# CAPITULO 4: MODELOS DE INVENTARIOS.

## Objetivos del Capítulo.

- Análisis de la estructura de los modelos de gestión de inventarios
- Procesos de gestión de inventarios.
- Políticas de control y seguimiento de inventarios
- Utilización de software para gestión de stocks

## 4.0 Introducción

La Gestión de Inventarios es la técnica que permite mantener una existencia de productos a un nivel adecuado, según sean las necesidades de las Unidades Productivas que están relacionadas, y en consecuencia de las Estrategias de Producción.

Si miramos al Inventario del punto de vista de Análisis del Valor, este no adiciona valor al Sistema de Producción, por lo tanto, lo ideal es que el tamaño del inventario que manejemos sea lo más pequeño posible. Su tamaño, en este caso, es dependiente de consideraciones de variabilidad que se manejan dentro del Sistema Productivo y de los Niveles de Riesgo que sean aceptables para un determinado Sistema de Producción.

Por lo tanto, el principal objetivo de analizar un Sistema de Inventario es encontrar respuestas a preguntas como las que se presentan a continuación:

- ¿Qué artículos deben mantenerse en inventario?
- ¿Qué cantidad de artículos debe ser ordenada o producida?
- ¿Cuándo deben generarse las Ordenes para que el costo total de manejo de inventarios sea el mínimo posible?
- ¿Qué Sistema de Control de Inventario deberá utilizarse para cada caso?

Dentro de la filosofía de producción JIT, lo ideal es que no existieran inventarios, o que estos sean mínimos. Por lo tanto, la filosofía JIT trabaja desde la perspectiva de entregar y recibir la cantidad especificada en el instante preciso.

Pero si analizamos con detenimiento lo que propone la filosofía JIT, podríamos decir que es demasiado idealista, ya que físicamente es imposible eliminar completamente la existencia del inventario, ya que su papel básico es permitir el acoplamiento entre dos unidades productivas de distinta capacidad, lo que no debemos obviar.

## 4.1 Definiciones y Funciones.

**Inventario**: se puede definir inventarios de Materias Primas, Partes en Proceso y de Productos Terminados, ya que se encuentran en algún lugar y en un determinado tiempo dentro del Sistema de Producción.

**Objetivo del Inventario**: permitir y/o facilitar la producción entre dos unidades de producción o dos etapas de producción que están ubicadas secuencialmente.

Por lo tanto, el inventario cumple una función de capacitor entre ambas unidades, permitiendo por un lado, absorber las distintas capacidades y formas de producción, y por otro, las variaciones que experimenta cada unidad dentro del Proceso de Producción.

A continuación, presentaremos dos Sistemas de Producción, A y B, los cuales funcionan con distinta Tasa de Producción y en el que el sistema A alimenta al sistema B.

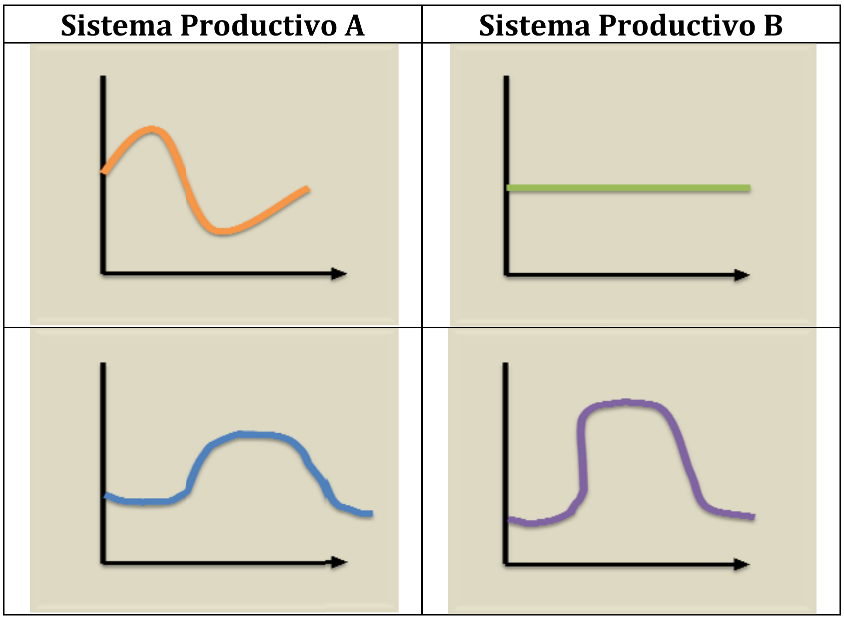


Figura 4.1 Sistemas Productivos A y B

De las figuras anteriores se pueden observar dos situaciones básicas:

a. En la medida que exista un Inventario, es posible "acoplar" dos Unidades Productivas con distinta "Capacidad de Producción" (entendiendo por Capacidad de Producción como la cantidad producida por unidad de tiempo).

b. En la medida que el Tamaño del Inventario es mayor, es posible establecer mayor independencia entre ambas Unidades de Producción.

En caso contrario, cuando el Tamaño del Inventario es menor, mayor es la dependencia entre ambas unidades.

## 4.2 Clasificación de los sistemas PRODUCTIVOS según la demanda.

Podemos destacar que desde el punto de vista de la demanda final sobre el producto, se puede inferir que existen dos esquemas básicos de administración de inventarios.
Dependiendo del tipo de Demanda Final que tenga un producto, se puede decir que existen dos Esquemas Básicos de Administración de Inventarios:

a. Con DEMANDA INDEPENDIENTE: cuando se tiene una demanda independiente, la cantidad de productos en inventario no depende sólo de las decisiones internas del Sistema de Producción, sino que fundamentalmente de las condiciones del mercado. Estas condiciones del mercado se ven reflejadas como el consumo de un determinado bien en un determinado momento.

   Los Modelos que permiten dimensionar el Volumen del Inventario cuando se tiene una demanda independiente se llaman MODELOS DE TIPO REACTIVO, y se aplican para dimensionar el volumen de productos finales a fabricar y a dimensionar el stock de productos que tendremos en inventario. Los modelos de tipo reactivos también son usados, desde una perspectiva tradicional, para dimensionar los Lotes de Producción que deben ser manufacturados bajo condiciones de estructura de costos similares a las que se definen para el caso de compras y almacenamiento.

b. Con DEMANDA DEPENDIENTE: en este caso, como su nombre lo indica, la demanda que experimenta un determinado producto depende de las negociaciones y acuerdos que se tomen entre el cliente y la empresa, a nivel del Sistema de Planificación de la Producción.

   Los Modelos que permiten cuantificar el nivel de inventarios bajo este esquema son llamados MODELOS DE TIPO PROACTIVOS, o de Calculo de Necesidades. (MRP).

Al ver estos dos enfoque, podemos ver que existe una diferencia fundamental con relación a como se origina una decisión y cuales son las variables y/o parámetros considerados para tomar una decisión.

Así en el caso de los Modelos de tipo Reactivo, la pregunta básica que se plantea es:

**¿Qué debo hacer cuando se llega a cierto nivel crítico, llamado punto de reorden?**

Es decir, un modelo de tipo reactivo nos lleva a definir un cierto punto de reorden, él nos avisa cuando tenemos que realizar un reaprovisionamiento. Este punto de reorden va a depender de la Política de Reposición que definamos (tema que tocaremos más adelante).

En el caso de los Modelos de tipo Proactivos, el problema básico esta en definir que se va hacer en un determinado futuro, por lo tanto las preguntas básicas que se plantean son:

**¿Qué es la que se necesitará a futuro?**
**¿Qué cantidad y en qué momento?**

Es decir, un modelo de tipo proactivo me lleva a definir un Plan Maestro de Producción, de acuerdo a la demanda que se fija a nivel de Sistema de Planificación de la Producción.

Ahora si hacemos un análisis desde una perspectiva histórica, podemos decir que en un principio las Empresas planificaban las existencias de materiales usando modelos de tipo Reactivo, lo que les traía las siguientes ventajas y desventajas:

1. Ventajas de la utilización de Sistemas de Tipo Reactivo:

   - La facilidad de controlar los niveles de inventario.
   - Se pueden llevar, de manera más sencilla, los Registros tanto de entrada o salida de productos.

2. Desventajas de la utilización de Sistemas de Tipo Reactivo:

   - El volumen de material almacenado es voluminoso.
   - El problema (peligro) de obsolescencia de productos que se almacenan.
   - El deterioro y pérdida de productos.

Posteriormente, surgieron los modelos de tipo proactivos o de Calculo de Necesidades, los cuales son aplicados a Sistemas de Manufactura y, específicamente, cuando existen productos de tipo Estandarizado o Semiestandarizado.

1. Ventajas de la utilización de Sistemas de Tipo Proactivo:

   - Permiten dimensionar los inventarios de acuerdo a las necesidades del sistema de producción.

2. Desventajas de la utilización de Sistemas de Tipo Proactivo:

- Sólo se pueden implementar si en la empresa que utiliza este sistema existe una infraestructura computacional adecuada.

En consecuencia, en este capítulo se analizará, preferentemente, lo relacionado con demanda independiente.

## 4.3 Estructura de Costos de Inventarios.

Muchos problemas de decisión de inventarios pueden resolverse empleando Criterios Económicos.

Sin embargo, uno de los prerequisitos más importantes para aplicar un criterio económico es tener una Estructura de Costos adecuada.
Muchas de estas estructuras de costos involucran alguno o todos de los 4 tipos de costos siguientes:

a. **Costo Unitario del Articulo (C)**: es el costo derivado de comprar o producir los artículos individuales de inventarios. Su unidad de medida es ($/unidad).

b. **Costos de Ordenar o Pedir (S)**: es el costo relacionado a la adquisición de un grupo o lote de artículos, también se dice que es el costo de las acciones necesaria para realizar una nueva compra. Este costo de pedir no depende del número de artículos que tenga el lote respectivo, sino que esta asociado a las actividades de hacer el pedido si es desde el punto de vista de comprar, o de los costos de transformar el sistema (costos de set up) y adecuarlo a la fabricación de un nuevo lote o corrida de producción.Su unidad de medida es ($/orden).

c. **Costos de Mantener o Poseer Inventarios (h)**: este costo está asociado a la permanencia del artículo durante un período de tiempo. Su valoración se determina en función del tiempo almacenado y del valor del bien involucrado.

   Por lo tanto, el costo de mantener, involucra aspectos tales como:

   - Costo de capital.
   - Costo de almacenamiento.
   - Costo de obsolescencia y perdida.

d. **Costos de Inexistencia (W)**: son los costos que reflejan las consecuencias de quedarse sin material en un determinado momento.

Entre estos costos podemos indicar:

- Falta de materia prima (debido a paro de la producción, mano de obra ociosa, etc...).
- Falta de productos terminados (perdida por no ventas, necesidad de subcontratación, pérdida de prestigio frente a clientes, etc...).
- Falta de repuestos.

Su unidad de medida es ($/unidad).

### 4.3.1 Nomenclatura Asociada a Inventarios.

Para establecer los diferentes modelos de costos asociado a cada sistema de inventario, es necesario en primer lugar definir una nomenclatura adecuada para entender las ecuaciones respectivas.

Sean las siguientes definiciones:

D = Demanda Anual. (unidades/año)
C = Costo de Compra (si el artículo es comprado) o Costo Unitario Variable (si el artículo ha sido producido). ($/unidad)
Q = Cantidad Ordenada por Lote. (unidades / lote)
Q* = Cantidad Lote Económico. (unidades/lote)
r = Punto de Reorden. (unidades)
tl = Tiempo de espera. (días)
S = Costo de Preparación o Emisión de la Orden. ($/orden)
P = Tasa de Producción. (unidades/año)
dl = Demanda durante el Período de Espera.(unidades/día)
CT = Costo total ($/año)
h = Costo de mantener una unidad en términos % del valor de la unidad y por unidad de tiempo
T = Longitud del periodo de análisis. (unidad de tiempo, días o años)

## 4.4 Decisiones sobre inventarios

Las decisiones en inventarios son tomadas en función de como se espera que sea la demanda futura, la cual puede ser clasificada en los siguientes términos:

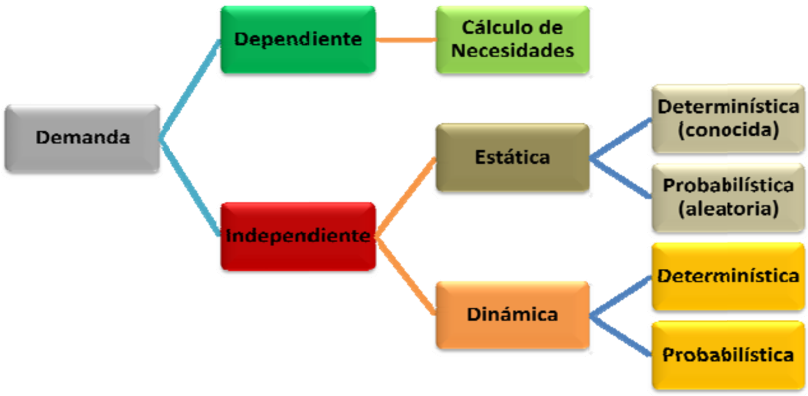


Figura 4.2 Decisiones en Inventarios

La figura 4.2 da origen a distintos Modelos de Inventarios, en función del tipo de demanda:

a. Modelos de Inventarios con Demanda Determinística Estática: estos modelos se utilizan cuando la demanda es conocida y constante para todos los períodos.
b. Modelos de Inventarios con Demanda Probabilística Estática: estos modelos se utilizan cuando demanda es aleatoria y tiene una distribución de probabilidades, pero es igual para todos los períodos.

c. Modelos de Inventarios con Demanda Determinística Dinámica: estos modelos se utilizan cuando la demanda es conocida y constante, pero varía para cada período.
d. Modelo de Inventarios con Demanda Probabilística Dinámica: estos modelos se utilizan cuando la demanda es probabilística con una distribución de probabilidades, y es variable en cada período.

## 4.5 Análisis de la Tasa de Demanda y Tasa de Reposición.

Desde el punto de vista de su comportamiento o variación en el tiempo (tasa de cambio), la demanda se puede clasificar en:

a. Demanda Infinita Uniforme.
b. Demanda Fuente Uniforme.
c. Demanda Exponencial.

Las siguientes figuras nos ayudaran a visualizar de mejor forma lo anteriormente dicho:

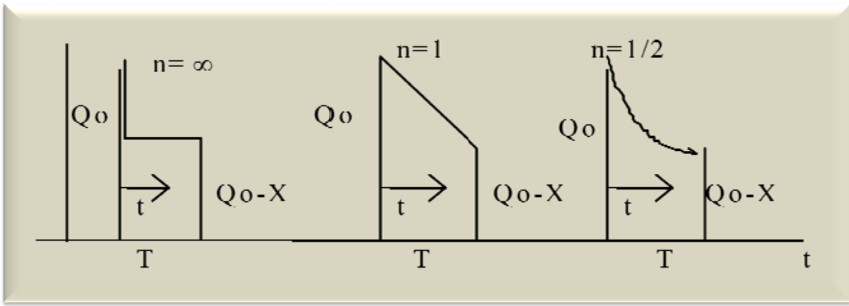


Figura 4.3 Cantidad de Inventario Q

En general, el nivel del inventario en un momento determinado esta dado por la expresión:

$$Q(t) = Q_0 - X * \sqrt[n]{\frac{t}{T}}$$

$Q_0$ = Inventario Inicial en el tiempo 0.
X = Tamaño de lo demando durante un período T
t = tiempo considerado.
n = Indice del exponente de la demanda.
T = Longitud del Período.

Para el caso de la Tasa de Reposición de Inventarios, se pueden postular diversos modelos de comportamiento:

a. Tasa de Reposición Uniforme.
b. Tasa de Reposición Exponencial.
c. Tasa de Reposición infinita.
d. Tasa de Reposición en Lotes.

Las siguientes figuras nos ayudaran a visualizar de mejor forma lo anteriormente dicho:

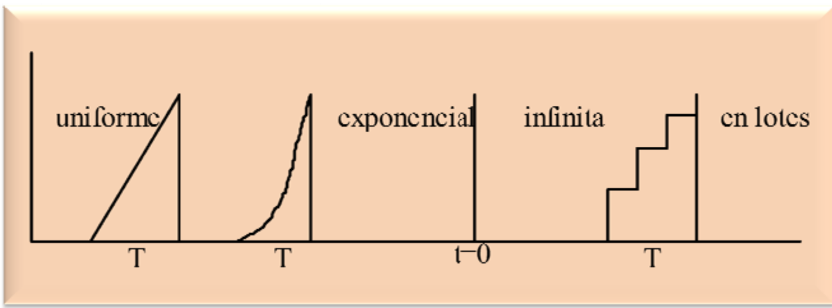


Figura 4.4 Tasa de Reposición de Inventarios

**Tipos de decisiones sobre inventarios.**

Con relación a las decisiones que se deben tomar sobre la gestión de los inventarios, las podemos clasificar en base a lo siguiente:

a. *Políticas de Inventarios*, para las cuales se definen diferentes Modelos de Análisis.
b. *Dimensionamiento de las Cantidades a Ordenar*, las cuales están en función de las Políticas definidas.
c. *Sistemas de Control a Implementar*.

## 4.6 Políticas de inventario.

La Política de Inventario se refiere a la Revisión y Disciplina utilizada para ordenar y controlar los inventarios. La política de Inventario trata de responder a las siguientes interrogantes:

- ¿Cuándo debe ser emitida la orden?
- ¿Cuánto se debe comprare (tamaño del lote)?

Existen dos tipos de Políticas de Revisión de Inventarios: Política de Revisión Periódica y Política de Revisión Continua.

### 4.6.1 Política de Revisión Periódica.

Bajo esta política, los Niveles de Inventario son monitoreados a intervalos de tiempo T, donde T es la longitud de tiempo determinada según sea el criterio ordenado. La cantidad a ordenar está dada en función de como sean las decisiones de reposición.

a. Revisión periódica con reposición bajo un punto de quiebre (r). En este sistema, la reposición del inventario se realiza siempre que el nivel de existencia en el inventario sea menor que un punto mínimo aceptable o de quiebre (r).

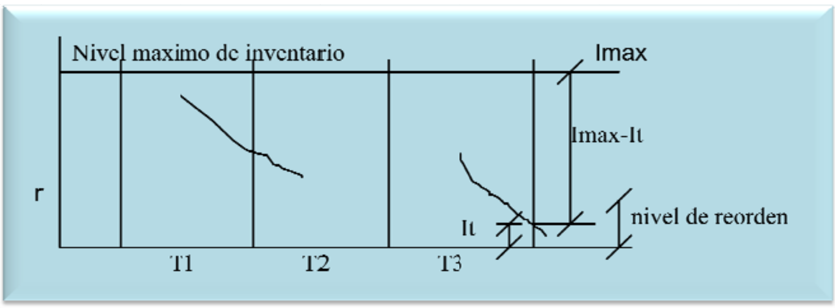


Figura 4.5 Revisión Periódica

Así la cantidad ordenada es: 0 si It > r; ó Imax – It si It < r

b. Revisión Periódica y Emisión de Orden de Compra. En este sistema, toda vez que se cumple el periodo T, se emite una orden igual a Imax –It, por lo tanto, la cantidad ordenada siempre es variable.

### 4.6.2 Política de Revisión Continua.

Bajo esta política, el monitoreo del inventario es permanente y una vez que se alcanza el punto de reorden **r** es emitida una orden de compra. El punto r se determina en función de un nivel de seguridad aceptado y en función de la cantidad consumida durante el tiempo que demora en obtenerse la reposición

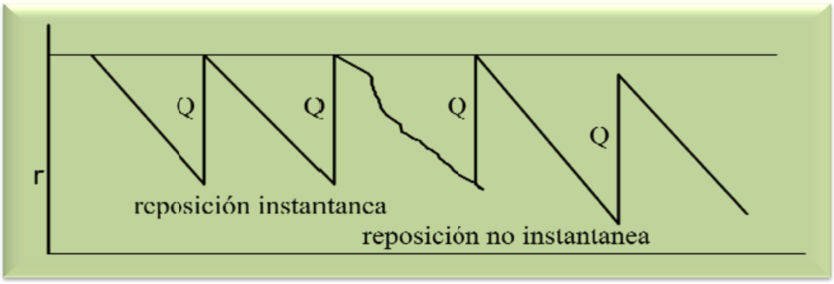


Figura 4.6 Reposición Instantánea

La elección de un sistema de revisión dependerá de varios factores:

1. En el caso de Sistemas de Revisión Periódica, estos sistemas están asociados básicamente a modelos de reaprovisionamiento.

   Como ventajas de estos sistemas de revisión periódicos se pueden mencionar:

   - Fácil de llevar.
   - Es bueno para coordinar ítems relacionados, ya que aprovecha mejor la infraestructura de transporte.
   - Es bueno en el caso de que se quiera manejar artículos baratos.

   Como desventajas de los sistemas de revisión periódicos se pueden mencionar:
   - Es más caro, del punto de vista de que maneja una mayor cantidad de mercadería en inventario.
   - Es susceptible a que ocurran faltas cuando la demanda es variable.

2. En el caso de los Sistemas de Revisión Continua, como ventajas tenemos que:

- Optimiza los niveles de recursos involucrados.
- El nivel de servicio es mejor, ya que mejora la probabilidad de que el pedido sea abastecido con el inventario existente.
- Es apropiado para artículo caros.

Pero el sistema de revisión continua tiene los siguientes inconvenientes:

- Tiene un alto costo por manejos de registro y requiere una constante atención en el producto.

## 4.7 Dimensionamientos de las Cantidades a Ordenar.

### 4.7.1 Modelo de un Único Producto:

Para este caso, consideramos:

- Una tasa de Demanda D.
- Una tasa de Producción P (es decir, una unidad es adicionada al inventario 1 a la vez).
- Las Faltas son permitidas, de manera que no se sobrepase un máximo Zmáx.

El siguiente diagrama nos permita visualizar de mejor forma el modelo de dimensionamiento de inventario para un único producto:

Figura 4.7 Modelo Dimensionamiento de Inventario

Por definición: $Tp = Q/P$ y $T = Q/D$.

En este modelo, la producción parte en el punto a, y en ese momento, se inicia el llenado a una tasa de P-D que primero en un principio sirve para reponer las faltas y posteriormente para acumular inventario, hasta llegar a un nivel máximo en el punto k.

A partir de este punto, el nivel del inventario empieza a disminuir, llegando a un nivel 0 (cero) o al punto **J** y un nivel de falta máximo en el punto **a** del ciclo siguiente.

El nivel máximo del inventario es:

$$Imax = \frac{Q(P-D)}{P} - Zmax$$

$$Imax = Q\left(1 - \frac{D}{P}\right) - Zmax$$

Composición del costo para el ciclo dado:

a. Costo de colocar una orden o (set up) este un costo fijo S.

b. El costo de llevar el inventario durante un ciclo, este costo es efectivamente incurrido donde existen materias T2 y T3.

   Así corresponde calcular el inventario medio durante el ciclo total.

   Recordar que $\bar{I} = \frac{1}{T}\int_0^T I(t)d_t$

$$T_2 = \frac{Imax}{P-D}; \quad T_3 = \frac{Imax}{D}$$

   Así el $\bar{I}$ es el área b, k, j dividida por T

$$\bar{I} = \text{Area} = \left[\frac{1}{2}(T_2 + T_3) * I_{max}\right]\frac{1}{T} \quad \ldots\ldots(*)$$

   Como Q/D = T y como se conoce T2 y T3, y de (*)

$$\bar{I} = Area = \frac{\left[Q\left(1-\frac{D}{P}\right) - Zmax\right]^2}{2 * Q * \left(1-\frac{D}{P}\right)}$$

y el costo promedio de mantener por un período es igual $\bar{I} * T * h$,

c. El costo de falta se debe a dos situaciones:

1. Por el hecho de deber material y se mide como Zmax * W, donde W representa el costo por falta independiente de la duración.($/unidad).
2. Costos por la falta promedio durante el período T.

Así: $T_1 = \frac{Zmax}{P-D}$ Tiempo para eliminar los atrasos.

$T_4 = \frac{Zmax}{D}$ Tiempo en construir los atrasos

Utilizando el mismo procedimiento que en el caso anterior, se tiene que:

$$\bar{Z} = \frac{1}{T} * \frac{Z^2max}{2 * D * \left(1-\frac{D}{P}\right)} = \frac{Z^2max}{2 * Q * \left(1-\frac{D}{P}\right)} \quad \ldots\ldots\ldots(**)$$

Así el costo de falta promedio será: $\bar{W}_1 * T * Z$

donde $\bar{W}_1$ es el costo de falta por unidad/por unidad de tiempo.

d. El costo de compra finalmente es = C * Q por lo tanto, el Costo Total por Ciclo es el siguiente:

$$C_t = S + C * Q + h * T * I * \bar{W}_1 * T * Z + \bar{W} * Zmax$$

Como nuestro objetivo es el Costo Total Anual, tenemos que:

- El número de órdenes es D/Q = n°
- h = i*c, donde i: representa la tasa anual de costo de inventario

$$CT(Q, Zmax) = S * \frac{D}{Q} + C * D + i * C * I + W_1 * \bar{Z} + W * \bar{Z}max * \frac{D}{Q} \quad \ldots.de\ (*)y\ (**)$$

$$CT(Q, Zmax) = \frac{S * D}{Q} + C * D + i * C * \frac{\left[Q\left(1 - \frac{D}{P}\right) - Zmax\right]^2}{2 * Q * \left(1 - \frac{D}{P}\right)} + \frac{W_1 * Z^2 max}{2 * Q * \left(1 - \frac{D}{P}\right)} + \frac{W * Zmax * D}{Q}$$

Lo anterior es la ecuación general de costos en función de Q, Zmax.

Alternativas de Solución:

La situación es derivar con respecto a: Cantidad y a Zmax.:

$\frac{\partial CT}{\partial Q}, \frac{\partial CT}{\partial Zmax}$, e igualar a 0.

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 * S * D}{i * C * \left(1 - \frac{D}{P}\right)}} - \frac{(W * D)^2}{i * C * (iC + W_1)} * \sqrt{\frac{iC + W_1}{W_1}}$$

$$Z^*_{max} = \frac{(i * C * Q^* - W * D) * \left(1 - \frac{D}{P}\right)}{i * C + W_1}$$

**Casos Especiales en que No se Permitan Faltas.**

**Caso A**: Tasa de Llenado del inventario es P-D.

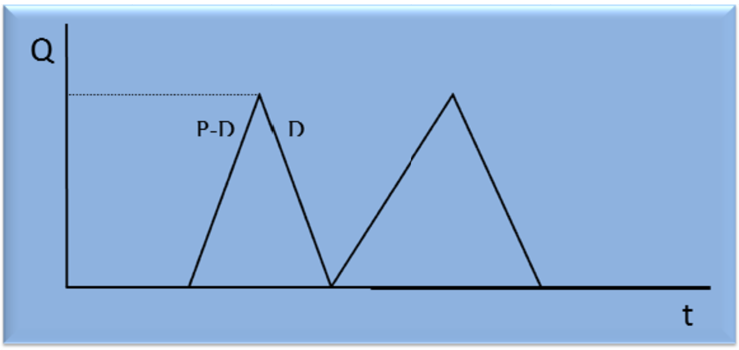


Figura 4.8 Tasa de Llenado de Inventario: P-D

$$CT = \frac{S * D}{Q} + C * D + \frac{i * C * Q * \left(1 - \frac{D}{P}\right)}{2}$$

$$Q^* = \sqrt{\frac{2DS}{iC}\left(\frac{P}{P-D}\right)}$$

**Caso B:** Tasa de llenado P= infinita.

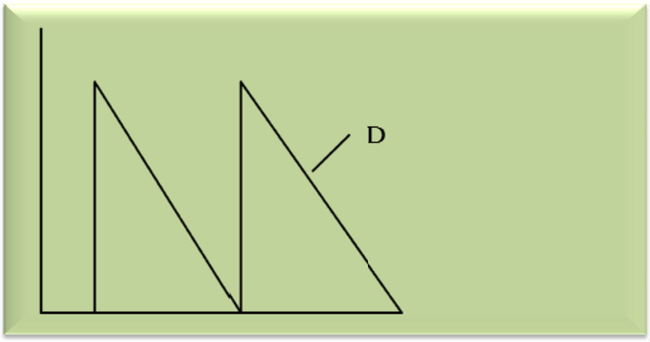


Figura 4.9 Tasa de Llenado Infinito

$$CT = \frac{S*D}{Q} + C*D + \frac{i*C*Q}{2}$$

$$\mathrm{Q}^* = \sqrt{\frac{2*\mathrm{D}*\mathrm{S}}{\mathrm{i}*\mathrm{C}}}$$

### 4.7.2 Modelos con Tiempo de Espera.

Los modelos determinísticos pueden ser fácilmente ajustados cuando los tiempos de espera se conocen con certeza.

Así, el punto de Reorden se calcula como:

r* = Existencia de seguridad + demanda durante el tiempo de espera.

Si las existencias de seguridad son iguales a 0, entonces:

$r^* = 0 +$ tiempo de espera $* d_L = t_L * d_L$

Con $d_L$ representando la demanda diaria del producto.

Ejemplo:

Una cadena de venta de hamburguesas consume anualmente 750 cajas vacías, el costo de pedir cajas al proveedor es de 15 US$ por orden y de manejo de las cajas en inventario, es de un 30%.

Si el valor de cada caja es 12 US$ y se sabe que la entrega es en 5 días.

¿Cuál es la doctrina de operación que debemos seguir?

El valor de cada caja es 12 US$

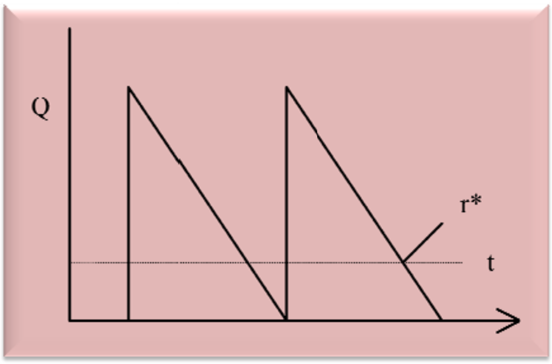


Figura 4.10 Tiempo de Espera

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 * D * S}{i * C}} = \sqrt{\frac{2 * 730 * 15}{0.3 * 12}} = 77.94 = 78\ unidades$$

Supuesto = operación 365 días al año.

$$r^* = td * d_L = 5 * d_L = 5 * \frac{730}{365} = 10\ unidades$$

La Política Optima a seguir, es ordenar 78 unidades, cuando la existencia es 10 cajas

### 4.7.3 Análisis De Sensibilidad.

Ejemplo:

Una empresa fabricante de insignias tiene un contrato por 50.000 (unidades) de venta anual. La empresa tiene una política de ordenar lotes de 40.000 (unidades) con un costo de colocar la orden de 16.000 ($/pedido). Costo de manejo es del 20%. Costo del producto es 60 ($/unidad).

La empresa desea mejorar el error que comete al seguir su actual política

Solución:

Tenemos los siguientes costos:

Costos Relevantes = Costos de Mantención + Costos de Pedir.

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 * D * S}{i * C}} = \sqrt{\frac{2 * 150000 * 16000}{0.20 * 60}} = 20000$$

El CT según política actual, es el siguiente:

$$CT = \frac{SD}{Q} + iCQ = \frac{16000 * 150000}{40000} + 0.2 * 60 * 20000 = 60000 + 240000 = \$300000$$

El Costo total de la Política Optima:

$$CT^* = \frac{S^*D}{Q} + iC\frac{Q^*}{2} = \frac{16000 * 150000}{20000} + \frac{0.2 * 60 * 20000}{2} = 120000 + 120000 = \$240000$$

A continuación, calcularemos el incremento en el Costo total que acarrea la política que actualmente utiliza la empresa:

$$\frac{CT}{CT^*} = \frac{300000}{240000} = 1.25$$

El costo total sufrió un incremento de 25%, por no seguir la política óptima

Alternativamente, podríamos haber obtenido el mismo resultado haciendo el siguiente cálculo:

$$\frac{CT}{CT^*} = \frac{\frac{SD}{Q} + \frac{icQ}{2}}{\frac{SD}{Q^*} + \frac{icQ^*}{2}} \quad \text{como} \quad Q^* = \sqrt{\frac{2SD}{IC}}$$

$$\frac{CT}{CT^*} = \frac{1}{2}\left[\frac{Q^*}{Q} + \frac{Q}{Q^*}\right] = \frac{1}{2}\left[\frac{20000}{40000} + \frac{40000}{20000}\right] = \frac{1}{2}(0.5 + 2) = 1.25$$

Lo importante es considerar los costos relevantes y sensibilizar.

Ejemplo de Tarea:

El restaurante "dulce rico" para su uso de venta de bebidas, enfrenta una demanda de 120 vasos diarios, y opera 360 días al año. Los vasos tienen un Costo de 40 ($/docena). Para enviar una orden de pedido, el restaurante tiene que pagar 2.000 ($/orden). El mantener inventario le significa un costo de mantención del orden del 50% debido a muchas pérdidas producidas por su operarios, que diariamente quiebran muchos vasos o los trisan.

¿Determine el error que se comete debido a que hace pedidos una vez al mes.?

Solución:

D = (120 /12) * 360 = 3600 .(docenas de vasos/año)

S = 2000.($/orden)

i = 0,5

C = 40 ($/docena)

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 * D * S}{i * C}} = \sqrt{\frac{2 * 3600 * 2000}{0.5 * 40}} = 848.53 = 849\ unidades/pedido$$

Como realiza pedidos anuales: $\frac{3600}{12} = 300$

CT = 2000 * 12 * 0,5 * 40 * 150 = 24000 + 3000 = $27000

Con la política óptima el costo total es:

$$CT = 2000 * \frac{3600}{849} + 0.5 * 40 * \frac{849}{2} = 8480 + 8490 = 16970$$

$$\frac{CT}{CT^*} = \frac{27000}{16970} = 1.59$$

### 4.7.4 Cantidades Descontinuadas.

Lo anterior sucede cuando existen descuentos por volumen, es decir, el precio varía a medida que el volumen es mayor. Así si:

| **Cantidad Ordenada** | **Precio Unitario** |
|---|---|
| 0 < Q < q1 | P1 |
| q1 ≤ Q < q2 | P2 |
| q2 ≤ Q < q3 | P3 |
| q3 ≤ Q < q4 | P4 |

Cuadro 4.1 Cantidades Descontinuadas

En este caso, el valor de CD es relevante, ya que según el volumen de compra existe un Cj.

$$CT = \frac{S * D}{Q} + Cj * D + i * C_j * \frac{Q}{2}$$

Para el caso anterior el supuesto que se tiene es una reposición instantánea, tasa infinita de reposición y una demanda constante.

**Ejercicio**:

Suponga que un depósito de equipos electrónicos enfrenta una demanda de 250.000 unidades/año y el costo de hacer el pedido es de 100 $/orden. El costo anual es de 0.24%

Las cantidades y precios son los siguientes:

| Rango de Cantidades | Precio unitario |
|---|---|
| 0 ≤Q < 5.000 | $12 |
| 5.000 ≤ Q < 20.000 | $11 |
| 20.000 ≤ Q < 40.000 | $10 |
| 40.000 ≤ Q | $9 |

Cuadro 4.2 Cantidades Descontinuadas (2)

¿Cuál es el tamaño de lote óptimo de equipos electrónicos que conviene comprar?

$$\mathrm{CT}(\mathrm{Q_j}, \mathrm{C_j}) = \frac{\mathrm{S} * \mathrm{D}}{\mathrm{Q_j}} + \mathrm{Cj} * \mathrm{D} + \mathrm{i} * \mathrm{C_j} * \frac{\mathrm{Q_j}}{2}$$

Solución:

d. Un supuesto razonable es utilizar el mejor precio que en este caso de 9 $/U

Cj = 9 ($/unidad)

$$Q_j = \sqrt{\frac{2 * D * S}{i * C_j}} = \sqrt{\frac{2 * 100 * 250000}{0.24 * 9}} = 4811 \; unidades/pedido$$

Esto quiere decir que si nos ofrecieran vendernos los equipos a 9 $/unidad, nos conviene pedir en lotes de 4811 (unidades/pedido).

Como esta cantidad Qj = 4811 (unidades/ pedido), es mucho menor que las 40.000 (unidades/pedido), el tamaño mínimo de lote por el que el proveedor está dispuesto a pedir un precio de 9 ($/unidad) es de 40.000 (unidades/pedido).

$$\text{CT} = 100 * \frac{250000}{40000} + 9 * 250000 + 0.24 * 9 * \frac{40000}{2} = 2293825$$

Costo total de la alternativa para esta situación es:

(Q*=40.000, C=9) = $2.293.825

d. Si Cj = 10 ($/unidad) el lote optimo en esta nuevas condiciones es:

$$\mathrm{Q_j} = \sqrt{\frac{2 * \mathrm{D} * \mathrm{S}}{\mathrm{i} * \mathrm{C_j}}} = \sqrt{\frac{2 * 250000 * 100}{0.24 * 10}} = 4564.34 \; \approx 4565 \text{ unidades/pedido}$$

En este caso el lote más cercano en esta condición es 20.000 (unidades/pedido)

$$CT = 100 * \frac{250000}{20000} + 10 * 250000 + 0.24 * 10 * \frac{20000}{2} = 2525250$$

e. Para C = 11 ($/unidad)

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 * D * S}{i * C_j}} = \sqrt{\frac{2 * 250000 * 100}{0.24 * 11}} = 4352 \; unidades/pedido$$

En consecuencia el lote esta fuera del rango considerado.

Q* = 4352 < 5000 (unidades/pedido)

Costo total de la alternativa:

CT (C=11, Q = 5000) = $ 2.761.600

f. Para C = 12 ($/unidad)

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 * 250000 * 100}{0.24 * 12}} = 4166\ unidades/pedido$$

Q* = 4166 < 5000 (unidades/pedido)

En este caso el Lote esta dentro del rango considerado.

Costo total de la alternativa:

CT (Q* =4166, C = 12) = $ 3.012.000

Así se tiene que:

| Q*(unidades/pedido) | Cj ($/unidad) | CT ($) | |
|---|---|---|---|
| 40 | 9 | 2.493.825 | la mejor política |
| 20 | 10 | 2.525.250 | |
| 5 | 11 | 2.761.600 | |
| 4.166 | 12 | 3.012.000 | |

Cuadro 4.3 Cantidades Descontinuadas (3)

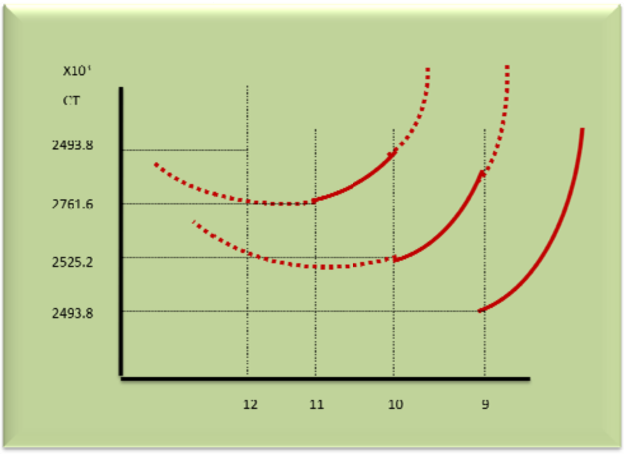


Figura 4.11 Costo Total

## 4.7.5 Situaciones Con Múltiples Inventarios.

Existen casos donde existen:

- Varios tipos de productos.
- Varios lotes económicos óptimos (uno para cada producto a considerar).
- Varias restricciones, ya sea de capital para comprar, espacio para almacenar o transportes, presupuesto, peso, etc...
- Cada producto tiene una demanda independiente.

Para el caso anterior, se pueden plantear las dos Políticas de Inventario antes analizadas:

- Lote económico.
- Período económico.

Ejercicio:

Sea una fábrica que produce tres tipos de lámparas que presentan demandas distintas. Para conceptos de fabricación, la fábrica dispone de un presupuesto de \$16.000. El costo de mantener una unidad de inventario es de 0,18 (18%). En la siguiente tabla, presentamos la demanda, costos de fabricación y costos de set-up (costos de echar a andar) para esta fábrica:

| | **Lampara tipo 1** | **Lampara tipo 2** | **Lampara tipo 3** |
|---|---|---|---|
| Demanda Dj (unidades/año) | 1.5 | 1.5 | 2.5 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Costo de Fabricación ($/unidad) | 60 | 30 | 80 |
| Costo de set-up ($/orden) | 60 | 60 | 60 |

Cuadro 4.4 Múltiples Inventarios

Solución:

Como los tres tipos de lámparas son unidades independientes, podemos calcular el lote económico para cada una de ellas por separado, entonces:

$$Q_{j1} = \sqrt{\frac{2 * 60 * 1500}{0.18 * 60}} = 129\ Unidades/lote$$

$$Q_{j2} = \sqrt{\frac{2 * 60 * 1500}{0.18 * 30}} = 183\ Unidades/lote$$

$$Q_{j3} = \sqrt{\frac{2 * 2500 * 60}{0.18 * 60}} = 144\ Unidades/lote$$

Los anteriores son los lotes económicos óptimos a fabricar, pero si calculamos el costo total de fabricación en que incurriríamos al seguir esta política, tendríamos:

Costo de Fabricación totales = (60*129) + (30*183) + (80*144) = 24759 > 16000.

Si observamos, al fabricar los lotes económicos anteriores, estaríamos sobrepasando el presupuesto límite del que disponemos.

Por esto debemos disminuir de alguna forma los lotes económicos de cada una de las lámparas, lo que se logra al calcular el llamado COEFICIENTE DE LAGRANGE (Le).

Desarrollo: Se debe tomar como supuesto base, el que no existen desfases entre los pedidos de los productos considerados.

$$C_T(Q_1, Q_2, \dots, Q_n) = \sum_{j=1}^{n} \left( C_j D_j + \frac{S_j * D_j}{Q_j} + i * C_j * \frac{Q_j}{2} \right)$$

Para optimizar = MIN $C_T = \sum_{j=1}^{n} C_T(Q_j) = \sum_{j=1}^{n}\left(C_j D_j + \frac{S_j * D_j}{Q_j} + i * C_j * \frac{Q_j}{2}\right)$

Sujeto a: $\sum C_j * Q_j^* < B$ Donde B son restricciones de presupuesto en este caso.

Se calcula $Q_j^*$ y se reemplaza en $\sum C_j * Q_j^* < B$

Si no se cumple lo anterior se plantea el Lagrangiano:

$$LE(Q_j, \lambda) = \sum_{j=1}\left(\frac{S_j * D_j}{Q_j} + \frac{i}{2} * C_j * Q_j\right) + \lambda\left(\sum_{j=1}^{n} C * Q_j - B\right)$$

Derivando con respecto a Q y λ , y finalmente reordenando la ecuación es posible establecer que:

$$Q_{Lj}^* = \frac{B}{E} * Q_j^*$$

B: Es de parámetro dado por la restricción.
E: Es el valor del parámetro de la restricción en condiciones optimas.
$Q^*j_L$ = Es el valor optimo del ítem considerando la restricción de Lagrangiano.

$$E = \sum_{j=1}^{n} C_j * Q_j^*$$

Para nuestro ejemplo E = 24750

$$Q_{1L}^* = \frac{16000}{24750} * 129 = 83\ unidades$$

$$Q_{2L}^* = \frac{16000}{24750} * 183 = 118\ unidades$$

$$Q_{3L}^* = \frac{16000}{24750} * 144 = 93\ unidades$$

Considerando que $T: \frac{Q}{D}$ se puede evaluar los Ti.

$$T_1 = \frac{83}{1500} = 20\ días \qquad T_2 = \frac{118}{1500} = 28\ días \qquad T_1 = \frac{93}{2000} = 13\ días$$

Nota: El problema se produce al inicio del análisis, es decir al efectuar en primera compra o el primer traslado, etc.

### 4.7.6 Calculo del Periodo Optimo.

Para la situación anterior puede plantearse el cálculo de un tiempo de ciclo fijo para todos los ítems sujeto a la restricción de presupuesto. Sabiendo que

$$C_{total} = \sum_{i=1}^{n}\left(\frac{S_j * D_j}{Q_j} + C_j * Q_j + i * C * \frac{Q_j}{2}\right) \quad y \quad T = \frac{Q_j}{D_j} \geq Q_j = D_j * T$$

$$C_{total}(T) = \sum_{i=1}^{n}\frac{S_j}{T} + C_j * Q_j + \frac{i * C_j * D_j * T}{2}$$

Derivando con respecto a T y minimizando 0

$$T^* = \sqrt{\frac{2 * \sum_{i=1}^{n} S_j}{i * \sum_{i=1}^{n} C_j D_j}}$$

Debido a que existen restricciones de presupuesto y puede existir un $T_0$ que es distinto, entonces nos interesa: Maximizar $T_0$ , tanto como sea posible.

Por resolución del Lagrangiano, similar al del caso anterior, puede calcularse un $T_0$ de la siguiente forma:

$$\mathrm{T_0} = \frac{2\mathrm{B}\sum_{j=1}^{n}\alpha_j}{\sum_{j=1}^{n}\alpha_j^2 * \left(\sum_{j=1}^{n}\alpha_j\right)^2} \qquad \text{donde} \quad \alpha_j = C_j * D_j$$

y el desfase óptimo entre las órdenes está dado por:

$$t_j = \frac{T_0 * (\alpha_j)}{\sum_{j=1}^{n}\alpha_j} \quad j = 1,2,3, \dots, n.$$

Por lo tanto el T óptimo es aquel que minimiza CT que es función de: CT que es función de: CT (T*c To)

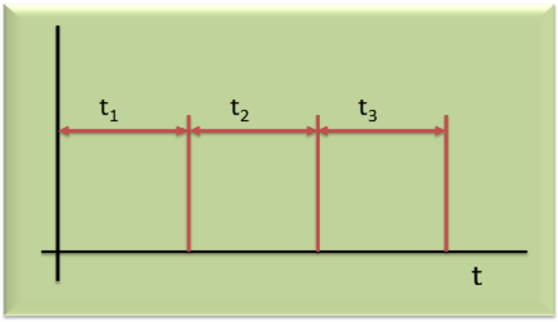


Figura 4.12 T óptimo q minimiza CT

Si aplicamos esto en el ejemplo anterior, tendríamos que:

$$T^* = \sqrt{\frac{2 * \sum S_j}{i * \sum C_j D_j}}$$

$$T^* = \sqrt{\frac{2 * 180}{0.18 * (60 * 1500 + 30 * 1500 + 80 * 2500)}} = 0.07726\ años = 28\ días$$

El período $T_0$ con restricciones, sería:

$$T_0 = \frac{2B \sum_{j=1}^{n} \alpha_j}{\sum \quad \alpha_j^2 * \left(\sum \quad \alpha_j\right)^2}$$

$$T_0 = 2 * 16000 * \frac{\sum(60 * 1500 + 30 * 1500 + 80 * 2500)}{\sum(60 * 1500)^2 + \sum(30 * 1500)^2 + \sum(80 * 2500)^2 + \sum(60 * 1500 + 30 * 1500 + 80 * 2500)^2}$$

= 0,0660 años = 24 días

Por lo tanto, el min. T{24, 28} = 24 días, y las cantidades ordenadas

$Q_j = D_j$*T = $Q_1$ = 1500 x 0,0660 = 99 (unidades)
$Q_2$ = 1500 x 0,0660 = 99 (unidades)
$Q_3$ = 2500 x 0,0660 = 165 (unidades)

$$t_1 = \frac{T_0(\alpha_j)}{\sum_{j=1}^{n} \alpha_j} = \frac{24 * 60 * 1500}{60 * 1500 + 30 * 1500 + 80 * 1500} = \frac{2160000}{335000} = 6.44\ días$$

$$t_2 = \frac{T_0(\alpha_j)}{\sum_{j=1}^{n} \alpha_j} = \frac{24 * 30 * 1500}{3350000} = \frac{1080000}{335000} = 3.2\ días$$

$$t_3 = \frac{T_0(\alpha_j)}{\sum_{j=1}^{n} \alpha_j} = \frac{24 * 80 * 1500}{3350000} = \frac{2880000}{335000} = 14.32\ días$$

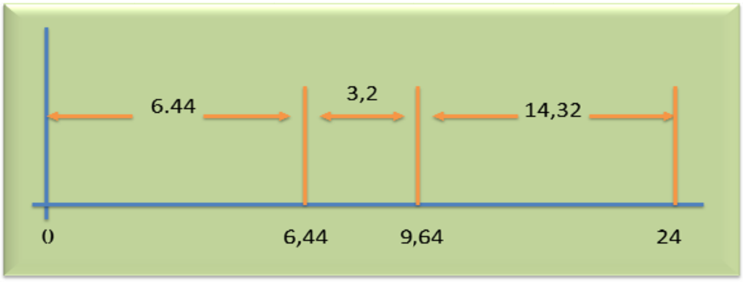


Figura 4.13 T que minimiza CT (2)

**Ejemplo**:

Una maestranza atiende varios centros comerciales en una serie de productos industriales, entre los que se encuentra la fabricación de tornillos de banco. La demanda total de este producto es de 30.000 (unidades/año). La capacidad de producción de la maestranza en este producto es de 45000 (u/año). El costo de elaboración de una unidad es de $4.000. - y el mantener stock involucra un monto del 15%. El costo de ajuste de máquinas es del orden de $30.000.

Se desea saber una doctrina de operación óptima. El tiempo en preparar las máquinas toma cinco días.

a. A qué nivel de Inventario es necesario empezar a preparar la máquina
b. Qué cantidad se debe fabricar.
c. Que cantidad se acumula como máximo.

Respuesta:

a. El nivel r = dxT = 30.000 (u/año) x 5/365 = 410 unidades

b. $Q^* = \sqrt{\frac{2DS}{iC} * \frac{P}{P-D}} = \sqrt{\frac{2*30000*30000}{0.15*4000} * \left(\frac{40000}{40000-30000}\right)} == 3464\, unidades$

c. $I_{max} = \frac{Q}{P}(P-D) = \frac{3464}{40000}(40000-30000) = 866\, unidades$

## 4.8 Modelos con Demanda Probabilística

En los modelos de inventario se asumió lo siguiente:

- Demanda conocida y estable
- Tiempo de espera constante

La realidad práctica no es así, ya que si pueden ocurrir ambas situaciones como lo indica la figura siguiente:

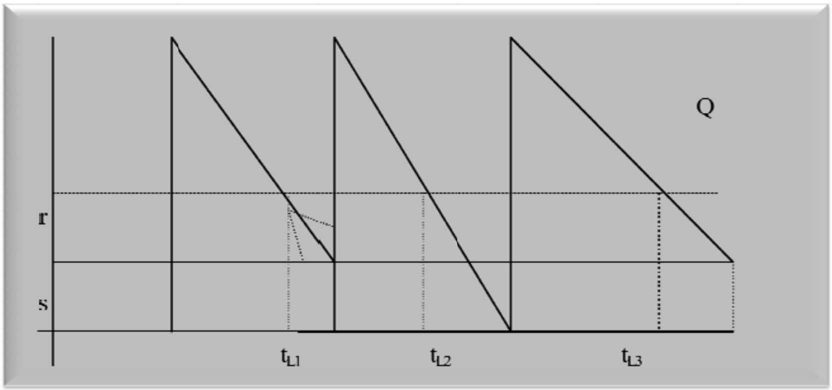


Figura 4.14 Demanda Probabilistica

En este caso tenemos que:

a. Existe una demanda variable
b. Existe un tiempo de espera variable

Por lo tanto, la solución de ese problema es bastante complejo y puede ser logrado en función de un procedimiento de prueba y error de manera dirigido para obtener convergencia, asumiendo un valor de demanda constante se calcula un punto de reorden, y con este valor se recalcula un nuevo Q para otra demanda y nuevamente otro r, finalmente convergen a valores en el tiempo de Q y r.

### 4.8.1 Modelo Simple

Asumir que $t_L$= contante, es decir, el tiempo de espera conocido no así la demanda la cual varía.

En este modelo se desea encontrar la doctrina de operación que tome en cuenta la posibilidad de falta de existencias.

Así, se desea establecer existencias de seguridad adecuadas que permitan proporcionar un nivel especificado de protección para dar servicio a los clientes cuando se desconoce la demanda.

Definición de NIVEL DE SERVICIO: Es el porcentaje de demanda del comprador que se satisface con material proveniente del inventario, así un nivel de 100% representa la satisfacción de todos los requerimientos de comprador con material existente en “bodega”.

El porcentaje de inexistencia es igual a 100% - el nivel de servicio.

Importante existen definiciones diversas de nivel de servicio y que dan valores distintos de puntos de reorden.

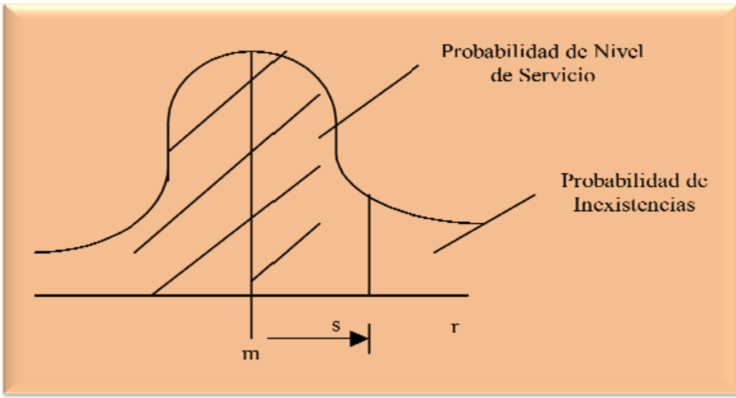


Figura 4.15 Modelo Simple

### 4.8.2 Cálculo de Inventario de seguridad para la Política de Revisión Continua.

Variables:
m = consumo efectuado durante el tiempo de espera.
Z = factor de seguridad.
s = inventario de seguridad.
$\sigma t_L$ = desviación estándar de la demanda durante el tiempo de espera.
$d_L$ = demanda diaria promedio.
$\sigma_{diario}$= desviación estándar diaria de la demanda.

$t_L$ = tiempo de espera.

$$r = m + s = d_L * t_l + Z * \sigma_{tL}$$

Donde:

$$\sigma_{tL}^2 = \sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_3^2 + \cdots + \sigma_n^2$$

Sí:

$$\sigma_1 = \sigma_2 = \sigma_1 = \cdots \sigma_n = \sigma$$

Por lo tanto

$$\sigma_{tL}^2 = t_L * \sigma^2$$

$$\sigma_{tL} = \sqrt{\sigma_{tL}^2} = \sqrt{t_L * \sigma^2}$$

Resumiendo:

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 * D * S}{i * C}}$$

Ejemplo:

La demanda diaria de "camotes" se encuentra distribuida normalmente con una media d = 50 (unidades/día) una desviación de $\sigma_{diario}$ =5(unidades/día). El abastecimiento tiene un tiempo de espera de 6 (días). El costo de solicitud la orden es de 8 (US$/orden), el costo unitario de cada camote es de 1.2 (US$/unidad) y los costos de manejo son del 20% del precio unitario. Se desea dar un nivel de servicio de 95%.

¿Cuál sería la Política Optima?

Supuesto: 365 días al año.

D = d x 365 = 50 x 365 = 18250
S = 8 $/orden
i = 0,2 %
C= 1.2

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 * D * S}{i * C}} = \sqrt{\frac{2 * 50 * 365 * 8}{0.2 * 1.2}} = 1103\ unidades$$

De la distribución normal con un 95%, obtenemos que el área bajo la curva es 0,5 + 0,45. Con este último valor se entra a tabla de Z y u = 0. El valor de Z es 4.645.

Luego: $r = (d * t_L) + (z * \sigma_{tL})$

$r = (50 * 6) + (1645 * \sigma_{tL})$

Pero, como conocemos la $\sigma_{diario}$ =5(unidades/día), tenemos que:

$\sigma_{tL}^2 = t_L * \sigma_{diario}^2 = 6 * 5^2 = 150$

$\sigma_{tL}^2$ = 12.2 (unidades) por el período de 5 días.

r* = 300 + 1,645 * 12,2 = 300 + 20 = 320 (unidades)

Resultado:

a. La política es ordenar lotes de 1103 unidades
b. El punto de orden es de 320 unidades.
c. El Inv. Seguridad = 20 Unidad.

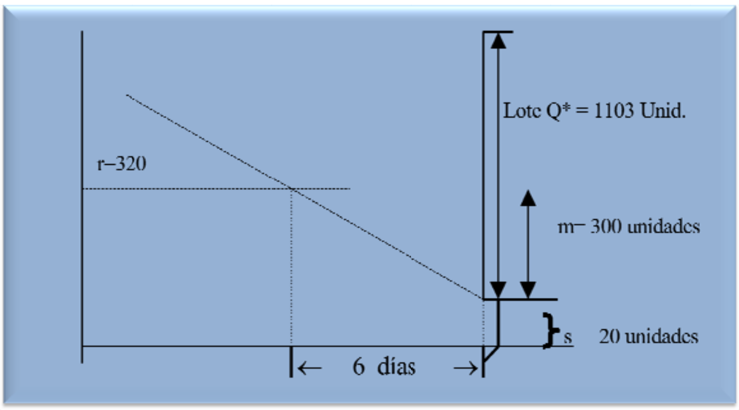


Figura 4.16 Política de Revisión Continua

### 4.8.3 Calculo de Inventario de Seguridad en Política de Revisión Periódica.

A diferencia del modelo EOQ este sistema funciona diferente debido a que:

1. No tiene un punto de reorden sino un objetivo de inventario
2. No tiene una cantidad económica del pedido sino que la cantidad varía de acuerdo a la demanda.
3. El sistema periódico (T) el intervalo de compra es fijo y no la cantidad.

Figura 4.17 Política de Revisión Periódica

Sustituyendo T = Q/D en la fórmula de EOQ, tenemos que:

$$T * D = Q = \sqrt{\frac{2 * D * S}{i * C}}, \quad T = \frac{1}{D}\sqrt{\frac{2DS}{iC}}$$

Esta ecuación proporciona un intervalo de revisión T aproximadamente óptimo.

El nivel de inventario objetivo I, puede establecerse de acuerdo a un nivel de servicio especificado.

Así el inventario objetivo se fija lo suficientemente alto para cubrir la demanda durante el tiempo de entrega más, el período de revisión. Este tiempo es el que condiciona el nivel máximo.

Se requiere este tiempo previsión, debido a que el material en almacén no será restablecido sino hasta el siguiente período de revisión, más el tiempo que tomará esa segunda entrega.

Así, el tiempo total $t_{LT}$ = T + tL

I = m' + s'

| | | | |
|---|---|---|---|
| Desde | P | = | nivel de inventario objetivo |
| | m' | = | demanda promedio durante el tiempo de T + tL |
| | s' | = | Inventario de seguridad |
| | s' | = | z * $\sigma_{tL}$ |
| | $\sigma_{tL+t}$ | = | La desviación estándar durante T + $t_L$ |

Z = Factor de seguridad

Ejemplo:

Sea una demanda $d$ = 200 (cajas/día)
$t_L$ = 4 (días)
$\sigma_{diario}$= 150 (cajas/día)
s = 20
i = 20%
c = 10($/caja)

Suponga que el almacén abre 5 días a la semana, 50 semanas, 250 días al año

I. Política de Revisión Permanente:

$$Q = \sqrt{\frac{2 * 200 * 250 * 200}{0.2 * 10}} = \sqrt{10^6} = 1000\ cajas$$

m = 200 x 4 = 800 (unidades)

$\sigma t_L^2 = t_{L+t} * \sigma^2_{diario}$

$\sigma t_L^2 = 4 \text{ x}(150)^2 = 90.000$

$\sigma t_L = 300$ (cajas/durante $t_L$)

Nivel de servicio 95% → Z = 1,645

Inventario de Seguridad:

$s = z * \sigma_{tL} = 495$ (unidades)

Pto. de Reorden:

$r = (d * t_{LT}) + (z * \sigma_{tL}) = 200 \text{ x } 4 + 1{,}65\text{x}300 = 800 + 495 = 1295$ (unidades)

II. Para la política Revisión Periódica, tenemos que

$$T = \frac{Q}{D} = \frac{1000}{200} = 5$$

I= m’ + s’

I = m’ + Z $\sigma_{tL+T}$

m’ = d * $t_{L+T}$ = 200 x 9 = 1800 (unidades)

= 9 * $150^2$ = 202.500

$\sigma^2_{Lt+T}$ = $(t_L+T)$* $\sigma^2_d$= 202500

$\sigma_{Lt+T}$ = 450 (unidades)

Inventario de seguridad s’:

s’ = 1.65 * 450 = 742 (unidades)

Por lo tanto:

I = m’ + s’ = 1800 + 742 = 2542 (unidades)

La regla de revisión periódica es ordenar para lograr un nivel objetivo de I= 2542 unidades y hacer revisión cada 5 días.

Si comparamos los inventarios de seguridad para cada una de las políticas, tenemos:

Política de Revisión Continua: s = 495 (unidades)

Política de Revisión Periódica: s’ = 742 (unidades)

¿ Porqué se produce tal diferencia?

En el Sistema de Revisión Periódica el Inventario de Seguridad sirve para cubrir un período de tiempo (T + $t_L$), mientras que en el Sistema de Revisión Permanente el Inventario de Seguridad cubre un período $t_L$

## 4.9 Resumen Final de Inventarios.

Los modelos básicos de inventario son:

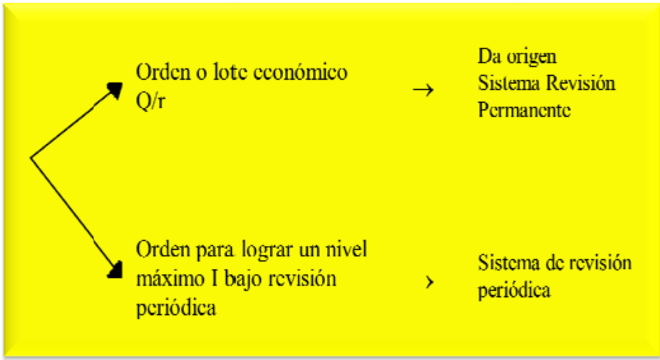


Figura 4.18 Modelos Básicos de Inventarios

1. En el caso de sistema periódico, es más fácil de llevar ya que sólo se verifica una vez cada período, se pide un máximo que es variable.

2. El sistema Q/r debe ser revisado permanentemente y hacer registros cada vez que se hace un egreso, requiere de mayor esfuerzo.

3. El sistema periódico requiere de más existencia de seguridad, ya que esta se dimensiona para un tiempo $t_L = T + t_L$.

4. El Sistema de Revisión Periódica puede dar como resultado más falta, ya que puede trabajar con una demanda normalmente alta, puede haber falta.

5. En el sistema Q, r la cosa es diferente, ya que existe un monitoreo permanente y se puede reaccionar más rápido.

### 4.9.1 Enfoque Japonés.

- La filosofía rápida es producir lo que el cliente desea.
- Hacer la cantidad exacta, en el tiempo exacto y en las condiciones solicitadas.
- Elaborar el producto con la frecuencia que se pide.
- Producir con calidad perfecta (especificaciones dadas).
- Fabricación con tiempo de espera mínimo.
- Lote económico EOQ = 1 (teorico)
- Producción sin desperdicio de mano de obra, material, equipo, etc.., de forma que por ningún motivo exista material o inventario ocioso.

Por lo tanto, como resultado final de esta filosofía, tenemos una drástica caída de inventarios con el consiguiente aumento de rotación. El enfoque JIT nace como una filosofía de administración o gestión de la producción y, con su técnica de Kanban, como herramienta de CONTROL de la producción.

Ejemplo de un análisis de producción:

| Plantas | Disponibilidades días de Inventario | Rotación Anual |
|---|---|---|
| Toyota 1980 Japón | 4 | 62 |
| Kaeasaki 1981 Japón | 3,2 | 78 |
| Kawasaki (USA) 1982 | 5,0 | 50 |
| Compañías Americanas 1982 | 10 - 41 | 6 - 25 |

Cuadro 4.5 Análisis de Producción

Rotación es igual = 250 días de disponibilidad

### 4.9.2 Sistema de Costeo ABC.

Este sistema se basa en la propuesta de PARETO (1906), donde observa que unos cuantos artículos en cualquier grupo, controlarían una proporción significativa del grupo entero. Así se observo que:

- Unos pocos individuos parecen obtener la mayoría de los ingresos.
- Unos pocos productos parecen obtener la mayoría de los ingresos y así por adelante.

En inventario sucede algo parecido.

Un ejemplo que aclara la situación, donde un total de 10 artículos de los cuales 2 representan el 73,2% del costo o uso.

| Clase | Nº de Artículos | Porcentaje | Porcentaje del uso total en |
|---|---|---|---|
| A | 3,6 | 20 | 73,2 % |
| B | 2,4,9 | 30 | 16,3 % |
| C | 1,5,7,8,10 | 50 | 10,5 % |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | | 100% |

Cuadro 4.6 Sistema de Costeo ABC

Figura 4.19 Costeo ABC

En resumen: este concepto se fundamenta en los pocos significativos en los muchos significativos, lo básico es que me permite orientar mis esfuerzos.

Consideraciones adicionales

Otros aspectos a considerar en manejo de inventarios es que no son costos son:

- Lead time
- Obsolescencia
- Disponibilidad
- Sustitutibilidad
- Criticidad

Así se deben considerar aspectos de:

- “no” producir por falta.
- rapidez de la compra.
- cuando un sustituto está disponible.
- descuentos según fecha de compra.

Estos aspectos pueden tener un mayor impacto que lo determinado económicamente, en determinados casos.

## 4.10 Sistemas de Control de Inventarios

Hasta este punto la atención se ha centrado en las reglas de decisión que pueden usarse para determinar ¿Cuándo y Cuánto Ordenar?.

En las operaciones, estas reglas deben enmarcarse dentro de un sistema de control de inventarios, de la forma como se registra la información (transacciones).
Un sistema de control de inventarios puede ser manual o computarizado o una combinación de ambos. Sin embargo, hoy en día la gran mayoría de los sistemas de control son computarizados, exceptuándose aquellos que tienen un numero pequeño de artículos, donde su costo no justifica que se implemente un sistema sofisticado.

Independiente de si un sistema de control es o no computarizado, deben ejecutarse las siguientes funciones:

Conteo de las transacciones. Todo sistema de inventario requiere de un método de registro de las operaciones de entrada y salidas del sistema con el fin de dar apoyo a las funciones contables y de administración de inventarios. Estos registros pueden mantenerse en forma perpetua o solo por un periodo de tiempo.

Pronósticos. Las decisiones de inventario deben basarse en pronósticos de demanda. En todo sistema es necesario considerar técnicas cuantitativas que apoyen lo juicios subjetivos, esto ultimo con el fin de modificar los pronósticos cuantitativos en caso de que ocurran eventos poco probables.

Informes a la alta administración. Un sistema de control de inventarios debe generar informes para la alta administración, así como para los gerentes de inventarios.

Estos informes deben medir el funcionamiento global del inventario y deben ayudar en la formulación de políticas generales para lo inventarios. Tales informes deben incluir el nivel de servicio que se proporciona, los costos de operación del inventario, los niveles comparados con otros periodos.

### 4.10.1 Tipos de Sistemas de Control

Son muchos los tipos de sistemas de control de inventarios que actualmente están en uso, sin embargo los 4 de mayor uso son los siguientes:

a. **Sistema de Un Solo Dispositivo**: Es un sistema de un solo dispositivo el caja o estante se llena en forma periódica (por ejemplo los estantes de las tiendas minoristas, los cajones para partes pequeñas en las fabricas, etc.) . Este sistema donde el tamaño es la meta. y el inventario se ajusta a esta medida en forma periódica, No se mantienen registros de cada una de las entradas y salidas.

b. **Sistemas de Dos Depósitos.** La idea básica es que existen dos compartimentos, el primero es de donde se saca el material y el segundo es una cantidad tal que es igual al punto de reorden. Una vez que el primero se ha agotado se inicia el segundo, emitiéndose una orden por una nueva cantidad igual al lote Q a ordenar determinado en función de un modelo respectivo.

d. **Sistema de Cardex.** Con este sistema, se lleva un cardex, en el que generalmente se tiene una tarjeta para cada artículo del inventario. Conforme se venden los artículos, se localizan las correspondientes tarjetas y se actualizan. Similarmente. las tarjetas son actualizadas cuando llega material nuevo.

e. **Sistema Computarizado.** Se conserva un registro para cada artículo en una memoria de almacenamiento de lectura computarizada. las transacciones se asientan contra este registro conforme los artículos son despachados o recibidos. Un buen ejemplo de la actualidad son los supermercados con sus registros de códigos de barras pueden automáticamente saber la cantidad vendida de un determinado producto, su rotación, pérdidas, etc.

## 4.11 Actividades para el Aprendizaje.

Luego de visitar estas direcciones de páginas web, elaborar un resumen y/o desarrollar los ejercicios propuestos para el tema correspondiente:

Modelos de Inventario
http://www.inca.inf.utfsm.cl/~Pablo/files/ModeloInventario2006.pdf
Resolver los ejercicios al capitulo correspondiente:

Cátedra de Métodos Cuantitativos para los Negocios.
http://www.unsa.edu.ar/mcneco/mcn_tps.html

Programación Matemática
http://www.uv.es/~sala/programacion.htm

Bienvenidos a los cursos del Área de Operaciones – Descargar ejercicios:
http://ucreanop.org/descarga_ejercicios.php