

## Gestión tecnificada de inventarios

### ABSTRACT

La administración efectiva de inventarios sustentada en técnicas, métodos e instrumentos de apoyo orientados a su sistematización constituye un factor catalizador en la optimización de los procesos operacionales y gerenciales de la empresa moderna, muchas organizaciones desconocen la importancia de implementar un control sistematizado de flujo de información de inventario o de las actividades relacionadas con actualizaciones o ajustes, lo que genera usualmente como consecuencia la tenencia inexacta de datos contables y financieros, pérdidas considerables en el ejercicio y una dinámica poco eficiente en lo relacionado a despacho y cadenas de suministros.

Esta primera etapa de la publicación pretende incorporar los conceptos elementales de la administración tecnificada de inventarios, la segunda etapa propondrá un software basado en estándares de código especializado en la automatización de los modelos y conceptos aquí planteados, así como técnicas de inteligencia de mercados como pedidos sugeridos y tomas de inventario.

## I Nociones Básicas de Inventarios y Gestión de Almacén

### 1.1.- Descripciones Generales de Inventarios y Técnicas de Administración de Almacenes

El inventario es una parte primordial de muchas empresas. Esencialmente, el inventario es el almacenamiento de los bienes que se suministran o despachan a los consumidores o demandantes con el fin de obtener una utilidad. Además, en algunos casos, el inventario también los métodos y tecnologías que una empresa utiliza para mantener el negocio en marcha y funcionando.

Hay diferentes formas de inventario y cualquier empresa puede basarse en una o más formas de inventario. En primer lugar, se menciona el inventario de materiales y componentes: este tipo de inventario es el almacenamiento de las distintas partes para la fabricación de productos más grandes. Por ejemplo, un fabricante de automóviles tiene ruedas o componentes de frenos de pie en su inventario, disponibles para su uso cuando sea necesario agregar a un vehículo, eso en la industria manufacturera. Del mismo modo, un diseñador Web puede tener una variedad de aplicaciones de software y plantillas que ayudan a crear sitios Web innovadores.

Otra forma de inventario que puede tener una empresa son los productos que están listos para la venta (Inventario de productos terminados). Por ejemplo, algunas empresas compran sus productos de los fabricantes y les acumulan en sus almacenes: esas instalaciones requerirán de gestión de almacén en el inventario. Éstos productos están listos para la venta inmediatamente y no requieren ser ensamblados, juguetes, artículos para el hogar, muebles y suministros de oficina son sólo algunos de los muchos temas que pueden ser parte de un inventario de productos terminados.

Si en una empresa u organización, el eje de negocio u operaciones es el almacenamiento de los productos para su posterior utilización o almacenamiento de las partes que posteriormente son usadas en la creación de productos, dicha empresa siempre debe saber de manera precisa lo que tiene en su haber. De no ser así, no hay forma que la misma opere eficientemente. La mala administración de fondos, pérdida de beneficios, y el desincorporación ilícita de elementos son algunas de las consecuencias más comunes de la mala gestión de inventario.

Indistintamente del tipo de inventario que administre una empresa, la gestión inadecuada del mismo constituye un potencial acelerador de excesos en el pedido de materiales, y la pérdida del mismo. La mala gestión de inventario en un almacén o en una empresa puede incluso resultar en el robo: elementos de almacenamiento pueden ser robados sin el conocimiento de la gerencia de la empresa o incluso del personal vinculado a las actividades de supervisión de almacenes, esto es común en los casos en los que no se implementan las adecuadas técnicas, métodos y sistemas de apoyo para el rastreo continuo del inventario.

Si un empresario no sabe con precisión óptima lo que tienen en almacenamiento, no puede saber que es lo que debe ordenar. Si el balance de inventario es no perecedero, los elementos que hay en el punto de almacenamiento pueden quedar en residuos y el costo de los fondos de la propia empresa podría aprovecharse mejor. También, exceso de productos no perecederos no es lo mejor: la presencia excesiva de acciones puede dar lugar a los pocos espacios de almacenamiento y la necesidad de almacenamiento adicional innecesaria para las acciones. Puesto que, en la mayoría de los casos el espacio de almacenamiento es un activo valioso, el uso de espacio de almacenamiento debe ser utilizado de manera eficiente.

La baja de las existencias de inventario puede dar lugar a consumidores insatisfechos o tasas ineficientes en el tiempo de producción. Puede asumirse el caso de una empresa que no dispone de todos los elementos que necesita para complementar los pedidos en el momento oportuno. Además imaginar una empresa que tiene que pausar la producción para esperar innecesariamente que los componentes complementarios que intervienen en la producción lleguen a su almacén, implica una situación en la que la línea de ensamblaje pueda encontrarse en situaciones de inoperatividad y consumidores completamente insatisfechos para con sus oferentes. Ahora asúmase una empresa que anuncia determinados productos a la venta y no tiene existencias equilibradas para satisfacer la demanda de los clientes, una vez más, clientes insatisfechos y descontentos son el resultado.

Curiosamente, la buena gestión de inventario y de almacén puede poner fin a situaciones como las previamente descritas y a otras cuestiones, así como lograr el aseguramiento de un apropiado nivel de productividad y eficiencia. En esencia, la gestión del inventario es una medida vital en casi todos los procesos de negocios que involucren el intercambio de bienes, gracias a la implantación y aplicación efectiva de métodos, tecnologías y sistemas de apoyo adecuados a los requerimientos específicos de la administración de sus inventarios, con un nivel de esfuerzo humano relativamente menor las empresas pueden mantener un seguimiento adecuado de las pérdidas que se reclamen acusen durante el tiempo de impuestos; puede mantener más de un balance, en virtud de las existencias y las desincorporaciones dudosas o ilícitas a un nivel nulo o mínimo.

## **1.2.- Beneficios de la Gestión Efectiva de Inventarios**

Cuando una empresa asume las ventajas incorporadas a las soluciones de una gestión de inventario puede apreciar inmediatamente los cambios evolutivos que implican tales soluciones. Las organizaciones que tienen un firme control de su inventario conocen su valor comercial, el valor de su producto, los cambios a los que tales productos serán susceptibles en el futuro y precisamente la cantidad de producto que se necesita en sus existencias para cada uno de los rubros o clases de productos que se manejen en el almacén. Las empresas que tienen una comprensión sistemática de su inventario también encuentran que en el futuro nunca necesitarán de espacio adicional de almacenamiento (excepto si se amplían las capacidades instaladas de producción, comercialización o el negocio en sí), ya que gestionaron con eficiencia las dimensiones físicas existentes destinadas a las operaciones de inventario.

Además de los beneficios anteriormente mencionados, hay una serie factores agregados de provecho que los empresarios pueden obtener de la aplicación de adecuadas medidas de gestión de inventario. En primer lugar, todos los propietarios de negocios deben estar preparados para los imprevistos que pueden dar lugar a enormes pérdidas. Por ejemplo, daños como consecuencia de siniestros, la empresa deberá iniciar gestiones relacionadas con sus contratistas aseguradores. Si la empresa no es plenamente consciente de lo que tienen en su inventario no estarán en condiciones de presentar una reclamación precisa.

Aplicando además las técnicas apropiadas de actualización de inventarios, los propietarios de negocios también pueden hacer la reordenación de los productos simples. El

reordenamiento es mucho más eficiente cuando la directiva de negocios puede determinar en un breve o en un rápido levantamiento de inventario lo que tienen. Restando el número de artículos despachados o reducidos desde el inventario inicial, la empresa puede calcular la cantidad de productos que deben ser ordenados.

Conocer el valor de inventario de una empresa ayuda en gran medida al alcance de objetivos operacionales y gerenciales. En verdad, al igual que los elementos o ítems de inventario o existencia, resulta provechoso el inventariar el conjunto de bienes básicos que posee la empresa. Con el fin de calcular con exactitud los valores asociados con aspectos financieros (gestión contable) de la organización.

Como se mencionó anteriormente, uno de los beneficios iniciales derivados de la buena medición de los inventarios se puede identificar en el hecho de que las empresas se tornan más capaces de satisfacer efectivamente la demanda del consumidor. Sin embargo, en términos de marketing, tal beneficio tiene una ventaja a largo plazo así: cuando una empresa provee al consumidor de los bienes o servicios que estos últimos necesitan con eficacia, la empresa ganará la lealtad de los consumidores.

### **1.3.- Prácticas Generalmente Beneficiosas en la Administración Efectiva de Inventarios**

Existe una amplia gama de medidas que las empresas pueden utilizar de manera efectiva para mantener su inventario en situaciones idóneas de control. En primer lugar, la empresa necesita hacer un primer recuento de todo el haber de existencias actuales. El total de todos los artículos en stock (haber de existencia) deben ser completamente documentados, así como todos los elementos que están listos para la venta. Un recuento tecnificado y soportado en sistemas de apoyo puede garantizar exactitud. Esto dará a la empresa un punto de partida para el seguimiento de su inventario. En este punto, puede resultar una ventaja para la empresa titular utilizar algún tipo de aplicación informatizada (software) desarrollado para controles y seguimiento de inventario.

Luego, en el momento en que las existencias son efectivamente actualizadas, lo primero que una empresa titular debe hacer es comprobar su calidad. ¿Alguno de los elementos de la existencia está dañado o presenta desperfectos? Si es así, tendrá a evaluarse la posibilidad de retorno al proveedor, desincorporación definitiva o sometimiento a re-proceso parcial o total (reciclaje), según sea el caso. A continuación, en función del inventario actualizado. Debe ajustarse la o las cuentas contables del inventario vigente Contribuyéndose de tal manera con la optimización de los procesos administrativos y financieros del negocio.

### **1.4.- Un Acercamiento al Análisis de Pedidos**

Obtener la cantidad correcta de existencias requiere de proyecciones, cálculos y un abanico de estimaciones no especulativas, la empresa no puede ni deben adivinar cuánto cree que puede vender en los próximos meses con el fin de ordenar la cantidad de unidades de un determinado ítem de inventario que se necesitarán en existencia.

Entre otras formas por el seguimiento de la dinámica del comportamiento del inventario en función de volúmenes de salida sobre una base cronológica periódica (semanal, quincenal, mensual, trimestral, cuatrimestral o anual) la empresa será capaz de identificar las pautas previsibles de uso de un producto, componente de producción, materia prima producto y por su puesto las ventas. Entonces pueden basar su proceso de pedidos sustentando técnicas de predicciones basadas en los factores antes mencionados. Un resultado común suele ser que al final de un período (mensual o económico) las existencias de inventario se reducen al mínimo, situación a la que debe prestarse atención.

Un diligente y regular seguimiento de inventario, se recomienda en todo momento.

Además, cuando se recuenta el inventario en un almacén o empresas es imprescindible que todos los cálculos sean correctos? ¿De qué sirve el seguimiento del inventario si todos los cálculos están mal formulados o los resultados de las estimaciones o proyecciones no coinciden con los resultados tangibles reales de gestión? Básicamente, cálculos inexactos de inventario dan como resultado importantes pérdidas de tiempo y dinero para una empresa.

Como se puede ver, la administración de inventarios puede resultar ser un proceso de tiempo completo en sí mismo. Es evidente, en base a todo lo expuesto anteriormente que el seguimiento adecuado de los inventarios es necesario para el buen funcionamiento de la empresa. Con tantas otras cosas de las que la empresa es responsable, ¿cómo puede llegarse a administrar eficientemente el tiempo para el control de inventario? Los pequeños inventarios son generalmente bastante fáciles de manejar, pero ¿qué hay de los almacenes y suministros cuyos volúmenes son clasificados como macro?

Dado que la gestión de los inventarios no es un proceso que pueda o deba evitarse, ha de ser una buena idea que la directiva de negocios contrate personal especializado para que se haga cargo de los grandes inventarios. Muchas veces, el deber de la gestión del inventario es entregado a la autoridad de un gerente, El mismo es responsable en períodos determinados de tiempo del recuento del inventario y del ordenamiento y valoración de los productos. Esto permite a la empresa centrarse en otros aspectos para la explotación del negocio.

Los sistemas informatizados de apoyo, como el software especializado para el manejo de inventario pueden ayudar a controlar la cantidad de inventario que una empresa maneja. Estas aplicaciones permiten a la empresa, además de realizar las operaciones básicas de administración de inventarios, el calcular y, en algunos casos la analizar y estimar estadísticamente los pedidos . Así pues, las aplicaciones de software pueden minimizar el tiempo de manejo del inventario.

Curiosamente ha podido llegarse a observar en tiempos actuales, que muchas empresas que pierden la capacidad efectiva de administrar óptimamente sus inventarios, seden tales responsabilidades a otras empresas u organizaciones especializadas en la materia, esto se conoce como outsourcing.

Ciertamente este tipo de prácticas corporativas implican costes adicionales a la figura contratante, pero en casos idóneos se pueden registrar recorte o minimización de pérdidas en el largo plazo.

### **1.5.- Hacia la Automatización del Proceso de la Administración de Inventarios**

La pregunta más objetiva relacionada a este aspecto sería ¿Qué tipo de inventario de las aplicaciones de software están disponibles?. Una gran cantidad de empresas usan entre otros sistemas informáticos de apoyo, software de código de barras para llevar un control tecnificado de sus existencias. Además, el software de gestión de código de barras puede aplicar un seguimiento de todos los artículos que se despachan. Las empresas a menudo usan en el control del inventario las aplicaciones que integran módulos de manejo de código de barras debido a que estas aplicaciones también pueden reducir al mínimo el error humano, ya que el precio del producto se añadirá a la solicitud, cuando un producto corre a través del registro, este nunca coloca un precio incorrecto. También, programas de reconocimiento de código de barras permiten a los propietarios de negocios tener un simple método de gestión de descuentos especiales y las ventas de los productos que manejan.

Los códigos de barras se pueden procesar mediante sistemas y dispositivos especiales y constituyen un elemento simplificador de algunos procesos ligados a la administración de inventarios: los artículos que se venden pueden ser automáticamente disminuidos del stock y afectar la cuenta contable del inventario actual. Algunas aplicaciones de software automáticamente crean e imprimen un reordenamiento en documento. Otros programas permiten un código de barras para la presentación electrónica de pedidos.

En contraste, el titular de una empresa puede querer invertir en una aplicación de software que permita seguir únicamente el documento operativo de la empresa, de registro y de cálculo de los inventarios. Algunos programas también realizan proyecciones de inventarios a fin de que puedan conocer con exactitud la existencia actual al momento deseado.

### **1.6.- El Enfoque de la Gestión de Inventarios Basada en Orígenes de Existencias**

En los negocios existe una realidad reconocida por muchos, pero desafortunadamente racionalizada e implementada por pocos "quien compra bien, vende o produce bien". El tener una buena política de compras, le va a permitir un manejo fluido a la empresa y disminuir sus costos, lo que obviamente mejorará su rentabilidad. Debido a lo anterior es necesario estudiar los inventarios desde el momento en que se proyecta la compra, es decir involucrarlos en los procesos de planeación de la compañía y en su contrapartida obligatoria, el control.

En la acepción más amplia de la palabra, los inventarios son recursos utilizables que se encuentran almacenados para su uso posterior en un momento determinado. Algunos autores los definen simplemente como bienes ociosos almacenados en espera de ser utilizados. Otros autores los definen como un activo corriente de vital importancia para el funcionamiento de la empresa. Existen múltiples argumentos para justificar la tenencia o no de inventarios.

Lo que es indiscutible, es que los inventarios representan un alto porcentaje de los activos en el balance y a las compras les sucede lo mismo con respecto a las utilidades en los estados de resultados, entonces si desde el punto de vista financiero se reconoce esta realidad y no se toman las medidas apropiadas de gestión con el objeto de mejorar su manejo se está incurriendo en negligencia en lo que a gestión de la empresa se refiere.

## **II Técnicas y Métodos de Gestión de Inventarios**

### **2.1.- Clasificación ABC**

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

El análisis ABC es una manera de clasificar los productos de acuerdo a criterios preestablecidos, la mayor parte de los textos que manejan este tema, toman como criterio el valor de los inventarios y dan porcentajes relativamente arbitrarios para hacer esta clasificación. Por ejemplo, el 10% de los productos representan el 60% de las compras de la empresa por lo tanto esta es la zona A, un 40% de los productos el 30%, que serían los que están ubicados en la zona B, el resto (50% de los productos y 10% de las compras) son productos C.

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

La siguiente gráfica nos da una visión de la clasificación ABC, no se utilizaron porcentajes en forma explícita, para no caer en la tentación de dogmatizar sobre un valor en particular, la idea es que a los productos de la zona A se le busquen modelos que permitan un control muy fuerte sobre el criterio clave que se esté manejando y a medida que se alejen los productos de esta zona, los modelos puedan ser más flexibles; esto no quiere decir que se descuide el control físico de los inventarios, ya que como se mencionó en la introducción ese no es el objetivo del presente fascículo. Ver figura N° 1.0

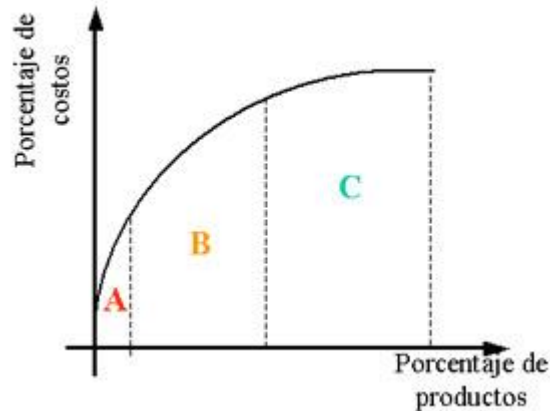


Figura 1.0 Clasificación

función de costos.

ABC - Relación de inventarios en

## 2.2.- Modelo de Cantidad Económica de Pedido.

Este modelo parte de una serie de supuestos fuertes, los cuales se van suavizando a medida que se avanza en la teoría, sin embargo sus aplicaciones y utilidad son importantes y los desarrollos posteriores que ha permitido, lo hacen un punto de referencia obligado en todos los campos donde se hable de inventarios. Por eso no es extraño encontrar menciones a este modelo en múltiples libros de costos, de administración de operaciones, de logística, de cálculo y de otros temas. Los supuestos sobre los que este modelo se construye son:

1. La demanda se conoce con certidumbre y es constante.
2. Los costos relacionados con el modelo permanecen constantes.
3. La cantidad de pedido por orden es la misma.
4. El pedido se recibe en el momento que se ordena.
5. El inventario se restablece en el momento en que se agota.
6. El proveedor surte las cantidades solicitadas en un solo lote.
7. Se considera un

horizonte infinito y continuo

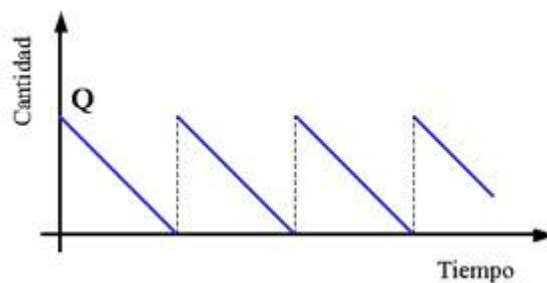


Figura 2.0 Gráfica del modelo de cantidad económica de pedido.

Para poder tomar una decisión sobre: la altura del triángulo (cantidad de pedido), el número de triángulos (números de pedidos en el periodo), la base del triángulo (tiempo entre pedidos) y conocer el valor asociado con estas decisiones es necesarios conocer los siguientes datos:

Demanda, normalmente se trabaja anual, aunque el modelo permite otros manejos, se calcula a partir de los presupuestos de la empresa.

Costo de pedido, este se genera cada vez que la compañía efectúa una compra, en su calculo debe involucrarse desde el tiempo que se toma para efectuar el pedido, hasta los gastos de transporte y recepción de la mercancía, sin olvidar incluir los gastos administrativos pertinentes al pago de la factura.

Costo de mantenimiento (conservación), este indica cuanto vale tener la unidad de inventario en bodega, debe tenerse en cuenta desde el costo del dinero, hasta los seguros en caso de tenerlos, el de la bodega y el del personal que maneja los inventarios, este costo se debe dar en la misma unidad de tiempo en que se estima la demanda.

La parte compleja del modelo es precisamente la definición de los costos anteriores, si se calculan objetivamente el modelo da unos resultados válidos así no sean absolutamente exactos, el objetivo del modelo no es minimizar uno de estos costos, ya que su comportamiento es inverso y en caso de minimizar uno solo de ellos, el otro se dispara por lo que los costos asociados serán más altos, lo importante es minimizar la suma de los costos de pedir y de mantener , lo que se conoce con el nombre de costo asociado, en la siguiente gráfica se observa como dicho costo en los valores cercanos al mínimo, no cambia considerablemente, sin embargo si se alejan de este los costos pueden incrementarse de forma importante, por lo que la idea consiste en pedir un valor muy cercano a la cantidad económica de pedido.

La simbología que se va a utilizar es una de las tantas existentes, en caso de que se consulte a alguno de los autores citados o a otros es posible encontrar símbolos diferentes, esto no es problema lo importante es tener claros los elementos conceptuales.

D : Demanda

Co : Costo de pedido

Cc : Costo de conservación

Q\* : Cantidad económica de pedido

N : Número de pedidos

Tc : Tiempo entre pedidos

CA: Costo asociado a la política de inventarios

CT: Costo total, involucra valor de los artículos y el costo asociado.

Calculando las primeras tres variables los demás valores quedan automáticamente dados, la demostración del porque se utilizan las formulas siguientes proviene del cálculo diferencial:

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 \times D \times C_o}{C_c}}$$
$$N = \sqrt{\frac{D \times C_c}{2 \times C_o}} = \frac{D}{Q}$$

$$T_c = \frac{1}{N} \times \text{Número de días hábiles del periodo}$$

$$CA = \sqrt{2 \times D \times C_0 \times C_c}$$

$$CT = D \times C + \frac{D}{Q} \times C_0 + \frac{Q}{2} \times C_c$$

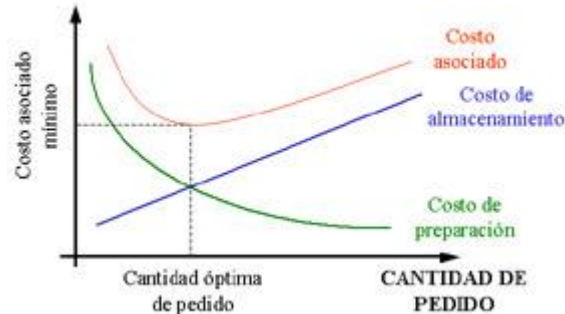


Figura 3.0 Gráfica del punto de cantidad óptima de pedido en función de costos.

### Ejemplo

Un impresor que en la actualidad esta haciendo una compra mensual, estudio el comportamiento del papel libro de 70 gr. en los últimos doce meses, encontró que su demanda fue de: 10, 11, 10, 9, 10, 11, 9, 10.5, 10, 9, 9 y 11.5 toneladas por mes, estima el precio de compra se va a mantener en \$2.300.000 por tonelada, su costo de pedido en \$500.000 y por política carga un 15% del costo unitario al manejo de los inventarios mas \$55.000 por concepto de bodegaje, calcular:

1. El modelo a manejar en estas condiciones.
2. Si el proveedor ofrece dar un descuento del 10% por compras superiores a 30 toneladas. y uno del 11% por compras de 60 toneladas, como cambiaría mi política.
3. Si adicional al descuento se logra obtener un plazo que hace que nuestro costo de conservación se reduzca solamente al de bodegaje como cambiaría mi política.

Lo primero que se debe observar es el comportamiento de la demanda el cual se ve que es relativamente constante, por lo que se puede asumir que el modelo se comporta de acuerdo a los parámetros de un modelo de cantidad económica de pedido con los siguientes datos de entrada:

D = 120 toneladas año  
 Co = \$500.000  
 C = \$2.300.000 tonelada  
 Cc = \$400.000 tonelada/año

Por tanto:



$$Q = \sqrt{\frac{2 \times 120 \times 500.000}{400.000}} = 17.32 \text{ Toneladas por pedido}$$

$$N = \frac{120}{17.32} = 6.93 \text{ Pedidos en el año}$$

$$Tc = \frac{1}{6.93} = 51.95 \text{ Días entre pedidos (asumiendo año de 360 días)}$$

$$CA = \sqrt{2 \times 120 \times 500.000 \times 400.000} = \$6.928.203$$

$$CT = 120 \times 2.300.000 + 6.928.203 = \$282.928.203$$

Como puede observarse en esta política de compra de inventarios, la empresa ahorra más de un 20% en el costo asociado a los inventarios que tendría si efectuase una compra mensual ( $CA = 12 \times 500.000 + [12/2] \times 400.000 = \$8.500.000$ ), lo que sumado al ahorro que se lograría con los diferentes productos que maneja la compañía permitirá mejoras importantes en la rentabilidad al final del ejercicio.

Con respecto a la pregunta 2:

#### Alternativa 1:

$$CT_1 = 120 \times 2.300.000 \times 0.90 + \frac{120}{30} \times 500.000 + \frac{30}{2} \times 400.000$$

$$CT_1 = 248.400.000 + 8.000.000 = \$256.400.000$$

#### Alternativa 2:

$$CT_2 = 120 \times 2.300.000 \times 0.89 + \frac{120}{60} \times 500.000 + \frac{60}{2} \times 400.000$$

$$CT_2 = 245.000.000 + 13.000.000 = \$258.000.000$$

Por lo tanto se debe aceptar el descuento del 10%, ya que en caso de seleccionar la escala que brinda descuento del 11%, los sobre costos por manejo de inventarios son superiores a los beneficios que se obtendrían con un menor valor de la compra.

La pregunta 3, hace gala de un aforismo, que en ocasiones es válido: "no importa el precio sino el plazo"; para nuestro caso al cambiar radicalmente el costo de conservación se debe recalcular todo el modelo con un costo de conservación de \$55.000, lo que dará los siguientes resultados:

$$Q = \sqrt{\frac{2 \times 120 \times 500.000}{55.000}} = 46.71 \text{ Toneladas por pedido}$$

$$N = \frac{120}{46.71} = 2.57 \text{ Pedidos en el año}$$

$$T_c = \frac{1}{2.57} \times 360 = 140.13 \text{ días (asumiendo año de 360 días)}$$

$$CA = \sqrt{2 \times 120 \times 500.000 \times 55.000} = \$2.569.047$$

$$CT = 120 \times 2.300.000 \times 0.90 + 2.569.047 = \$250.569.047$$

En esta fase de éste problema en particular se aprecia como con una reducción del costo de pedido, automáticamente, se puede pedir con un descuento del 10% dadas las condiciones de negociación planteadas, con lo que conseguiría ahorros por una cantidad superior a los treinta millones de pesos con respecto a los resultados obtenidos en el modelo clásico, si se detalla la segunda escala de descuentos se obtiene:

$$CT_2 = 120 \times 2.300.000 \times 0.89 + \frac{120}{60} \times 500.000 + \frac{60}{2} \times 55.00$$

$$CT_2 = 245.640.000 + 2.650.000 = \$248.290.000$$

En este caso se debe aceptar la segunda escala de descuentos.

En resumen, el manejo de los inventarios es sin lugar a dudas un elemento crítico, para el buen desarrollo de la empresa, si este no se efectúa correctamente la posibilidad de tener problemas de abastecimiento o mayores costos es muy alta, es por esto que permanentemente se deben estar revisando los normas para su manejo dentro de la compañía, siendo conscientes de que está en una realidad donde lo único constante es el cambio y que si no se adopta una actitud consecuente con esta realidad la posibilidad de dejar de ser competitivo y salir del mercado es muy alta.

En las decisiones administrativas el criterio del experto es insustituible, sin embargo un buen manejo de los instrumentos cuantitativos facilita de manera considerable su labor, permitiéndole cometer errores en el papel, con lo que la rentabilidad de la compañía debe mejorar considerablemente, en el ejemplo del fascículo se juega tan solo con dos posibles variaciones, se pueden manejar diferentes opciones entre las que podrían estar, como afirma BONINI afiliarse a clubes de compradores con el fin de obtener mejores condiciones de negociación.

### III Modelos de Inventarios

Con el fin de satisfacer la demanda a tiempo, las empresas suelen mantener cierto nivel de inventario o stocks en sus almacenes. Esta previsión resulta especialmente importante cuando un producto tiene una demanda fuertemente estacional o cuando la demanda ha de servirse en un período temporal relativamente corto. El propósito de este math-block es presentar una serie de modelos, todos ellos variantes del Modelo EOQ (Economic Order Quantity) que pueden ser útiles a la hora de tomar decisiones sobre inventarios cuando la demanda es conocida.

Básicamente, estos modelos intentarán dar una respuesta a las preguntas que normalmente se plantea el departamento de gestión de inventarios: (1) ¿Cuándo lanzar una orden de producción o de compra?, y (2) ¿Cuál debe ser el tamaño óptimo de dicho pedido?

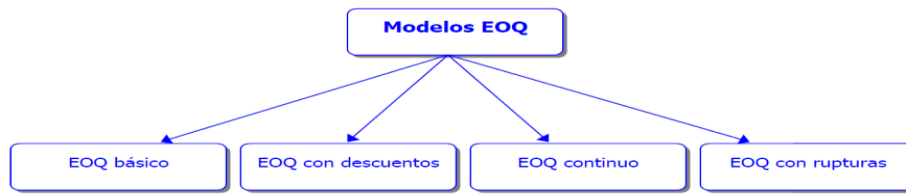


Figura 4.0 Tipos de Stock.

### 3.1.- Tipos de Stock

Se distinguen cuatro tipos de stocks posibles según la función que éstos desempeñen:

- **Stocks de ciclo:** Muchas veces no tiene sentido producir o comprar materiales al mismo ritmo en que son solicitados, ya que resulta más económico lanzar una orden de compra o de producción de volumen superior a las necesidades del momento, lo que dará lugar a este tipo de stocks.
- **Stocks estacionales:** Algunos productos presentan una demanda muy variable a lo largo del año, aumentando mucho en determinados meses y disminuyendo en otros (juguetes, helados, refrescos, etc.). Así, es lógico que la producción sea mayor que la demanda en determinados períodos, por lo que se generará un stock de carácter estacional.
- **Stocks de seguridad:** Suponen una garantía frente a posibles aumentos repentinos de la demanda.
- **Stocks de tránsito:** Su función es actuar como reserva a fin de mantener el flujo continuo de materiales entre las distintas fases del proceso productivo

Incluso en aquellos casos en que se desee mantener un nivel de inventarios constante, dicho nivel variará cuando la demanda solicitada (salidas) difiera de las previsiones o cuando la entrada de material (entradas) no coincida con lo esperado.

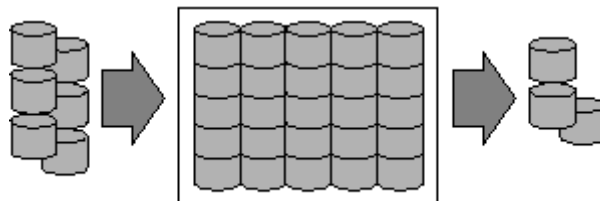


Figura 5.0 Balanceo de existencia por dinámica Entrada/Salida.

De todas formas, no siempre será deseable mantener un nivel de stocks constante. Así, por ejemplo, el sistema de producción podría abastecerse de forma intermitente con una cantidad fija  $Q$ , la cual se incorporaría a intervalos regulares de  $T$  unidades temporales, mientras que la salida se podría producir según una tasa constante  $D$ .

### 3.2.- Características de la Demanda

A continuación se resumen las principales características de la demanda: Continua o Discreta

La unidad de medida de la demanda puede variar según el entorno y la presentación del artículo concreto (unidades, centenas, litros, kilogramos, etc.)

Determinista o probabilística

Hay casos en que la demanda futura se supone perfectamente conocida; otras veces se supone que los valores de la demanda son aleatorios

Dependiente o independiente.

La demanda de componentes dependerá de la demanda de productos finales, mientras que la de estos últimos se considerará independiente

Homogénea o heterogénea

La demanda es homogénea si su valor es constante en el tiempo

Diferida o Perdida

Si no se satisface la demanda (ruptura de stocks), a veces será posible diferir la

### **Nociones sobre Tipos Generales de Costes Aplicados**

Se presentan los principales costes asociados a los inventarios: Coste de Adquisición

Se compone de una parte fija (coste de lanzamiento o de emisión del pedido), y de otra variable (coste variable de adquisición). El coste de lanzamiento se refiere a la compra de material a un proveedor externo (correo, teléfono, tarea administrativa, carga, transporte, etc.) y a la preparación de los pedidos de artículos manufacturados en la misma empresa (puesta a punto de máquinas, limpieza, etc.). El coste variable de adquisición resulta de multiplicar el valor unitario del artículo por el número de artículos del pedido (siempre que no haya descuentos en función de las cantidades adquiridas)

Coste de Posesión

Debido a la creación y mantenimiento de la capacidad del almacén (alquiler, electricidad, maquinaria, vigilancia, etc.), a la manipulación de material y trabajos administrativos, a los gastos derivados de los seguros internos y externos, a variaciones del valor de los bienes motivados por el desgaste, y al coste de oportunidad del capital (dinero que se deja de ganar por mantener inmovilizado en stock el capital en vez de invertirlo)

Coste por demanda Insatisfecha

Aparece cuando no es posible atender la demanda por falta de existencias (ruptura de stocks)

### **3.3.- Períodos de Entrega y de Reaprovisionamiento**

#### **3.3.1.- El período de entrega (L)**

Es el tiempo que transcurre entre la detección de la necesidad de efectuar un pedido y el instante en que el material correspondiente está a punto para su consumo o uso. A veces el período de entrega es conocido, mientras que la demanda no; otras veces ambos tienen un

carácter probabilista. Este desconocimiento puede dar lugar a situaciones no deseables como las mostradas en la figura: en el instante A se detecta la necesidad de material y se lanza una orden de pedido. El material estará disponible para el consumo en el instante C; si la necesidad real de material se produce en el instante B, se producirá una ruptura de stocks y la demanda quedará insatisfecha; si, por contra, la necesidad surge en el instante D, entonces se habrá producido un reaprovisionamiento precipitado que repercutirá sobre los costes de posesión de stocks.

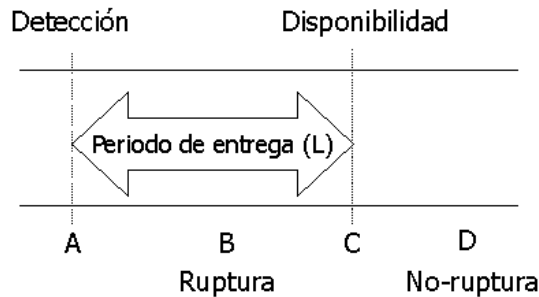


Figura 6.0 Representación del período de entrega (L).

### 3.3.2.- El período de reaprovisionamiento (R)

Es el tiempo durante el cual la única protección de que dispone el sistema productivo para afrontar una posible ruptura de stocks es el nivel de los inventarios. Cuando se dispone de un sistema de control continuo y, por tanto, se conoce el nivel de stock en todo momento, el período de reaprovisionamiento coincide con el período de entrega ( $R=L$ ). Cuando el sistema de información es de revisión periódica, el período de reaprovisionamiento es igual al período de revisión (T) más el de entrega ( $R=L+T$ ).

### 3.4.- Políticas de Gestión de Inventarios y Métodos de Reaprovisionamiento

Una política de gestión de stocks sirve para definir: (1) ¿Cuándo se ha de solicitar material?, y (2) ¿Cuánto material se ha de pedir?.

Para la primera cuestión se puede recurrir a fijar un nivel de referencia para el stock (punto de pedido,  $s$ ), y lanzar una orden cada vez que la posición del stock sea inferior a este valor; otra alternativa consiste en fijar un período de revisión, T, y efectuar un pedido en instantes concretos. Por lo que respecta a la segunda pregunta, es posible solicitar siempre una cantidad fija predeterminada Q (medida del lote), o la diferencia entre un valor fijo S (cobertura) y la posición del stock.

Para describir una política de gestión de stocks bastará pues con indicar, mediante un par ordenado, cuándo y cuánto se pide. Así, una política ( $s,Q$ ) significará que se lanza una orden de tamaño fijo Q cada vez que la posición del stock sea inferior a  $s$  unidades.

Otras políticas posibles son: (T,S) con la cual se lleva a cabo un pedido cada T unidades de tiempo, de tamaño igual a la diferencia entre la cobertura S y el nivel de stock detectado; la política ( $s,S$ ), la cual implica la solicitud de un pedido de un tamaño suficiente para abastecer la

cobertura  $S$  cada vez que la posición del stock sea inferior al punto de pedido  $s$ ; y la política  $(T,Q)$ , en la que se solicitaría un pedido fijo  $Q$  cada  $T$  unidades de tiempo.

### 3.4.1.- Los Métodos de Reaprovisionamiento

Un método de reaprovisionamiento consiste en aplicar sistemáticamente una política de gestión de stocks con el apoyo de un sistema de información o de revisión. Los métodos más usados se tratan a continuación.

#### 3.4.1.1.- Métodos de reaprovisionamiento

##### 3.4.1.1.1.- Método del punto de pedido con revisión continua $(s,Q)$ :

Se tendrá conocimiento del nivel del stock en todo momento. Cuando debido al consumo se llegue a un nivel mínimo (punto de pedido,  $s$ ), se emitirá un pedido de medida fija  $Q$  (lote económico). El punto de pedido intenta equilibrar los costes opuestos de ruptura y posesión de stocks, mientras que el tamaño del lote económico se calcula para conseguir el equilibrio entre los costes de lanzamiento y los de posesión. Este es el método que siguen los modelos EOQ.

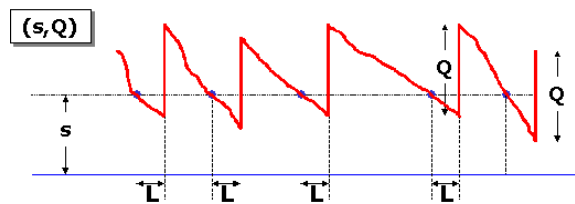


Figura 7.1 Representación del método de punto de pedido de revisión continua  $(s,Q)$ :

##### 3.4.1.1.2.- Método de reaprovisionamiento periódico con cobertura $(T,S)$ :

Se realiza una revisión en instantes concretos, tras intervalos temporales de igual longitud (período de revisión,  $T$ ). Después de la revisión se lanza una orden de pedido, la cantidad de la cual es determinada a partir de la diferencia entre la cobertura  $S$  y el nivel de stock observado.

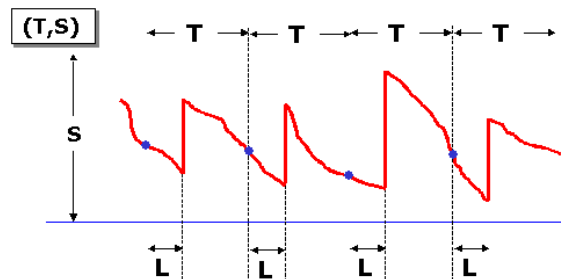


Figura 7.2 Representación del método de reaprovisionamiento periódico con cobertura  $(T,S)$ .

### 3.4.2.- Métodos Tradicionales para Determinación de Existencias

### 3.4.2.1.- Método PEPS Primera en entrar, primera en salir.

Este método consiste básicamente en darle salida del inventario a aquellos productos que se adquirieron primero, por lo que en los inventarios quedarán aquellos productos comprados más recientemente.

En cualquiera de los métodos las compras no tienen gran importancia, puesto que estas ingresan al inventario por el valor de compra y no requiere procedimiento especial alguno.

En el caso de existir devoluciones de compras, esta se hace por el valor que se compro al momento de la operación, es decir se la de salida del inventario por el valor pagado en la compra.

Si lo que se devuelve es un producto vendido a un cliente, este se ingresa al inventario nuevamente por el valor en que se vendió, pues se supone que cuando se hizo la venta, esos productos se les asignó un costo de salida según el método de valuación de inventarios manejado por la empresa.

#### Ejemplo:

Con los siguientes datos, tomados de los libros de contabilidad, calcule el valor de los inventarios:

- El 2 de enero de 2001 había en existencia 1.000 unidades, cuyo costo unitario era de \$10.00.
  - El 3 de enero compra 500 unidades a un costo unitario de \$12.00.
  - El 4 de enero vende 1.100 unidades a un precio unitario de \$20.00
  - El 15 de enero compra 600 unidades a un costo unitario de \$15.00.
  - El 28 de enero compra 500 unidades a un costo unitario de \$18.00.
- El 31 de enero vende 1.200 unidades a un precio unitario de \$22.00.

#### Solución.

La información anterior se registra en la tarjeta de control (Kardex) de la siguiente manera:

Fecha	Concepto	Entradas			Salidas			Saldo		
		Q	VU	VT	Q	VU	VT	Q	VU	VT
01-01	Saldo inicial							1.000	\$10	\$10.000
03-01	Compras	500	\$12	\$6.000				<u>500</u>	<u>12</u>	<u>6.000</u>
04-01	Venta				1.000	\$10	\$10.000			
					100	12	1.200	400	12	4.800
15-01	Compras	600	15	9.000				600	15	9.000
28-01	Compras	500	18	9.000				<u>500</u>	<u>18</u>	<u>9.000</u>
31-01	Ventas				400	12	4.800			
					600	15	9.000			
					200	18	3.600	<b><u>300</u></b>	<b><u>18</u></b>	<b><u>5.400</u></b>

El procedimiento es el siguiente: se coloca el saldo inicial, que es de 1.000 unidades a \$10.00 cada una. El 3 de enero se efectúa una compra de 500 unidades a \$12.00 cada una. Esta información se coloca en la columna de entradas y se pasa a la columna de saldo. El 4 de enero se realiza una venta de 1.100 unidades. Entonces las primeras que entraron son las del inventario, que fueron 1.000 unidades a \$10.00 cada una. Como estas unidades no alcanzan, se

toman 100 unidades de las compradas el 3 de enero, a un costo de \$12.00 cada una, completándose el total de unidades vendidas y quedando 400 unidades valorizadas al último costo, que es de \$12.00. Esta acción se repite cada vez que hay una venta.

Al realizar todas las transacciones, en el inventario quedan 300 unidades a un costo de \$18.00 para un total de \$5.400.00. El costo de ventas es la sumatoria de las salidas del período, las cuales ascendieron a \$ 28.600.00

Nótese, que cada vez que se realiza una venta, en el saldo antes de la venta se coloca una raya simple para separar la situación anterior de la nueva.

Al utilizar este método de valuación de inventarios, se da un efecto sobre los resultados financieros de la empresa, tanto por el monto del costo de las ventas como por el valor del inventario final. Bien sabemos que al sacar las unidades que se compraron primero, significa que en el inventario final quedan las últimas unidades compradas, y estas unidades por lo general se adquirieron a un mayor costo. Ahora el costo de venta al ser determinado sacando las primeras unidades compradas, que por lo general fueron mas económicas, se tiene un costo de venta relativamente mas bajo, lo que significa que tendrá menor efecto sobre la utilidad, resultando como consecuencia que esta sea mas elevada que si se utilizaran otros métodos de valuación de inventarios.

Como se puede ver en forma general, este método hace que la utilidad sea menor y que el Balance general se sobrevalore un poco al contener un inventario final de mercancías un tanto mas costoso. Igualmente se afecta el Estado de resultados, en la medida en que se incorpora un menor costo de venta producto de costear con las primeras unidades de materias primas compradas.

#### **3.4.2.2.- Método UEPS:**

En este método lo que se hace es darle salida a los productos que se compraron recientemente, con el objetivo de que en el inventario final queden aquellos productos que se compraron de primero. Este es un método muy útil cuando los precios de los productos aumentan constantemente, cosa que es muy común en los países con tendencias inflacionarias.

El tratamiento que se le da a las devoluciones en compras es el mismo que se le da en el método PEPS, es decir que se le da salida del inventario por el valor de adquisición, esto debido a que como es apenas lógico, el producto se devuelve por el valor que se pago a la hora de adquirirlo. Debemos recordar además que los diferentes métodos de valuación tienen validez para costear las ventas o salidas, ya que las compras ya tienen un costo identificado que es el valor pagado por ellas.

En el caso de la devolución en ventas, estas ingresan nuevamente al inventario por el valor o costo con que salieron al momento de hacer la venta.

#### **Ejemplo:**

Con los siguientes datos, tomados de los libros de contabilidad, calcule el valor de los inventarios:

El 2 de enero de 2001 había en existencia 1.000 unidades, cuyo costo unitario era de \$10.00.

El 3 de enero compra 500 unidades a un costo unitario de \$12.00.



El 4 de enero vende 1.100 unidades a un precio unitario de \$20.00

El 15 de enero compra 600 unidades a un costo unitario de \$15.00.

El 28 de enero compra 500 unidades a un costo unitario de \$18.00.

El 31 de enero vende 1.200 unidades a un precio unitario de \$22.00.

### Solución.

La información anterior se registra en la tarjeta de control (Kardex) de la siguiente manera:

Fecha	Concepto	Entradas			Salidas			Saldo		
		Q	VU	VT	Q	VU	VT	Q	VU	VT
01-01	Saldo inicial							1.000	\$10	\$10.000
03-01	Compras	500	\$12	\$6.000				500	12	6.000
04-01	Venta				500	\$12	\$6.000			
					600	10	6.000	400	10	4.000
15-01	Compras	600	15	9.000				600	15	9.000
28-01	Compras	500	18	9.000				500	18	9.000
31-01	Ventas				500	18	9.000			
					600	15	9.000			
					100	10	1.000	<b>300</b>	<b>10</b>	<b>3.000</b>

El procedimiento es el siguiente: se coloca el saldo inicial, que es de 1.000 unidades a \$10.00 cada una. El 3 de enero se efectúa una compra de 500 unidades a \$12.00 cada una. Esta información se coloca en la columna de entradas y se pasa a la columna de saldo. El 4 de enero se realiza una venta de 1.100 unidades. Entonces las últimas que entraron son las de la primera compra el 3 de enero, que fueron 500 unidades a \$12.00 cada una. Como estas unidades no alcanzan, se toman 600 unidades que están en el inventario inicial, a un costo de \$10.00 cada una, completándose el total de unidades vendidas, quedando 400 unidades valorizadas al primer costo, que es de \$10.00. Esta acción se repite cada vez que hay una venta.

Al realizar todas las transacciones, en el inventario quedan 300 unidades a un costo de \$10.00 para un total de \$3.000.00. El costo de ventas es la sumatoria de las salidas del período, las cuales ascendieron a \$ 28.600.00. Nótese, que cada vez que se realiza una venta, en el saldo antes de la venta se coloca una raya simple para separar la situación anterior de la nueva.

Financieramente la utilización de este método, implica un mayor valor del costo de venta debido a que es determinado con base a las últimas unidades adquiridas que por lo general son mas costosas; igualmente al costear con base a las ultimas unidades compradas, significa que en el inventario final quedan las primeras unidades que en la mayoría de los casos son mas económicas, lo que conlleva a que sea de un menor valor.

En conclusión se puede decir que este método es utilizado por empresas en países don la inflación es alta, con el objetivo de reconocer tales incrementos en el Estado de resultados, ya que con el UEPS la utilidad resulta menor al tener unos costos de ventas mas elevados, y otro efecto se ve en el Balance general al estar un tanto subvalorado por tener el inventario final con precios antiguos.

### 3.4.2.3.- Determinación Matemática Simple de Existencias.

Se lleva a cabo es a través de un conteo manual una de sus formas es la de existencias mínimas; en este sistema la cantidad de tiempo de reposición ( $q$ ) es constante, mientras que el tiempo ( $t$ ) entre los periodos de reposición es variable, pues las existencias mínimas ( $Em$ ) son las que determinan la emisión de un nuevo pedido ( $q$ ) unidades, de la siguiente manera:

$$Em = ER + dt$$

Donde:

$Em$  = existencias mínimas

$ER$  = existencias de reserva

$D$  = consumo medio

$T$  = tiempo medio de espera en días entre periodo y la recepción

En este caso,

$$EM = ER + Q/2$$

Donde:

$EM$  = existencias mayores

$Q$  = cantidad de pedido de reposición

### 3.4.1.1.3.- El Modelo EOQ Básico o Modelo de Harris Wilson

Los supuestos en que se fundamenta este modelo son las siguientes:

- 1) El horizonte temporal que afecta a la gestión de stocks es ilimitado (i.e.: el proceso continua indefinidamente).
- 2) La demanda es continua, conocida y homogénea en el tiempo (i.e.: si la tasa de consumo es  $D$  unidades/año, la demanda mensual es  $D/12$  unidades/mes, etc.).
- 3) El período de entrega,  $L$ , es constante y conocido.
- 4) No se aceptan rupturas de stock (i.e., debe haber siempre stock suficiente para satisfacer la demanda).
- 5) El coste de adquisición,  $C_A$  u.m./unidad, es constante y no depende del tamaño del lote (no hay descuentos por grandes volúmenes de compra).
- 6) La entrada del lote al sistema es instantánea una vez transcurrido el período de entrega.
- 7) Se considera un coste de lanzamiento de  $C_L$  u.m./pedido y un coste de posesión de stock igual a  $C_p$  u.m./unidad y año.

Bajo estas hipótesis, lo que resulta más económico es organizar los pedidos de manera que se produzca la entrada de un lote al sistema en el momento en que el nivel de stock sea nulo; por tanto las órdenes de emisión de los pedidos se han de realizar en instantes en que el nivel de stock sea el mínimo imprescindible para satisfacer la demanda durante el período de entrega.

El punto de pedido  $S$  ha de ser:  $S = D \cdot L$ .

Además, todos los lotes han de tener el mismo tamaño, dado que los parámetros del modelo se mantienen constantes a lo largo del tiempo, y que el horizonte es ilimitado.

Si cada pedido es de un volumen igual a  $Q$ , para satisfacer la demanda anual  $D$  habrá que ordenar  $D/Q$  pedidos/año (frecuencia de reaprovisionamiento  $N$ ); la inversa de este valor representará el tiempo que transcurre entre dos entradas consecutivas al sistema (tiempo de ciclo de aprovisionamiento  $T_c$ ).

Como el coste de lanzar un pedido es  $C_L$  u.m., se tendrá que el coste anual de lanzamiento  $K_L$  será: 
$$K_L = C_L \cdot N = C_L \cdot \frac{D}{Q}$$

Este coste está relacionado con el tamaño de lote  $Q$ , de manera que si dicho tamaño crece, el número de lanzamientos se reduce y, por consiguiente, el coste anual de lanzamiento disminuirá.

El coste anual de adquisición  $K_A$  depende de las unidades solicitadas; como la demanda anual  $D$  es conocida y se supone que todas las unidades tienen el mismo valor unitario,  $C_A$ , independientemente del momento en que se solicita y de las cantidades que se requieren (no hay descuentos), la adquisición de  $D$  unidades supondrá un coste  $K_A = C_A \cdot D$ .

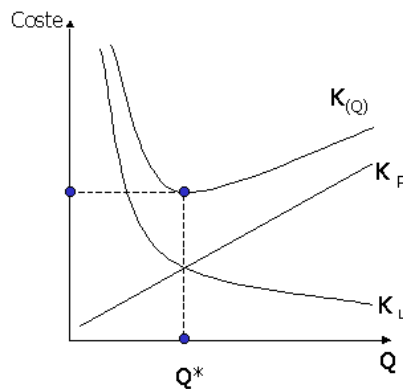


Figura 8.0 Representación gráfica del modelo de costes EOQ.

El coste anual de posesión de stock  $K_P$  está relacionado con el nivel medio del stock mantenido a lo largo del año. Bajo los supuestos considerados, el nivel de stock oscila entre 0 y  $Q$ . Dado que la demanda es homogénea y no se permiten rupturas de stock, el nivel medio del inventario será igual a  $Q/2$ ; como mantener una unidad de producto en stock durante un año tiene un coste de posesión de  $C_P$  u.m., el coste anual de posesión será:

$$K_P = C_P \cdot Q/2$$

Observar que conforme aumenta el tamaño del lote  $Q$ , también aumenta el coste anual de posesión  $K_P$ .

El coste total anual de stock será la suma los tres costes anteriores. En todo caso, los costes relevantes en la gestión de stocks (aquellos sobre los cuales nuestras decisiones pueden influir) son el coste anual de lanzamiento,  $K_L$ , y el coste anual de posesión,  $K_P$ , dado que el coste anual de adquisición no depende ni del tamaño del lote ni de las fechas en que se ordenen los pedidos.

Por tanto, el coste relevante anual  $K$  será:  $K = K_L + K_P$  u.m. Si se considera  $K = K(Q)$ , resulta inmediato comprobar que esta función toma un valor mínimo  $K^*$  asociado a un tamaño de lote óptimo ( $Q^*$ ): 
$$Q^* = \sqrt{\frac{2 C_L D}{C_P}}$$

Esta cantidad  $Q^*$  recibe el nombre de lote económico (Economic Order Quantity). Además, en este modelo, el lote económico es justamente el valor que iguala los costes anuales de lanzamiento y posesión.

En la fórmula anterior, el coste unitario de posesión, CP, se expresa a menudo como el producto de una tasa de coste de mantenimiento  $i$ , por el valor unitario del artículo, CA. La tasa  $i$  representa pues el coste (en US\$) de mantener en stock material por valor de 1 US\$, y puede englobar conceptos tales como el tipo de interés que la empresa podría obtener en una inversión alternativa de riesgo similar, el porcentaje de pérdidas anuales resultantes del almacenamiento y manipulación de productos, las pérdidas por robo, el coste del seguro que cubre los stocks, etc.

A continuación se resolverá un ejemplo de gestión de stocks basado en este modelo con la ayuda del fichero EOQ.xls, creado con la hoja de cálculo EXCEL. Una estación de servicio vende 1740 litros de gasolina al mes. Cada vez que la estación pide una cuba para rellenar sus tanques ha de desembolsar 50 US\$ en concepto de transporte más 0,70 US\$ por cada litro que solicite. El coste anual de mantener un litro de gasolina es de 0,30 US\$.

Se desea determinar el tamaño del lote óptimo y el número de órdenes anuales que se deberán realizar a fin de minimizar los costes totales. ¿Cuál sería el punto de pedido si el período de reparto fuese de dos semanas?. ¿Y si fuese de diez semanas?

GESTIÓN DE ESTOCKS: MODELO EOQ BÁSICO			
Hipótesis del modelo:			
1) Horizonte de gestión limitado			
2) Demanda (D) continua, conocida y homogénea			
3) Período de entrega (L) constante y conocido			
4) No se permiten rupturas de stock			
5) Coste de adquisición (Ca) constante			
6) La entrada del lote al sistema es instantánea			
7) Coste de lanzamiento (Cl) y coste de posesión (Cp)			
INPUTS		OUTPUTS	
Demanda Anual D (unidades)	48.000	Punto de pedido s (unidades)	1.205
Período de entrega L (días)	70	Frecuencia anual de reaprovisionamiento N	12,0
		Tiempo de ciclo de reaprovisionamiento Tc (meses)	1,00
Coste unitario de adquisición Ca (€)	0,70	Coste anual de adquisición Ka (€)	33.600,00
Coste unitario de lanzamiento Cl (€)	50,00	Coste anual de lanzamiento Kl (€)	600,00
		Coste anual de posesión Kp (€)	600,00
Coste unitario de posesión Cp (€)	0,30	Coste anual relevante mínimo K* = Kl + Kp (€)	1.200
Tasa de coste de mantenimiento i	0,00	Coste anual total mínimo Kt* = Ka + Kl + Kp (€)	34.800
Coste unitario de posesión Cp (€)	0,30	Tamaño del lote óptimo Q* (unidades)	4.000

Figura 9.0 Tratamiento de modelo EOQ de costes con hoja electrónica comercial de cálculo.

Aunque la hoja es suficientemente explicativa por sí misma, resulta oportuno observar lo siguiente:

- Para determinar el Cp (casilla B23) sólo es necesario completar la casilla B21 o la B22, ya que la celda B23 =MAX(B21;B22\*B18) .

- A la hora de determinar el punto de pedido (casilla E15) se usa la siguiente fórmula: E15 =SI(B15\*B16/365<=E23;B15\*B16/365;RESIDUO(B15\*B16/365;E23)) . En otras palabras, el punto de pedido será L\*D siempre que  $L \cdot D \leq Q^*$ . En otro caso no tendría sentido tomar  $s = L \cdot D$  ya que el nivel de stock siempre sería inferior al punto de pedido, por lo éste no serviría como indicador. En tales situaciones se realizará la división  $L \cdot D$  entre  $Q^*$  y se tomará s como el resto de la misma.

El “output” dice que lo ideal será pedir 4.000 litros de gasolina cada mes, lo que supondrá un coste anual relevante de 1.200 US\$ (observar que en el óptimo,  $CL = CP$  ). Además, se deberán hacer los pedidos cuando el nivel de gasolina en los tanques llegue a los 1.841 litros. Si el período de entrega subiese a 70 días, el punto de pedido sería de 1.205 litros, obteniéndose dicha cifra cómo resto de la división  $L \cdot D$  entre  $Q^*$ .

### 3.6.- Gestión de Stocks y Economías de Escala

Se pudo apreciar previamente que  $K^* = K^*L + K^*P = (CL * D/Q^*) + (CP * Q^*/2)$  es la expresión del coste relevante anual mínimo. Sustituyendo  $Q^* = (2*CL*D/CP)^{1/2}$  en la ecuación anterior se tiene:  $K^* = (2*CL*CP*D)^{1/2}$  u.m. se utilizará esta formulación del coste relevante anual mínimo para explicar en parte las ventajas competitivas de las grandes compañías cuando éstas son capaces de generar suficiente demanda. Supóngase que dos comerciantes, A y B, tienen la misma demanda, D, e idénticos costes CL y CP. Si ambos optimizan los costes de gestión del inventario, cada uno de ellos tendrá un coste igual a  $K^*$ . ¿Qué ocurriría si decidiesen gestionar conjuntamente sus respectivos stocks?, ¿lograrían reducir costes o, por el contrario, aumentaría el coste total?

La situación inicial en que cada comerciante actúa separadamente supone un coste total:  $K^*A+B = K^*A+K^*B = 2K^*$  u.m./año. Si los comerciantes deciden constituir un stock conjunto, la demanda anual de la nueva compañía será de 2D y, por tanto, el coste total será:  $K^*AB = (2*CL*CP*2D)^{1/2} = 2^{1/2}K^*$  u.m./año, lo que significa que la fusión empresarial habrá logrado reducir los costes de gestión. Además de la reducción de costes se conseguiría también una disminución en el nivel medio de stock: en la situación inicial, el nivel medio de stock sería de  $Q^*/2 + Q^*/2 = Q^*$ , mientras que una vez completada la fusión sería de  $Q^*_{AB}/2 = [(2*C_L*2D/C_p)^{1/2}]/2 = 2^{-1/2} Q^*/2$ .

Dado que es difícil estimar con exactitud los valores reales de las variables D y CP (o alternativamente i), resulta muy interesante saber que los costes totales son “robustos” frente a pequeñas variaciones en el valor de  $Q^*$ , i.e., si el valor obtenido de  $Q^*$  no difiere mucho de su valor real (el que se obtendría con los valores exactos de D y de CP), entonces el coste total real no diferirá mucho del previsto.

	Gestión separada A y B	Gestión conjunta AB
Demanda	D + D	2D
Lote económico	$Q^*_A = Q^*_B = Q^*$	$Q^*_{AB} = 2^{1/2}Q^*$
Stock medio	$Q^*/2 + Q^*/2 = Q^*$	$2^{-1/2}Q^*/2$
Coste global	$K^*_{A+B} = 2K^*$	$K^*_{AB} = 2^{1/2}K^*$

Figura 9.0 Nomenclatura de gestión de stocks y economías de escala.

Estos resultados se pueden extender al caso en que la demanda de un artículo se duplique siempre que la empresa sea capaz de asumirla. Se entra pues en una situación de economías de escala: incrementos idénticos y progresivos de la demanda suponen incrementos decrecientes en los costes de gestión de stocks.

En general, si a una demanda D corresponde un coste K, una demanda nD estará asociada a un coste  $n^{1/2}K$  (siempre que el resto de parámetros se mantengan constantes).

### 3.7.- El Modelo EOQ con Descuentos por Volúmen de Adquisición

A menudo los suministradores ofrecen descuentos en los precios del producto servido si se les compra en grandes cantidades. Tales descuentos se habrán de tener en consideración a la hora de decidir qué cantidad conviene adquirir y cuándo se deberá efectuar los pedidos. Se estará pues ante un modelo distinto al de Harris-Wilson: CA ya no será constante, sino que

dependerá del volumen del lote comprado, lo que afectará tanto al coste de posesión unitario  $CP = i \cdot CA$ , como al coste total anual  $KT = KA + KL + KP$ .

### 3.7.1.- Descuentos Uniformes

Los descuentos uniformes implican el mismo descuento en todas las unidades compradas, descuento que será de mayor o menor magnitud según el intervalo o tramo en que se encuentre la cantidad solicitada. Un ejemplo de descuento uniforme sería:

	Cantidad a comprar (unidades) por lote	Precio unitario (€/unidad)
Tramo 1	De 0 hasta 99	50,00
Tramo 2	de 100 hasta 299	49,00
Tramo 3	Más de 300	48,50

Figura 10.0 Relación tabular de descuentos por lotes

Dado que en cada uno de los  $n$  tramos el coste de adquisición  $C_A$  sí es constante, en realidad este caso se reduce a aplicar el modelo EOQ básico a cada uno de los intervalos, con lo cual se obtendrá un coste anual mínimo para cada tramo considerado  $K_T(i) = K_A(i) + K_L(i) + K_P(i)$ . Obviamente, se seleccionará el  $Q^*$  asociado al menor de estos  $n$  costes totales mínimos.

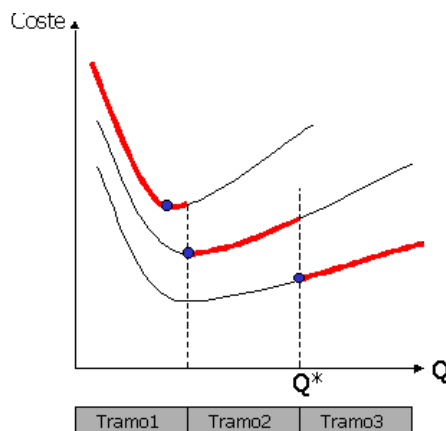


Figura 10.0 Gráfica de costes por tramos en la dinámica de descuentos uniformes.

Cabe hacer, sin embargo, una observación importante: ahora  $Q^*$  será el tamaño del pedido que minimice los costes relevantes  $K(Q) = KL + KP$  dentro del intervalo considerado (optimización con restricciones). Por tanto, si al hacer los cálculos resulta que el  $Q^*$  obtenido según la fórmula del modelo anterior no pertenece al intervalo en el que se está, se deberá tomar como  $Q^*$  el extremo del intervalo que más se aproxime al valor obtenido, ya que este será el valor óptimo restringido a dicho tramo (pues la función  $K(Q)$  es convexa respecto del origen).

Se usará nuevamente la hoja electrónica de cálculos comercial EXCEL para ejemplificar los conceptos anteriores mediante la resolución del siguiente caso:

Un gestor realiza pedidos de discos CD regrabables a un gran almacén. Los discos van en cajas de 10 unidades, y su precio depende del número de cajas solicitadas según se muestra

en la tabla anterior (la usada como ejemplo de descuentos uniformes). La gestoría estima que necesitará unos 10.000 discos al año. El coste de lanzamiento de cada pedido es de 100 US\$, mientras que la tasa anual de mantenimiento se estima en  $i = 0,20$ . Se trata de determinar el tamaño del lote óptimo, los gastos asociados al mismo, y el nº de órdenes anuales que conviene realizar.

En la nueva hoja de cálculo que se aplica (llamada Descuentos Uniformes), se deberá especificar los extremos del tramo que se va a estudiar en cada momento, así como los costes de adquisición asociados a dicho intervalo. A continuación, se muestran los resultados referentes a cada uno de los tres tramos. De los tres  $Q^*$  que se obtendrán, se seleccionará aquel cuyo coste total (KT) asociado sea menor (en este caso  $Q^* = 300$ , el cual lleva aparejado un coste total estimado de 50,288.33 US\$).

INPUTS		OUTPUTS	
Demanda Anual D (unidades)	1.000	Punto de pedidos (unidades)	0
Periodo de entrega L (días)	0	Frecuencia anual de reaprovisionamiento N	7,0
Extremo inferior del Tramo Qmin (unidades)	100	Tiempo del ciclo de reaprovisionamiento Tc (meses)	1,71
Extremo superior del Tramo Qmax (unidades)	299	Coste anual de adquisición Ka (€)	49.000,00
Coste unitario de adquisición Ca (€)	49,00	Coste anual de lanzamiento Ki (€)	700,00
Coste unitario de lanzamiento Ci (€)	100,00	Coste anual de posesión Kp (€)	700,00
Coste unitario de posesión Cp (€)		Coste anual total mínimo $Kt^*=Ka+Ki+Kp$ (€)	50.400,00
Tasa de coste de mantenimiento /	0,20	Tamaño del lote óptimo $Q^*$ (unidades)	143
Coste unitario de posesión Cp (€)	9,80		

INPUTS		OUTPUTS	
Demanda Anual D (unidades)	1.000	Punto de pedidos (unidades)	0
Periodo de entrega L (días)	0	Frecuencia anual de reaprovisionamiento N	3,3
Extremo inferior del Tramo Qmin (unidades)	300	Tiempo del ciclo de reaprovisionamiento Tc (meses)	3,60
Extremo superior del Tramo Qmax (unidades)	1.000	Coste anual de adquisición Ka (€)	48.500,00
Coste unitario de adquisición Ca (€)	48,50	Coste anual de lanzamiento Ki (€)	333,33
Coste unitario de lanzamiento Ci (€)	100,00	Coste anual de posesión Kp (€)	1.455,00
Coste unitario de posesión Cp (€)		Coste anual total mínimo $Kt^*=Ka+Ki+Kp$ (€)	50.288,33
Tasa de coste de mantenimiento /	0,20	Tamaño del lote óptimo $Q^*$ (unidades)	300
Coste unitario de posesión Cp (€)	9,70		

Figura 11.0 Hoja de cálculo para tratamiento computacional de descuentos uniformes.

Como se puede observar, la estructura de esta nueva hoja es muy similar a la que se utilizaba para resolver el modelo EOQ básico. La única diferencia significativa radica en la determinación de  $Q^*$ , que ahora vendrá dado por

$$E23 = SI(RAIZ(2*B19*B14/B23) <= B16; B16; MIN(RAIZ(2*B19*B14/B23); B17)),$$

Expresión que viene a decir lo siguiente: "Si el  $Q^*$  que obtienes está dentro del intervalo considerado, entonces es válido. En caso contrario, toma como  $Q^*$  el extremo del intervalo que más se aproxime al valor obtenido".

### 3.7.2.- Descuentos Graduales

Los descuentos graduales o descuentos incrementales se caracterizan porque la reducción de precios no se aplica por igual a todas las unidades adquiridas, sino que las unidades de diferentes tramos de cantidades tienen precios diferentes. Considérese el siguiente ejemplo:

	Cantidad a comprar (unidades) por lote	Precio unitario (€/unidad)
Tramo 1	de 1 hasta 50	100
Tramo 2	de 51 hasta 100	50 unidades a 100 y el resto a 90
Tramo 3	de 101 en adelante	50 unidades a 100 50 unidades a 90 y el resto a 80

Figura 12.0 Relación tabulada de descuentos graduales

Supóngase que se requiere comprar 120 unidades (tramo 3 de la tabla anterior). En tal caso, se tendrá que hacer frente a un coste de adquisición “acumulado” de 9.500 US\$ (50\*100 + 50\*90) más un coste “extra” de 20\*80 = 160 US\$.

Observar pues que, si se decide adquirir un lote de tamaño Q perteneciente a un tramo cuyo extremo inferior es  $Q_{\min}$ , se puede descomponer el coste de adquisición del pedido como suma de dos costes: Coste Acumulado + Coste Extra =  $A + C_A*(Q - Q_{\min} + 1)$ , donde  $C_A$  representa el coste de adquisición por cada unidad del tramo considerado.

En base a lo dicho, para un pedido de Q unidades, se puede definir el coste medio de adquisición por unidad como  $C_{AM} = [A + C_A*(Q - Q_{\min} + 1)] / Q$ . Como al cabo del año se realizarán D/Q pedidos, el coste anual de adquisición será  $K_A = D/Q * [A + C_A*(Q - Q_{\min} + 1)]$ .

Por su parte, el coste medio de posesión por unidad vendrá dado por  $C_{PM} = i * C_{AM}$ , por lo que el coste anual de posesión será:  $K_P = i * C_{AM} * Q/2$ .

Finalmente, el coste anual de lanzamiento será:  $K_L = C_L * D/Q$ .

El objetivo será minimizar el coste anual total  $K_T(Q) = K_A + K_P + K_L = D/Q * [A + C_A*(Q - Q_{\min} + 1)] + i/2 * [A + C_A*(Q - Q_{\min} + 1)] + C_L * D/Q$ , función convexa respecto del origen. Derivando esta función e igualando a cero, se obtiene el tamaño del lote que minimiza los costes totales:

$$Q^* = [ D * (A - C_A * Q_{\min} + C_A + C_L) / (i/2 * C_A) ]^{1/2}$$

Al igual que se hacía con los descuentos uniformes, la idea será calcular el Q\* asociado a cada tramo, y luego elegir aquel cuyos costes asociados sean los más bajos. A la hora de calcular cada Q\*, se deberá distinguir entre el caso en que el resultado obtenido al aplicar la fórmula pertenezca al intervalo considerado (entonces éste número será Q\*), o el caso en que no (si así ocurre se tomará el extremo más próximo, por ser la función de costes totales convexa).

Supóngase que se tiene una demanda anual de 500 artículos y nuestro proveedor ofrece los precios que se muestran en la tabla anterior. Si la tasa de mantenimiento es del 20%, y el coste de lanzamiento es de 50 US\$, ¿cuál sería el tamaño del lote óptimo?, ¿qué costes lleva asociados este tamaño?.

Nuevamente se hace uso de la hoja electrónica de cálculo comercial EXCEL para diseñar una hoja que permita hacer los cálculos de forma rápida (en este caso se le llamarán



Descuentos Graduales). A continuación se muestran los resultados asociados a cada uno de los tramos:

GESTION DE ESTOCOS: MODELO EOQ CON DESCUENTOS GRADUALES			
Hipótesis del modelo:			
1) Horizonte de gestión limitado			
2) Demanda (D) continua, conocida y homogénea			
3) Período de entrega (L) constante y conocido			
4) No se permiten rupturas de stock			
5) Coste de adquisición (Ca) variable debido a descuentos graduales			
6) La entrada del lote al sistema es instantánea			
7) Coste de lanzamiento (Cl) y coste de posesión (Cp)			
INPUTS		OUTPUTS	
Demanda Anual D (unidades)	500	Punto de pedidos (unidades)	0
Período de entrega L (días)	0	Frecuencia anual de reaprovisionamiento N	10,0
Extremo inferior del Tramo Qmin (unidades)	1	Tiempo del ciclo de reaprovisionamiento Tc (meses)	1,20
Extremo superior del Tramo Qmax (unidades)	50		
Coste de adquisición acumulado (en tramo) A (€)	0,00	Coste anual de adquisición Ka (€)	50.000,00
Coste unitario de adquisición (en tramo) Ca (€)	100,00	Coste anual de lanzamiento Kl (€)	500,00
Coste unitario de lanzamiento Cl (€)	50,00	Coste anual de posesión Kp (€)	500,00
Coste medio de adquisición por unidad Cam (€)	100,00		
Tasa de coste de mantenimiento f	0,20	Coste anual total mínimo Kt*=Ka+Kl+Kp (€)	51.000,00
Coste medio de posesión por unidad Cpm (€)	20,00	Tamaño del lote óptimo Q* (unidades)	50

Figura 13.0 Tratamiento computacional de descuentos graduales

INPUTS		OUTPUTS	
Demanda Anual D (unidades)	500	Punto de pedidos (unidades)	0
Período de entrega L (días)	0	Frecuencia anual de reaprovisionamiento N	5,0
Extremo inferior del Tramo Qmin (unidades)	51	Tiempo del ciclo de reaprovisionamiento Tc (meses)	2,40
Extremo superior del Tramo Qmax (unidades)	100		
Coste de adquisición acumulado (en tramo) A (€)	5.000,00	Coste anual de adquisición Ka (€)	47.500,00
Coste unitario de adquisición (en tramo) Ca (€)	90,00	Coste anual de lanzamiento Kl (€)	250,00
Coste unitario de lanzamiento Cl (€)	50,00	Coste anual de posesión Kp (€)	950,00
Coste medio de adquisición por unidad Cam (€)	95,00		
Tasa de coste de mantenimiento f	0,20	Coste anual total mínimo Kt*=Ka+Kl+Kp (€)	48.700,00
Coste medio de posesión por unidad Cpm (€)	19,00	Tamaño del lote óptimo Q* (unidades)	100

INPUTS		OUTPUTS	
Demanda Anual D (unidades)	500	Punto de pedidos (unidades)	0
Período de entrega L (días)	0	Frecuencia anual de reaprovisionamiento N	1,6
Extremo inferior del Tramo Qmin (unidades)	101	Tiempo del ciclo de reaprovisionamiento Tc (meses)	7,47
Extremo superior del Tramo Qmax (unidades)	500		
Coste de adquisición acumulado (en tramo) A (€)	9.500,00	Coste anual de adquisición Ka (€)	42.409,66
Coste unitario de adquisición (en tramo) Ca (€)	80,00	Coste anual de lanzamiento Kl (€)	80,32
Coste unitario de lanzamiento Cl (€)	50,00	Coste anual de posesión Kp (€)	2.639,98
Coste medio de adquisición por unidad Cam (€)	84,82		
Tasa de coste de mantenimiento f	0,20	Coste anual total mínimo Kt*=Ka+Kl+Kp (€)	45.129,96
Coste medio de posesión por unidad Cpm (€)	16,96	Tamaño del lote óptimo Q* (unidades)	311

Figura 14.0 Tratamiento computacional de descuentos graduales

En esta hoja, la fórmula más significativa es la que calcula el Q\* en base a la ecuación deducida anteriormente. Así, la casilla correspondiente será:

$$E23 = \text{SI}(\text{RAIZ}(B14*(B18-B19*B16+B19+B20))/(B22/2*B19)) \leq B16; B16; \text{MIN}(\text{RAIZ}(B14*(B18-B19*B16+B19+B20))/(B22/2*B19); B17)).$$

### 3.8.- EL Modelo EOQ de Entrada Continua

En muchas ocasiones, parte de los artículos que se almacenan son producidos por la propia empresa en vez de ser adquiridos a otra compañía ajena. En tales situaciones, el supuesto 6 de que la entrada del lote al sistema es instantánea carece de sentido, ya que no es posible producir todos los artículos de golpe, en especial si se consideran series de producción largas. Más bien sucederá que el proceso productivo va aportando artículos al almacén de forma gradual.

Así, los artículos producidos irán pasando a formar parte del inventario en lotes de transferencia, los cuales serán de tamaño inferior al volumen de la serie producida. En nuestro caso, se asumirá que el lote de transferencia es igual a la unidad. Obviamente, se partirá de la hipótesis de que la capacidad productiva anual  $P$  será mayor que la demanda anual  $D$ , pues en caso contrario no será posible satisfacer dicha demanda de forma indefinida.

Se considerará que tanto la demanda como la producción son homogéneas en el tiempo, con tasas iguales a  $D$  y  $P$  unidades al año respectivamente. Al representar este proceso, se observará que durante el ciclo productivo el nivel de stock aumenta progresivamente a un ritmo constante e igual a la diferencia entre ambas tasas  $P-D$ ; terminado dicho ciclo, se alcanzará el nivel máximo de stock,  $I_{MAX}$ ; a partir de este instante el nivel del inventario se reducirá de forma progresiva según una tasa  $D$  hasta llegar a nivel 0; punto en el cual comenzará otro nuevo ciclo.

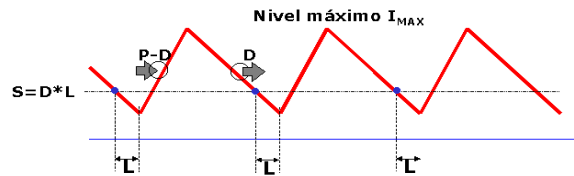


Figura 15.0 Gráfica del modelo EOQ en entrada continua.

En cada ciclo productivo se fabricarán  $Q$  unidades en un período temporal de  $Q/P$  años, dado que se necesitarán  $1/P$  años para producir cada unidad. Durante este período, el nivel de stock (que parte de 0) aumenta a un ritmo constante  $P-D$  unidades/año. Así las cosas, el nivel máximo al que se llegará vendrá dado por la ecuación:  $I_{MAX} = (P-D) * Q/P$ . A partir de este punto, transcurrirá un tiempo de  $I_{MAX}/D$  años hasta volver al nivel inicial (stocks 0).

En este modelo, el coste anual de lanzamiento seguirá siendo:  $K_L = C_L * N = C_L * D/Q$  u.m.

Si se asume que el coste de adquisición (o de producción) unitario  $CA$  es constante (no hay descuentos por grandes volúmenes de producción), el coste anual de adquisición será,  $KA = CA * D$  u.m., que no depende de  $Q$  y por tanto no es relevante a la hora de minimizar costes.

Finalmente, el coste anual de posesión vendrá dado por la expresión:  $K_P = C_P * I_{MAX}/2$  u.m., ya que ahora el nivel medio del stock será  $I_{MAX}/2$ .

En conclusión, el coste anual relevante será  $K = K_L + K_P$  u.m., el cual se minimizará para un volumen de producción.

$$Q^* = [2C_L * D / ((1-D/P) * C_P)]^{1/2}$$

En la página siguiente se muestra la hoja de cálculo correspondiente a este modelo (EOQ continuo), en la cual aparece la solución al siguiente caso:

Una fábrica necesita producir 10.000 chasis para vehículos al año, cada uno de los cuales tiene un coste de producción de 2.000 US\$. La capacidad productiva anual de la planta es de

25.000 chasis, siendo de 200 US\$ el coste de lanzamiento por orden de producción. Sabiendo que la tasa de mantenimiento es del 25%, determinar el tamaño del lote óptimo a producir. ¿Cuántas órdenes de producción deben ser lanzadas a lo largo de un año?

### 3.9.- El Modelo EOQ con Ruptura de Stocks

En muchas situaciones de la vida real la demanda no es satisfecha a tiempo debido a la falta de existencias (rupturas de stock). Cuando esto ocurre se puede estar ante una demanda diferida, o bien ante una demanda perdida. Ambas opciones suponen un coste para la empresa, el cual es mucho mayor en el segundo de los casos (pérdida de la venta, posible pérdida de clientes, mala imagen, etc.). Sin embargo, si el cliente consiente en diferir la entrega de su pedido, cobra sentido considerar posibles rupturas de stock de un tamaño determinado buscando que el coste de diferir las entregas compense los costes de posesión de inventarios. En lo que sigue se supondrá que se puede estimar el coste de retardar la entrega de una unidad durante un año en  $C_D$  u.m.

<b>GESTIÓN DE ESTOCOS: EOQ CONTINUO (TAMAÑO DE LAS SERIES PRODUCIDAS)</b>				
<b>Hipótesis del modelo:</b>				
1) Horizonte de gestión ilimitado				
2) Demanda (D) continua, conocida y homogénea				
3) Período de entrega (L) constante y conocido				
4) No hay rupturas de stock				
5) Coste de adquisición (Ca) constante				
6) Entrada del lote al sistema NO es instantánea				
7) Coste de lanzamiento (Cl) y coste de posesión (Cp)				
	INPUTS		OUTPUTS	
14	Demanda Anual D (unidades)	10.000	Punto de pedido s (unidades)	0
15	Período de entrega L (días)	0	Frecuencia anual de reaprovisionamiento N	86,6
16	Capacidad Anual de producción P (unidades)	25.000	Tiempo de ciclo de cada lanzamiento (días)	4,21
17			Nivel máximo de stock lmax (unidades)	69,28
18	Coste unitario de adquisición Ca (€)	2.000,00	Coste anual de adquisición Ka (€)	20.000.000,00
19	Coste unitario de lanzamiento Cl (€)	200,00	Coste anual de lanzamiento Kl (€)	17.320,51
20			Coste anual de posesión Kp (€)	17.320,51
21			Tiempo necesario para fabricar un lote (días)	1,69
22	Coste unitario de posesión Cp (€)		Coste anual relevante mínimo K*=Kl+Kp (€)	34.641,02
23	Tasa de coste de mantenimiento i	0,25	Coste anual total mínimo Kt*=Ka+Kl+Kp (€)	20.034.641,02
24	Coste unitario de posesión Cp (€)	500,00	Tamaño del lote óptimo Q* (unidades)	115
25				

Figura 16.0 Tratamiento computacional del problema.

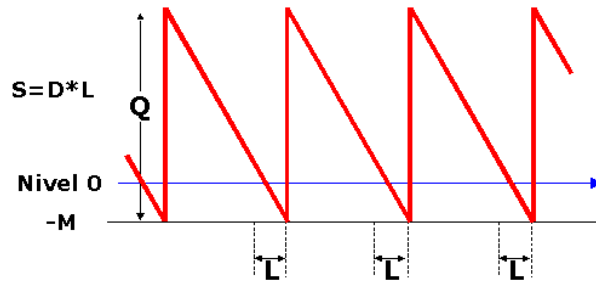


Figura 17.0 Gráfica del modelo EOQ en ruptura de Stocks.

La imagen anterior representa la evolución de los stocks cuando se considera la posibilidad de diferir la demanda. Suponiendo que el lote entra de forma instantánea al sistema, el nivel del inventario variará entre un valor mínimo negativo,  $-M$  (máxima demanda insatisfecha) y un valor máximo igual a  $Q-M$ . Partiendo de este valor máximo, el nivel de stock se reduce de forma progresiva al ritmo que marca la tasa de consumo anual  $D$ ; después de un tiempo igual a  $(Q-M)/D$  años se llega al nivel 0, momento en que se produce la ruptura de stocks; durante un período igual a  $M/D$  años se dejan de servir unidades, y la posición del stock desciende hasta el valor mínimo  $-M$ ; en este instante llega un nuevo lote de tamaño  $Q$  al sistema, se entrega la demanda diferida y el nivel del inventario vuelve a su valor máximo.

En este modelo, tanto el coste anual de lanzamiento como el coste anual de adquisición son idénticos a los del modelo EOQ básico. El coste anual de posesión, sin embargo, sí resulta distinto. Ello es debido a la variación en el nivel medio de posesión. Además, a la hora de calcular la función de coste total se deberá considerar el coste anual de diferir la demanda  $KD$ . El tiempo de cada ciclo (tiempo entre dos entradas consecutivas de un lote) es igual a  $Q/D$  años.

Se pueden distinguir dos períodos por ciclo: el período sin ruptura tiene una duración igual a  $(Q-M)/D$  años, y presenta un stock medio de  $(Q-M)/2$  unidades; por su parte, el período de ruptura es igual a  $M/D$  años y durante el mismo su stock medio es 0, oscilando el nivel de ruptura entre 0 y  $M$ . Así pues, se tendrá que el stock medio en cada ciclo será de  $(Q-M)^2 / (2D)$  unidades, mientras que el nivel de ruptura medio por ciclo será de  $M^2 / (2D)$  unidades. Como al año se tendrán  $D/Q$  ciclos, el nivel anual medio de stocks será  $(Q-M)^2 / (2Q)$ , y el nivel anual medio de ruptura  $M^2 / (2Q)$ .

El coste anual relevante tendrá pues la expresión:  $K(Q, M) = KL + KP + KD = CL * D/Q + CP * (Q-M)^2 / (2Q) + CD * M^2 / (2Q)$ . Se puede demostrar que esta función multivariable es convexa, por lo que alcanzará su valor mínimo cuando:  $\partial K / \partial Q = \partial K / \partial M = 0$ . Resolviendo este sistema de ecuaciones se obtienen los tamaños óptimos del lote y del nivel de ruptura:

$$Q^* = [ 2CL D (CP+CD) / (CP CD) ]^{1/2} \quad M^* = [ 2CL D CP / ( CD (CP+CD) ) ]^{1/2}$$

Si se hace tender el coste  $CD$  a infinito,  $M^*$  tenderá a cero y  $Q^*$  tenderá al valor que se obtendría con el modelo EOQ básico. Ello es lógico, dado que en tal caso el coste de diferir la entrega se haría prohibitivo y, por tanto, no sería factible considerar rupturas de stock.

Supóngase que una clínica óptica estima sus ventas anuales de monturas para gafas en 10.000 unidades. La clínica hace sus pedidos a un suministrador que le cobra 15 US\$ por cada armazón más 50 US\$ por cada envío. El gerente de la óptica considera que el coste mensual de diferir la entrega de las monturas solicitadas es de 1.25 US\$ (debido a la pérdida de futuras ventas).

Sabiendo que la tasa de mantenimiento anual es del 30%, determinar el tamaño del lote óptimo a adquirir, así como el nivel máximo de ruptura del inventario.

GESTION DE ESTOCOS: MODELO DE DEMANDA DIFERIDA				
<b>Hipótesis del modelo:</b>				
1) Horizonte de gestión limitado				
2) Demanda (D) continua, conocida y homogénea				
3) Período de entrega (L) constante y conocido				
4) Se permiten rupturas de stock				
5) Coste de adquisición (Ca) constante				
6) Entrada del lote al sistema NO es instantánea				
7) Coste de lanzamiento (Cl) y coste de posesión (Cp)				
	INPUTS		OUTPUTS	
13	Demanda Anual D (unidades)	10.000	Punto de pedido s (unidades)	0
14	Período de entrega L (días)	0	Frecuencia anual de reaprovisionamiento N	18,6
15			Tiempo de ciclo de reaprovisionamiento Tc (días)	19,62
16	Coste unitario de adquisición Ca (€)	15,00	Coste anual de adquisición Ka (€)	150.000,00
17	Coste unitario de lanzamiento Cl (€)	50,00	Coste anual de lanzamiento Kl (€)	930,26
18			Coste anual de posesión Kp (€)	715,58
19	Coste unitario mensual de diferir Cd/12 (€)	1,25	Coste anual de diferir Kd (€)	214,68
20				
21	Coste unitario de posesión Cp (€)		Coste anual relevante mínimo K* = Kl + Kp + Kd (€)	1.860,52
22	Tasa de coste de mantenimiento i (%)	0,30	Coste anual total mínimo Kt* = Ka + Kl + Kp + Kd (€)	151.860,52
23	Coste unitario de posesión Cp (€)	4,50	Tamaño del lote óptimo Q* (unidades)	537
24			Tamaño máximo de ruptura M* (unidades)	124

Figura 18.0 Tratamiento computacional de problema de modelo EOQ con ruptura de stocks.

### 3.10.- Heurística Silver – Meal para Demandas Variables

En todos los modelos EOQ se ha supuesto que la demanda era homogénea a lo largo del año. Sin embargo, esta hipótesis no siempre será cierta: en la vida real hay muchos casos en los que la demanda, aunque de carácter determinista, es variable debido a diversos factores, el principal de ellos, la estacionalidad.

GESTIÓN DE ESTOCOS: DEMANDA VARIABLE / heurística SILVER-MEAL				
Nº de periodos (de 2 a 12)		6		
Coste de lanzamiento Cl (€)		750,00		
Tasa de mantenimiento i		0,02		
Coste de adquisición Ca (€)		10,00		
Periodos t	Dt (unidades)	Q (unidades)	Coste Medio por periodo Kt (€)	Coste Relevante Total (€)
1	500	500	750,00	750,00
2	3.100	3.600	685,00	1.370,00
3	600	4.200	536,67	1.610,00
4	6.500	10.700	1.377,50	5.510,00
5	7.700	18.400	2.334,00	11.670,00
6	6.500	24.900	3.028,33	18.170,00
7				
8				
9				
10				
11				
12				
VC =		0,49	> 0,20 --> Usar Silver-Meal	

Figura 19.0 Tratamiento computacional de gestión de stocks con heurística SILVER-MEAL.

Acto seguido se presenta un método que ayudará a determinar si el supuesto de homogeneidad es o no razonable. En caso afirmativo, se podrán usar los modelos EOQ anteriores.

Pero de no ser así, se deberá recurrir a otros procedimientos (como Silver-Meal) para estimar el tamaño del lote que mejor se ajuste a nuestras necesidades. Supóngase que las demandas observadas en  $n$  períodos de tiempo son:  $D_1, D_2, \dots, D_n$ . Defínase el Coeficiente de Variabilidad de la variable aleatoria demanda  $D$  como:  $CV = \text{Var}[D] / E[D]^2$ , donde  $\text{Var}[D]$  y  $E[D]$  representan respectivamente la varianza y la esperanza de la v.a.  $D$ . Pues bien, la práctica dice que si  $CV \leq 0,20$  será lícito considerar que la varianza es homogénea, pero si  $CV > 0,20$ , entonces recórrase a la técnica de Silver-Meal que se explica a continuación con la ayuda de la hoja Silver Meal de nuestro fichero EOQ.xls:

En este ejemplo, como  $CV > 0.20$  se aplicará Silver-Meal: supóngase que se solicita la cantidad justa para satisfacer la demanda del primer período ( $Q_1$ ), es decir, que se piden 500 unidades. El coste relevante asociado al primer período,  $K_1$ , sería de 750 US\$. Observar que dicho coste se deberá exclusivamente al coste de lanzamiento, ya que el pedido se serviría inmediatamente a los clientes (no hay coste de posesión).

Asúmase ahora que se pide un lote capaz de cubrir la demanda de los dos primeros períodos. La cantidad solicitada sería de 3.600 unidades. De estas, 500 se servirían inmediatamente y el resto se entregarían al inicio del segundo período; por tanto, se tendría un stock de 3.100 unidades durante un período (supondrán un gasto de posesión según indica la tasa de mantenimiento). Así, se obtendrá un coste medio por período de  $K_2 = 685$  US\$. Se Observará ya que es más económico solicitar este último lote que no el que sólo cubría el primer período.

Si se pide una cantidad para satisfacer los tres primeros períodos, el tamaño del lote sería de 4.200 unidades. De éstas, 500 se servirían inmediatamente y 3.700 se almacenarían durante el primer período. Gran parte de estas 3.700 unidades, concretamente 3.100, se entregarían al principio del segundo período, quedando 600 en stock hasta el principio del tercero. El coste medio por período sería  $K_3 = 536,67$  US\$. Como se puede apreciar en el "output" anterior, ésta resultará la mejor opción. Por tanto, se ordenará un pedido de 4.200 unidades con el que se cubrirán las demandas de los tres primeros períodos. El coste relevante total de esta operación será de 1.610 US\$.

Una vez tomada la primera decisión, se esperaría al principio del cuarto período para tener más información acerca de la demanda futura.

#### **IV Sistemas de Inventario**

##### **4.1.- Sistemas de Inventario/Producción**

En general, en los sistemas de producción se fabrica un producto final a partir de una serie de componentes, cada uno de los cuales se produce en una localización. Por este motivo, los sistemas de producción suelen ser convergentes, es decir, al principio del sistema hay muchas instalaciones, y a medida que se avanza a lo largo del sistema el número de localizaciones disminuye. Teniendo en cuenta que normalmente los primeros componentes tienen menos valor que los últimos que están más cerca del producto final, es lógico que el coste de mantenimiento suela ser menor en los primeros niveles de la cadena de producción. Por lo tanto, suele ser más conveniente almacenar más stock en las primeras localizaciones del sistema que en las últimas.

En la Figura siguiente se representa un sistema de producción en el que cada localización tiene un sólo sucesor. A este tipo de sistemas se les denomina sistemas de ensamblaje.

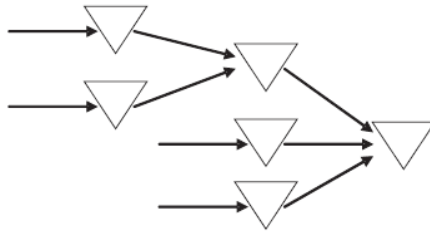


Figura 19.0 Sistema de inventario basado en dinámica de producción

#### 4.2.- Sistemas de Inventario/Distribución

En los sistemas de distribución cada localización tiene un único predecesor que le suministra los artículos. A su vez, cada instalación satisface la demanda de las localizaciones inmediatamente sucesoras. Las localizaciones que no tienen sucesores son las encargadas de satisfacer la demanda exterior de los clientes y las que no tienen predecesores obtienen los artículos de un suministrador exterior. Un ejemplo de estos sistemas se muestra en la Figura N° 20.0

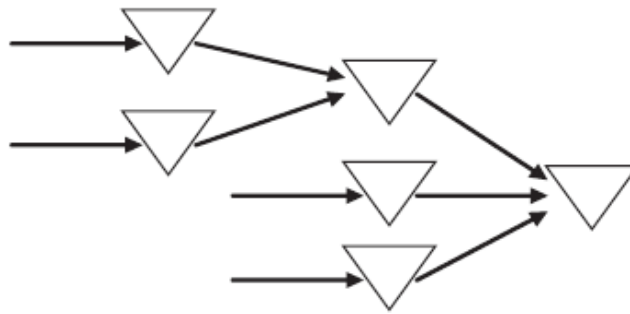


Figura 20.0 Sistema de inventario basado en dinámica de distribución

Como se ve en la Figura anterior, la estructura de los sistemas de distribución es divergente. El sistema de distribución más simple es el que sólo tiene dos niveles, conocido como el sistema con 1-almacén y N-minoristas. Véase la Figura 7. En estos sistemas, los minoristas tienen que satisfacer la demanda de los clientes, y el almacén central, la demanda de todos los minoristas. Nótese que cuando  $N = 1$  el sistema se reduce a un sistema en serie.

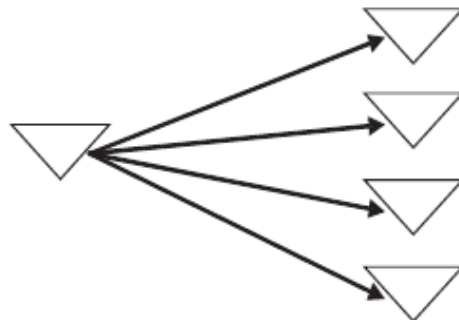


Figura 21.0 Sistema de inventario basado 1 almacén – n minoristas

### 4.3.- Inventario nivelado (Echelon inventory)

El concepto de coste y stock nivelado fue introducido por primera vez por Clark y Scarf (1960). Para una localización  $j$ , el stock nivelado se define como el número de unidades del sistema que están o que han pasado por la localización  $j$ , pero que todavía no han sido demandadas por los clientes exteriores. Así, por ejemplo, para los sistemas en serie, el coste nivelado de la localización  $j$ , denotado por  $h'_j$ , se define como  $h'_j = h_j - h_{j+1}$ , donde  $h_j$  es el coste convencional de mantenimiento de la localización  $j$ .

La idea del stock nivelado es tener en cuenta el stock de todas las localizaciones sucesivas. Para un sistema en serie con dos instalaciones los niveles de inventarios convencionales y nivelados se muestran en la Figura 8 y Figura 9, respectivamente. Es evidente, que el cálculo de los costes de mantenimiento es mucho más sencillo si se utilizan los inventarios y los costes nivelados. Así, en este capítulo se formulan los sistemas de inventario en serie, de ensamblaje y de distribución haciendo uso de los costes nivelados. En todos estos sistemas asumimos que la demanda,  $d$ , es constante y que no se permiten roturas. Además, en cada instalación hay un coste de mantenimiento y un coste fijo de reposición denotados por  $h_j$  y  $k_j, \forall j$ . El objetivo es determinar las cantidades de reposición óptimas,  $Q_j, \forall j$ .

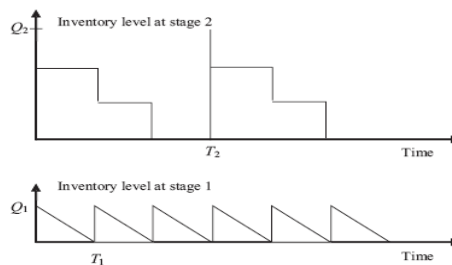


Figura 22.0 Inventarios convencionales para un sistema en serie con dos instalaciones.

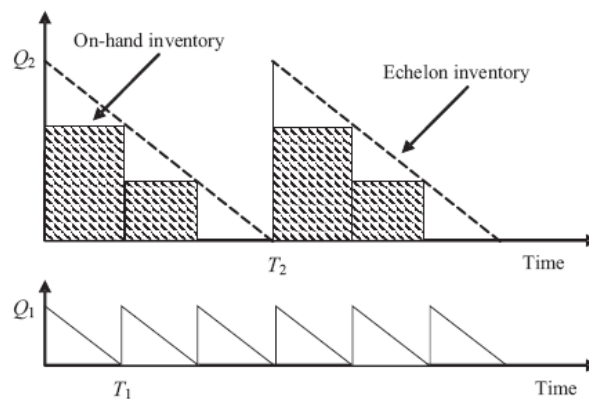


Figura 22.0 Inventarios nivelados para un sistema en serie con dos instalaciones.



#### **4.4.- Sistemas de distribución**

La estructura de los sistemas de distribución es justamente la contraria a la de los sistemas de ensamblaje. En la práctica, las localizaciones de un sistema de distribución representan tanto a la fábrica central de un producto, como a almacenes regionales y locales y/o a minoristas. En particular, nosotros nos centramos en los sistemas de distribución con dos niveles, es decir, en los sistemas con 1-almacén y N -minoristas. Para los sistemas en serie y de ensamblaje con dos niveles hemos visto que las políticas óptimas son anidadas y estacionarias. Sin embargo, para los sistemas de distribución con dos niveles la política óptima no tiene porque ser anidada ni estacionaria. En particular, la política óptima para este tipo de sistemas puede ser muy complicada, tanto que ni siquiera sería posible aplicarla en la práctica.

Por este motivo, normalmente, se analizan otras políticas más simples cercanas a las óptimas, como las políticas anidadas y estacionarias.

##### **4.4.1.- Oportunidades de Reducción de Costes Logísticos en los Sistemas de Gestión de Almacén**

###### **4.4.1.1.- Aplicación a Sistemas de Distribución.**

Las cadenas de suministro están cada vez más orientadas hacia los clientes. Éstos buscan el aumento constante de la calidad del servicio, pero también se debe conseguir que los clientes perciban esta calidad, que la vean. Pero, ¿qué entienden los clientes por calidad? La agilidad, flexibilidad y capacidad de respuesta al cambio en la demanda son valores imprescindibles y una correcta gestión de stocks puede llevar a nuevas estrategias en la cadena de suministro para conseguirlo.

En la cadena de suministro, los clientes buscan fundamentalmente que los pedidos lleguen a tiempo y además de forma correcta y completos. Para alcanzar esto, se debe aplicar enfoque no solamente en el ámbito del pedido, sino también en el de línea de pedido. En la empresa moderna y sobre todo en la cadena de suministro a la que sea cual sea a la que pertenezca, deben analizarse y eliminarse o reducirse en tiempo y costes todas las actividades que realmente no añaden valor a los productos. Un ejemplo de ello sería el de los inventarios, puesto que ningún cliente va a pagar más por que una empresa tenga más stock almacenado que lo realmente requerido.

Por el contrario, un cliente sí que valora y puede llegar a pagar más si se cumplen y los tiempos y términos de despacho, y si además se logra también ser más rápidos. Para conseguir esto la empresa debe apoyarse en una buena gestión de inventarios, lo que ayudará a ser más rápidos y no incurrir en costes elevados de almacenamiento, ya que se dispondrá de los stocks necesarios justo en la cantidad que se requiera en cada momento, cuando y donde se deban tener en la Cadena de Suministro.

###### **4.4.1.2.- Sistema de Reaprovisionamiento Pull**

En este sistema tradicional, el proveedor determina las necesidades de inventario basándose en las previsiones y empuja (push) el producto hacia su centro de distribución. En este modelo, el proveedor es el dueño del producto en el Centro de Distribución, hasta que el comprador estira (pull) del producto aguas abajo de la Cadena de Suministro.

Esto crea mayores costes de inventario al proveedor ya que es dueño del mismo durante más tiempo a lo largo de la cadena y además el riesgo es mayor. El comprador siempre quiere más inventario en el Centro de Distribución, por lo que incrementa el resultado del forecast (previsión) y se lo da así a su proveedor.

Realmente esto no debería pasar, y se debería compartir la información para crear una cadena de suministro más competitiva y eficaz. Las previsiones deben ser compartidas pero los proveedores deben también pronosticar la demanda.

#### **4.4.1.3.- Reaprovisionamiento Min-Max**

Para seguir esta metodología, la empresa establece unos niveles de inventario máximo y mínimo para cada ítem y en cada almacén de la cadenas de suministro. ¿Por qué este sistema se puede convertir en una estrategia de cadenas de suministro? El cliente le pide al proveedor que con los niveles Min-Max que éste le ha dado, intente mantener el inventario del cliente en este rango y gestione él mismo los stocks del cliente.

Para poder realizar este sistema e implementarlo, es necesario que tanto el proveedor como el cliente estén coordinados e integrados y para ello necesitan de un buen sistema informático que:

a.- Provea en tiempo real de información de los niveles de inventario On Hand, las previsiones, recepciones programadas, lanzamiento de órdenes a nuestros proveedores, y pedidos prometidos a los clientes. Toda esta información ayuda a los proveedores a planificar más eficientemente su reaprovisionamiento y el de la empresa.

b- Que tenga un sistema de indicadores como por ejemplo un semáforo que avise por cada ítem cuál es el nivel de inventario actual, rojo si se está por debajo del mínimo, y se debe reaprovisionar, y verde si no es necesario reaprovisionar este ítem.

En esta estrategia no es necesario que el proveedor sea el dueño del producto hasta que llega al cliente. Se generarán ahorros de inventario así como mejoras en el Nivel de Servicio mientras se ayuda al proveedor a minimizar el inventario y a crear una programación de la producción y del transporte más eficiente.

Es importante destacar que los niveles de inventario máximos y mínimos se han de ir reajustando dependiendo del tipo de empresa o de las características del producto, semanalmente, trimestralmente o anualmente. Para tener éxito con la metodología min/max, se necesitan muy buenos planificadores, y buenos sistemas de información que permitan tener una información lo más real y actualizada posible.

#### **4.4.1.3.- Inventario Virtual**

Este sistema puede ser utilizado tanto en la distribución de productos terminados como en la producción multietapa. Se puede utilizar para reubicar pedidos que están en tránsito, asignar nuevos pedidos a expediciones, asignar nuevas rutas y nuevos envíos de inventario a otras ubicaciones o centros de distribución, etcétera. Las empresas que reabastecen a los clientes que están en su sistema de VMI (Vendor Management Inventory), cuando el tiempo de suministro es bajo y existen además grandes tiempos de tránsito, deberían negociar que el inventario en tránsito sea considerado como inventario disponible, así pueden reubicarlo "on time" y llevarlo directamente por ejemplo a casa del cliente. De esta manera, las empresas que aplican este sistema, pueden trabajar con pocos días de tiempo de suministro y además conseguir reducir los costes de inventario.

#### **4.4.1.4.-Postponement**

Esta estrategia suele ocurrir en la etapa de configuración final del producto. Como ejemplo de "Postponement" sería la compra de camisetas, a las que se les da color o se les imprime el dibujo según los pedidos del cliente y no antes de que éstos ocurran.

En vez de almacenar producto acabado y listo para ser enviado al cliente, se almacena producto sin “customizar” y se adapta a las necesidades del cliente una vez se generan los pedidos. Se suelen almacenar productos homogéneos y de alta estandarización, los cuales se someten a un proceso final, de poco tiempo de duración, que permitan que una vez se haya generado la orden del cliente, se procese el pedido en poco tiempo, reduciendo así el tiempo de suministro al cliente a días. Las herramientas de gestión de stocks se utilizan en este sistema para determinar dónde, cuándo y cómo realizar postponement y de qué productos.

#### **4.4.1.5.- Optimización del inventario en sistemas Multinivel**

Las cadenas de suministro, en un entorno tan globalizado como el actual, necesitan trabajar con herramientas, metodologías y estrategias que les permitan ser más flexibles, más ágiles y más eficientes. Se determinará dónde debemos almacenar stocks y cuánto deberemos almacenar, de qué tipo de producto (materia prima, semiterminado o terminado) para que la cadena de suministro en la que nos situamos nos haga posicionarnos en una estrategia u otra (rapidez frente a eficiencia).

La optimización que se consigue tiene en cuenta la posición de los inventarios aprovechando herramientas de Postponement o de Push-pull para minimizar la inversión en stocks. Además se consigue optimizar el nivel de servicio al cliente con menos inversión en inventario, porque se utiliza donde realmente se necesita.

#### **4.4.1.6.- Valoración del riesgo**

Los riesgos vienen determinados por tener más capital invertido en stocks en vez de disponer del mismo, por los costes de obsolescencia y de oportunidad, entre otros. Para saber qué estrategia es la más adecuada en cada caso se debe realizar un análisis del riesgo, calcular los cash flows, el payback o retorno de la inversión (ROI), o el VAN (Valor Actual Neto), que nos indicarán finalmente qué proyectos es recomendable seguir adelante según las condiciones evaluadas.

### **V Gestión de Stocks en Almacén en Basada de Costes y Demanda**

El motivo por el que se crearon los primeros almacenes era la necesidad de satisfacer una demanda prácticamente constante de artículos de primera necesidad con producción estacional y variable (algunos ejemplos son alimentación, calefacción...) En ocasiones, por el contrario, la producción puede ser tan estable como se desee, mientras que es la demanda lo que es variable. Es el caso de sombrillas o de juguetes.

Además, siendo la producción y la demanda estable, diferentes motivos económicos impiden comprar el producto justo en la cantidad requerida. Los costes de transporte desde el centro de producción hacia el centro de consumo pueden obligar a comprar la materia prima de modo periódico (mensual, trimestral...). También es posible que se desee almacenar productos porque se piensa que en un futuro más o menos próximo, los productos subirán de precio, con lo que se ganará la diferencia. Se dice que en época de inflación lo importante es poseer productos. El motivo financiero también aparece cuando se realizan grandes compras al final de un periodo impositivo para disminuir los beneficios contables.

Aunque la demanda sea estable puede ocurrir que por algún motivo no sea estrictamente constante sino que varíe con una cierta aleatoriedad. Lo mismo se puede decir de la producción, la máquina o el proveedor pueden parar (avería, huelga, etc.). La protección contra dicha aleatoriedad es otro de los motivos por los que se debe almacenar. Por último, exigencias de producción pueden obligar a la existencia de stocks. Por ejemplo si la demanda de varios productos similares se cubre utilizando una misma máquina (detergentes, papel...) es necesario crear lotes de fabricación y por tanto stocks. Así se puede resumir que 6 son las razones básicas para la existencia de stocks:

- Variación del aprovisionamiento frente a demanda estable
- Variación y estacionalidad de la demanda
- Restricciones económicas
- Motivos financieros o de especulación
- Protección contra las irregularidades
- Regulación de la producción

Atendiendo a estos motivos se puede descomponer el inventario en seis componentes básicos:

1. **STOCK DE CICLO:** Es el resultante de aplicar las distintas políticas de pedido, y viene determinado por la frecuencia de pedidos y por la cantidad que se pide cada vez.

2. **STOCK DE SEGURIDAD:** Es el que se mantiene como protección contra la incertidumbre de la demanda (y en ocasiones también del suministro).

3. **STOCK DE ANTICIPACIÓN:** Es el acumulado como anticipación a una necesidad o porque una oferta especial así lo propone (Stock de Promoción), o también para conseguir ventajas en el mercado ligadas al alza de precios (Stock de Especulación).

4. **STOCK EN TRÁNSITO:** Es el que está en tránsito entre proveedores y clientes y que puede ser identificado por separado. En el presente estudio se considerará fundamentalmente el stock de ciclo (resultado del lote de pedido y la demanda ocurrida); el stock de seguridad, creado para proteger de la incertidumbre, y el stock de tránsito como efecto inevitable del plazo de entrega.

El stock de anticipación no se considerará, pues forma parte de conceptos diferentes de gestión. Se puede admitir de entrada que los stocks representan un inmovilizado de capital sin rentabilidad, salvo el caso del stock de especulación. Además los costes de mantenimiento, de obsolescencia, etc. pueden suponer una parte importante del coste de almacenamiento.

### **5.1.- Coste de inmovilización de capital.**

Hay dos modos de abordar la definición de este coste. El primero pretende que el stock viene financiado por una actividad externa (banco o similar) al que le debemos pagar un cierto interés. El segundo parte del hecho de que la empresa que invierte dinero en stock no lo invierte en otros conceptos más productivos.

En el primer caso se debe distinguir si nuestra empresa es capaz de financiar el stock a "Largo Plazo" o que está obligado a financiarlo a "Corto Plazo". Es habitual que las entidades financieras consideren el stock una inversión a corto plazo (por su carácter más o menos perecedero) aunque es una inversión que, rotando, suele prolongarse con el proceso productivo. En general, la financiación a largo plazo es más barata que la financiación a corto.

En el segundo caso el coste de almacenamiento debido a la inmovilización de capital es igual a la tasa de retorno de inversión fijada por la empresa. Se tome cualquiera de las dos opciones el coste de inmovilización de capital suele ser el más importante.

### **5.2.- Otros costes.**

#### **5.2.1.- Coste de mantenimiento de almacén.**

En ocasiones el almacén es alquilado, con lo que la definición de este coste es sencilla. Sin embargo, generalmente el almacén es propio por lo que hay que estimar un coste a repercutir por el hecho de utilizar instalaciones, energía, etc.

No cuesta lo mismo almacenar productos congelados que algún tipo de arena que exige únicamente una lona por encima para evitar que se la lleve el viento. También las primas de los seguros pueden incorporarse a valor que oscilará generalmente entre el 0,5% y el 2% del coste almacenado.

### 5.2.2.- Coste de manutención.

El movimiento de los materiales (personal, maquinaria, etc.) es el objeto de este coste. Generalmente no es proporcional a la cantidad almacenada sino a la actividad del almacén. Se admiten grandes variaciones dependiendo del sector y la empresa aunque algunos autores cifran este gasto entre el 4% y el 6% anual del valor almacenado.

### 5.2.3.- Coste de deterioro.

Depende de la naturaleza de los productos almacenados y son particularmente elevados para los productos frágiles como los cristales, los aparatos de laboratorio, etc. Se puede determinar un coste por cada categoría variando entre 0,2% y 5% 3.2.2.4 Coste de expolio.

Algunos productos son más susceptibles que otros de “desaparecer” en el transcurso del trabajo (p. ej. en los almacenes de bebidas alcohólicas) En ocasiones es más barato asignarle un coste y dejar que siga desapareciendo que instaurar un sistema de prevención del hurto. Estos coste varían mucho en las empresas aunque son muy fácilmente evaluables.

### 5.2.4.- Coste de caducidad y obsolescencia.

La naturaleza de estos tipos costes es similar. En el primer caso, caducidad, la duración del producto viene determinada por él mismo (alimentación, sanitario, etc.). En el segundo caso, obsolescencia, es el mercado o el sector el que provoca la obsolescencia (productos electrónicos, moda...). Estos costes pueden oscilar entre el 0% y el 15% del valor almacenado dependiendo de la volatilidad del sector y de las políticas de gestión empleadas.

## 5.3 Clasificación de la Demanda en Administración de Inventarios.

Demanda Independiente/Demanda Dependiente: Es demanda independiente aquella a la que no le afectan más elementos que los propios del mercado. Es demanda dependiente aquella que va vinculada a la fabricación de otro producto (Por ejemplo la demanda de ruedas de bicicleta es dependiente de la demanda de bicicletas).

Demanda aleatoria/predecible: Se dice que un artículo tiene demanda predecible cuando está comprometida la cantidad y el momento en el que ha de ser entregado, mientras que es demanda aleatoria aquella que depende de factores no controlables. Demanda estable: Demanda estable es aquella en la que, aunque el valor de la demanda varia, lo hace alrededor de una cifra constante a lo largo del tiempo.

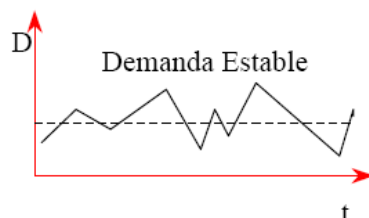


Figura 23.0 Demanda estable.

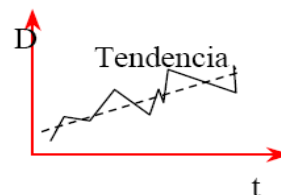


Figura 24.0 Tendencia ascendente de la demanda

### 5.3.1 Demanda con tendencia

Es aquella en la que el valor medio de la demanda varía con el tiempo, mostrando una tendencia creciente o decreciente.

### 5.3.2.- Demanda estacional

Un modelo con demanda estacional es aquel que muestra una variación en la demanda media en diferentes puntos del ciclo de planificación, y esta variación puede relacionarse con determinados factores del mercado.

### 5.3.3 Demanda de movimiento rápido o lento.

La clasificación de la demanda de movimiento rápido o lento no depende tanto del valor de la demanda, como de la frecuencia de la demanda a lo largo del tiempo y, por tanto, de la forma de la Distribución de la demanda. En el caso de la demanda de movimiento rápido, se asume que la demanda tiene una distribución estadística de tipo normal, mientras que la demanda de movimiento lento se asemeja más a una Poisson o Poisson compuesta.

### 5.3.4 Demanda Establecida por Periodos.

Es aquella en la cual la demanda es conocida con anticipación y dividida en periodos (horas, días, semanas). Va generalmente asociada a demanda dependiente.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
Demanda	10	5	14	22	3	2	5	1	9	8	4	16	5	3	22	1	9	1	2	4

Ordenando en sentido decreciente demanda:

	D	O	L	C	A	I	Q	J	B	G	M	K	T	E	N	F	S	H	P	R
Demanda	22	22	16	14	10	9	9	8	5	5	5	4	4	3	3	2	2	1	1	1
Acumulado	22	44	60	74	84	93	102	111	116	121	126	131	135	138	141	143	144	144	144	144

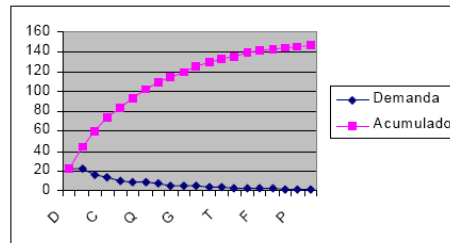


Figura 25.0 Dinámica de ordenamiento en sentido de la demanda.

## 6. Referencias

Abdul-Jalbar, B., J. Gutiérrez, J. Puerto and J. Sicilia, 2003. Policies for Inventory/Distribution Systems: The effect of centralization vs. decentralization.

International Journal of Production Economics, 81-82, 281-293.

Abdul-Jalbar, B., J. Gutiérrez and J. Sicilia, 2004a. An integrated inventory model for the single-vendor two-buyer problem. Submitted to International Journal of Production Economics.

[Abdul-Jalbar, B., J. Gutiérrez and J. Sicilia, 2004b. Policies for a single-vendor multi-buyer system with finite production rate. Submitted to Operations Research.

Abdul-Jalbar, B., J. Gutiérrez, and J. Sicilia, 2005. Integer-ratio policies for distribution/inventory systems. International Journal of Production Economics, 93-94, 407-415.

Proyecto E-Math: <http://www.uoc.edu/in3/e-math/>

## 7.- Sobre el Autor

**Lic. David José Suárez Presutti.**  
**Economista Aplicado – Consultor en Tecnología Gerencial e Inteligencia de Negocios**  
**Universidad Nororiental Gran Mariscal de Ayacucho**  
**Núcleo Ciudad Bolívar – Ciudad Bolívar - Venezuela**  
**+58 285 6541973**  
**+58 426 9915703**  
[david.suarez.80@gmail.com](mailto:david.suarez.80@gmail.com)



### EXPERIENCIA LABORAL

**01-2009 / actual ( 1 mes ) Facilitador Docente, MPP para Ciencia y Tec./Academia de Software Libre**

Instrucción Técnica - Académica, preparación de los esquemas programáticos modulares de capacitación en el área de Software Libre en sus niveles (Desarrollador, Usuario y Soporte Técnico Avanzado), diseño, desarrollo e implementación de metodologías y herramientas e-learning orientadas a la simplificación de los procesos de transferencia de conocimiento y evaluación de participantes.  
área Tecnología, Consultor en industria Informática / Tecnología, Venezuela

**01-2009 / actual ( 1 mes ) Gerente (E)., Softmedia**

Planificación y ejecución de programas especiales de capacitación técnica en las áreas de ofimática, desarrollo de software, diseño CAD y Desarrollo Web, Encargado de área de tienda (Productos y servicios de computación) Coordinación de las labores del área de servicio técnico.  
área Gerencia/Dirección Gral, Gerente General en industria Informática / Tecnología, Venezuela

**11-2007 / 12-2008 ( 1 año 1 mes ) Asesor Financiero Senior, Corporación Maguil C.A - Grupo C.V.G**

Responsabilidad de preparación y aplicación de recortes presupuestarios y ajustes en la cartera de inversión, gestión de cesiones crediticias ante la banca comercial - universal regional, auditorías y evaluación rigurosa a los Análisis de Precios Unitarios (APU) para posteriores ajustes por reducciones, planificación de las actividades de cobranzas de activos exigibles de carácter convertible, elaboración y ejecución del plan de recuperación forzosa de cuentas incobrables, ajuste y recorte a la partida de provisión para cuentas perdidas, auditoría de los estados financieros, planificación de la liquidación de pasivos circualntes, plan de liquidación accionaria de la empresa.  
área Finanzas, Consultor Senior en industria Construcción, Venezuela

**08-2006 / 08-2007 ( 1 año ) Consultor, Infoauto Soluciones C.A**

Asesoría relacionada a las normas operacionales del sector automotriz y su influencia en la organización, Implantación de software ERP de Integración y Automatización, Capacitación del personal interno  
área Tecnología, Consultor en industria Automotriz, Venezuela

**05-2006 / 08-2006 ( 3 meses ) Instructor, IBM de Venezuela/Convenio MCT**

Capacitación Académica en Centros Asignados por la coordinación del proyecto PACEB en materia de Desarrollo de Aplicaciones. Alianza entre IBM de Venezuela - Ministerio de Ciencia y Tecnología.  
área E-commerce, Asesor en industria Internet, Venezuela

**03-2005 / 05-2006 ( 1 año 2 meses ) Investigación/Tesista/Pasante, Bolsa de Valores de Caracas**

Durante el período correspondiente a Pasantías I -II del programa de Estudios de la Carrera Economía de la Universidad Nororiental Gran Mariscal de Ayacucho se llevó a cabo una propuesta (trabajo de grado) orientada a aplicar métodos econométricos de estimación del comportamiento de variables bursátiles (títulos valor) en la Coord. de Mercados de la Bolsa de Valores de Caracas, dicha propuesta incluyó el diseño desarrollo e implantación de un software para la automatización de dichos procesos.  
área Investigación/Desarrollo, Pasantías en industria Financiera, Venezuela

**07-1998 / 04-2006 ( 7 años 9 meses ) Gerente de Planificación y Desarrollo, Corporación MAGUIL C.A - Grupo CVG**

Diseño, desarrollo e implementación de métodos de planificación, ejecución y control presupuestario de costos, egresos, ingresos y flujo de efectivos (entre otros) dirección del personal interno a cargo de auditorías operativas y administrativas, asesoría y participación en los procesos de adecuación tecnológica en materia de automatización e informatización, participación en el proceso de ingeniería de intranet y extranet corporativo, diseño de portal web, diseño y programación de herramientas CRM y ERP - Inteligencia de Negocios e implementación del AS/400. área Gerencia/Dirección Gral, Gerente de División en industria Construcción, Venezuela

**03-1997 / 05-1998** ( 1 año 2 meses ) **Instructor Académico, CEDIETO`S English & Computer Center Col. Cervantes**

Capacitación Técnico/Académica de personal en el área de análisis, diseño, desarrollo y programación de sistemas de información y aplicaciones cliente/servidor, innovando con la implementación de las versiones 2.x (Beta) de PHP (programación) y versiones iniciales beta de MySQL, desarrollando proyectos ofertados a PyME's de la localidad. área Tecnología de la Inf., Asesor en industria Educación, Venezuela

## **ESTUDIOS**

**09-2008 / actual** ( 5 meses ) **Diplomado en E-Learning** (Tecnologías de la Información) **FATLA Fundación para la Act. Tecnológica de L.A**

Posgrado en Curso (20% Materias ( aprobadas / total ): )  
Promedio:100 (desde 1 hasta 100)

**08-2008 / actual** ( 6 meses ) **Ingeniería de Sistemas** (Ing. en Sistemas) **Universidad Nacional Abierta**  
Universitario en Curso (7% Materias ( aprobadas / total ): )

**09-2003 / 09-2008** ( 5 años ) **Economista** (Economía) **Universidad Nororiental Gran Mariscal de Ayacucho**  
Universitario Graduado (100% Materias ( aprobadas / total ): )  
Promedio:16 (desde 1 hasta 20)

## **CONOCIMIENTOS**

### **IDIOMAS**

INGLÉS: Escrito Avanzado, Oral Avanzado

### **INFORMÁTICA**

OFFICE: Manejo Avanzado  
BASE DE DATOS: Manejo Avanzado  
PROGRAMACIÓN: Manejo Avanzado  
HERRAMIENTAS GRÁFICAS: Manejo Avanzado  
SOFTWARE DE GESTIÓN: Manejo Avanzado

### **CAPACITACIÓN TÉCNICA CERTIFICADA**

Curso de Inglés Conversacional BERLITZ: Etapa conversacional del programa BERLITZ English School para personas de habla hispana

Programa de Capacitación en Contabilidad Gerencial: Programa de Capacitación dictado por el Instituto Nacional de Cooperación Educativa orientado a la instrucción en desarrollo, análisis cuantitativo, cualitativo y consolidación de estados financieros.

Curso de Sistemas de Gestión Informatizada SAINT: Programa de Capacitación recibido en el Centro Oriental de Computación y Administración ligado a la implementación, soporte y asesoría de versiones estándar y enterprise de sistemas SAINT.

Capacitación en Análisis y Diseño de Sistemas: Programa de Capacitación recibido en el Centro Oriental de Computación y Administración destinado a la adquisición de los conocimientos necesarios para el diseño, desarrollo e implementación de sistemas de información mediante metodologías de Ingeniería de Software.

Capacitación en Sistemas de Gestión de Calidad: Programa de Capacitación impartido por la Universidad de Oriente Núcleo Ciudad Bolívar desinado al análisis de la aplicación de los Sistemas de Gestión de Calidad y sus principales componentes (Normas ISO 9001, Manuales de Normas y Procedimientos, Control Estadístico de Procesos, entre otros) y su influencia sobre la eficiencia en los procesos de las organizaciones.

Capacitación en Análisis Financiero I-II: Programa de Capacitación recibido en CEDIETO`S English & Computer Center "Colegio Miguel de Cervantes" orientado a la práctica de técnicas de análisis y planeación financiera aplicada a empresas del sector servicio y banca.

Certificación en Programación Python:



Certificación en Programación PERL

Certificación en Programación Lenguaje C

Certificación en Programación C++

Certificación en Programación JAVA J2SE

## **CONOCIMIENTOS DE TECNOLOGÍA**

Conocimientos básicos en:

Conocimientos intermedios en: Java, PowerBuilder, TCP/IP, 3D Studio

Conocimientos avanzados en: ASP, Cableado, C/C++, Dreamweaver, Firewalls, Firework, Flash, HTML, Hubs & Switches, JavaScript, Modems, MS Access, MS SQL Server, MySQL, Object Oriented Programming (certificado), ODBC, Oracle, Oracle CRM, Photoshop, Php, PosgreSQL, Reparación PC y compatibles, Sybase/Sybase Anywhere, UML (certificado), Visual Basic .NET, Voice/IP, Windows ME, Windows NT, Windows 3.x, Windows 9x

## **CONOCIMIENTOS FINANCIEROS COMPLEMENTARIOS**

Conocimientos en:

Conocimientos avanzados en: Análisis de estados financieros, Análisis y control de desviaciones, Armado de carteras de Inversiones, Armado de planes de negocio y proyecciones operativas, Colocación de Deuda y Obligaciones negociables, Consolidación de balances, Constitución de fideicomisos financieros, Control de Activo Fijo, Control de amortización de Gastos, Control de Presupuesto, Control y seguimiento de costos estándar, Coordinación de políticas de financiación, Delimitación de centros de costo, Diseño de Sistemas Administrativos, Elaboración de la cuenta de resultados a nivel analítico, Elaboración de Presupuestos, Establecimiento de una contabilidad de costos, Estimación de volatilidades, Estructuración de oferta pública de acciones, Expresión de balances bimonetarios, Expresión de estados patrimoniales de acuerdo a la regulación de distintos países , Instrumentación de procesos de compra y absorción de empresas, Manejo de instrumentos de cobertura de riesgo, Planeamiento fiscal, Planificación Contable, Planificación financiera, Preparación de estados financieros, Procesos de due diligence, Proyecciones de Cash Flow, Securitización de Títulos, Trading de activos financieros, Trading de derivados, Valuación de negocios .

Conocimientos y habilidades adquiridos en las áreas previamente descritas a lo largo de ocho (08) años de ocupación y ejercicio del cargo de "Gerente de Planificación y Desarrollo" en la empresa Contratista de CVG "Corp. Maguil C.A"

## **REFERENCIAS**

Coordinación GENDES UCV (Centro de Estudios de Desarrollo Universidad Central de Venezuela).  
Dr. Arnoldo Pirela.Coordinador. +58 (212) 7531090+58 (414) 1294294.

Coordinación de TelemáticaInstituto Universitario Tecnológico del Estado Bolívar - Ciudad Bolívar  
T.S.U. Héctor Molina (Coordinador).+58 (416)6877157.