	-	Dmax
3	Dmin	A/2+Dmin	-		-	-	Dmax
4	Dmin	A/3+Dmin	2A/3+Dmin		-	-	Dmax
5	Dmin	A/4+Dmin	2A/4+Dmin	3A/4+Dmin		-	Dmax
n	A/(n-1)+Dmin	2A/(n-1)+Dmin	...	(n-2)A/(n-1)+Dmin			Dmax

El factor Dmax-Dmin es llamado A

Dmin= Demanda mínima

Dmax= Demanda máxima

n= numero de datos a calcular

X_n= Valor para las toneladas entre Dmin y Dmax

Es así como con este análisis se pueden obtener de manera más profunda los factores a considerar para la decisión del almacenamiento óptimo de un almacén de productos perecederos.

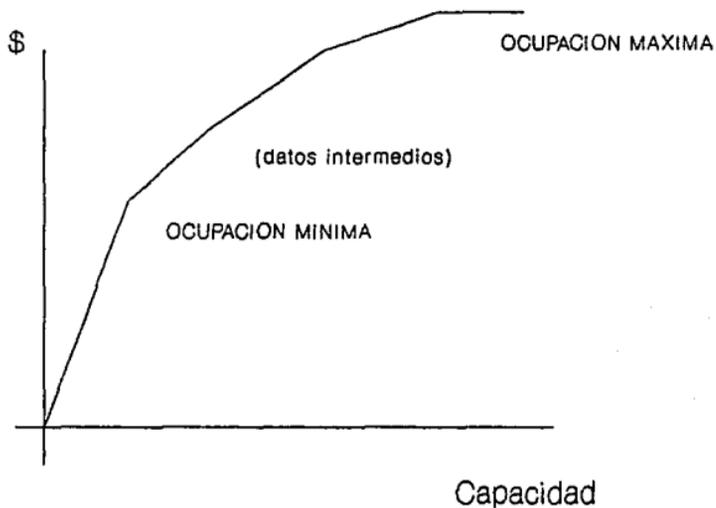


FIGURA 6.2 Gráfica de las funciones de inversión inicial requerida, costos de operación y valor de rescate calculados por interpolación

CAPITULO 7 PRONOSTICOS

7. PRONOSTICOS

Pronosticar es el arte y ciencia de predecir eventos futuros. Uno de los principales factores a considerar es el hecho de que un método de pronóstico debe seleccionarse cuidadosamente dependiendo del uso específico que se le pretenda dar. No existe un método de pronóstico universal, capaz de adaptarse a todas las situaciones y circunstancias.

Pero la pregunta es: ¿Cómo un método de pronóstico puede ayudar a determinar la capacidad de un almacén?

Un estudio de mercado bien fundamentado requiere en muchas ocasiones el uso de pronósticos para la determinación de la cantidad de cada producto que se espera manejar en un almacén. Una vez determinada dicha cantidad se deberá pronosticar la demanda en años posteriores, pues el proyecto de un almacén no se debe planear para operarlo tan sólo un año sino la totalidad de su vida útil que podría superar los veinte años.

Se mencionarán a continuación algunos métodos de pronósticos que pueden ser convenientes para el análisis.

Existen tres tipos de métodos de pronóstico; métodos cualitativos, modelos de series de tiempo y modelos causales. En términos generales, los métodos cualitativos de pronósticos son los que se basan en el juicio administrativo, en estos métodos no se usan modelos específicos. Así distintas personas pueden usar el mismo

método cualitativo y llegar a pronósticos completamente diferente. Sin embargo, los métodos cualitativos son útiles en aquellas situaciones en que se carece de datos o cuando los datos históricos no son predictores confiables del futuro. Cuando éste es el caso, el tomador de decisiones puede utilizar los mejores datos disponibles y un enfoque cualitativo para llegar a un pronóstico. Algunos de los métodos cualitativos más conocidos son la técnica Delphi, las encuestas de mercado, la analogía del ciclo de vida y el juicio bien informado.

Existen dos tipos de métodos cuantitativos de pronósticos: modelos de serie de tiempo y modelos causales. En general puede afirmarse que los métodos cuantitativos utilizan un modelo básico para llegar a un pronóstico. La suposición básica en la que se fundamentan todos los métodos cuantitativos, consiste en que los datos históricos y el patrón que siguen son predictores confiables del futuro. En consecuencia, los datos históricos se procesan mediante un modelo de series de tiempo o un modelo causal para llegar a un pronóstico.

Los modelos de series de tiempo se basan en la historia de la demanda de un producto. Esta historia se analiza para descubrir patrones, tales como los de tendencia, estacionalidad o ciclos, y los patrones de demanda obtenidos se proyectan hacia el futuro. Como estos patrones de demanda no suelen permanecer por períodos muy largos, los modelos de

series de tiempo son esencialmente útiles para pronósticos a corto y mediano plazo. Los métodos más comunes de series de tiempo son los promedios móviles, el suavizado exponencial, los modelos matemáticos y el método Box-Jenkins.

Los métodos de pronósticos causales son los que establecen una relación entre la demanda y una o más variables intrínsecas o extrínsecas, son generalmente más exactos que los métodos de series de tiempo cuando se trata de pronósticos a mediano y largo plazo. Los métodos causales son el análisis de regresión, los modelos econométricos, los modelos insumo producto y los modelos de simulación.

El objeto de este capítulo no es profundizar en cada uno de los métodos de pronósticos existentes, sino únicamente mencionarlos y tener en cuenta que al desarrollar un estudio para determinar la capacidad de un almacén es de suma importancia tener una visión a futuro del comportamiento de la demanda, si va a aumentar o disminuir, pues esto tendrá un peso significativo en la decisión del dimensionamiento del almacén.

CAPITULO 8
RESULTADOS DEL DIMENSIONAMIENTO
POR COMPUTADORA

8. RESULTADOS DEL DIMENSIONAMIENTO POR COMPUTADORA

La idea de este capítulo es presentar el manejo del programa computacional y de la obtención de resultados a través de éste modificando las diferentes variables que se describen en el capítulo 4.

8.1 MENU PRINCIPAL

- 1) Captura de información
- 2) Gráfica
- 3) Imprimir
- 4) Terminar

8.2 CAPTURA DE INFORMACION

La captura de información será lo primero que se deberá hacer para correr el programa, es ahí donde se deben dar todas las variables previamente analizadas.

- a) cantidad de datos a dar
- b) demanda
- c) inversión
- d) gastos de operación
- e) valor de rescate
- f) tiempo
- g) interés
- h) precio de almacenaje
- i) número de puntos
- j) terminar

a) La cantidad de datos a dar se refiere al número de datos tanto de la inversión inicial, gastos de operación y valor de rescate (incluyendo demanda mínima y máxima para el análisis).

b) La demanda será mensual y la determinará el estudio de mercado que deberá ser realizado previamente.

c) Se darán tantos datos de inversión como la cantidad anotada en el inciso (a) y se refiere a la inversión inicial requerida para el número de toneladas indicado.

d) En los gastos de operación se dará igual que en el inciso anterior tantos datos como la cantidad anotada en el inciso (a) y se refiere a los gastos anuales que se tienen por servicio de almacén.

e) El valor de rescate se calculará también para el número de datos anotado en el inciso (a).

f) Se deberá dar un período de tiempo a analizar en años

g) Se deberá dar el interés estimado para el cálculo en porcentaje.

h) Se anotará el precio por tonelada de almacenamiento.

i) Se deberá indicar el número de puntos que se quieran para el cálculo entre la demanda mínima y la demanda máxima (a mayor número de puntos mayor exactitud).

j) salida de captura de información

8.3 GRAFICA DE RESULTADOS

La gráfica presenta el comportamiento del valor presente vs. las toneladas de dimensionamiento entre la demanda mínima y máxima. Como se verá en algunos ejemplos posteriores, el valor presente puede tomar valores negativos, esto quiere decir que resultaría perjudicial invertir en un dimensionamiento a esa capacidad.

Por el contrario si el valor presente es positivo, la inversión a realizar será beneficiosa en el dimensionamiento estudiado.

El programa calcula el valor máximo del valor presente e indica las toneladas a las cuales se deberá dimensionar el almacén para obtener dicho valor presente.

8.4 IMPRESION

Esta opción es únicamente para imprimir resultados parciales de las iteraciones realizadas por el programa, la cual no le será útil al lector.

8.5 TERMINAR

Esta opción sale del programa regresando a MS DOS y pierde la última información teclada.

8.6 EJEMPLOS

Para hacer mas ilustrativo el análisis planteado, se muestran a continuación algunos ejemplos con varios dimensionamientos y una pequeña interpretación de los resultados obtenidos.

La gráfica de resultados se presenta de la siguiente manera:

1. Dimensionamiento óptimo obtenido
2. Valor presente máximo obtenido
3. Valor presente mínimo obtenido
- 4, 5. Muestra únicamente el número de iteraciones
6. Valor presente del último dato

Para este ejemplo se trabajará inicialmente con constantes y se analizará el comportamiento del resultado con la variación independiente de cada una de ellas.

CONSTANTES	VALOR(ES)
n	4
años	20
interés	10%
precio de almacenaje	250
número de puntos	200

GRAFICA

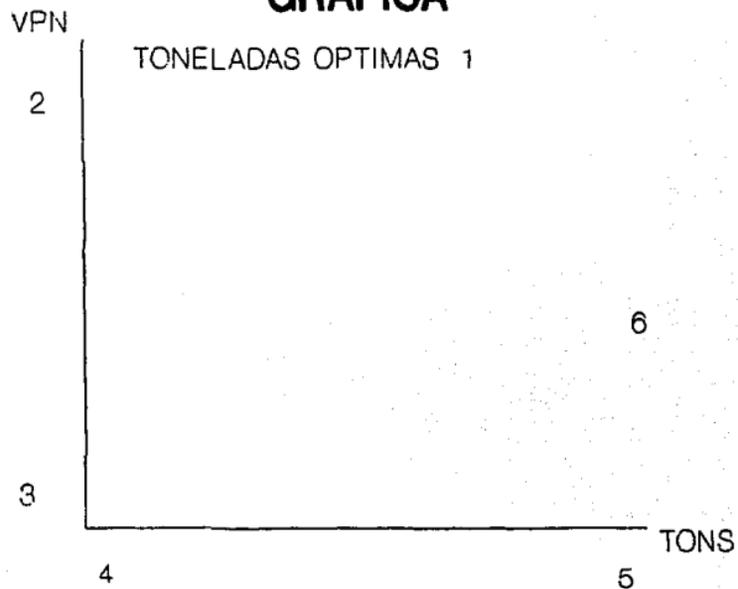


FIGURA 8.1 Gráfica de resultados del programa de computadora

valor de rescate	100, 105, 110, 115
gastos de operación	80, 90, 100, 105
inversión	1000, 1400, 1800, 2200
demanda	100, 110, 120, 140, 180, 210, 240 230, 200, 170, 160, 130

RESULTADOS DE LA PRIMERA CORRIDA

1. 179
2. 1390
3. 887
4. 1157

NOTA: Los resultados 4 y 5 solo indican el número de iteraciones, no son relevantes para el estudio.

Como se puede observar, las toneladas óptimas para dimensionar un almacén con estas características son 179, obteniéndose un valor presente neto de 1390. Dimensionando a máxima demanda únicamente se obtendría un VPN de 1157, mientras que a la mínima demanda VPN=887

a) Modificando la inversión inicial

II= 1200, 1400, 2000, 2400

1. 159, 2. 1304, 3. 687, 6. 957

Nótese como el valor presente neto baja por ser una inversión mayor. El caso inverso se presenta si la inversión baja.

II= 850, 1000, 1400, 2000

1. 179, 2. 1790, 3. 1037, 6. 1357

b) Modificando los gastos de operación

GO= 100, 110, 120, 130

1. 179, 2. 1220, 3. 717, 6. 944

A gastos de operación mayores, es menor el VPN obtenido, pero las toneladas óptimas permanecen constantes.

GO= 60, 75, 90, 110

1. 169, 2. 1494, 3. 1058, 6. 1114

A mayores gastos de operación el VPN obtenido es mayor y las toneladas óptimas se reducen en 10.

c) Modificando el valor de rescate

VR= 50, 60, 70, 80

1. 179, 2. 1412, 3. 902, 6. 1183

1. 179, 2. 1412, 3. 902, 6. 1183

El VPN aumenta, las toneladas óptimas permanecen constantes

d) Modificando el interés

i = 20%

1. 139, 2. 151, 3. 1779, 4. 2732

La inversión es más atractiva con intereses menores, con esta modificación se puede observar como el VPN baja al igual que las toneladas óptimas.

e) Modificando el precio de almacenaje

PA = 350

1. 200, 2. 2896, 3. 1909, 4. 2850

Se obtienen más ganancias con un precio de almacenaje mayor, por ello sube el VPN, nótese como también las toneladas óptimas aumentan.

PA = 150

1. 130, 2. -62, 3. -536, 4. -536

Es muy importante saber cuál será el precio de almacenaje adecuado, ya que un mal pronóstico podría ocasionar el tener un VPN muy bajo o incluso negativo (pérdida).

f) Modificando la demanda

D = 150, 160, 170, 190, 230, 260, 290, 280, 250, 220, 210, 180
(50 toneladas por período).

1. 229, 2660, 3. 2164, 4. 2434

El VPN aumenta y resulta mejor con 229 tons.

D= 70, 80, 90, 110, 150, 180, 210, 200, 170, 140, 130, 100
(30 toneladas menos por período).

1. 149, 2. 624, 3. 121, 4. 390

El VPN disminuye y resulta modificado el almacenamiento óptimo

D= 150 durante todo el período

Como la demanda máxima y la demanda mínima son iguales, se debe modificar la inversión inicial, gastos de operación y valor de rescate (cada uno deberá tener el mismo valor para cada "n" dada). Con esto la curva obtenida se reduce a un punto donde las toneladas óptimas son iguales a la demanda 150 y el VPN es constante según sean los valores para la inversión inicial, gastos de operación y valor de rescate dados. Este es el único ejemplo donde no se habla de capacidad ociosa en todo el período de almacenaje.

En caso de que el VPN de un valor negativo, la única opción será la de no invertir, pues será perder dinero con esta inversión.

8.7 RIESGO

Hasta ahora se ha partido sobre la base de tener una demanda única para cada período, pero se debe considerar que en cada período de evaluación la demanda puede presentar un cierto comportamiento diferente. En el caso del estudio de mercado

de la demanda para un almacén de productos perecederos, puede haber períodos donde sea más predecible que en otros las toneladas a almacenar, por ejemplo la influencia de condiciones meteorológicas como una mala temporada de lluvias, una nevada o un huracán hacen más sensibles ciertos meses que otros.

Para el inversionista es importante saber de qué manera esto puede influir en su decisión. Probablemente haya algunos que se inclinen por obtener un valor presente menor en la gráfica de demanda promedio pero con menor riesgo de llegar a perder o de obtener menores ganancias. El estudio de mercado completo deberá contar con los siguientes datos:

- a) Demanda promedio para cada período (1..12)
- b) Desviación estándar para cada período (1..12)

Así, si consideramos que en una distribución normal, el comportamiento probabilístico es de la siguiente manera:

X: media

s: desviación estándar

$(X-s \dots X+s)$ garantiza tener el 68.26% de acierto

$(X-2s \dots X+2s)$ garantiza tener el 95.44% de acierto

$(X-3s \dots X+3s)$ garantiza tener el 99.73% de acierto

Se puede presentar una opción donde el inversionista evalúe el riesgo en la inversión a realizar mediante las gráficas

de demanda promedio \pm ns, donde el inversionista decidirá el valor de "n" para evaluar el % de riesgo en su inversión.

Para el mismo ejemplo del inicio del capítulo, se tomará la demanda como la demanda promedio y los valores para "s", serán los siguientes.

10, 15, 12, 11, 15, 17, 23, 28, 26, 14, 12, 9

entonces

$X+s = 120, 125, 132, 151, 195, 227, 263, 258, 226, 184, 172, 139 \dots (1)$

$X-s = 90, 95, 108, 129, 165, 193, 217, 202, 174, 156, 148, 121 \dots (2)$

$X+2s = 120, 140, 144, 162, 210, 244, 286, 286, 252, 198, 184, 148 \dots (3)$

$X-2s = 80, 80, 96, 118, 150, 176, 194, 174, 148, 142, 136, 112 \dots (4)$

RESULTADOS DE LA CORRIDA DEL PROGRAMA

(1) 1. 194, 2. 1750, 3. 1143, 6. 1565

(2) 1. 156, 2. 1034, 3. 632, 6. 748

(3) 1. 244, 2. 2108, 3. 1398, 6. 1972

(4) 1. 141, 2. 673, 3. 340, 6. 340

Como se puede observar, para la opción (1) y (2), se puede suponer que el dimensionamiento óptimo se encuentra entre 156 y 194 toneladas con un 68.26% de probabilidades que esto ocurra. También el resultado nos dice que el VPN máximo que se podrá obtener estará entre los 1034 y los 1750 para la misma probabilidad de acierto.

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

Para la opción (3) y (4) el rango es más abierto para las toneladas óptimas (141...244), como también para el VPN máximo (673...2108) para una probabilidad de acierto del 95.44%

Así el inversionista deberá decidir cuál alternativa es la mejor a través del análisis de diferentes resultados y del riesgo con el que desee invertir.

A continuación se presenta el listado del programa del que se obtuvieron estos datos.

Program Calculo:

```
Const
Azul = 1;
Razul = 9;
Verde = 2;
Bianco = 15;
Rojo = 4;
Magenta = 5;
```

Type

```
Str80 = String[80];
Arreglo = Array[1..200] of real;
```

VAR

```
NumDat, (* Numero de datos a pedir *)
NumPtos, (* Numero de puntos capturados p/calcular *)
Tiempo,
TotPtos, (* Numero Total de puntos a calcular *)
PtosInt : Integer;
Opcion : Char;
DemMin, DemMax, Inc, Interes, PrAlm : Real;
Demanda : Array[1..12] of real;
Inver,Gastos,ValRes : Array[1..10] of real;
Xocup,IngAno,Xinv,Xgto,Xres,XVFN : Arreglo;
```

```
Procedure inic2;
Forward;
```

```
Procedure wind(letra,fondo : integer);
```

```
(hace una ventana en la pantalla)
```

```
Var
I,X1,X2 : Integer;
Begin
TextColor(letra);
TextBackground(fondo);
clrscr;
for I := 1 to 24 do
begin
gotoxy(1,I);
write(chr(186));
gotoxy(80,I);
write(chr(186));
end;
gotoxy(80,1);
write(chr(187));
gotoxy(1,1);
write(chr(201));
for I := 2 to 79 do begin
gotoxy(I,1);
write(chr(205));
gotoxy(I,24);
write(chr(205));
end;
for I := 2 to 79 do
begin
gotoxy(I,5);
write(chr(205));
end;
gotoxy(80,24);
write(chr(188));
gotoxy(1,24);
write(chr(200));
```

```

End;

Procedure Grafica;
Begin
  GraphMode;
  GraphBackGround(Rojo);
  Palette(Bianco);
  Gotoxy(13,2);
  Write('G R A F I C A');
  Draw(80,180,280,180,Azul);
  Draw(80,30,80,180,Azul);
  Draw(75,30,85,30,Azul);
  Draw(280,175,280,185,Azul);
End;

Procedure Curva(Gr : Arreg1);
Var
  GrMin,GrMax,GrInc : Real;
  GrIMax,i,Pto1,Pto2 : integer;
Begin
  Grafica;
  GrMin := Gr[1];
  GrMax := Gr[1];
  GrIMax := 1;
  For i:= 2 to TotPtos do begin
    If GrMin > Gr[i] then
      GrMin := Gr[i];
    If GrMax < Gr[i] then
      begin
        GrIMax := i;
        GrMax := Gr[i];
      end;
  end;
  end;
  If (GrMax - GrMin) = 0 then
    GrInc := 0
  else
    GrInc := 150 / (GrMax - GrMin);
  Gotoxy(5,4);
  Writeln(Trunc(GrMax));
  Gotoxy(5,3);
  Writeln('Toneladas optimas : ',Trunc(Xocup[GrIMax]));
  Gotoxy(5,23);
  Writeln(Trunc(GrMin));
  Gotoxy(10,24);
  Write('0');
  Gotoxy(35,24);
  Write(NumPtos);
  Gotoxy(35,12);
  Write(Trunc(Gr[TotPtos]));
  Pto1 := Trunc(( Gr[1] - GrMin) + GrInc);
  For i:= 2 to TotPtos do
  begin
    Pto2 := Trunc(( Gr[i] - GrMin) * GrInc);
    Draw(i-1+80,190-Pto1,i+80,180-Pto2,Azul);
    Pto1 := Pto2;
  end;
  read;
  Textmode;
End;

Procedure Esc(X,Y:Integer; Let:Str80);

```

```

Begin
  Gotoxy(X,Y);
  Write(Let);
End;

Procedure Puntos;
Begin
  PtosInt := Trunc(NumPtos / (NumDat-1));
  TotPtos := Trunc(PtosInt * (NumDat-1));
End;

Procedure DemInc; (* Calcula demanda minima,maxima y el increm*)
Var
  i : integer;
Begin
  DemMin := Demanda[i];
  DemMax := Demanda[i];
  For i:= 2 to 12 do begin
    If DemMin > Demanda[i] then
      DemMin := Demanda[i];
    If DemMax < Demanda[i] then
      DemMax := Demanda[i];
    end;
  Inc := (DemMax - DemMin) / TotPtos;
End;

Procedure Ingresos;
Var
  i,j : integer;
  Ocup,x : Real;
Begin
  Ocup := DemMin - Inc;
  For j:= 1 to TotPtos do
    begin
      Ocup := Ocup + Inc;
      Xocup[j] := Ocup;
      For i := 1 to 12 do
        begin
          If Ocup < Demanda[i] then
            x := Ocup
          else
            x := Demanda[i];
          IngAno[i] := IngAno[j] + x;
        end;
        IngAno[j] := IngAno[j] * FrAlm/1000;
      end;
    end;
End;

Procedure Invers;
Var
  i,j,Pto : integer;
  InvInc : Real;
Begin
  For i:= 0 to (NumDat-2) do
    begin
      InvInc := (Inver[i+2]-Inver[i+1]) / PtosInt;
      For j:= 1 to PtosInt do
        begin
          If i = 0 then
            Pto := j
          else

```

```

    Pto := Trunc((i*PtosInt) + j) ;
    If j=PtosInt then
        Xinv[Pto] := inver[i+2]
    else
        If Pto = 1 then
            Xinv[Pto] := inver[i+1]
        else
            Xinv[Pto] := Xinv[Pto-1]+InvInc;
        end;
    end;
end;
end;
end;

Procedure CalcGtos;
Var
    i,j,Pto : integer;
    GtoInc : Real;
Begin
    For i:= 0 to (NumDat-2) do
        begin
            GtoInc := ((Gastos[i+2]-Gastos[i+1]) / PtosInt);
            For j:= 1 to PtosInt do
                begin
                    If i = 0 then
                        Pto := j
                    else
                        Pto := Trunc((i*PtosInt) + j) ;
                    If j=PtosInt then
                        Xgto[Pto] := gastos[i+2]
                    else
                        If Pto = 1 then
                            Xgto[Pto] := gastos[i+1]
                        else
                            Xgto[Pto] := Xgto[Pto-1]+GtoInc;
                        end;
                    end;
                end;
            end;
        end;
    end;
end;
end;

```

```

Procedure CalcVRes;
Var
    i,j,Pto : integer;
    ResInc : Real;
Begin
    For i:= 0 to (NumDat-2) do
        begin
            ResInc := ((ValRes[i+2]-ValRes[i+1]) / PtosInt);
            For j:= 1 to PtosInt do
                begin
                    If i = 0 then
                        Pto := j
                    else
                        Pto := Trunc((i*PtosInt) + j) ;
                    If j=PtosInt then
                        Xres[Pto] := ValRes[i+2]
                    else
                        If Pto = 1 then
                            Xres[Pto] := ValRes[i+1]
                        else
                            Xres[Pto] := Xres[Pto-1]+ResInc;
                        end;
                    end;
                end;
            end;
        end;
    end;
end;
end;

```

```

    end;
end;
end;

Procedure VPN;
Var
  i : integer;
  Potencia,Tres,Tig: Real;
Begin
  Potencia := Exp(Tiempo*(ln(1+(interes/100))));
  For i := 1 to TotPtos do
  begin
    Tres := Xres[i] * ( 1 / Potencia );
    If interes = 0 then
      Tig := IngAno[i] - Xgto[i]
    else
      Tig := (IngAno[i] - Xgto[i]) * ( (Potencia-1) / (interes*Potencia) );
    XVPN[i] := -Xinv[i] + (Tig*100) + Tres;
  end;
end;

Procedure Calc;
Begin
  Inic2;
  Puntos;
  DemInc;
  Ingresos;
  Inversi;
  CalcGtos;
  CalcVRes;
  VPN;
End;

Procedure imprime;
Var
  i : integer;
Begin
  Calc;
  Write(Lst,'Num.          Inversion          Gastos          ');
  Writeln(Lst,'Ingresos          Valor de Rescate          V.P.N. ');
  For i := 1 to 20 do
  begin
    Write(Lst,i);
    Write(Lst,' ');
    Write(Lst,Xinv[i]);
    Write(Lst,' ');
    Write(Lst,Xgto[i]);
    Write(Lst,' ');
    Write(Lst,IngAno[i]);
    Write(Lst,' ');
    Writeln(Lst,Xres[i]);
    Write(Lst,' ');
    Writeln(Lst,XVPN[i]);
  end;
end;

Procedure Menu12;
Begin
  Calc;
  Curva(XVPN);

```

```

End;

Procedure Menu11;
begin
  Wind(Blanco,Verde);
  Esc(18,03,'***** Captura de la informacion *****');
  Esc(20,10,'Cantidad definida anteriormente => ');
  Write(NumDat);
  Repeat
    Esc(20,12,'Numero de datos a capturar      => ');
    Readln(NumDat);
    If Not (NumDat in [2..10]) then
      Esc(20,20,'Solo se permite un rango de 2 a 10 datos');
  Until NumDat in [2..10];
End;

Procedure Menu12;
var
  i : integer;
begin
  Wind(Blanco,Verde);
  Esc(18,03,'***** Captura de la Demanda *****');
  For i:= 1 to 12 do begin
    Esc(14,10,'Demanda anteriormente definida => ');
    Write(Demanda[i]);
    Repeat
      Esc(14,12,'Nueva demanda para el mes ');
      Write(i,' => ');
      Gotoxy(48,12);
      {#I-}
      Read(Demanda[i]);
      {#I+}
    Until ioreult = 0;
  End;
End;

Procedure Menu13;
var
  i : integer;
begin
  Wind(Blanco,Verde);
  Esc(18,03,'***** Captura de la Inversion *****');
  For i:= 1 to NumDat do begin
    Esc(14,10,'Inversion anteriormente definida => ');
    Write(Inver[i]);
    Repeat
      Esc(14,12,'Nueva inversion numero ');
      Write(i,' => ');
      Gotoxy(48,12);
      {#I-}
      Read(Inver[i]);
      {#I+}
    Until ioreult = 0;
  End;
End;

Procedure Menu14;
var

```

```

i : integer;
Begin
  Wind(Blanco,Verde);
  Esc(18,03, '** Captura de los Gastos de Operacion **');
  For i:= 1 to NumDat do begin
    Esc(14,10, 'Gastos anteriormente definidos => ');
    Write(Gastos[i]);
    Repeat
      Esc(14,12, 'Nuevo gasto numero ');
      Write(i, ' => ');
      Gotoxy(48,12);
      {$I-}
      Read(Gastos[i]);
      {$I+}
    Until ioreresult = 0;
  End;
End;

Procedure Menu115;
Var
  i : integer;
Begin
  Wind(Blanco,Verde);
  Esc(18,03, '** Captura del Valor de Rescate **');
  For i:= 1 to NumDat do begin
    Esc(10,10, 'Valor de rescate definido anteriormente => ');
    Write(ValRes[i]);
    Repeat
      Esc(14,12, 'Nuevo Valor de rescate ');
      Write(i, ' => ');
      Gotoxy(48,12);
      {$I-}
      Read(ValRes[i]);
      {$I+}
    Until ioreresult = 0;
  End;
End;

Procedure Menu116;
Begin
  Wind(Blanco,Verde);
  Esc(18,03, '***** Captura de la informacion *****');
  Esc(16,10, 'Tiempo en el que se va a calcular => ');
  Write(Tiempo);
  Repeat
    Esc(16,12, 'Nuevo tiempo de calculo => ');
    Gotoxy(48,12);
    {$I-}
    Read(Tiempo);
    {$I+}
  Until ioreresult = 0;
End;

Procedure Menu117;
Begin
  Wind(Blanco,Verde);
  Esc(18,03, '***** Captura de la informacion *****');
  Esc(12,10, 'Interes en el que se va a calcular => ');
  Write(Interes);

```

```

Repeat
  Esc(12,12,'Nuevo interes de calculo => ');
  Gotoxy(45,12);
  {#I-}
  Read(Interes);
  {#I+}
Until (trunc(interres) > 0) and (ioresult = 0);
End;

?Procedure Menu118;
Begin
  Wind(Blanco,Verde);
  Esc(18,03,'***** Captura de la informacion *****');
  Esc(15,10,'Precio de almacenaje => ');
  Write(PrAlm);
  Repeat
    Esc(15,12,'Nuevo precio de almacenaje => ');
    Gotoxy(48,12);
    {#I-}
    Read(PrAlm);
    {#I+}
  Until ioresult = 0;
End;

?Procedure Menu119;
Begin
  Wind(Blanco,Verde);
  Esc(18,03,'***** Captura de la informacion *****');
  Esc(20,10,'Numero de puntos a calcular => ');
  Write(NumPtos);
  Repeat
    Esc(20,12,'Nuevo numero de puntos => ');
    Readln(NumPtos);
    If Not (NumPtos in [100..200]) then
      Esc(20,20,'Solo se permite un rango de 100 a 200 puntos');
  Until NumPtos in [100..200];
End;

?Procedure Menu11;
Var
  Opcion : Char;
Begin
  Repeat
    Wind(Blanco,Rojo);
    Esc(18,03,'***** Captura de la informacion *****');
    Esc(24,09,'a) Cantidad de datos a dar ');
    Esc(24,10,'b) Demanda ');
    Esc(24,11,'c) Inversion ');
    Esc(24,12,'d) Gastos de operacion ');
    Esc(24,13,'e) Valor de rescate ');
    Esc(24,14,'f) Tiempo ');
    Esc(24,15,'g) Interes ');
    Esc(24,16,'h) Precio de almacenaje ');
    Esc(24,17,'i) Numero de puntos ');
    Esc(24,18,'j) Terminar ');
    Repeat
      Esc(30,21,'Teclee su opcion ==> ');
      Readln(Opcion);
    Until Opcion in ['a'..'j'];
    Case Opcion of
      'a' : Menu111;
    end;
  end;
End;

```

```

        'b' : Menu112;
        'c' : Menu113;
        'd' : Menu114;
        'e' : Menu115;
        'f' : Menu116;
        'g' : Menu117;
        'h' : Menu118;
        'i' : Menu119;
    End;
    Until Opcion = 'j';
    Clrscr;
End;

Procedure inicializa;
Var
    i : integer;
Begin
    NumDat := 4;
    For i:= 1 to 12 do
        demanda[i] := 0;
    For i:= 1 to 10 do
        begin
            inver[i] := 0;
            gastos[i] := 0;
            ValRes[i] := 0;
        end;
    Tiempo := 20;
    Interes := 10;
    PrAim := 0;
    NumPtos := 200;
end;

Procedure Inic2;
Var
    i:integer;
Begin
    For i := 1 to 200 do
        begin
            IngAno[i] := 0;
            Xinv[i] := 0;
            Xgto[i] := 0;
            Xres[i] := 0;
            Xocup[i] := 0;
            XVPNIC[i] := 0;
        end;
        DemMax := 0;
        DemMin := 0;
    End;

Procedure Menu1;
Var
    Opcion : Char;
Begin
    Inicializa;
    Inic2;
    Repeat
        Wnd(Blanco,Azul);
        Esc(17,03,'***** Menu Principal *****');

```

```
Esc(24,11, '1) Captura de la informacion');
Esc(24,13, '2) G r a f i c a ');
Esc(24,15, '3) I m p r i m i r ');
Esc(24,17, '4) Terminar');
Repeat
  Esc(30,20, 'Teclee su opcion ==> ');
  Readln(Opcion);
Until Opcion in ['1'..'4'];
Case Opcion of
  '1' : Menu1;
  '2' : Menu12;
  '3' : Imprime;
End;
Until Opcion = '4';
Clrscr;
End;

Begin
  Menu1;
End.
```

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

Como se pudo observar, el dimensionamiento de un almacén de productos perecederos presenta una serie de variables que influyen en el resultado final. Por ejemplo, la inversión inicial se debe calcular con la suma de cerca de treinta datos diferentes y cada uno de ellos deberá ser recopilado con la idea de que influirá en el resultado final del proyecto. Otro ejemplo puede ser la demanda, el estudio de mercado debe ser a profundidad ya que de este dato dependerá de gran manera que se construya un llamado "elefante blanco", como los hay muchos en el país, o un almacén que no satisfaga la demanda esperada de la región y sea de igual manera ineficiente.

Es muy importante saber que ya habiendo calculado el dimensionamiento óptimo para un almacén de productos perecederos, apenas inicia lo que propiamente es la construcción del mismo, el llevar a cabo un proyecto de inversión a la realidad no es tarea fácil y dependerá de qué tan bien sea llevado desde su construcción hasta su operación el éxito pronosticado inicialmente.

La diferencia más significativa entre un proyecto de dimensionamiento de un almacén de productos perecederos y cualquier otro proyecto de inversión de almacenamiento de productos no perecederos radica en que en el primero la demanda de su utilización dependerá de los alimentos que se obtengan en los diferentes meses del año y es repetitiva en

años posteriores probablemente con alguna tendencia a la alta o a la baja que depende a su vez de la situación del país, importaciones y exportaciones que se hagan de ciertos productos, apoyo al campo, subsidios, e incluso de condiciones meteorológicas que la afecten, mientras que en el segundo, la demanda de utilización se comporta bajo otras condiciones como pueden ser almacenamiento controlado por puntos de reorden, reposición automática de stock, planeación de requerimientos de materiales (MRP), justo a tiempo (just in time), etc.

No resulta tan complicado hablar de teoría, el problema principal se reduce a aplicar con eficiencia todos los conceptos que se han visto e iniciar una aplicación práctica de ellos que lleve a los resultados pronosticados, pero tampoco no es posible iniciar un proyecto sin bases lo suficientemente sólidas que garanticen su éxito.

Existe una frase que aplica de manera general muchos de los conceptos expuestos en capítulos anteriores.

"El verdadero genio consistirá en la capacidad de evaluar datos dispersos, incompletos, dudosos o contradictorios y generar hipótesis válidas y útiles". Winston Churchill.

BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA

1. Sistema Nacional para el Abasto. Diagnóstico para la Instalación de Centros de Acopio. Granos y Oleaginosas. Veracruz y Sinaloa. SECOFI 1984.
2. Coss Bu Raul. Análisis y Evaluación de Proyectos de Inversión. Segunda Reimpresión. Editorial Limusa, México 1983.
3. Tressler Donald, The Chemistry and Technology of Fruit and Vegetable. The Avi Publishing Company inc. New York 1984
4. Tressler Donald, Fruit and Vegetable Juice, Processing Technology. The Avi Publishing Company inc. Westport Connecticut 1961.
5. Koffman, Pascal, Introducción al Lenguaje y Resolución de Problemas con Programación Estructurada. Fondo Educativo Interamericano 1985. México D.F.
6. Jamieson Michael, Manejo de Alimentos, Prevención de Pérdidas Durante el Almacenamiento. Editorial Pax. México 1976.
7. Schroeder Roger, Administración de Operaciones. Editorial Mc Graw Hill, Mexico 1983.
8. Muñoz Delgado J.A., Proyecto y Explotación de Almacenes Frigoríficos. Instituto Internacional del Frío, París. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la

Alimentación. Roma 1985.

9. Mendenhall, Scheasser, Wackerly. Estadística Matemática con Aplicaciones. Grupo Editorial Iberoamérica. México 1986.