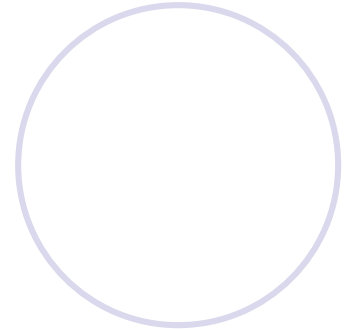
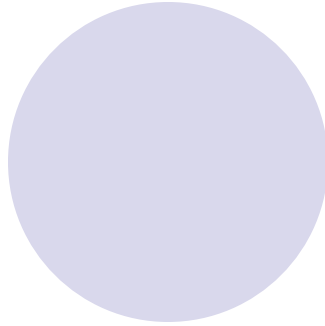
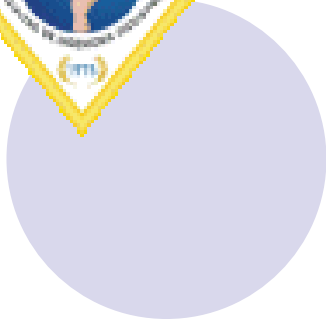


Inventarios



BRAIN LOGISTICS



H. R. Alvarez A., Ph. D.

Inventarios: ¿qué son?

- **Definición contable:** registro documental de los bienes y demás objetos pertenecientes a una persona física, a una organización o comunidad. Debe aparecer dentro del activo como un activo circulante.
- **Definición operativa:** representa la existencia de bienes almacenados destinados a realizar una operación, sea de compra, alquiler, venta, uso o transformación.
- En una organización están constituidos por sus materias primas, sus productos en proceso, los suministros que utiliza en sus operaciones y los productos terminados



Inventarios

- Tienen una gran importancia siempre y cuando estos añadan valor a los procesos.
- La existencia de los inventarios añade valor si estos están disponibles sin generar costos adicionales que muchas veces están ocultos.
- Razones para tener inventarios:
 - Para crear reservas contra imprevistos en la oferta y la demanda
 - Para lograr ventajas en descuentos de cantidad
 - Para disminuir costos de instalación y montaje aprovechando la producción por lotes
 - Para tener reservas que permitan enfrentar demandas estacionales o promociones
 - Para mantener el flujo de productos entre lugares o centros de trabajo
 - Para explotar oportunidades de especulación



¿Por qué definir su tipo y cantidad?

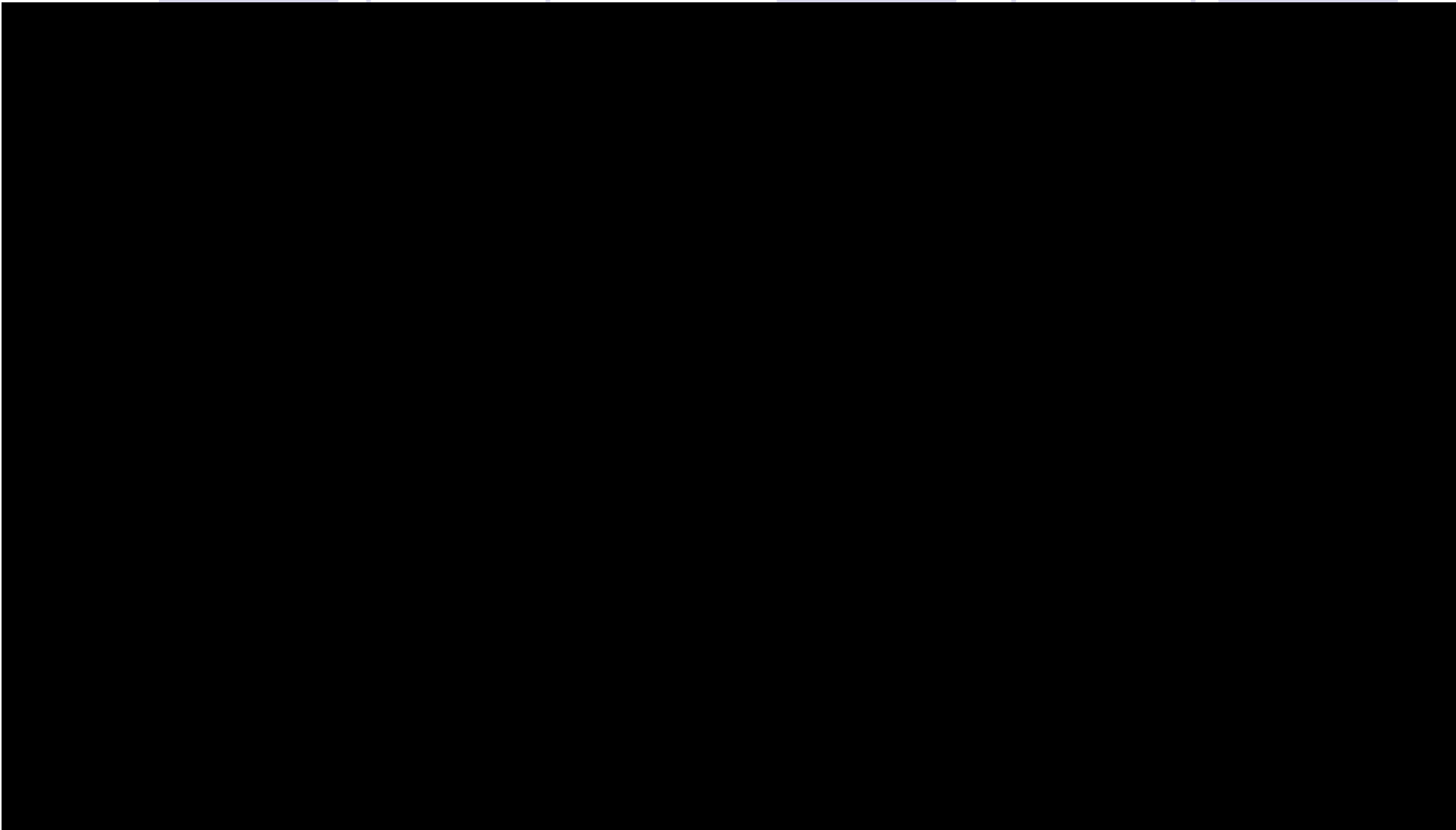
- En un ambiente justo a tiempo, el inventario se considera un desperdicio.
- Sin embargo llevar inventario desempeña un elemento estratégico si la organización carece de control sólido sobre:
 - su flujo de caja
 - la transferencia de información entre los departamentos y los proveedores importantes,
 - los plazos de entrega y
 - la calidad de los materiales que recibe,



La cantidad óptima:

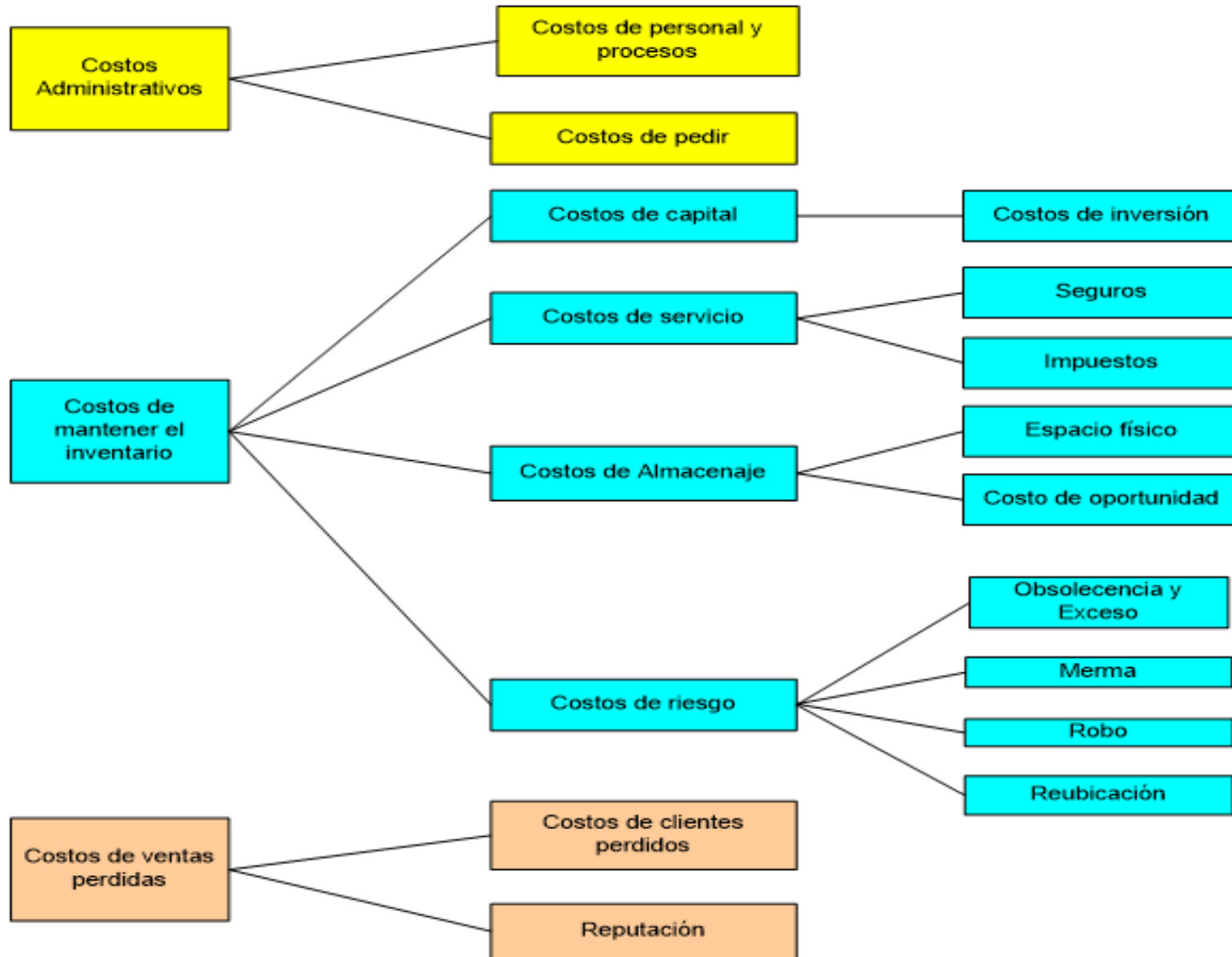
- La optimización está en función del cuánto y cuándo.
- Cuánto:
 - Inventario por si acaso vs., inventario justo a tiempo.
 - Costos asociados por almacenamiento
 - Costos asociados por pedir
 - Costos asociados por ventas perdidas
- Cuándo:
 - Plan de abastecimiento
 - Pedidos pendientes
 - Tiempo de pedido
 - Inventarios faltantes





H. R. Alvarez A., Ph. D.

Taxonomía de costos



Costos relacionados

- **Costo de las órdenes de reposición o de ordenar C.** Incluye todos aquellos gastos realizados por la empresa para conseguir el producto. Incluye todos los costos que no varían con el tamaño del pedido o lote, pero en los cuales se incurre cada vez que hay un pedido.
- **Costo de Mantenimiento H.** Hace referencia a todos los gastos asociados a mantener los stocks en la bodega de la organización.
 - Costos de capital, impuestos, seguros, obsolescencia.
 - Costos de almacenamiento, espacio físico, energía eléctrica, personal e infraestructura
- Puede presentarse como un valor unitario, o como un porcentaje h del costo del producto, tal que:

$$H = hC_h$$



Componentes típicos del costo de mantener los inventarios

Concepto	% Promedio	Rangos
Costo de Capital	10%	4 - 40%
Impuestos	1%	0.5 – 2%
Seguro	0.5%	0 – 2%
Obsolescencia	1.2%	0.5 – 2%
Almacenamiento	2%	0 – 4%
Totales	14.25%	4 – 50%

Algunos autores sugieren que el costo de mantener inventario es alrededor del 25% de su valor anual

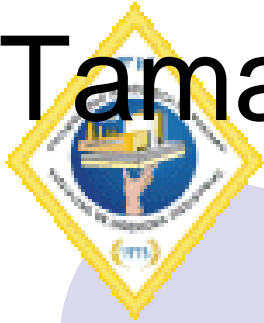


- **Costos de ventas perdidas:** son aquellos costos relacionados a la falta de un producto en inventario y se pueden considerar de dos tipos: cliente o venta perdida y de reputación.
- Estos costos se toman en cuenta en el caso de que la empresa tenga la política de aceptar pedidos por faltantes, cuando estos productos tienen muy altos costos de mantenimiento o la empresa no tiene competencia.





Tamaño Económico de Lote



Control de inventario con demanda determinística

- La técnica del **lote a lote** consiste en realizar pedidos o corridas de producción iguales a las necesidades netas de cada periodo, minimizando así los costos de mantenimiento del inventario.
- Comprar o producir exactamente lo necesario sin tener que trasladar inventario a periodos futuros.
- La Cantidad Económica de Pedido (**EOQ**) es un modelo de cantidad fija el cual busca determinar mediante la igualdad cuantitativa de los costos de ordenar y los costos de mantenimiento el menor costo total posible.
- Se utiliza cuando se conoce la demanda.



El más simple y conocido de los modelos de inventarios. Fue desarrollado en 1913 por Ford Whitman Harris, un ingeniero que trabajaba en Westinghouse Corporation.

Permite determinar

- El momento en el cual se debe colocar un pedido o iniciar una corrida de producción,
- La cantidad de unidades (Tamaño del pedido) que se pedirán «Q».
- El Costo Anual por ordenar (el cual será igual al costo anual por mantener).
- El costo Anual por mantener (el cual será igual al costo anual por ordenar).
- El número de órdenes o corridas que se deben colocar o iniciar respectivamente al año (N).
- El tiempo entre cada orden o corrida de producción (T).
- El periodo de consumo en días.

Desventajas

- Un solo ítem.
- Demanda constante, exacta y conocida.
- Los ítems se producen o se compran en lotes.
- Cada orden se recibe en un solo envío.
- No se permiten inexistencias.
- El costo fijo de emitir una orden o de alistamiento es constante y determinístico.
- El lead time del proveedor es constante y determinístico.
- No existen descuentos por volumen de pedido.

Limitantes y desventajas



- Un solo ítem.
- Demanda constante, exacta y conocida.
- Los ítems se producen o se compran en lotes.
- Cada orden u orden se recibe en un solo envío.
- No se permiten inexistencias (quiebre de stock).
- El costo fijo de emitir una orden o de alistamiento es constante y determinístico.
- El lead time (tiempo de carga) del proveedor es constante y determinístico.
- No existen descuentos por volumen de pedido (para este caso existe un modelos especial el cual se presenta más adelante).



El modelo

- El costo total de la política de inventario está dado por:
 - Costo total del inventario
 - Costo de pedir
 - Costo de mantener
- Si se asume que el costo total del inventario es constante, el modelo realmente es función solamente de los costos de pedir y mantener.



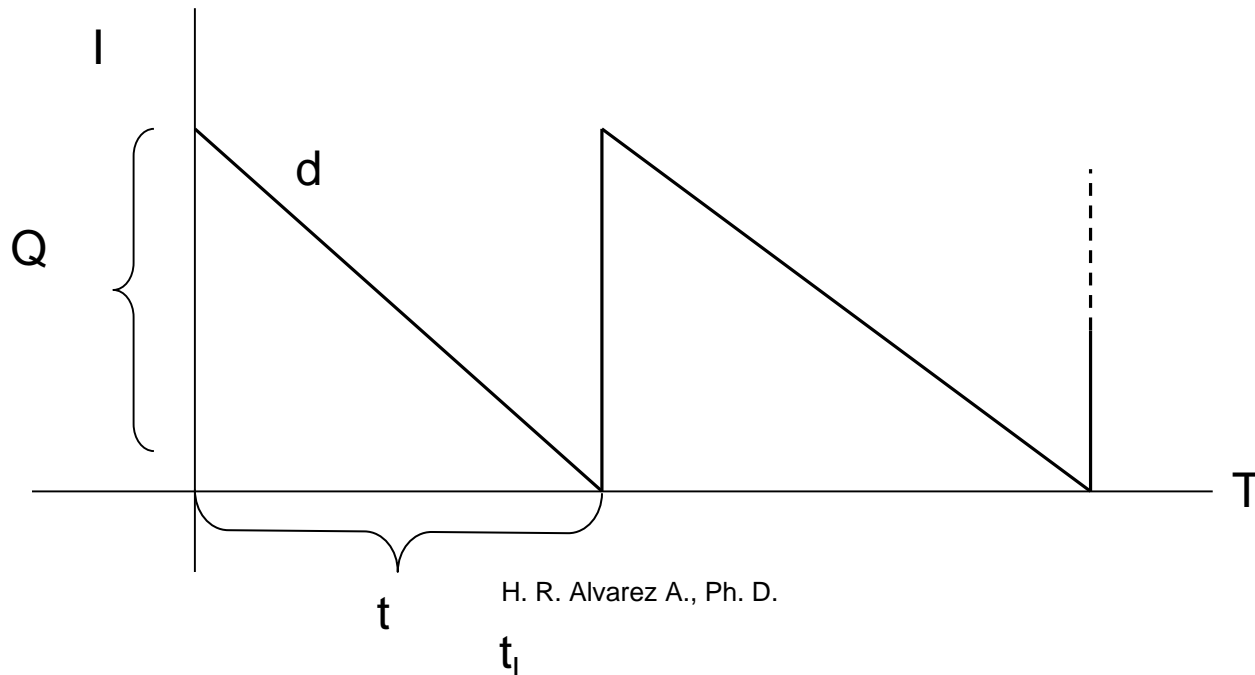
Parámetros del modelo

- La demanda es conocida y ocurre a una tasa constante diaria d totalizando D unidades al año.
- Cada vez que se hace una orden, el costo de ordenar es constante e igual a C_p .
- Cada orden se recibe a tiempo, o sea no hay tiempo de espera.
- La orden se recibe exactamente cuando el inventario es cero.
- No se permite déficit.
- El costo por unidad por año de mantener el inventario es C_h .



El modelo

- El modelo supone que en un momento t llega un pedido de tamaño Q , que se consume a demanda constante d .
- Justo cuando se acaba el inventario, llega un nuevo pedido de tamaño Q .



H. R. Alvarez A., Ph. D.



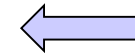
El modelo

- Se tiene un producto que tiene una demanda diaria de 35 unidades, que se venden a un precio de 2.00.
- La empresa trabaja 300 días al año.
- El costo de pedir es de 100.00 por pedido y el de mantener se supone un 25% del valor de cada unidad.

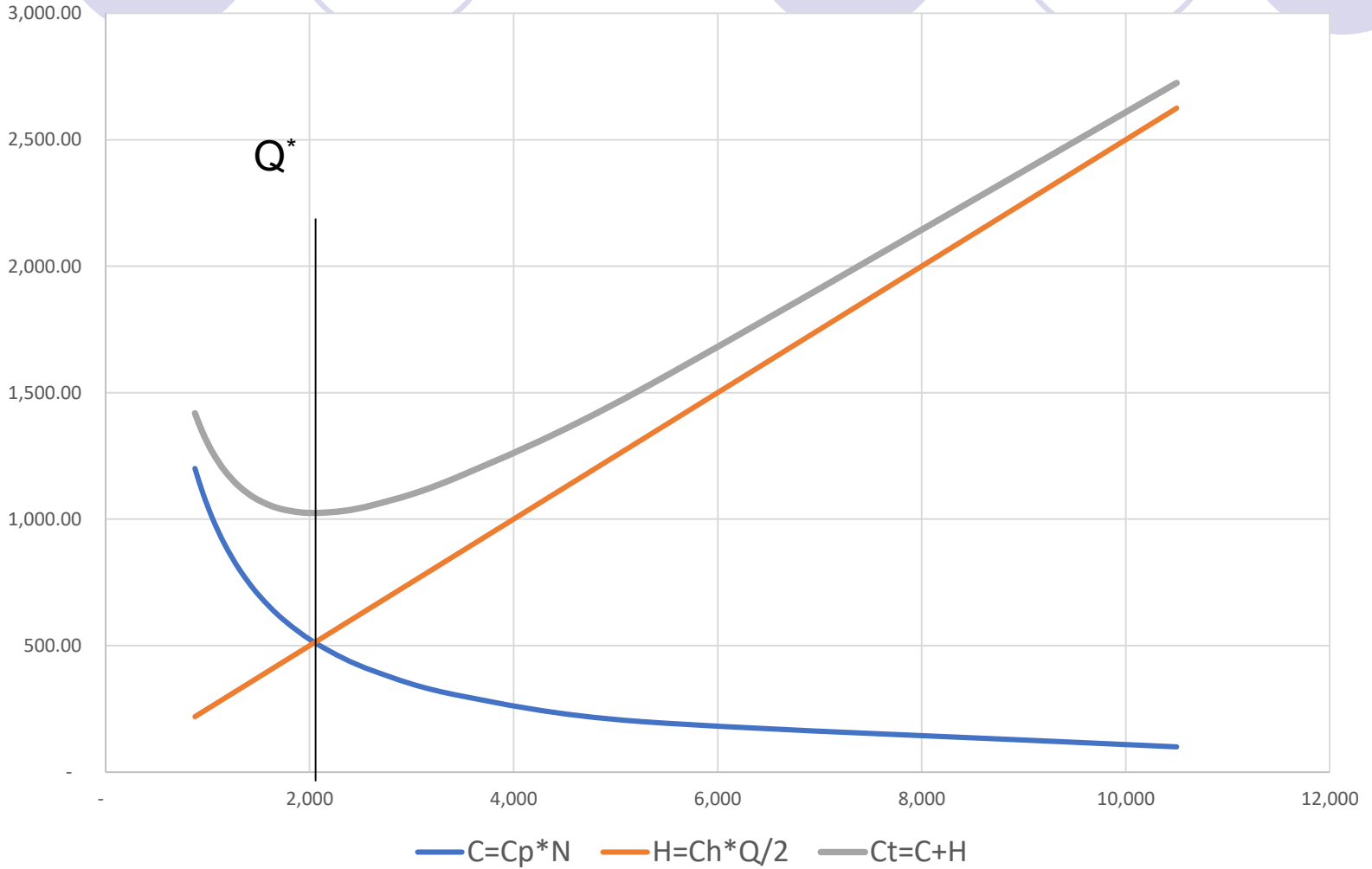


d	35				
Días año	300		Cp	100.00	
D	10,500	año	Ch	25%	Costo unitario
			Cu	2.00	
			Ch unitario	0.50	

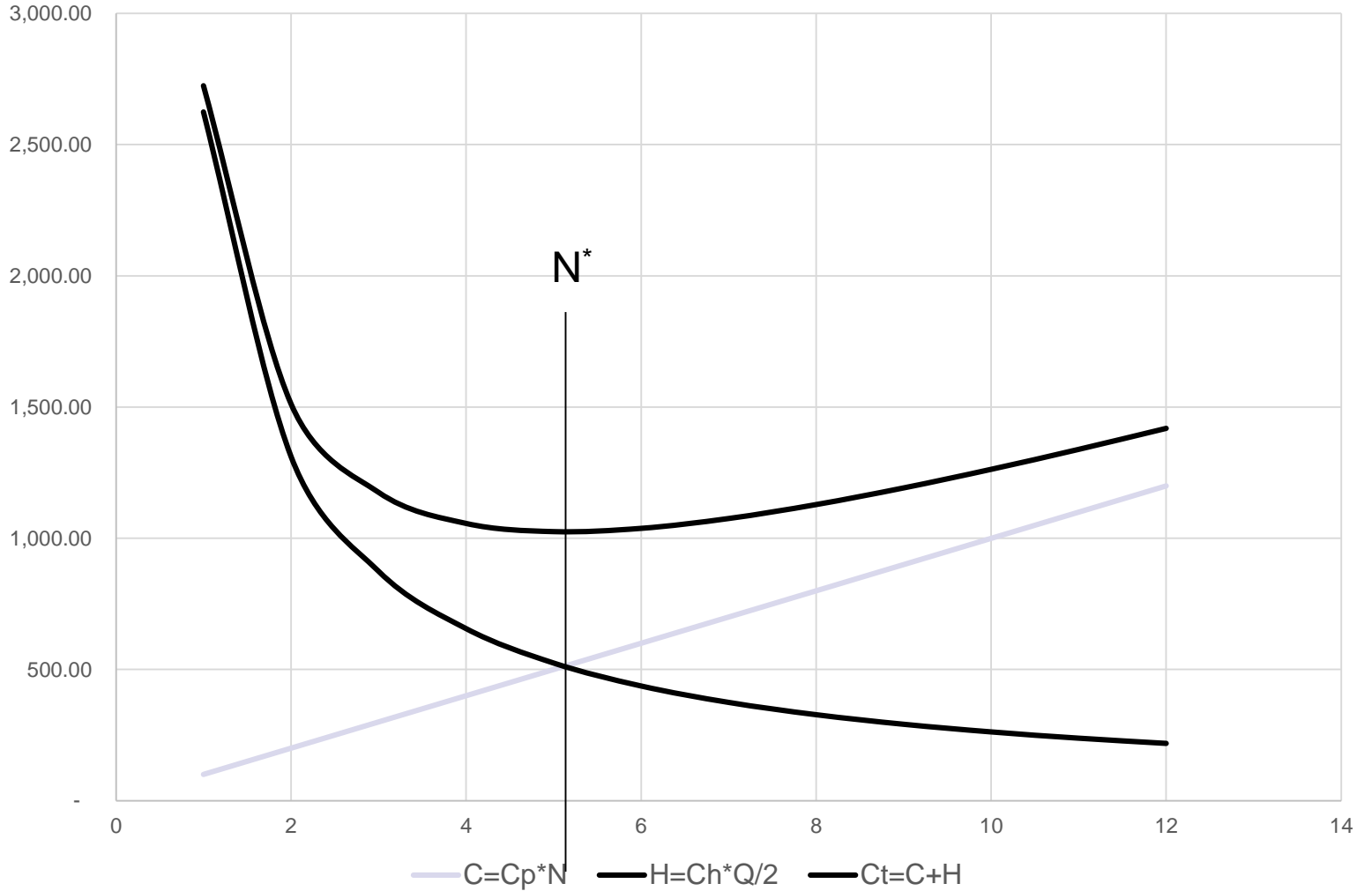
N	Q = D/N	P=Cp*N	H=Ch*Q/2	Ct=P+H
1	10,500	100.00	2,625.00	2,725.00
2	5,250	200.00	1,312.50	1,512.50
3	3,500	300.00	875.00	1,175.00
4	2,625	400.00	656.25	1,056.25
5	2,100	500.00	525.00	1,025.00
6	1,750	600.00	437.50	1,037.50
7	1,500	700.00	375.00	1,075.00
8	1,313	800.00	328.13	1,128.13
9	1,167	900.00	291.67	1,191.67
10	1,050	1,000.00	262.50	1,262.50
11	955	1,100.00	238.64	1,338.64
12	875	1,200.00	218.75	1,418.75



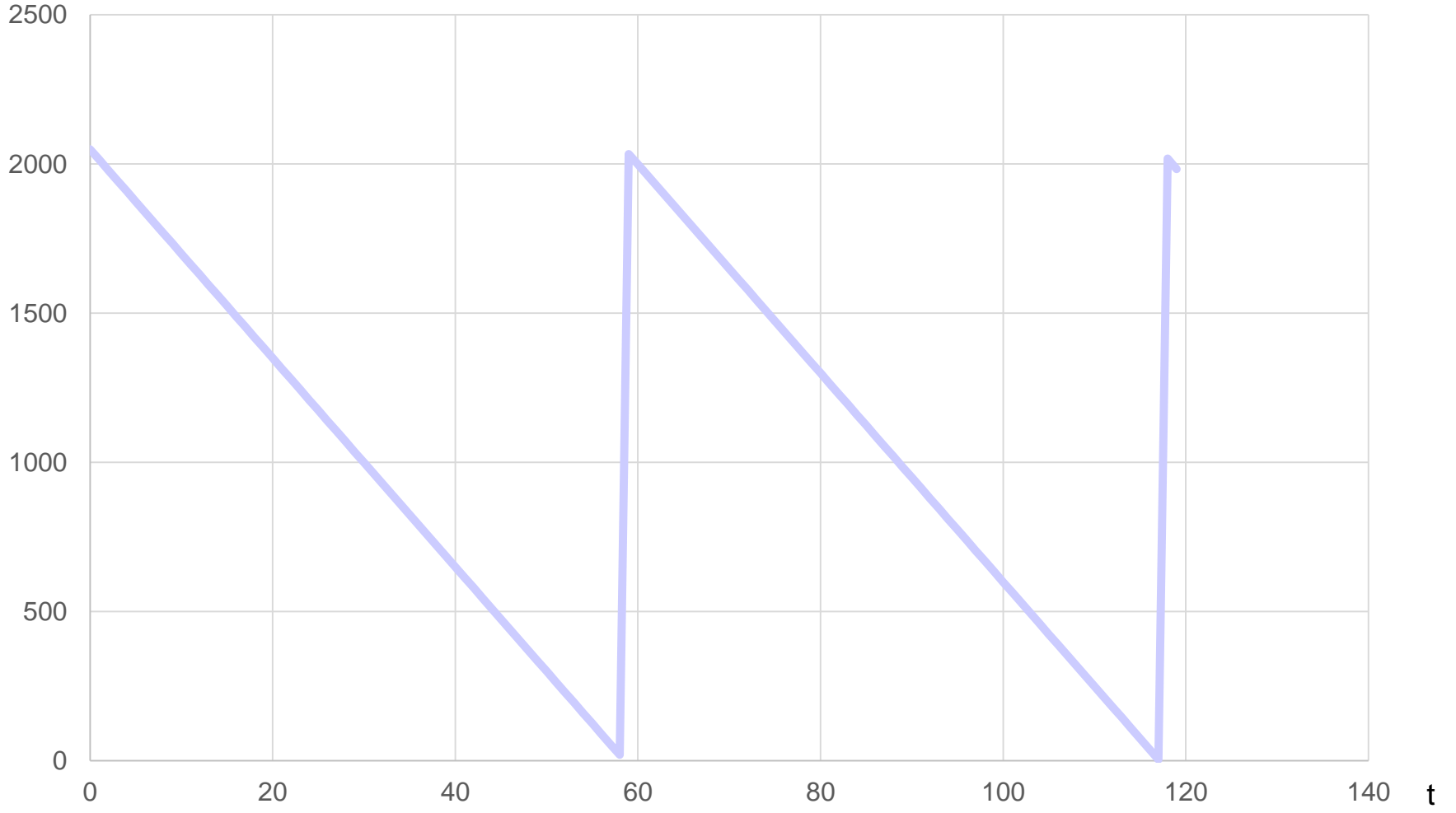
Tamaño del lote



Cantidad de Pedidos



Q



Costos asociados

- En la política de inventarios:
- Costo de la política = Costo Total de Pedidos + Costo promedio de mantener una unidad

$$C_T = C \frac{D}{Q} + H \frac{Q}{2}$$

Minimizando C_T en función de Q se tiene que:

$$Q^* = \sqrt{\frac{2CD}{H}}$$



El modelo

- Sea N el número de pedidos al año: D/Q
- Sea el costo total de pedir $P = C_p N$
- El costo de mantener estará dado por:

$H = C_h * (\text{Inventario promedio})$, donde de acuerdo a la figura, el inventario promedio es $Q/2$

Costo de la política = Costo Total de Pedidos + Costo promedio de mantener el inventario promedio.

$$C_T = C_p \frac{D}{Q} + C_h \frac{Q}{2}; \quad Q^* = \sqrt{\frac{2C_p D}{C_h}}; \quad Q^* = \sqrt{\frac{2 * 100 * 2,500}{0.5}} = 2049.4 \text{ unidades}$$



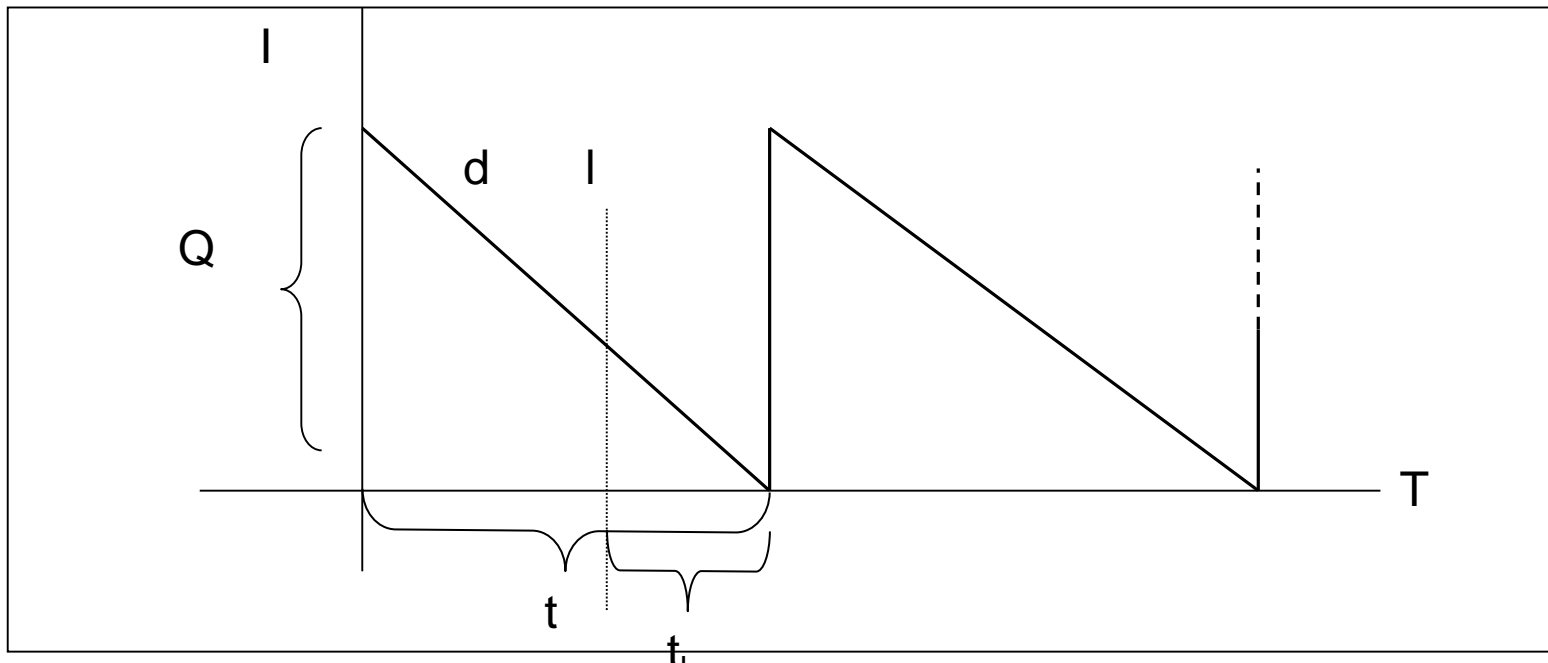


GOAL PROJECT

Generando Oportunidades de Aprendizaje en Logística



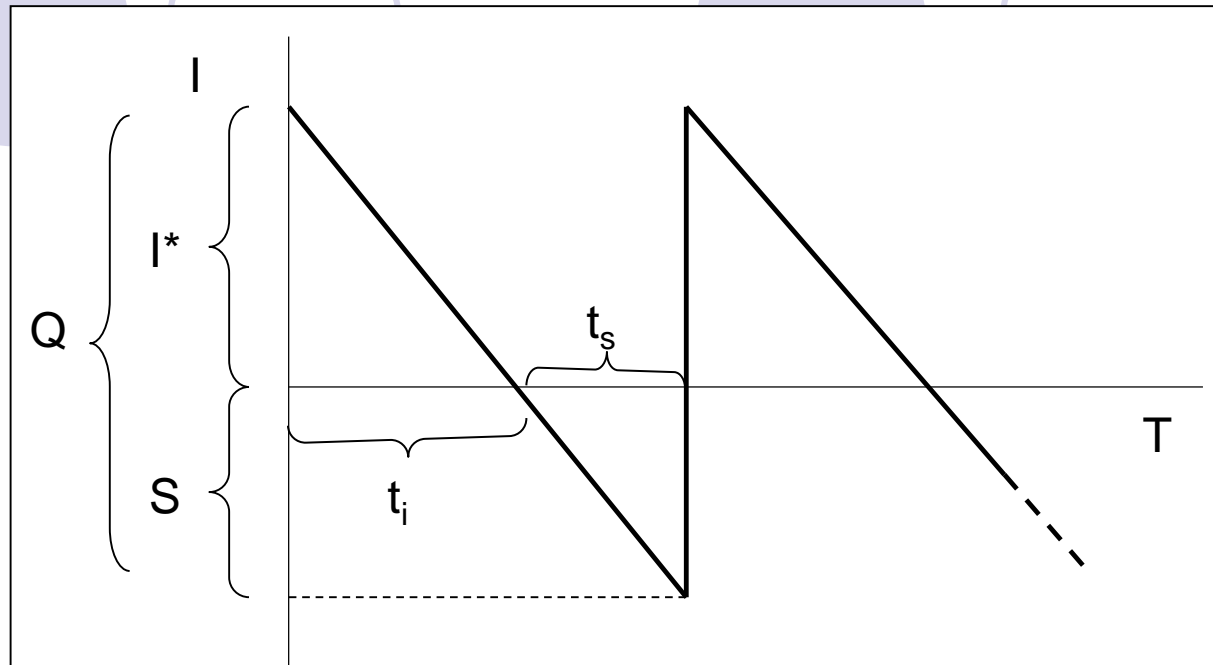
Modelo básico EOQ (Reemplazo instantáneo)



Donde d : es la demanda promedio diaria, l es el punto de reorden y t_1 es el tiempo en que demora llegar un pedido

$$C_T = C_p \frac{D}{Q} + C_h \frac{Q}{2}; \quad Q^* = \sqrt{\frac{2C_p D}{C_h}}; \quad l = dt_1$$

Modelo EOQ con faltante



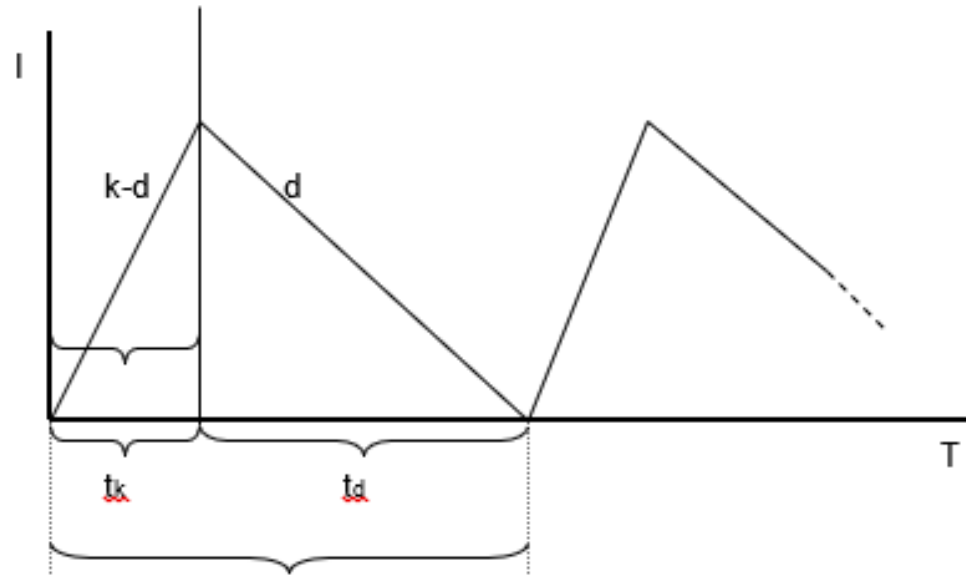
Se permite un faltante **S** con un costo de faltante **B**. El pedido total **Q** incluye tanto el inventario **I*** que se consume en tiempo **t_i**, y el faltante **S** que se acumula durante el tiempo **t_s**.

$$Q^* = \sqrt{\frac{2C_p D}{C_h} \left(\frac{C_h + B}{C_h} \right)} ; S^* = Q^* \left(\frac{C_h}{C_h + B} \right) ; C_T = C_p \frac{D}{Q} + C_h \frac{(Q - S)^2}{2Q} + B \frac{K^2}{2Q}$$

$$I^* = Q^* - S^*$$



Modelo EOQ con acumulación progresiva



Sea k la tasa de producción tal que $k > d$ y C el costo de preparar los equipos para iniciar una tanda de producción del lote. El lote de tamaño Q se acumulará a una tasa $k-d$ en tiempo t_k , mientras se consume a una tasa d en tiempo t_d . Finalmente, el tiempo entre ciclos estará dado por $t = t_k + t_d$

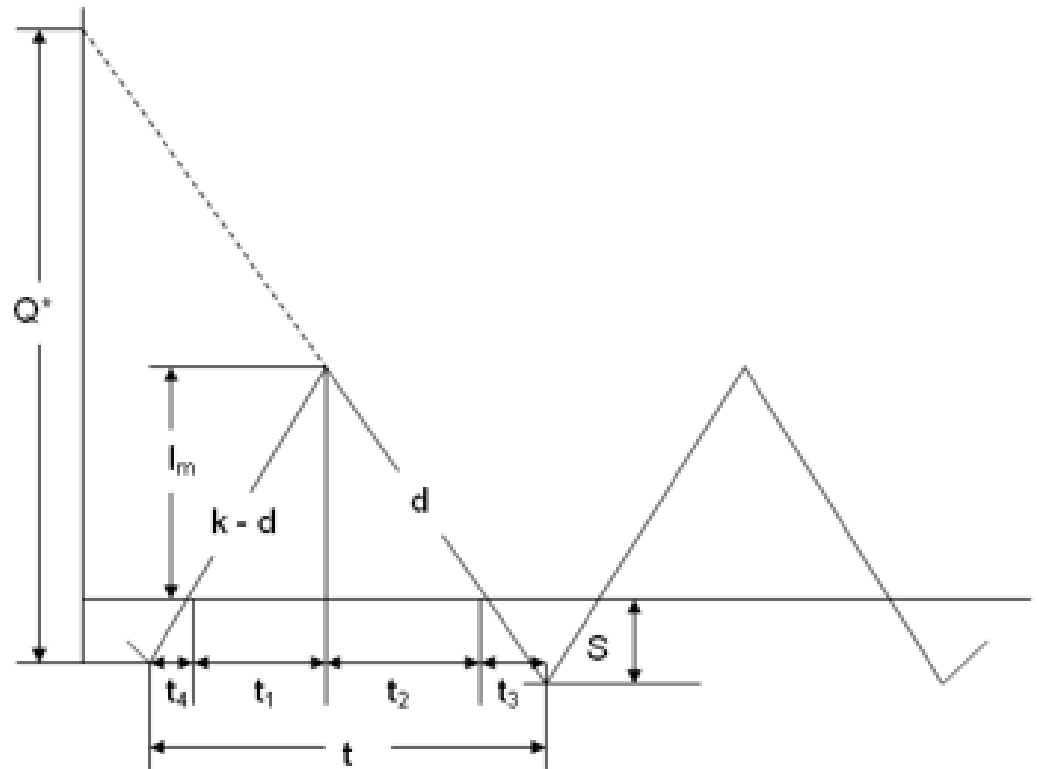
$$Q^* = \sqrt{\frac{2C_p D}{C_h(1-d/k)}}$$

$$C_T = C_p \frac{D}{Q} + \frac{C_h}{2} Q(1-d/k)$$



Modelo de acumulación progresiva con faltantes

El inventario máximo I_m se acumula en un tiempo $t_1 + t_4$ a una tasa dada por $k - d$. A esta tasa se permitirá acumular el déficit S y el inventario necesario para cubrir parcialmente las necesidades que se presenten en t_2 , mientras que en el tiempo t_3 se volverá a acumular el déficit permitido. Los costos de iniciar una tanda C , mantener el inventario H y déficit S son similares a los casos anteriores.



$$Q^* = \sqrt{\frac{2C_p D}{C_h (1 - d/k)} \left(\frac{C_h + B}{B} \right)} \quad S^* = \sqrt{\frac{2C_p D C_h (1 - d/k)}{(B + H) B}}$$

$$C_T = C_p \frac{D}{Q^*} + \frac{C_h}{2Q^* (1 - d/k)} (Q(1 - d/k) - S)^2 + \frac{BS^2}{2Q^* (1 - d/k)}$$

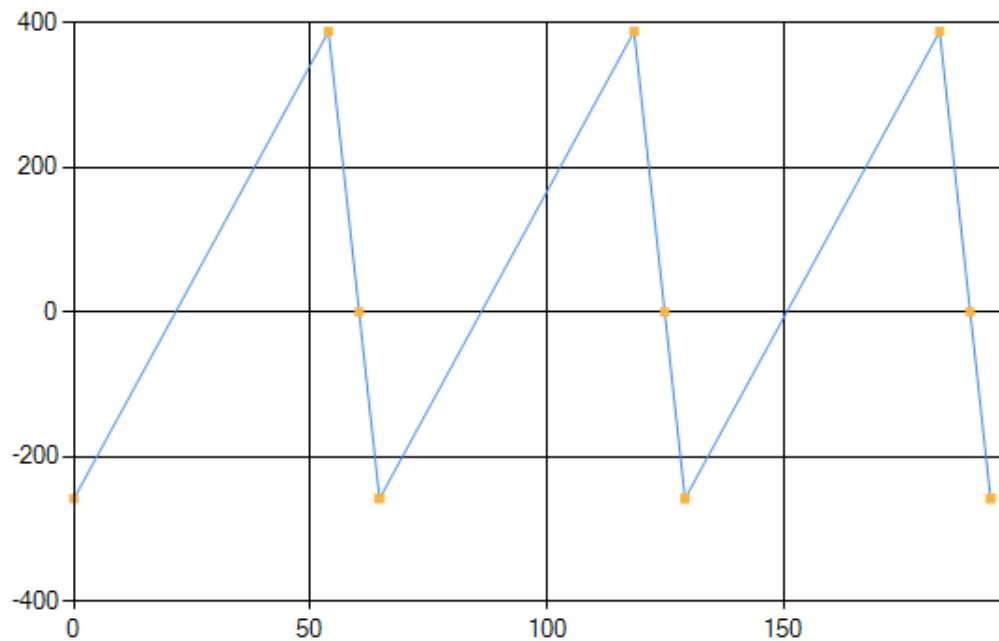


Ejemplo

- Supóngase que se tiene un proceso de producción bajo las siguientes características:
- Demanda 15,000 unidades al año
- Costo de iniciar una tanda: 10,000
- Costo de mantener una unidad al año: 20% del costo del producción de una unidad
- El costo de tener faltantes es del 30% del costo del producción de una unidad
- Costo de producción de una unidad: 1,000
- Tasa de producción anual 18,000 unidades
- Se trabajan 250 días al año



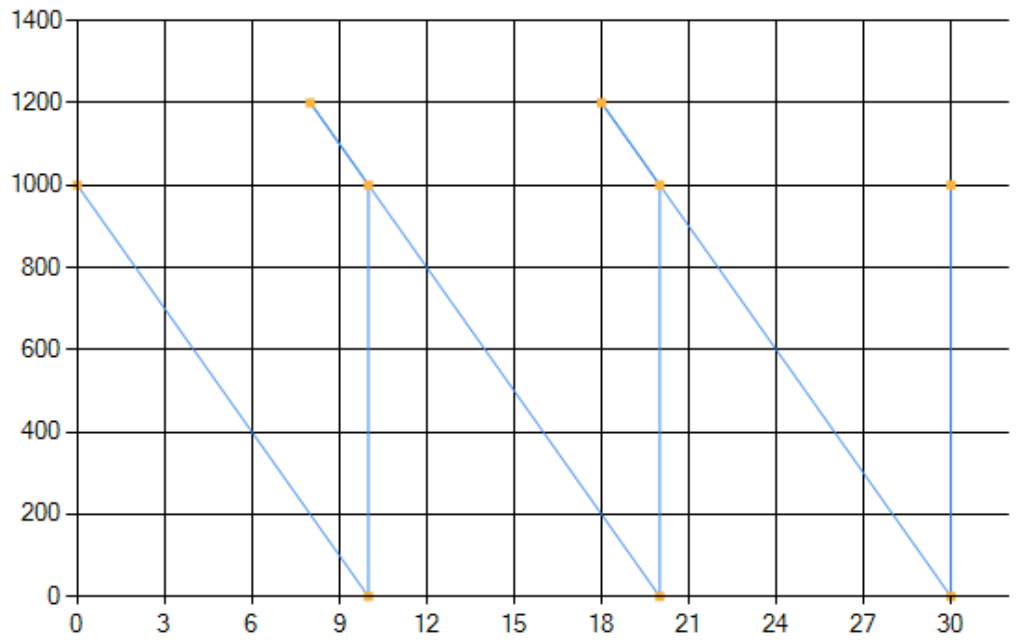
Parameter	Value		Parameter	Value
Demand rate(D)	15,000		Optimal order quantity (Q*)	3,872.98
Setup/ordering cost(S)	10,000		Maximum Inventory Level (Imax)	602.46
Holding/carrying cost(H)	200		Maximum Inventory Shortage (B)	258.2
Daily production rate(p)	72		Orders per period(year)	3.87
Days per year (D/d)	250		Annual Setup cost	38,729.83
Daily demand rate	60		Annual Holding cost	23,237.9
Backorder cost(G)	300		Annual Shortage cost	15,491.93
Unit cost	0		Unit costs (PD)	0
			Total Cost (including units)	77,459.66



- El departamento de mantenimiento de un hospital cambia luces de neón a una tasa de 100 unidades diarias. Cuesta \$100 hacer una orden de compra. Se estima que una luz de neón en el almacén cuesta aproximadamente \$0.02 diarios. El tiempo de entrega, considerando el tiempo procesar el pedido y recepción es de 12 días
 - Determine la política óptima de pedido del hospital, considerando el cálculo del lote óptimo, el tiempo de pedido y el punto de reorden (nivel de inventario para hacer el próximo pedido)
 - Presente un bosquejo del comportamiento del inventario
¿Habrán pedidos pendientes dentro del sistema de compras?
 - ¿Cuánto es el costo de la política de inventarios?



Parameter	Value	Parameter	Value
Demand rate(D)	100	Optimal order quantity (Q*)	1,000
Setup/ordering cost(S)	100	Maximum Inventory Level (Imax)	1,000
Holding/carrying cost(H)	.02	Average inventory	500
Unit cost	0	Orders per period(year)	.1
Days per year (D/d)	1	Annual Setup cost	10
Daily demand rate	100	Annual Holding cost	10
Lead time (in days)	12	Total Inventory (Holding + Setup) Cost	20
		Unit costs (PD)	0
		Total Cost (including units)	20
		Reorder point	1,200 units

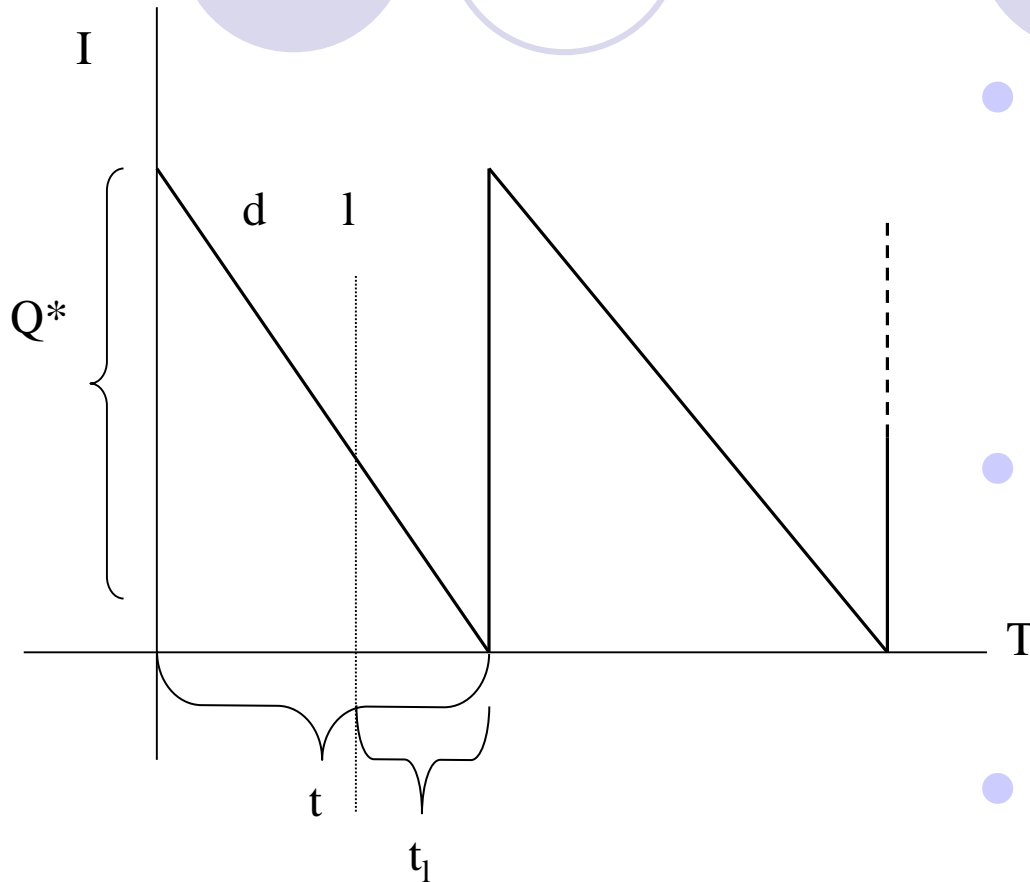


Descuentos por cantidad

- En los modelos anteriores el costo unitario es constante
- El contexto cambia si se ofrecen descuentos por cantidad
- El descuento en general es un porcentaje del precio de compra
- El descuento se ofrece cuando se compra más de cierta cantidad P



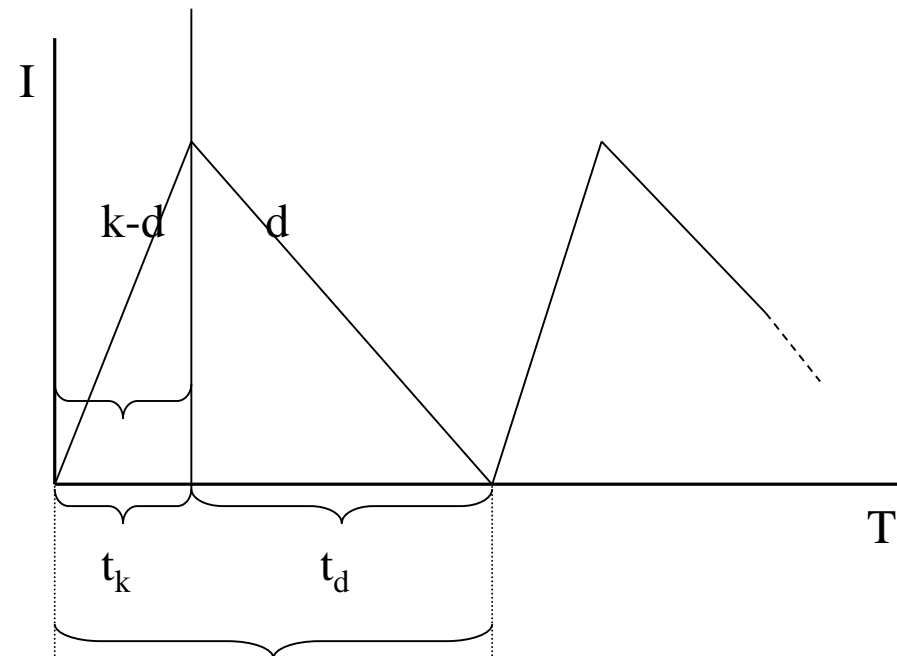
Modelo EOQ determinístico



- Al inicio del período de inventario, se reciben Q^* unidades que son consumidas a una tasa d cada día en un tiempo de t días, momento en el que llega el siguiente pedido.
- Se puede suponer que el pedido demora t_1 días en llegar, por lo que habrá que pedir cuando el nivel de inventario llega al punto de reorden l .
- El ciclo se repite indefinidamente o hasta que alguno de los elementos que definió la política de inventario cambie.



EOQ con acumulación progresiva



$$Q^* = \sqrt{\frac{2CD}{H(1-d/k)}}$$

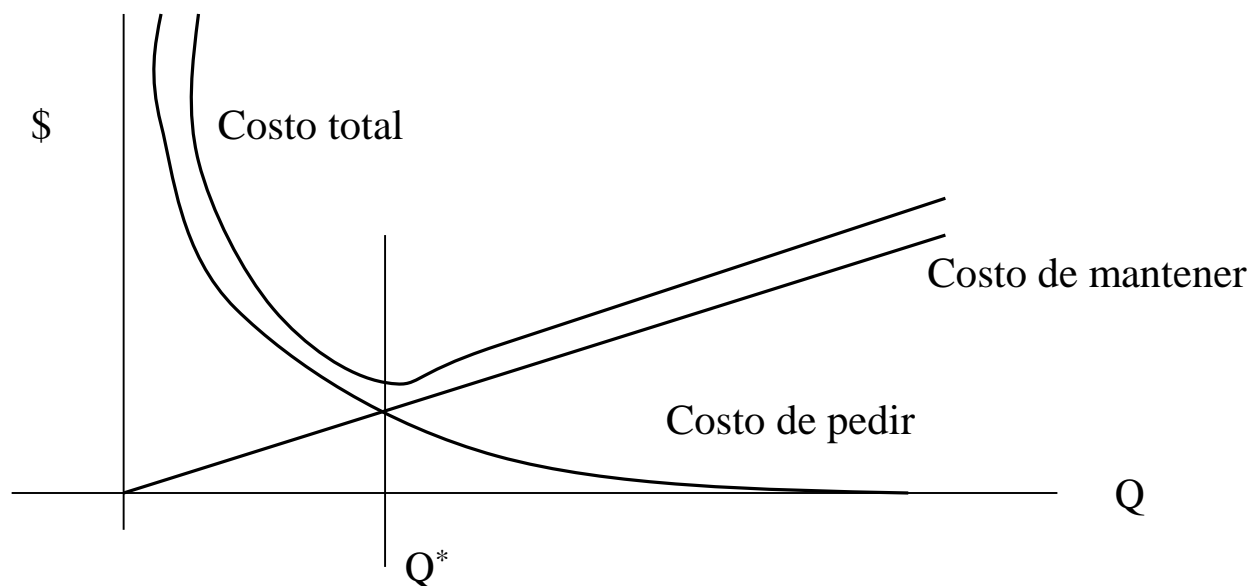
$$C_T = C \frac{D}{Q} + \frac{H}{2} Q(1-d/k)$$

- Sea k la tasa de producción tal que $k > d$ y C el costo de preparar los equipos para iniciar una tanda de producción del lote.
- El lote de tamaño Q se acumulará a una tasa $k-d$ en tiempo tk , mientras se consume a una tasa d en tiempo td .
- Finalmente, el tiempo entre ciclos estará dado por $t = tk + td$

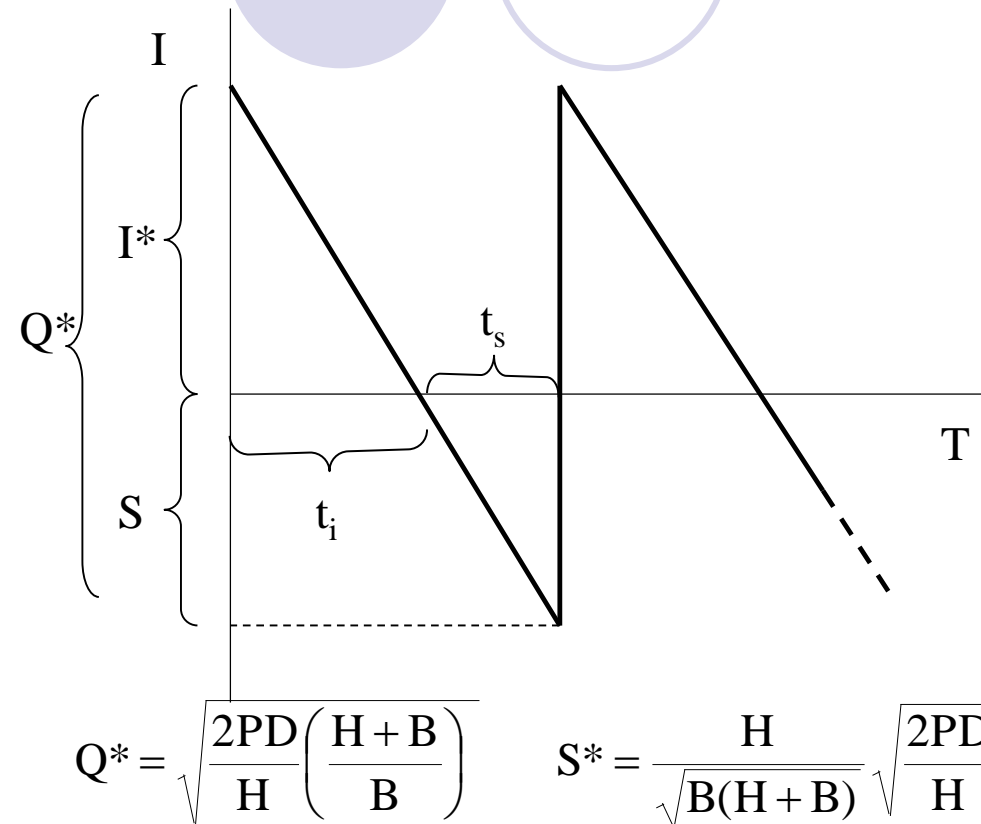


Modelos de inventario

- El objetivo es mantener inventarios “justo a tiempo” y no “por si acaso”.
- El énfasis es más en disminuir o eliminar inventarios al minimizar el grado de incertidumbre.
- El objetivo es el de minimizar el costo total de la política de inventario: Costo de Mantener y Costo de Pedir



Modelo EOQ con faltante

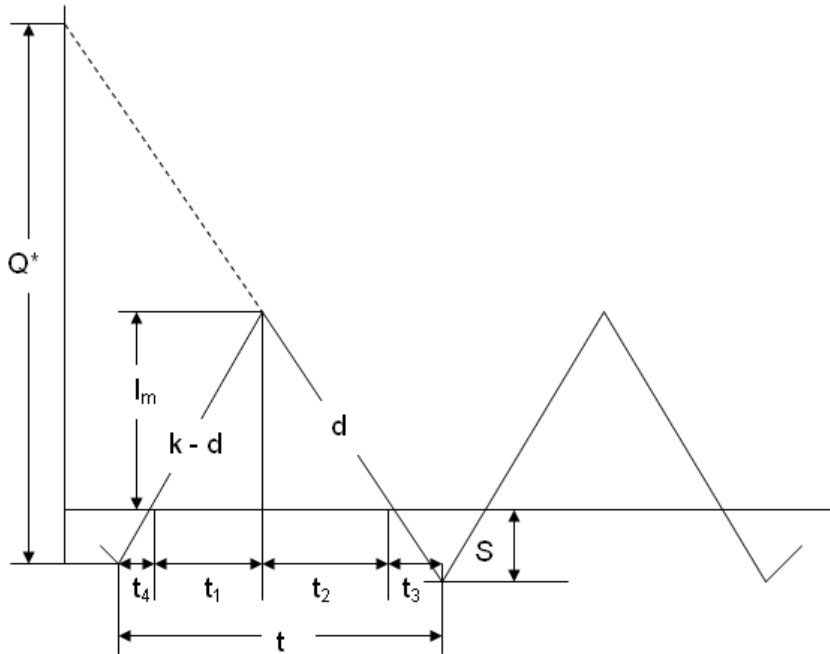


- En el modelo EOQ original se permite un faltante **S** con un costo de faltante **B**.
- Supóngase también que el pedido total **Q** incluye tanto el inventario **I*** que se consume en tiempo **t_i**, y el faltante **S** que se acumula durante el tiempo **t_s**.

$$C_T = P \frac{D}{Q} + H \frac{(Q-S)^2}{2Q} + B \frac{S^2}{2Q}$$



Acumulación progresiva con faltante



- En este caso, el inventario máximo I_m se acumula en un tiempo $t_1 + t_4$ a una tasa $k - d$.
- A esta tasa se permitirá acumular el déficit S y el inventario necesario para cubrir parcialmente las necesidades que se presenten en t_2 , mientras que en el tiempo t_3 se volverá a acumular el déficit permitido.
- Los costos de iniciar una tanda C , mantener el inventario H y déficit B son similares a los casos anteriores.

$$Q^* = \sqrt{\frac{2CD}{H(1-d/k)} \left(\frac{H+B}{B} \right)} \quad S^* = \frac{H}{\sqrt{B(H+B)}} \sqrt{\frac{2PD}{H} (1-d/k)}$$

$$C_T = P \frac{D}{Q^*} + \frac{H}{2Q^*(1-d/k)} (Q(1-d/k) - S)^2 + \frac{BS^2}{2Q^*(1-d/k)}$$



Ejemplo



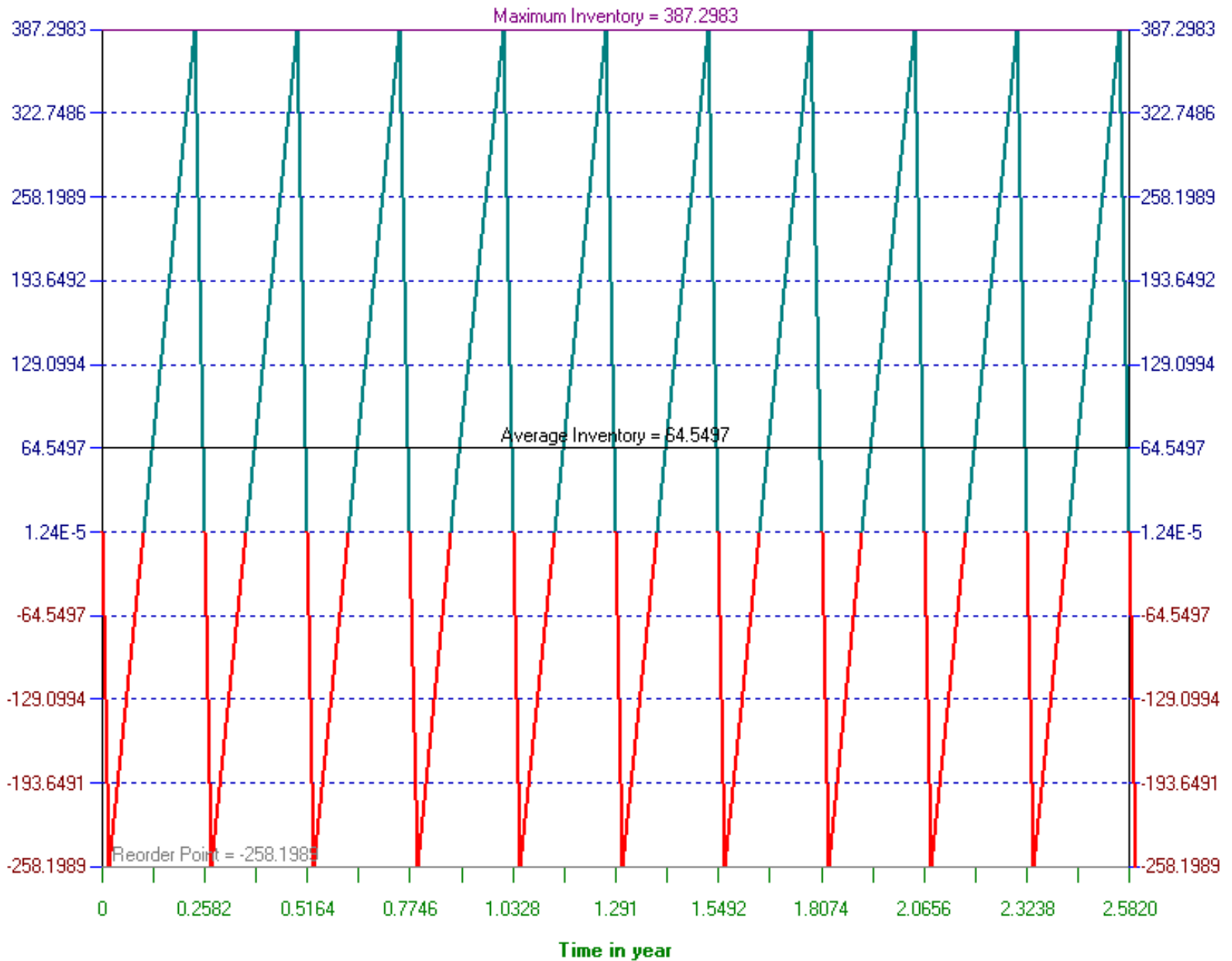
- Supóngase que se tiene un proceso de producción bajo las siguientes características:
- Demanda 15,000 unidades al año
- Costo de iniciar una tanda: 10,000
- Costo de mantener una unidad al año: 20% del costo del producción de una unidad
- El costo de tener faltantes es del 30% del costo del producción de una unidad
- Costo de producción de una unidad: 1,000
- Tasa de producción anual 18,000 unidades



Net Inventory

Order Quantity = 3872.983 and Order Interval = 0.2582 year

Quantity



- El departamento de mantenimiento de un hospital cambia luces de neón a una tasa de 100 unidades diarias. Cuesta \$100 hacer una orden de compra. Se estima que una luz de neón en el almacén cuesta aproximadamente \$0.02 diarios. El tiempo de entrega, considerando el tiempo procesar el pedido y recepción es de 12 días
 - Determine la política óptima de pedido del hospital, considerando el cálculo del lote óptimo, el tiempo de pedido y el punto de reorden (nivel de inventario para hacer el próximo pedido)
 - Presente un bosquejo del comportamiento del inventario
¿Habrán pedidos pendientes dentro del sistema de compras?
 - ¿Cuánto es el costo de la política de inventarios?



Parameter	Value	Parameter	Value
Demand rate(D)	100	Optimal order quantity (Q*)	1,000
Setup/ordering cost(S)	100	Maximum Inventory Level (Imax)	1,000
Holding/carrying cost(H)	.02	Average inventory	500
Unit cost	0	Orders per period(year)	.1
Days per year (D/d)	1	Annual Setup cost	10
Daily demand rate	100	Annual Holding cost	10
Lead time (in days)	12	Total Inventory (Holding + Setup) Cost	20
		Unit costs (PD)	0
		Total Cost (including units)	20
		Reorder point	1,200 units

