

15.6. Bibliografía

- HEIZER, RENDEN, *Dirección de la producción*, Prentice Hall, 2001.
- KLEIN, MIGUEL, *Las compras*, Trabajo de Tesis.
- KRAJEWSKY, RITZMAN, *Administración de operaciones, estrategia y análisis*, Prentice Hall, 2000.
- PAU I CÓS, JORDI; NAVASCUES Y CASCA, RICARDO, *Manual de logística Integral*, Díaz de Santos, 1998.
- SOLANA, RICARDO, *Producción, su organización y administración en el umbral del tercer milenio*, Editorial Interoceánica, 1994.

16.1. Introducción

Una gran parte del capital, en la mayoría de las empresas industriales, comerciales, y aun en algunas de servicio, está colocado en inventarios, por lo que su control es de vital importancia para una gestión eficaz. Con frecuencia encontramos que los **inventarios** se administran **a dedo** o, de manera más actualizada, con complejos programas de computación pero inadecuados para los requerimientos o el tipo de negocio que se trata.

En la administración de las operaciones, los **costos asociados a las existencias** de materiales suelen ser críticos, tanto por excesos como por faltantes. Los niveles elevados de inventarios simplifican aparentemente la gestión, ocultando los problemas y constituyendo uno de los típicos **despilfarros** de recursos. Cuando intentamos su reducción comienzan a aparecer las restricciones en nuestro sistema de gestión del flujo físico de materiales y productos. Esta es la filosofía **justo a tiempo** que ha dominado la gestión de operaciones desde el final del siglo pasado.

Los faltantes en el inventario originan bajas tasas de servicio a los clientes, con lucro cesante por no poder atender la demanda, reclamamos y hasta la pérdida de clientes.

La logística se ocupa del flujo y almacenamiento de materiales o producto; es decir, cuando éstos se mueven o se detienen en toda la cadena de abastecimiento. Toda vez que cambia el tamaño del lote de movimiento de los bienes en la cadena, se genera un inventario. Si recibimos veinte unidades, pero despachamos de a dos por vez, tendremos un inventa-

rio en ese punto y lo mismo ocurriría a la inversa, si ingresan de a dos, pero despachamos veinte.

Al gestionar la cadena de abastecimiento determinaremos diferentes objetivos y prioridades entre ellos, los que deberán definirse según el negocio en que actuamos y el posicionamiento elegido al formular la estrategia. Estos objetivos relativos a costo, entrega, calidad, flexibilidad o innovación, se alcanzan tomando adecuadas decisiones estratégicas de diseño y caracterización del sistema logístico. Entre esas decisiones clave estarán la selección del sistema y las políticas de administración de inventarios.

El resultado esperado de administrar correctamente los inventarios no es reducirlos, sino que estos permitan alcanzar los objetivos planeados por la estrategia empresarial.

La administración de inventarios está fuertemente relacionada con el planeamiento y control de la producción de bienes y servicios. Para producir bienes se requieren insumos materiales (materias primas o semielaborados) y en la prestación de servicios existen bienes facilitadores, como el champú en una peluquería, los que deben estar disponibles en algún momento. Los sistemas de planeamiento y control suelen contestar cuatro preguntas clave:

- ¿Qué se requiere producir, cuánto y cuándo?
- ¿Qué se requiere para producirlo en insumos y capacidad?

- ¿Qué se tiene disponible en insumos y capacidad?
- ¿Qué se debe incorporar: fabricarlo o adquirirlo?

Al preguntar sobre la disponibilidad de insumos y la determinación de aquellos que

16.2. Funciones del inventario

Anticipamos que tener o no tener inventarios es motivo de una polémica permanente en la administración de empresas y de las opera-

16.2.1. Razones para mantener inventario

- **Servicio al cliente:** a través de una entrega más rápida y mejor cumplimiento de las fechas de entrega prometidas. Los pedidos de los clientes se pueden preparar y despachar con mayor velocidad y confiabilidad cuando el artículo se mantiene en el inventario. Cuando la demanda es conocida con exactitud se puede prescindir de la existencia, pero lo habitual es que sea variable en el tiempo y por lo tanto debemos disponer del inventario para hacer frente a esas variaciones. Particularmente los minoristas desearán disponer existencias en el momento que lo solicite el cliente, debido a que es elevado el riesgo de perder la venta. Es prácticamente imposible en estos negocios tener órdenes pendientes de entrega o atrasadas, lo que flexibiliza en alguna proporción la necesidad de inventarios en otros eslabones de la cadena (fabricantes o mayoristas).
- **Independencia entre áreas funcionales:** es frecuente encontrar que las áreas responsables de funciones tratan de optimizar sus propios objetivos y tener el menor contacto posible con otras de su mismo nivel. Los inventarios funcionan como instrumentos para desacoplar las áreas que participan de un proceso. Si el

debemos fabricar o adquirir, sólo podremos dar respuesta si administramos nuestro inventario.

Obviamente, cualquier empresa comercial que satisfice demandas de sus clientes podrá darles servicio, si gestiona correctamente el inventario de los productos que ofrece.

ciones, dentro y fuera de las organizaciones. Tendremos razones para poseer y también para no poseer inventarios.

responsable de proveer a la etapa siguiente del proceso mantiene el inventario suficiente para que el siguiente en la cadena pueda disponer de lo que necesite sin pedirlo, ambas áreas operarán independientemente, sin requerir coordinación. El inventario opera como una interfaz que aísla a participantes del proceso, aunque a un costo considerable.

- **Flexibilidad a la producción y preparación de pedidos:** disponer de existencias en inventario permite hacer tiradas de producción mayores o preparar pedidos de mayor volumen para tener menores costos de iniciar, producir o transportar productos.
- **Amortiguar las variaciones de la demanda o de la provisión:** los clientes no realizan los pedidos de reposición con regularidad, ni en cantidades similares; a la vez que los proveedores no entregan con iguales plazos o demoras cada vez que lo hacen. El inventario permite hacer frente a esas variaciones.
- **Aprovechar los lotes económicos u ofertas de proveedores:** comprar o fabricar en los lotes que hagan mínimo el costo total de operar, como aquellos que permitan aprovechar ofertas, reducción de

precios o adquirir al fabricante, obligan a disponer de inventario. Las presentaciones comerciales, el tamaño del lote comercial o el envase tienen el mismo efecto. Por ejemplo: se necesitan 50 litros de solvente, pero éste se vende en bidones de 20 o 50 litros. Se requerirá tener una parte en el inventario ordenando un bidón de 50 litros o un tambor de 200 litros, para aprovechar el menor precio de la compra directa al fabricante, que sólo entrega en tambores.

- **Especulación:** con frecuencia en los periodos de inestabilidad de precios e inflación se crean inventarios con la esperanza de que se revalúen por encima del costo del dinero o de la rentabilidad que podría haber obtenido de su expresión monetaria. Cuando por una posición dominante en el mercado este inventario se transforma en acaparamiento, provoca la falta de oferta y la suba de precios. Las compras de oportunidad a bajo precio justifican estos inventarios.

16.2.2. Razones para no tener inventario

- **Costo financiero:** el capital invertido en el inventario ha sido obtenido de los accionistas, de un préstamo, o dejando de lado la oportunidad de invertirlo en otro negocio o actividad que ofrece un determinado rédito. El costo del dinero inmovilizado debe calcularse con la tasa de interés que se paga por él o el costo de oportunidad; o sea, el que sea mayor.
- **Costo de almacenamiento:** mantener las existencias de materiales o productos que constituyen el inventario tiene un costo operativo originado por el acondicionamiento, protección y recuento, además de los edificios, instalaciones y equipos necesarios.
- **Costos de seguros y deterioro:** las existencias de bienes que constituyen el inventario están sujetas a riesgos según su naturaleza: robo, incendio, degradación, vencimiento de vida útil, mermas, deterioro, entre otros.
- **Costos de obsolescencia:** se considera este costo de manera independiente a los analizados, pues es fundamental en algunos negocios en que el ciclo de vida del producto es corto, el **ciclo logístico**, el tiempo total en que el bien está en nuestro sistema operativo, almacenado o desplazándose debe ser mucho menor a aquél, de lo contrario tendremos en el inventario artículos que nadie demandará o habrán perdido buena parte de su valor.

Imaginemos los riesgos de tener en nuestro inventario ropa de moda estacional o procesadores de PC, los que son sustituidos por nuevos modelos cada pocos meses, perdiendo gran parte de su valor.

- **Costos ocultos del inventario:** existen costos no registrados de tener existencias, los que son invocados como impulsores de la filosofía del **justo a tiempo**. Los inventarios esconden problemas de gestión endémicos, conviviendo con ellos sin solucionarlos, escondiéndolos en las existencias que amortiguan sus efectos a un costo elevado en despilfano de recursos. Por ejemplo, por problemas de calidad en los procesos: un lote cada diez que se reciben debe ser devuelto para retribujar (reparar), lo que originará pocos inconvenientes, si disponemos de inventario suficiente para continuar la producción hasta recibir un nuevo lote apto para utilizar. Otro caso habitual es la producción de un lote grande, para mantener existencias durante un cierto periodo. Si luego se encuentra un problema de calidad en él, tendremos un elevado costo de retrabajo o descarte, según sea o no recuperable. Siempre habrá una fuerte presión para que se lo considere aceptable, debido a la enorme pérdida que significará. Si el lote es pequeño la falla se detecta rápidamente y puede ser solucionada sin mayor desperdicio de recursos.

16.2.3. Los inventarios y las claves competitivas de las operaciones

Existe una relación entre las claves competitivas, objetivos prioritarios a alcanzar dentro de orientación estratégica, y los inventarios que mantengamos de materias primas, semielaborados o productos terminados.

Si para competir nos orientamos al bajo costo, será necesario tener un inventario **adecuado**, que haga mínimo el costo total, como sumatoria de todos los que se generan en su gestión. La calidad puede verse afectada ne-

gativamente por el efecto de degradación u obsolescencia al mantenerse en existencia. La flexibilidad y la innovación suelen estar comprometidas cuando un nivel de inventario alto atenta contra el cambio o la rápida adecuación a nuevas circunstancias.

Los niveles de inventario, como vimos, pueden ser funcionales; es decir, apoyar determinados resultados o dificultarlos y hasta inhibirlos, pero difícilmente puedan ser neutros.

16.3. Gestión del inventario

Gestionar el inventario es tomar las decisiones que permitan alcanzar los objetivos de las operaciones bajo nuestra responsabilidad. Con el mero registro de las existencias no se administra el inventario.

Entre los objetivos que con más frecuencia se intenta optimizar a través del inventario se encuentran el costo y la entrega (velocidad y confiabilidad o cumplimiento).

Hay cuatro decisiones que son claves en la gestión de inventarios:

- ¿Qué sistema utilizar para la gestión de inventarios?
- ¿Cuánto ordenar?
- ¿Cuándo ordenar?
- ¿Qué artículos mantener en existencias o eliminarlos?

Antes de desarrollar las decisiones planteadas, analizaremos algunas cuestiones clave a tener en cuenta para tomar decisiones de manera correcta. Entre ellas están los costos relevantes asociados a la gestión del inventario y los tipos de demanda.

Entre los costos se deben considerar:

- **Costos de mantener inventarios:** son todos aquellos proporcionales al volumen y monto inmovilizado en el inventario, de-

bido al costo de oportunidad del capital, de las instalaciones de almacenamiento, de mermas, deterioro, pérdidas, seguros, obsolescencia y recuento. Cuando estos costos son elevados, hay una mayor presión a mantener bajos los niveles de existencias, lo que ocurre cuando las tasas de interés del dinero son elevadas o la mercadería almacenada requiere instalaciones complejas y costosas (como las cámaras de frío). Los locales de venta limitados en espacio, supermercados en zonas urbanas céntricas, son ejemplos de posesión de un costo elevado al utilizar superficies para almacenar, las mismas que al disponerlas para la venta generan un rendimiento elevado. En los países con experiencias de alta inflación se suele considerar al inventario como un antídoto al efecto inflacionario, lo que suele ser correcto en los picos de pérdida de valor adquisitivo de la moneda, pero si aquélla es relativamente constante en el tiempo, se debe determinar la tasa real de interés o de oportunidad, la financiera o de costo del dinero menos la de inflación o de pérdida de valor adquisitivo. En épocas inflacionarias el crédito suele ser escaso, y los intereses, elevados.

- **Costo de ordenar:** éstos son los que se hacen dobles cuando ordenamos dos ve-

ces en vez de una. Suelen estar asociados con los costos administrativos de transmitir una compra o un pedido, a un proveedor externo o interno, la tarea de recepción, inspección de calidad, proceso de conformación de facturas, pago y contabilización. Una parte de los costos de transporte pueden ser proporcionales a la cantidad de pedidos que se realice, debiendo incluirse. En la gestión de inventarios de los artículos de la canasta familiar, este costo es el que asumimos cuando compramos en un hipermercado, debiendo desplazarnos varios kilómetros, estacionar a muchos metros del ingreso, trasladarnos varios cientos más entre las góndolas, hacer una cola frente a las cajas, regresar con los bultos de lo adquirido.

• **Costo de iniciar la producción:** éste es el costo de puesta a punto de las operaciones o de preparación del puesto o de la máquina, el cual se debe asumir cada vez que se procesa un lote, independientemente de su tamaño. Disponer el puesto para realizar el producto o la operación que se requiere, desplazar los insumos hasta él, cambiar dispositivos y herramientas y ajustar las máquinas para comenzar un trabajo son componentes de ese costo. Debe tenerse en cuenta que en el corto plazo la preparación puede no significar un desembolso, si el puesto tiene capacidad ociosa. Hacer una nueva puesta a punto no implica ningún costo adicional. Por esta razón, en el corto plazo, sólo los puestos que significan cuellos de botella o restricciones del proceso implicarán erogaciones para comenzar un nuevo lote de producción.

• **Costos de agotamiento:** cuando las existencias no son suficientes para atender el pedido de un cliente asumimos un costo de diferir la entrega o anular el pedido, generando un lucro cesante, que es la contribución que nos hubiera proporcionado la venta que no se realizó. Estos costos pocas veces quedan registrados en

la contabilidad, pero es posible calcular la pérdida que sufrimos cuando un cliente habitual nos deja de comprar, cuando nos aplica una sanción por incumplimiento, o el costo que demanda ingresar uno nuevo en la cartera.

Los tipos de inventarios suelen clasificarse según la función que cumplen: regular o del ciclo de aprovisionamiento, de seguridad, de compensación, de especulación o en tránsito. El regular o del ciclo dependerá del lote de compra o fabricación y corresponde a la mitad de ese lote. El de seguridad se mantiene para asegurar la disponibilidad durante el período de reaprovisionamiento, y tanto su duración como el ritmo de la demanda suelen variar. El de compensación se mantiene para hacer frente con una capacidad limitada a picos de demanda, en vez de ajustar la tasa de reposición (compra o fabricación) a la demanda. Creamos existencias para hacer frente al crecimiento, habitual en los productos con fuertes demandas estacionales o puntuales; tales como: huevos de pascua o calefactores. El de especulación se mantiene esperando una revaluación de los bienes disponibles o una futura carencia en el mercado. El inventario en tránsito es el que se encuentra en los medios de transporte, por ejemplo, los pedidos que han sido despachados hasta tanto los reciba el cliente.

Con respecto a la demanda, se pueden encontrar dos tipos muy bien diferenciadas: **demanda independiente**, relacionada con el mismo artículo, y **demanda dependiente**, relacionada con un producto final de quien depende.

La **demanda independiente** está sujeta en forma directa al mercado, es decir, a la cantidad de clientes que demanden el artículo y a la cantidad de los pedidos, lo que no es calculable más que de manera estadística, sobre la base del comportamiento anterior o el pronóstico futuro. Tendrá por lo tanto un valor aleatorio según alguna ley de probabilidad.

La **demanda dependiente** indica que un artículo se requerirá según la cantidad de pro-

ductos a fabricar que lo incluya. Por ejemplo, si debemos fabricar cien televisores de un cierto modelo, debemos disponer necesariamente de cien tubos de rayos catódicos (pantallas) y cien gabinetes. Los televisores tendrán demanda independiente, de acuerdo con las decisiones de compra de los clientes, pero

una vez decididos a fabricar un cierto número de ellos debemos contar con los componentes necesarios. El **plan maestro de producción**, que establece las cantidades de productos terminados a obtener, es entonces el que determina la demanda de todos los insumos necesarios.

16.4. Sistemas de gestión de inventario

La primera decisión requerida al administrar un inventario (¿qué sistema de gestión de inventario se requiere?) depende del tipo de demanda: independiente o dependiente. El resto de las decisiones arriba planteadas están relacionadas con el sistema a utilizar, por lo que requieren también identificar el tipo de demanda.

Los problemas que aparecen al intentar gestionar el inventario con el sistema inapropiado, son múltiples y enormes, encontrándose simultáneamente una gran cantidad de artículos faltantes, juntamente con un crecimiento del inventario. Los sistemas fallan porque deben basarse en comportamientos de la demanda totalmente diferentes. En la demanda independiente habrá un ritmo relativamente estable, dentro de un cierto rango o dispersión. En la dependiente podemos decidir pro-

ducir en un breve período lo necesario, para disponer en stock lo que se entregará en varios meses. Unos días antes del momento de iniciar la producción debemos contar puntualmente con todos los insumos requeridos. Esa demanda de insumos será discreta (un lote esporádico) y concentrada en un período estrecho. Es decir, una situación totalmente diferente de los supuestos de la demanda independiente.

Las demandas son independientes en los casos siguientes:

- Productos terminados para consumo.
- Repuestos y materiales para reparaciones.
- Bienes que se incorporan en la producción de servicios.
- Insumos para la producción para los que no se dispone el uso por unidad.

16.4.1. Sistema de inventario para la demanda independiente

Los sistemas típicos para este tipo de demanda se denominan de **lote económico** y **punto de pedido** o **lote óptimo** y **punto de**

reorden, indicando la modalidad con que se tomarán las decisiones para gestionar el inventario, cuánto y cuándo ordenar.

a) Cuánto ordenar. Lote económico de pedido

Existen dos factores que afectan la decisión de cuánto pedir. Por un lado, tendremos el costo de ordenar. Este es realmente una serie de costos, más precisamente desembolsos, que pagamos doble cuando pedimos en dos veces en lugar de una. Estos son los costos de comprar y recibir las partidas o de iniciar

la producción, que incluyen llenado de formularios, recepción de partidas, proceso de contabilización y pago, o las operaciones necesarias para iniciar un lote de producción. Teniendo en cuenta sólo el costo de ordenar parece conveniente que el lote a comprar o fabricar sea grande, de tal manera que el cos-

to de la transacción se distribuya sobre una cantidad elevada de bienes que ingresamos al inventario.

En toda empresa hace falta dinero, por lo que suele haber una fuerte presión para no inmovilizarlo en inventarios. Además, vimos anteriormente por qué cuesta mantener el inventario almacenado o detenido. En este costo debemos incluir: el interés o el costo de oportunidad del dinero invertido, espacio y facilidades de almacenamiento, seguros, deterioro y obsolescencia y otros factores, los que pueden ser computados como un porcentaje del inventario promedio. Por ejemplo, un costo (tasa) de almacenamiento o de mantenimiento del inventario del 20 %, significa-

ría que cuesta \$ 200.000 por año mantener un inventario de un millón.

Estas dos variables, el **costo de ordenar** y el **costo de almacenamiento** (o de mantenimiento del inventario) determinan el lote económico de pedido. Los costos de ordenar en un período, por ejemplo anual, descienden mientras la porción variable del inventario aumenta, ya que lotes más grandes significan menor cantidad de pedidos en el año. En tanto, los costos de almacenamiento crecen al mismo ritmo que el inventario promedio.

Los costos totales anuales por gestión del inventario serán la suma de los dos costos mencionados. Estas relaciones se pueden ver en el ejemplo, tanto en el cuadro 16,1 como en el gráfico 16,1.

Lote de compra en meses (Q_m)	1	2	4	6	12
Costo de adquirir u ordenar anual (Q_{ao})	20.760	10.380	5.190	3.640	1.730
Inventario promedio (I_p)	6.500	13.000	26.000	39.000	78.000
Costo de Almacenamiento anual (C_{am})	1.300	2.600	5.200	7.800	15.600
Costo Total (C_t)	22.060	12.980	10.390 (*)	11.440	17.330

Costo de adquisición u ordenar (G): \$ 1.730 (consumo mensual en pesos (M): 13.000). Tasa de almacenamiento (H): 0,20 (20 %). (*) Costo total mínimo.

Cuadro 16,1. Costos de operación de inventarios. Ejemplo de un artículo del inventario

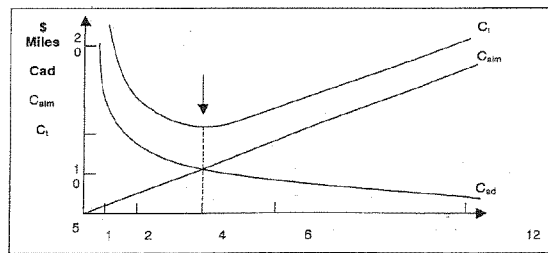


Gráfico 16,1. Costos de gestión del inventario. Lote económico (EOQ)

Podemos ver que el costo menor, **cantidad económica de la orden**, se obtiene con una provisión de cuatro meses. Los costos totales crecen a medida que nos alejamos del lote económico (4 meses), pero lo hacen más rápido cuando ordenamos lotes menores. La determinación del lote económico es una típica decisión de transacción, o de *trade off*, entre las dos variables que intervienen: los costos de ordenar para reponer y los de mantener las existencias.

Más importante que la determinación del lote económico, es el análisis de la composición del costo de ordenar, de tal manera que su reducción nos permita hacer óptima la función económica, con una menor inmovilización financiera y física en inventarios.

Se puede desarrollar una fórmula general del lote económico de ordenar, en este caso para determinar la cantidad a comprar a un proveedor, tal como sigue. Utilizamos la siguiente nomenclatura:

- C_{ad} : Costo anual de adquisición u orden.
- C_a : Costo anual de almacenamiento.
- C_o : Costo anual total de gestión del inventario.
- G: Costo de ordenar (comprar o fabricar).
- H: Tasa de costo de almacenamiento.
- M: Monto de uso mensual (\$).
- Q: Cantidad de la orden.

$$\text{Costo anual de adquisición} = \frac{12G}{Q_n}$$

$$\text{Costo anual de almacenamiento} = \frac{M \cdot Q_n \cdot H}{2}$$

$$\text{El costo total anual} = C_{ad} + C_a = \frac{12}{Q_n} \cdot M \cdot Q_n \cdot H + \frac{M \cdot Q_n \cdot H}{2}$$

El valor mínimo de la curva de costo total anual se logra cuando su derivada primera se hace nula; lo que corresponde al punto de

encuentro de las dos curvas de costo. Allí tendremos el **lote económico de compra** expresado en meses o **ciclo óptimo de reaprovisionamiento**. También se lo conoce por las siglas en inglés, *EOQ (Economic Order Quantity)*.

Cuando C_{ad} es igual a C_a es el mínimo; se despeja Q_{me} que es Q_{me} . El lote de compra económico es el que corresponde:

$$Q_{me} = \sqrt{\frac{24G}{M \cdot H}}$$

Para el ejemplo: $Q_{me} = \sqrt{\frac{24 \cdot 1730}{13000 \cdot 0,2}}$

Esto significa que habrá que comprar para cubrir 4 meses de consumo promedio. Esta es la fórmula clásica del lote económico determinada como **ciclo de aprovisionamiento**, ya que es el período en que cubriremos la demanda con cada pedido. Podemos obtener numerosas variantes de ella, utilizando otros componentes en la fórmula, por ejemplo el lote económico en pesos o unidades monetarias. Los programas de computación calculan los consumos promedios o proyectan los futuros (con algún método cuantitativo de pronóstico) y determinan los lotes a comprar en forma automática. Sólo se requiere actualizar los datos de costos y registrar los movimientos de inventario.

El modelo del lote económico servirá para determinar no solamente la cantidad a comprar a un costo mínimo, sino cómo operar, modificando los procesos de adquisición, recepción, control de calidad, cuentas a pagar, etc., de tal manera que se reduzca el costo de cada compra, reposición o recepción de partidas, tendiendo a la operación con existencias cero o compras **justo a tiempo**.

Sobre la misma base de cálculo podemos determinar el **lote óptimo de fabricación**, que será el que hace mínima la suma del costo de comienzo de la producción (preparación del puesto o proceso) y el costo de almacenamiento. También en este caso tendremos presentes las premisas de la política de **justo a tiempo**, buscando la reducción del costo de comienzo (puesta a punto o adaptación a un nuevo trabajo, con costo mínimo) para que el lote óptimo tienda a la unidad.

Deben tenerse en cuenta los costos ocultos de tener inventarios, que el modelo de decisión no contempla, por fabricar lotes económicos de artículos que no tienen demanda asegurada. Entre otros tenemos: deterioro, obsolescencia, obstrucción en la planta o depósito, detección tardía de defectos, etc.

En los lotes de fabricación existen también costos ocultos relacionados con el volumen a producir. Cuando el control se realiza después de completar el lote o en la operación

siguiente, existe una fuerte presión a aceptar la falla, si el volumen es grande, por los costos que originarán el retrabajo o el descarte.

Hay que considerar que el costo de preparación es un desembolso sólo si quien la realiza está cargado por encima de su capacidad; es decir, constituye una restricción o cuello de botella en el proceso. Si existe capacidad no utilizada en el puesto, la preparación no tiene costo de oportunidad o desembolso real. Los costos de comienzo de la producción se reducen con técnicas de preparación rápida del puesto de trabajo, como las SMED (*Single Minute Exchange Die*).

El cálculo del lote óptimo es válido aunque el cálculo de los costos se realice de manera aproximada, debido a que la curva del costo total es casi plana en los valores próximos al mínimo. El modelo tiene baja sensibilidad a las variaciones en los costos de pedido o almacenamiento, como se puede ver en la tabla siguiente:

Cantidades óptimas de pedido según los costos				
Costo de almacén	Costo de pedido \$	Cantidad óptima	Costo total anual	
			Costo \$	Error % sobre mínimo
24 %	30	1.803	3.461	0
24 %	34	1.919	3.685	6,4
26 %	30	1.732	3.603	4,1
26 %	34	1.844	3.835	10,8

Cuadro 16.2. Sensibilidad del modelo de cálculo del lote económico

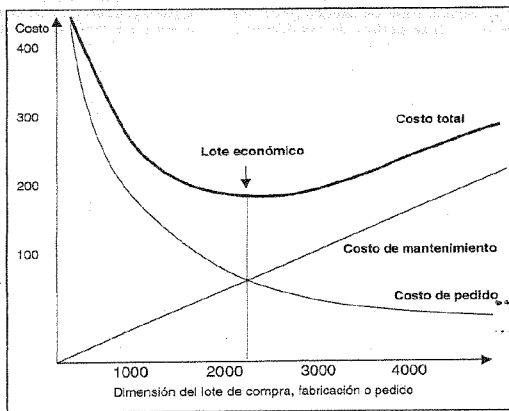


Gráfico 16.2. Modelo gráfico del lote económico de pedido

b) Otras expresiones del lote económico de pedido

Al lote que nos da el mínimo costo total de gestión lo podemos calcular en unidades, teniendo en cuenta las siguientes equivalencias:

$$Q_{os} = Q_{ms} \cdot D_m = \frac{Q_{mp} \cdot D_m}{12}$$

Reemplazando en la fórmula del lote económico tenemos:

$$Q_{os} = D_m \sqrt{\frac{24 \cdot G}{M \cdot H}} = \sqrt{\frac{24 \cdot G \cdot D_m^2}{M \cdot H}} = \sqrt{\frac{24 \cdot G \cdot D_m^2}{D_m \cdot P_u \cdot H}} = \sqrt{\frac{24 \cdot G \cdot D_m}{P_u \cdot H}}$$

Lote económico en unidades:

$$Q_{os} = \sqrt{\frac{2 \cdot G \cdot D_m}{P_u \cdot H}}$$

El (M) **monto de uso o consumo** en pesos es igual a la (D) **demanda mensual** en unidades por el (P_u) **precio unitario** del artículo.

c) Lote económico de producción, particularidades

Cuando la producción se realiza por lotes periódicos, digamos que hacemos un lote mensual que se produce durante una semana, en el cual el inventario real nunca llega al óptimo; ya que mientras ingresa la produc-

ción del artículo, éste se consume según el ritmo de la demanda. La evolución del inventario puede ser observada en el gráfico de **diente de sierra** siguiente:

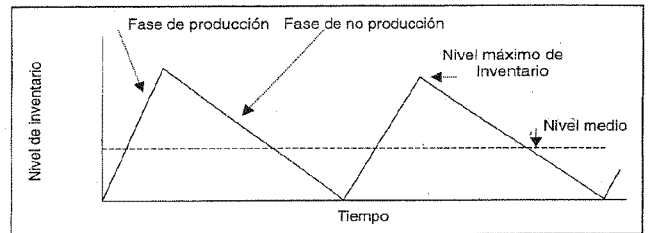


Gráfico 15.3. Inventario con consumo y producción

Podemos realizar los cálculos correspondientes:

$$\text{Nivel promedio de inventario} = \frac{1}{2} \left(1 - \frac{D}{P}\right) \cdot Q_p$$

$$\text{Costo total anual} = \text{Nivel promedio del } x \text{ inventario} \times \text{Costo anual de almacenamiento}$$

$$C_m = \frac{1}{2} \left(1 - \frac{D}{P}\right) \cdot Q_p \cdot H \cdot P_u$$

$$\text{Costo anual de preparación} = \text{N}^\circ \text{ de corridas de producción por año} \times \text{Costo de preparación por corrida}$$

$$C_p = \frac{D_p}{Q_p} \cdot G_p$$

Para calcular el lote económico de producción en unidades a fabricar, calculamos la función de costo total:

$$C_t = \frac{1}{2} \left(1 - \frac{D}{P}\right) Q_u H + \frac{D_u}{Q_u} G_p$$

d) Descuento por cantidad

En la relación comercial habitual los proveedores conceden descuentos a partir de ciertos volúmenes de pedido, compra o fabricación. Estas variaciones en el precio y economía subsiguientes se producen cuando podemos comprar al fabricante, en vez de al distribuidor, para lo cual debemos superar un determinado tamaño de pedido.

El lote económico se puede determinar de dos maneras:

Calculándolo en unidades con los precios con descuento, lo que modificará el monto de uso mensual. Si el nuevo lote económico calculado da una cantidad mayor

Haciendo mínima la función de costo total obtenemos el lote económico de producción en unidades a producir (Q_{ue}):

$$Q_{ue} = \frac{2 D_u G_p}{\left(1 - \frac{D}{P}\right) H P_u}$$

o igual a aquella que nos permite tener el descuento, esa será la cantidad a ordenar. Si fuera menor a la cantidad a partir de la cual se obtiene el descuento, debemos descartarlo por no conveniente.

Determinamos el costo total de gestión anual (C_t) del inventario con el lote óptimo. Luego hacemos igual cálculo para la cantidad a partir de la cual obtenemos el descuento y le descontamos el ahorro anual logrado por el precio reducido. La cantidad de la orden que registre el mínimo costo, es la que debemos utilizar para el pedido.

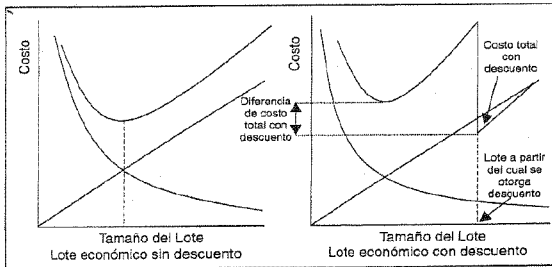


Gráfico 16.4. Efecto del descuento por cantidad sobre el lote económico de pedido

e) Efecto de la posibilidad de faltante

Un supuesto del modelo de cálculo del lote económico de pedido, o fórmula de Wilson, es que no se admiten faltantes, lo que significa una tasa de servicio del 100%. En la realidad depende de la naturaleza de los artículos que se disponen en el inventario y el negocio que se trate. Es diferente no disponer de pan o leche en una tienda al por menor, que no disponer un modelo y color determinado de un automóvil de alto precio. En el primer caso

perderemos la venta, en el segundo es posible que el cliente nos espere hasta disponer el producto.

La posibilidad de agotar el inventario o tenerlo negativo, lo que en realidad no significa mantener no existencias sino pedidos pendientes a surtir, reduce considerablemente el inventario promedio y por lo tanto el costo de mantener el inventario.

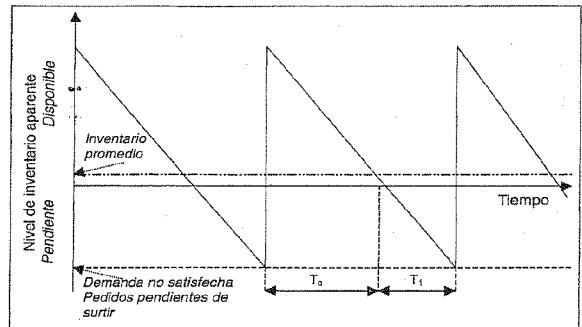


Gráfico 16.5. Efecto del faltante sobre el inventario promedio

f) Cuando ordenar. La política de reposición

El análisis previo tuvo en cuenta cuánto ordenar, pero nos falta aún ver el problema de **cuándo** hacerlo; es decir, la cuestión de la reposición para que un artículo esté disponible. Observemos que el agotamiento de los artículos del inventario, que se mide por la **tasa de servicio**, la relación entre los artículos que están agotados en un momento determinado y el total de los artículos que tene-

mos en el inventario, es un factor competitivo clave. Una tasa de servicio baja, digamos 70%, significa que de cada diez artículos que solicita el cliente tres no podemos surtir, perderemos la contribución que hubiéramos obtenido al haber realizado la venta, pero aun peor, es posible que perdamos definitivamente el cliente. Ninguno de estos efectos económicos los registra la contabilidad.

Si analizamos el consumo durante el período de reposición, desde que hacemos el pedido hasta que lo recibimos, podemos saber cómo se ha comportado previamente. El consumo durante el período de reposición depende de tres variables: el tiempo de entrega, el número de pedidos que se reciban durante el período y el volumen de cada pedido. El tiempo de entrega depende a su vez de la velocidad con que procesemos internamente el pedido, el tiempo que le demande al proveedor (interno o externo) su preparación y la entrega y la recepción y puesta en disponibilidad de la partida de reposición en el lugar que mantenemos el inventario.

Es posible simplificar el análisis de probabilidad a tres variables tomando sólo una: el consumo o demanda total durante el período de reposición, entre el momento de hacer el pedido y la disponibilidad de la partida recibida.

En el ejemplo que mostramos en el cuadro 16.3 observamos un artículo (electrodos en un depósito de mantenimiento) cuyo consumo promedio es de 72 kg por mes, para una demora de entrega media de dos semanas (por el procedimiento usual de compra), se usarían 36 kg en ese período. Si se llegara a esperar hasta tener 36 kg para hacer el pedido, la mitad de las veces se nos agotaría la existencia antes de recibir la nueva partida.

Basándonos en los registros de consumo en períodos de aprovisionamiento previos (histograma de frecuencia), podemos determinar el punto de pedido o reorden para que se agote sólo en un porcentaje dado de las veces que reponemos (diagrama de probabilidad acumulada).

Ese porcentaje dependerá de nuestra política de agotamiento (tasa de servicio o confiabilidad), que podría ser de nunca agotar (0%) o, por ejemplo, el 10% de las veces que reponemos.

A partir de la historia previa de comportamiento de la demanda construimos el histograma de frecuencia y de allí podríamos elaborar un diagrama de probabilidad acumulada de ago-

tamiento durante el período de reposición. Sobre ese diagrama trazamos el límite de 10% de agotamientos admitidos ($P = 0,10$), lo que nos indicará el punto de pedido (cantidad remanente en el inventario cuando iniciamos la reposición), que nos permitirá disponer de existencias el 90% de las veces que repongamos ($P = 0,90$).

Aquí encontramos que existe una relación entre lote económico y la probabilidad de agotamiento (porcentaje). Si nosotros fijáramos una política de admitir un solo agotamiento anual para un lote de compra de un mes, la probabilidad aceptada es de $1/12$ ($P = 0,083 = 3,3\%$). Si compráramos en lotes semanales sólo aceptaríamos un agotamiento cada 58 semanas ($P = 1/58 = 0,017 = 1,7\%$). En este último caso, para la misma política, se requeriría un punto de pedido mucho más elevado, con el consiguiente incremento del costo de mantener el promedio de existencias.

Período	Consumo	Período	Consumo
1	27	16	44
2	36	17	64
3	29	18	27
4	26	19	23
5	31	20	47
6	38	21	16
7	54	22	36
8	33	23	43
9	40	24	34
10	32	25	22
11	58	26	32
12	42	27	24
13	27	28	37
14	39	29	41
15	33	30	49
		Promedio	36

Cuadro 16.3. Consumo en los períodos de reposición

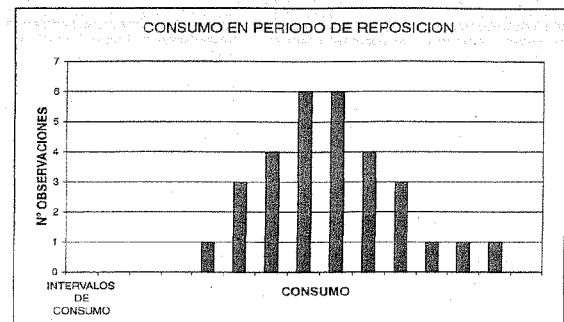


Gráfico 16.6. Diagrama de probabilidad acumulada

g) Sistema de doble depósito

Consiste en mantener las existencias físicas de un artículo en dos depósitos separados, cuando se agotan las del primero es que se ha alcanzado el punto de reposición. La cantidad que se mantiene en el segundo depósito deberá ser suficiente para responder a la demanda probable (con alguna probabilidad predeterminada) durante el período de reposición. Esa cantidad es precisamente el punto de pedido o reorden.

Este sistema tiene la ventaja de la simplicidad, porque puede prescindir de registros de información sobre el inventario. No releva del

análisis de probabilidad y la fijación de una política de agotamiento, pero permite que el control efectivo de la reposición esté a cargo del personal operativo del almacén o área responsable de las existencias.

Podemos imaginar diferentes aplicaciones prácticas de este método: un separador que al momento de retirarlo indique haber llegado al punto de pedido; cargar un bidón de veinte litros cuando comenzamos a usar un tambor de doscientos; adherir una etiqueta o marbete a una unidad o envase que indique al acceder a él que debe hacerse el pedido.

h) Reposición a período fijo y cantidad variable

Al determinar el punto de pedido, lo hemos realizado midiendo las existencias remanentes. Esta situación de llegar al punto de pedido se puede presentar en cualquier momento, de acuerdo con el movimiento, entradas y salidas, del ítem. Se simplifica la gestión de

reposición si en vez de reordenar el artículo cada vez que llega a un cierto nivel, se verifica la existencia en períodos fijos, por ejemplo una vez por mes. Este método de reposición no requiere registro permanente del inventario.

De acuerdo con lo que se ha consumido se repone hasta alcanzar un máximo determinado. Este sistema requiere trabajar con un nivel de existencias mayor, por lo que se suele utilizar para los artículos de bajo costo. El método es también conocido como **P (periodo fijo)**, para diferenciarlo del **Q (cantidad fija)** que vimos anteriormente. En los comercios minoristas se utiliza por simplicidad, si

i) Qué artículo mantener en el inventario

Una técnica popular en el comercio minorista para decidir sobre los artículos a mantener en inventario es la **rentabilidad directa del producto (RDP)**, que es el margen bruto del artículo, ajustado con los costos que se le pueden asignar directamente (mano de obra de almacenamiento y manipuleo, espacio, existencias, transporte, etc.). Como el espacio que ocupa en el local y las estanterías es la limitación habitual del vendedor minorista, se utiliza la relación RDP/metro cuadrado de local o RDP/metro lineal de góndola, para com-

j) El método ABC

El modelo de cálculo del lote económico tiene baja sensibilidad en la zona próxima a la de mínimo costo total; de tal manera que un error en los datos a utilizar en la fórmula tiene poco efecto sobre los costos totales, es decir, sobre el lote de mínimo costo. La dificultad de disponer de información actualizada y confiable relativa a volúmenes de demanda o consumo y costos relacionados, hará conveniente concentrar los esfuerzos en los artículos que tienen la mayor incidencia económica o de servicio en los resultados finales.

Siguiendo el principio de Pareto, que dice que unas pocas causas generan la mayoría de los efectos, podemos hacer una lista en orden decreciente de consumo en unidades monetarias. El primer grupo de artículos que incluya un 20 % de ellos significará un 50 % aproxi-

el distribuidor pasa una vez por semana recogiendo los pedidos o entregando, semanalmente. Antes de su llegada se verifica el *stock* de cada artículo y se repone hasta el nivel máximo determinado. Como mencionamos, no requiere registrar cada movimiento del inventario para determinar el momento en que se alcanza el punto de pedido.

parar entre sí los productos individuales. El artículo que no alcance un valor deseado de RDP será eliminado.

En síntesis, la RDP depende del margen y de la rotación. El proveedor tiene oportunidad de mejorar este indicador logrando una mayor rotación del artículo a través de entrega más frecuente, proveyendo un envase que requiera menos espacio, eliminando manipuleo o por un incremento del margen por mayor valor percibido.

mado del consumo en términos económicos, por lo que si controlamos bien este grupo, estaremos manejando el grueso de los recursos puestos en materiales o productos. El último 50 % de los ítem representará alrededor de un 10 % del monto total. Si al primer grupo de atención prioritaria le llamamos **A**, al que sigue **B**, y al de menor incidencia económica **C**, tendremos descrito el método **ABC** de atención diferenciada para administrar el inventario.

La clasificación puede hacerse también por costo de ruptura del *stock* y tendríamos el **ABC de riesgo de agotamiento**. También podemos priorizar factores como lejanía de la fuente, tiempo de reposición, costos generados por ruptura de *stock*, etc., que inciden en la criticidad de un ítem faltante. En el manejo de *stocks* de protección de los procesos (lo-

tes de fabricación) es conveniente identificar los ítem clase **A**, que son aquellos que aumentan puestos con capacidad restringida (cuellos de botella o restricciones del sistema).

Debe tenerse en cuenta que el **método ABC** no es un modelo para tomar decisiones de inventario, optativo del de lote económico y punto de pedido, del MRP o DRP. Es un facilitador de la aplicación de esos modelos.

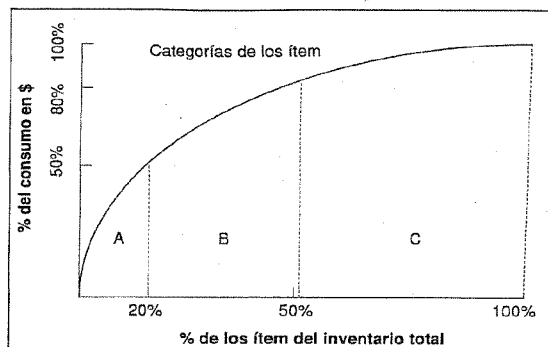


Gráfico 16.7. Distribución ABC

16.4.2. Sistema de inventario para la demanda dependiente

Cuando la demanda no es aleatoria (al azar), sino determinada por quien planifica una entrega o producción, no se cumplen los supuestos sobre los que se basa el sistema de lote económico y punto de pedido, en particular que la demanda sea continua durante el ciclo de reposición. Es el caso del requerimiento de componentes o materias primas en una producción continua o intermitente por lotes, determinada por el **programa maestro de producción (MPS, Master Production Schedule)**.

También tendremos esta situación con los artículos requeridos para un pedido especial

o un proyecto (por única vez), como sería el caso de los requerimientos para un edificio por una empresa constructora. En el caso de pedidos de única vez (proyecto o taller) éstos se harán según el programa de producción o avance. La mayor parte de los artículos se mantienen en el inventario sólo el tiempo necesario entre que se adquieren o se fabrican y se incorporan al proyecto u orden de trabajo.

El sistema clásico para esta demanda es el **programa de requerimiento de materiales**, más conocido como **MRP (Materials Requirement Planning)**. Su aplicación se basa

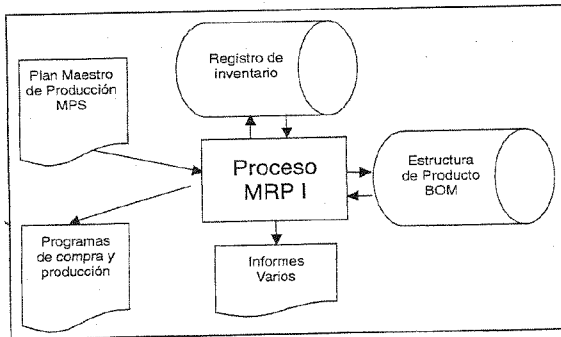
en la **explosión** del producto a fabricar en sus componentes de diferentes niveles: conjuntos, subconjuntos, partes y materias primas de acuerdo con el **archivo de estructura**, que detalla la **lista de materiales de producción** (BOM, *Bill of Materials*).

En su primera versión, como sistema de administración de inventarios, el **MRP I**, presupone capacidad de producción infinita, lo que generaba dificultades para el cumplimiento de

programas. La versión posterior **MRP II** (Programación de Recursos de Manufactura o *Manufacturing Resource Planning*) tiene en cuenta las rutas de proceso y las estaciones de trabajo en las que se realiza cada operación, además de las cargas de trabajo y la capacidad de cada proceso (y en cada caso los recursos que fueran relevantes), esta versión se analiza en detalle en otro capítulo como un sistema de **planeamiento y control de la producción** (ver cap. 18).

16.4.3. Utilización de MRP

Vemos en el cuadro 16.4 el diagrama de flujo correspondiente al **MRP I**.



Cuadro 16.4. El sistema MRP I de administración de inventarios

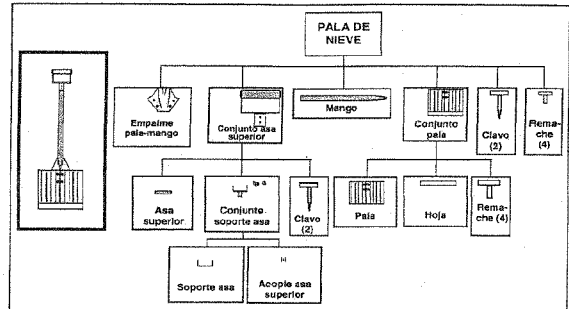
La estructura del producto queda establecida por la **lista de materiales**, documento básico del diseño del producto. La estructura queda determinada por la relación **padres a hijos**, que indica para cada conjunto **padre** qué componentes **hijos** lo integran. Deben que-

dar definidas las relaciones desde el producto terminado hasta el último componente. La **lista de materiales**, a fin de facilitar comprender la estructura del producto, suele presentarse como un gráfico **Gozinto**.

En la práctica industrial con frecuencia se compran conjuntos terminados o subconjuntos ensamblados, por lo que no se requiere explotarlos en componentes, tarea que corresponde al proveedor. La **lista de materiales** (BOM) se ajusta a la estructura real de fabricación,

la que se denomina **lista de materiales de producción** (BOMP).

En el cap. 18 se analizará el uso del MRP para la planificación de los materiales y la producción a corto plazo.



Cuadro 16.5. Lista de materiales (BOM)

a) Justo a tiempo

El método de justo a tiempo (*Just in time*) que se basa, desde el punto de vista de los requerimientos de materiales, en demandar al puesto anterior o proveedor la cantidad que se requiere para satisfacer la demanda efectivamente registrada o reponer lo que estaba disponible en el puesto. Se lo denomina de **arrastre**, porque tira de los sectores previos en el proceso desde la demanda, para alimentarse de insumos.

Suele operar con un sistema de comunicación sencillo, hacia proveedores internos o exter-

nos, basado en tarjetas, o **kanban** en japonés, que fue popularizado por Toyota. Al justo a tiempo se lo menciona como una **filosofía** más que como un método de administrar el inventario o la producción. Se orienta a alcanzar el límite de cero inventarios y lotes de una unidad. La reducción de inventarios desnuda los problemas de gestión y el despilfarró de diferentes tipos de recursos, que deberán ser resueltos en vez de esconderlos en las existencias (ver cap. 19).

16.4.4. Otros aspectos de la administración de inventarios

a) Reducción de inventarios

En el camino de eliminación del despilfarro y la reducción permanente de los inventarios tendremos que remover obstáculos en todos los ámbitos de la gestión, pero también mentales. El paradigma de la correcta administración de inventarios ha cambiado, desde la suposición de que existía una cantidad que era la que se debía comprar o fabricar y otra a mantener siempre, el **lote óptimo** y el **stock de protección**, el que ha evolucionado hacia la cantidad mínima posible en cada circunstancia, ajustada a la demanda y en continua reducción.

Esta reducción estará basada en la simplificación de los procedimientos de compra, recepción y pago, a fin de reducir los lotes de compra. Para lotes de producción menores debe-

rán simplificarse las tareas de puesta a punto al momento de iniciar. Una mayor capacidad de reaccionar rápidamente ante la demanda, la visión integral de toda la cadena de suministro, que permite mejor estimación de la demanda futura y el uso de sistemas de tirar, facilitan reducir el **stock** de protección o el punto de pedido.

Una dificultad complementaria a la política de reducción de inventarios es que en los estados contables, éstos son registrados en el activo. Una unidad que sólo opere activos físicos podría deteriorar aparentemente su situación mientras reduce los **stocks**. A pesar de todo se apunta definitivamente a una gestión sin existencias, comprando o fabricando sólo lo que efectivamente se demanda.

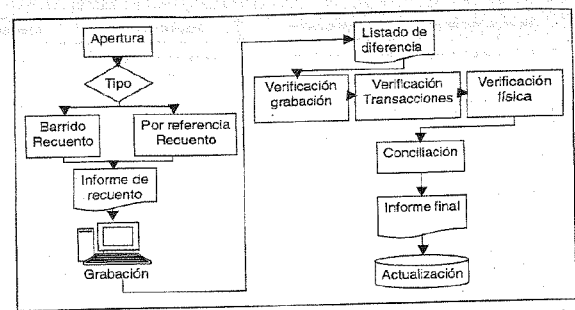
b) Errores y ajustes en los inventarios

Los sistemas de administración de inventarios solamente podrán ser eficaces en la toma de decisiones si la información en la que se basan es confiable. Los registros administrativos pueden tener diferencias con las existencias reales, requiriendo un recuento periódico para verificar la coincidencia e investigar eventualmente las diferencias.

El recuento puede tener dos modalidades: por barrido, en el cual se realiza todo el relevamiento de datos de una vez o cíclico (también llamado permanente), donde en éste se releva un grupo de artículos periódicamente. Vemos abajo una comparación de ambos métodos.

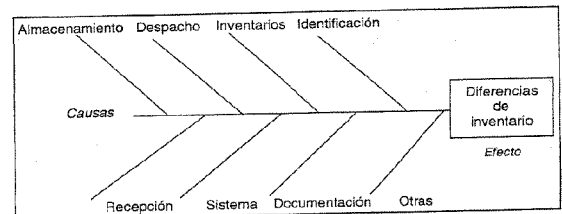
Recuento por barrido	Recuento cíclico
Ventajas: Riguroso Inconvenientes: Complejo, alto costo, detención de operaciones, no facilita actuar sobre causas de error, puede ser fuente de errores Orientación financiera	Ventajas: Sencillo, permite actuar sobre causas de error, gestión inteligente de los recuentos, no requiere grandes paradas de operaciones, menor costo, favorece dinámica de control Inconvenientes: no detecta sobras Orientación operativa

Cuadro 16.6. Métodos de recuento, comparación



Cuadro 16.7. El proceso de recuento

Las divergencias halladas obedecen a diversas causas, pero hay algunas presentes en la mayoría de los casos observados.



Cuadro 16.8. Diagrama causa-efecto de las diferencias de inventario

Desagregamos las causas para una mejor comprensión de las acciones preventivas y correctivas requeridas, para reducir o eliminar las diferencias entre el inventario registrado o teórico y el real.

Almacenamiento	Despacho	Inventarios	Identificación
<p>Error de manejo: en identificación, en ubicación, rotación.</p> <p>Presentación inapropiada, limitaciones de espacio o equipos</p> <p>Materiales críticos</p> <p>Deterioro o merma de material</p>	<p>Error de verificación: en identificación, en calidad y en cantidad</p> <p>Transacciones irregulares: anticipadas, en exceso, préstamos</p> <p>Egreso mal emitido</p>	<p>Adaptación del sistema</p> <p>Corte documental</p> <p>Error en la toma física: identificación, conteo, captura de datos</p> <p>Ajustes de diferencias</p> <p>Tratamiento de la información</p>	<p>Falta de normalización: descripción, unidad de medida, código</p> <p>Proliferación de códigos: duplicados, mal aplicados, inexistentes</p> <p>Desconocimiento del producto</p> <p>Falta de archivo técnico y documentación</p>
Recepción	Documentación	Sistema	Otras
<p>Error de verificación: en identificación, en calidad, en cantidad</p> <p>Transacciones irregulares: Anticipadas, incompletas, en exceso, en lugar diferente</p>	<p>Errores documentales: elaboración, transcripción, validación, liquidación</p> <p>Trámites documentales irregulares: anticipados, incompletos, rezagados, extraviados</p> <p>Movimientos extracontables</p>	<p>Incumplimiento de principios: Universalidad del control, documentación, orden secuencial, cronología</p> <p>Errores de falta de: conciliación, depuración, actualización, seguridad</p> <p>Ajustes de inconsistencias</p>	<p>Incumplimiento de normas y procedimientos</p> <p>Falta de seguridad: personal asignado, acceso, caución, prevención de accidentes, guardias</p> <p>Funciones encomendadas</p> <p>Ausencia de autoridad</p> <p>Urgencias</p>

Cuadro 16.9. Desagregación de las causas principales de diferencias en los inventarios

16.5. Bibliografía

- ANDERSON D.; SWEENEY D.; WILLIAMS TH., *Métodos cuantitativos para los negocios*, International Thomson Editores, 1999.
- BALLOU, *Logística empresarial*, Díaz de Santos, 1991.
- CHASE; AQUILANO; JACOBS, *Administración de producción y operaciones*, Irwin McGraw-Hill, 2000.
- GANTHER; FRAZIER, *Administración de producción y operaciones*, 4ta. ed., Thomson, 2000.
- GOLDRATT, E.; FOX R, *La carrera*, Editorial Castillo, 1994.
- GOLDRATT E., *El síndrome del pajar*, Editorial Castillo, 1994.
- KRAJEWSKY; RITZMAN, *Administración de operaciones, estrategia y análisis*, Prentice Hall, 2000.
- LÓPEZ ARAOZ, CARLOS, *Dirección de operaciones. Logística de negocios*, ICDA, 2002.
- ROUX, M., *Manual de logística para la gestión de almacenes*, Gestión 2000, 1997.
- SORET LOS SANTOS, IGNACIO, *Logística comercial y empresarial*, ESIC, 1994.

PLANIFICACIÓN AGREGADA

ALICIA CALABUIG
 CECILIA VIRGINIA QUIROGA
 HÉCTOR MARCELO CASABENE

17.1. Concepto y naturaleza de la planeación agregada

Una de las funciones del departamento de operaciones es la elaboración de los planes agregados de producción, para apoyar el logro del **plan estratégico** de la empresa, detallando la manera en que se va a proveer de la capacidad operativa para satisfacer los pronósticos de demanda a mediano plazo y a un costo mínimo.

La planeación agregada **define el volumen de producción y los recursos requeridos para la elaboración de bienes o prestación de servicios, que la organización necesita en un determinado horizonte de tiempo**; por lo que para ello se torna necesario relacionar la información entre ésta y los distintos planes de la organización, teniendo en cuenta los factores externos a la misma.

Si bien la responsabilidad de la planeación agregada es del área de operaciones, ésta requiere la cooperación de otras áreas de la empresa para coordinar su plan futuro. En la elaboración del **plan agregado de producción (Aggregate Production Plan)** el departamento de producción debe interrelacionarse con otras áreas al abordar temas de presupuesto, personal y mercadotecnia.

Al referirse a niveles de producción, de inventario, de compras, de personal, y otros, se están utilizando y coordinando recursos que

son vitales para el desarrollo del presupuesto de la empresa, así como también el plan agregado constituye la clave y la justificación principal para el presupuesto del departamento de operaciones.

El área de personal se ve afectada cuando en la planificación a mediano plazo se incluyen contrataciones, despidos y horas extra como recursos para nivelar la capacidad de producción.

Lo mismo ocurre con el departamento de comercialización, donde la relación es intensa y en ambos sentidos. Por un lado la planeación agregada es la que permite a comercialización, *a posteriori*, brindar un buen servicio al cliente mediante la oferta de producción. Por otro lado, mercadotecnia mantiene continuamente informado al departamento de operaciones de las demandas y sus fluctuaciones, inclusive utilizando estrategias adecuadas para operar variaciones en ésta, que ayudan a la planeación agregada a nivelar su tasa de producción. Además se debe contar con la información que brindan los planes comerciales a mediano plazo, para elaborar los planes de capacidad para este mismo periodo de tiempo, proyectando el nivel general de producción y bosquejando los resultados que se deben alcanzar, expresados en números de unidades de sus líneas de productos.