

Modelos de inventarios

Investigación de operaciones

Facultad de Ingeniería
Institución Universitaria de Envigado

Definición

Los *inventarios* son recursos utilizables que se encuentran almacenados en algún punto determinado del tiempo.

Ejemplos:

Materias primas

Piezas

Componentes

Suministros

Productos en proceso

Productos terminados

Clasificación de inventarios

Por su valor agregado:

- Materia prima
- Productos Semielaborados
- Productos terminados
- Segundas
- Repuestos

Por su estado:

- Disponible
- En tránsito
- En consignación
- En cuarentena

Según su naturaleza:

- Perecederos
- Secos
- Húmedos
- Volátiles
- Riesgosos (Explosivo, tóxico, costoso)

En relación a las ventas:

- De línea
- Bajo pedido
- Exportación
- Promociones
- Lenta rotación
- Obsoletos

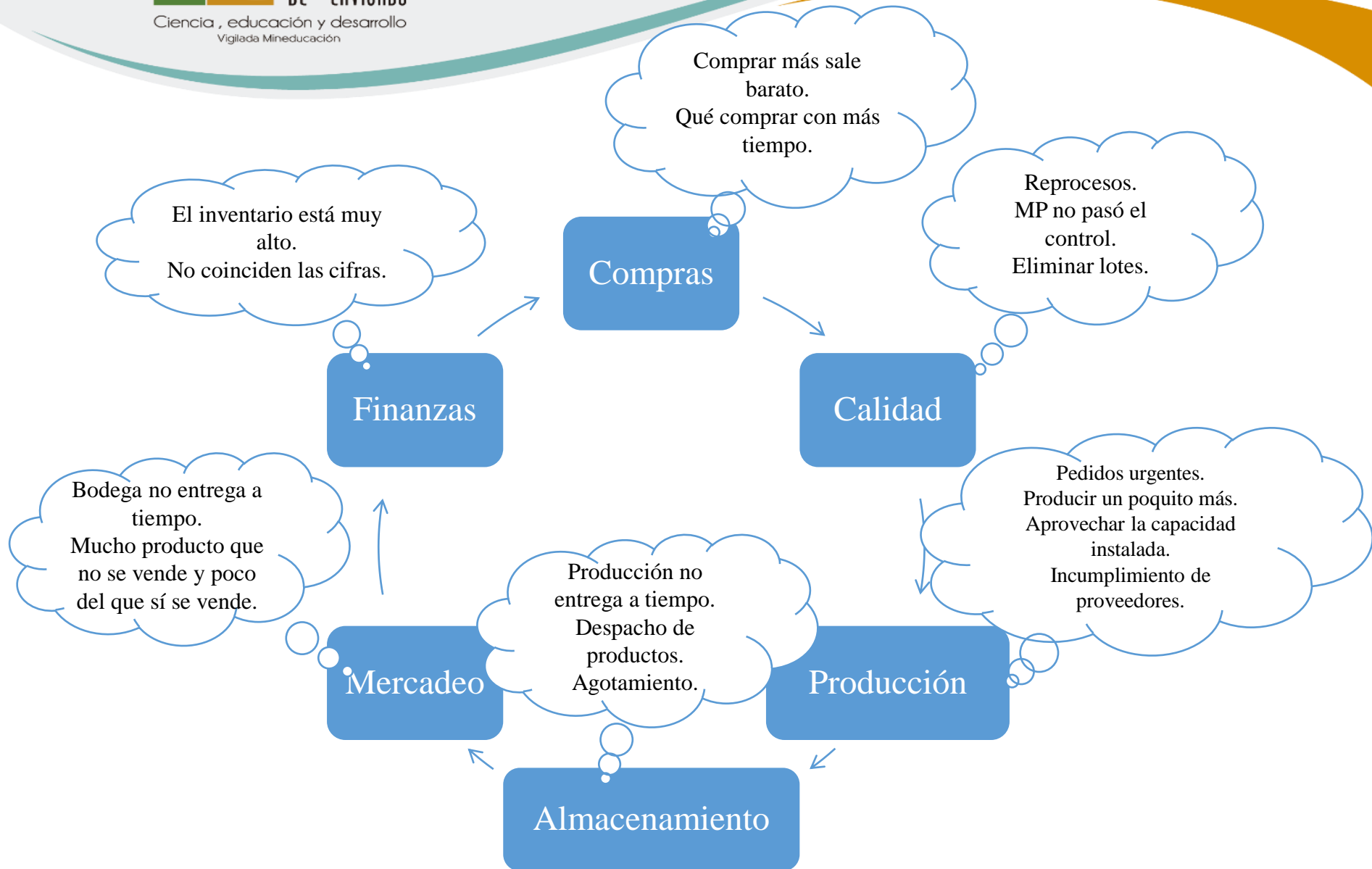
¿Por qué mantener inventario?

Difícil predecir con exactitud:

- El nivel de ventas
- El tiempo de producción
- La demanda
- Las necesidades de uso



COSTO



Objetivo de las políticas de inventarios

Dentro del contexto de los inventarios, **la mejor política de inventarios es no tener inventario**. En caso en que sea indispensable tener inventarios, es necesario contar con un sistema de administración y planificación que permita administrar el *balance adecuado entre costo y servicio, y entre oferta y demanda*.

Responder...

¿**Cuánto** debo pedir al reabastecer el inventario de un elemento?

¿**Cuándo** deberé reabastecer el inventario de un elemento?

Modelos comerciales

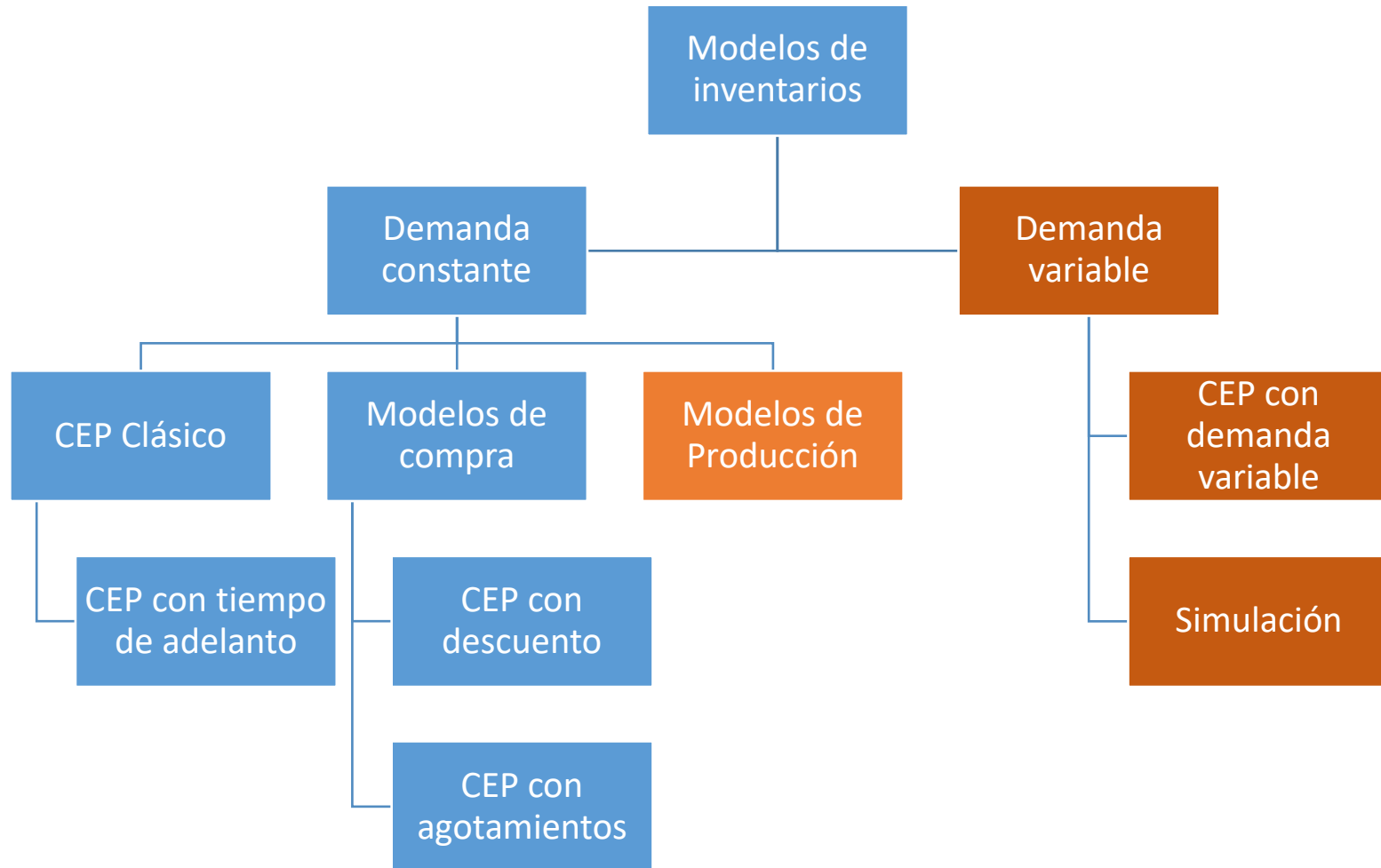
Los inventarios de reabastecimiento se adquieren de proveedores externos a la empresa.

Forma instantánea

Modelos de producción

Los inventarios de reabastecimiento se fabrican internamente en la compañía.

Forma paulatina



Costos de pedidos (preparación)

Se incurre en cualquier momento en que ocurre alguna actividad para reabastecer los inventarios.

Costos de conservación (mantenimiento)

Se incurre en ellos al tener un determinado nivel de inventarios durante un período específico.

Criterios de costos

Costos de agotamiento (falta de existencias)

Son aquellos en los que se incurre al no poder satisfacer una demanda.

Costos de adquisición (compra)

Es el costo directo asociado con la compra real de un artículo o su producción.

Modelos Determinísticos

- Modelo Clásico de la Cantidad Económica de Pedido (CEP o EOQ (Economic Order Quantity))
- Modelos de CEP con tiempo de adelanto
- Modelos con descuento por compras en grandes cantidades.
- Modelos con agotamiento.
- Modelos de Producción.

Modelo clásico de la Cantidad Económica de Pedido (CEP) – Modelo EOQ

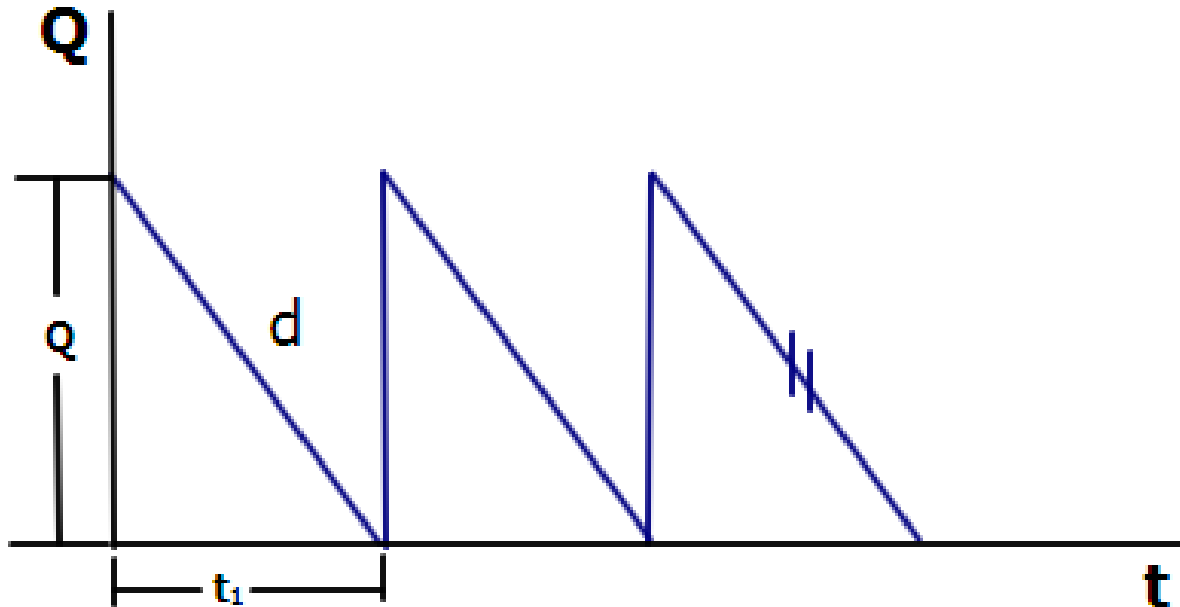
Consideraciones del modelo:

1. Se conoce la demanda con certidumbre y es constante con el tiempo.
2. El tiempo de adelanto o espera es cero.
3. Se emplea un sistema de punto de orden, los inventarios se revisan de forma continua.
4. El inventario se reabastece cuando ha llegado exactamente al nivel cero. No se utiliza existencia de seguridad y no se permiten agotamientos.

Modelo clásico de la Cantidad Económica de Pedido (CEP) – Modelo EOQ

5. El reabastecimiento de los inventarios es instantáneo, es decir, el pedido total se recibe en un solo lote.
6. La cantidad de pedido es constante para cada orden.
7. El problema implica un sistema de etapa única.
8. Se considera un horizonte de tiempo infinito y continuo.
9. Se considera que todos los costos son constantes en el horizonte infinito de tiempo.

Modelo clásico de la cantidad Económica de Pedido (CEP - EOQ)



Planteamiento del modelo CEP

- Objetivo: determinar la cantidad óptima de pedido (Q^*) y el punto de reorden (R^*), minimizando el costo de los inventarios.
- Si $R^* = 0$ y agotamiento = 0, entonces lo que debemos minimizar es la suma de los costos de pedidos y los costos de mantenimiento.

Costos de pedido vs costos de mantenimiento

Si Δ la Q pedido



menos pedidos se
deben hacer



∇ costo de pedido

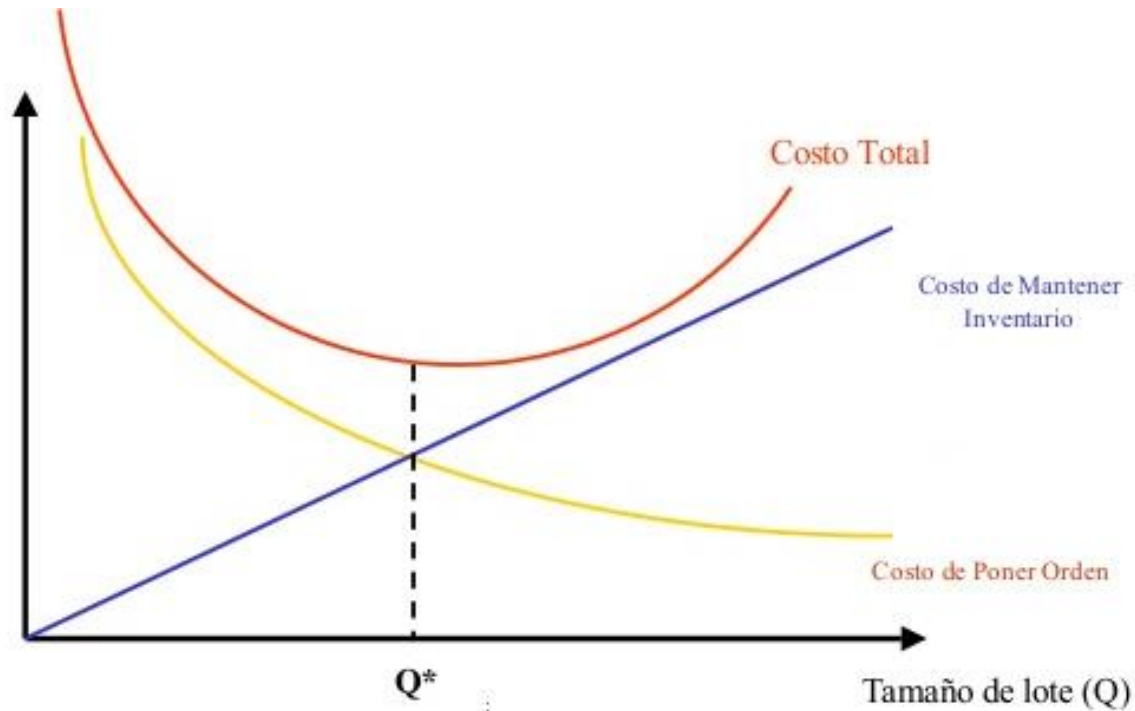
Si Δ número de
unidades



Δ costo de
mantenimiento

Cantidad óptima de pedido (Q^*):
Costo de pedido = costo de mantenimiento

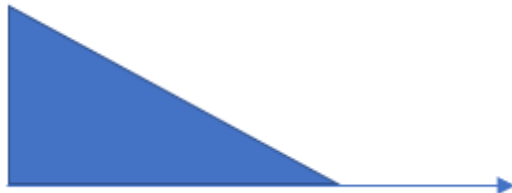
Costo total del inventario



Equilibrio entre costo de pedido y costo de mantenimiento.

Ejemplo

Suponga que se tiene una demanda de 12.000 unidades al año. Hace un pedido de 12000 unidades. El costo del pedido es de \$1000 y el castigo financiero por mantener el inventario es del 10% sobre el precio de compra del producto. El precio de compra del producto es de \$50.



Costo total = Costo de pedido + costo de mantenimiento

Costo total = \$ (cantidad de pedidos) + \$ (inventario promedio)

Costo total = \$1000 (1) + \$5 (12000/2) = \$ 31.000

Costo de pedido = \$ 1000

Costo de mantenimiento = \$30.000

Suponga que en lugar de pedir las 12000 unidades, pide solamente 6000 unidades:

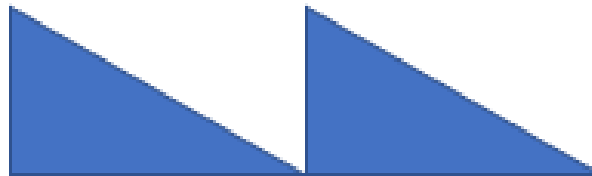
$$\text{Demanda} = 12000$$

$$Q = 6000$$

$$\text{Número de pedidos} = 2 = D/Q = 12000 / 6000$$

$$\text{Inventario promedio} = Q/2 = 3000$$

$$\text{Costo total} = \$1000 (2) + \$5 (3000) = \$17.000$$



Suponga que hace pedidos de 3000 unidades:

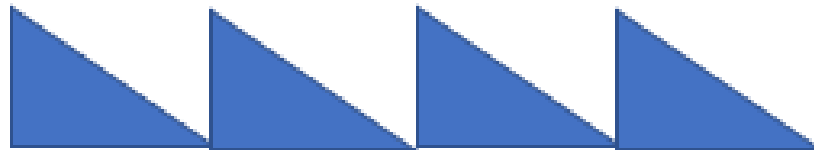
Demanda = 12000

$Q = 3000$

Número de pedidos = $4 = D/Q = 12000/3000$

Inventario promedio = $Q/2 = 1500$

Costo total = $\$1000 (4) + \$5 (1500) = \$11.500$



Modelo matemático CEP

- Variable de decisión: Q
- Minimizar

C_T = Costo de pedidos + Costo de conservación

$$\text{Minimizar } C_T = C_o \cdot \frac{D}{Q} + C_c \cdot \frac{Q}{2}$$

Modelo matemático CEP

- Cantidad óptima de pedidos: $Q^* = \sqrt{\frac{2C_o D}{C_c}}$
- Número óptimo de pedidos: $N^* = \frac{D}{Q^*} = \sqrt{\frac{DC_c}{2C_o}}$
- Ciclo de inventario: $t_c = \frac{1}{N^*} = \sqrt{\frac{2C_o}{DC_c}}$
- Costo Total óptimo: $C_T^* = \sqrt{2C_o C_c D}$

Modelo matemático CEP

- C_o : Costo por pedido que se ordena.
- C_c : Costo de mantenimiento (o conservación) por unidad y por período de tiempo
- C_T : Costo total de inventario por período de tiempo
- Q : Cantidad que se pide (tamaño del pedido)
- D : Demanda. Unidades que se piden por período de tiempo.

Ejemplo

Continuando con el ejemplo anterior, teniendo en cuenta la cantidad óptima de pedido:

- Calcular la cantidad óptima de pedido:

$$Q^* = \sqrt{\frac{2C_o D}{C_c}} = \sqrt{\frac{2(\$1000)(12000)}{\$5}} = 2190,8 \text{ unidades}$$

- Número de pedidos = $N^* = \frac{D}{Q^*} = 5,48$
- Costo de pedido = $\$1000 (12000/2190,8) = 5.477,5$
- Costo de mantenimiento = $\$5 (1095,5) = 5.477,5$
- Costo total = $\$10.955$
- $C_T^* = \sqrt{2C_o C_c D} = \sqrt{2(1000)(5)(12000)} = \10.955

Conclusión: debe hacer pedidos de 2191 unidades para tener el costo total mínimo de \$ 10.955.

Ejemplo

La compañía Cars Ltda. se dedica a la venta de acumuladores para automóvil, actualmente está manejando una marca que tiene un costo de compra de \$350, se estima que la demanda mensual es de 160 acumuladores y se mantiene constante; la política de la compañía es cargar un 20% mensual por concepto de conservación del inventario. Los costos asociados para realizar un pedido son:

- Transporte y acomodo \$1000
- Gastos administrativos \$ 150
- Revisión de los acumuladores \$ 250

Determine:

- a. El tamaño óptimo de los pedidos.
- b. El número de pedidos y el tiempo entre éstos.
- c. El costo total del inventario.

Modelo CEP

Tiempo de adelanto y punto de reorden

Tiempo de adelanto

Es el tiempo que transcurre entre el inicio de la actividad de reabastecimiento y la recepción o entrega del reabastecimiento de los inventarios.



Consideraciones

Tomaremos:

Tiempo de adelanto > 0

Reabastecimiento en nivel $\neq 0$

Nota:

Las ecuaciones Q^* , N^* y C_T^* siguen siendo pertinentes cuando se emite un pedido de reabastecimiento.

¿Cuándo debe emitirse el pedido?

Situaciones:

1. Tiempo de adelanto es inferior al ciclo de inventario ($t_L < t_c$). La demanda durante cualquier período de adelanto (es $t_L D$) es menor a Q^*

$$R^* = t_L D$$

2. Tiempo de adelanto es mayor al ciclo de inventario ($t_L > t_c$). La demanda durante cualquier período de adelanto (es $t_L D$) es mayor a Q^*

Los pedidos se deben hacer en períodos anteriores para satisfacer la demanda.

Punto de Reorden R^*

$$R^* = t_L D - \underbrace{\left[\frac{t_L}{t_c} \right]}_{\text{parte entera}} Q^*$$

Se toma la
parte entera
de esta razón

Modelo CEP

- Análisis de sensibilidad

Expresar el efecto de los errores o cambios en las variables en forma de razón:

$$\frac{CEP \text{ real}}{CEP \text{ estimada}}$$

Modelo CEP real

$$Q' = \sqrt{\frac{2C_o D'}{C_c}}$$

- C_o : Valor real del costo de pedido
- C_c : Valor real del costo de conservación
- D' : Valor real de la demanda

Impacto sobre los costos por no utilizar la cantidad óptima de pedidos (Q^*) o el tiempo óptimo de pedidos (t^*)

$$l = \frac{C'_T}{C_T^*} = \left(\frac{k + 1/k}{2} \right)$$

Proporciona una medida relativa del efecto de los cambios sobre C_T^*

Donde $k = \frac{Q'}{Q^*}$ o $k = \frac{t'}{t^*}$

Ejemplos

- Suponga que: Q_1' es 20% inferior a Q^* , Q_2' es 25% mayor a Q^* y $Q^* = 300$. Qué impacto tiene sobre los costos utilizar cualquiera de las otras cantidades?
- Un almacén calcula $Q^* = 250$, pero sólo es posible ordenar unidades en lotes de 100. Cuántas unidades deberían ordenar?

Ejemplo

Una empresa compra el papel para elaborar el cartón a un proveedor a un precio de \$240 la tonelada, la demanda del papel es de 75 toneladas mensuales y se mantiene constante, se ha decidido cargar el 15% del precio de compra como costo de mantenimiento (anual). Como el proveedor se encuentra fuera de la ciudad, carga un costo de \$ 40 por cada pedido, independientemente de la magnitud de este. Determine:

- a. La cantidad óptima de pedido.
- b. El número de pedidos y el tiempo (en días) entre estos.
- c. El nivel del inventario al cual se deben realizar los nuevos pedidos, si éstos tardan en llegar 4 días.
- d. Si el gerente decide colocar sus pedidos cada 15 días, ¿cómo se afectan los costos?

Referencia bibliográfica

- Davis, K. McKeown, P. Modelos cuantitativos para administración. Segunda edición. Grupo editorial Iberoamérica. México, 1986.