

APROVISIONAMIENTOS

DIRECCIÓN Y ADMINISTRACIÓN DE APROVISIONAMIENTOS Y LOGÍSTICA DE ALMACENES

Por:

LUIS ARENCIBIA SÁNCHEZ

Índice.

1. La gestión de los materiales en la producción.
2. Preparación y lanzamiento del trabajo.
3. Productividad y Recursos Humanos.
4. Costes de aprovisionamiento.
5. Producción y mantenimiento de equipos e instalaciones.
6. Ejemplo: El caso de la pequeña y mediana empresa.

1. La gestión de los materiales en la producción.

1.1. Logística de producción.

1.2. Los materiales en el proceso productivo.

1.3. La función de aprovisionamiento.

1.3.1. La organización de las compras.

1.3.1.1. Sistemas de gestión de compras.

1.3.1.2. Relaciones de la función de compras con el resto de funciones.

1.3.2. Gestión de stocks.

1.3.2.1. Métodos de reaprovisionamiento.

1.3.2.2. Los costes de la gestión de stocks.

1.3.2.3. Técnicas de gestión de stocks.

a. La técnica Just In Time (JIT).

b. La técnica Total Quality Control (TQC).

c. La técnica KANBAN.

d. La técnica del código de barras.

1.4. La función de almacenamiento.

1.1. Logística de producción.

La aplicación del concepto de Sistema Logístico a la producción nos da una perspectiva de la gestión operativa distinta de la tradicional, es decir, abandona la idea de optimizar el comportamiento de las áreas productivas independientemente, debiendo funcionar de forma coordinada, o sea, más o menos alejados de su punto óptimo con el fin de que el Sistema, en su conjunto, pueda comportarse con mayor efectividad.

En este sentido, el Sistema Logístico agrupa las siguientes funciones, que han de ser gestionadas de forma integrada:

- **Aprovisionamiento**, cuya misión es gestionar el proceso de compra y acopio de materias primas desde los proveedores hasta el inicio de la fabricación.
- **Fabricación**, cuya misión es realizar las transformaciones necesarias en la materia prima para obtener los productos terminados.
- **Distribución física**, que se ocupa del movimiento de los productos acabados desde que termina el proceso de Fabricación hasta su entrega al cliente (Esta función, propiamente comercial, está orientada hacia el mercado).
- **Planificación y Control de la Producción**, que, con visión logística, abarca la planificación integrada desde los aprovisionamientos hasta la distribución física.

La definición de los objetivos a cumplir por el sistema logístico está ligada a la toma de decisiones inherente a la gestión de la producción, que, en función del horizonte temporal considerado, son las siguientes:

- **Decisiones de planificación a largo plazo**, que afectan a la definición de la estructura productiva,

- **Decisiones operativas, a medio y corto plazo,** que contemplan la especificación de productos, calidades, cantidades, plazos establecidos, costes necesarios, etc.

1.2. Los materiales en el proceso productivo.

Los materiales son los inputs que la empresa adquiere del exterior con el fin de utilizarlos en el proceso productivo, para la obtención del producto o la prestación del servicio.

Los materiales se pueden subdividir en:

- **Materias primas.** Elementos que por medio de su transformación pasan a formar parte de los productos terminados, siendo éstos el objetivo de la empresa.
- **Elementos incorporables.** Son los que han sido elaborados fuera de la empresa y han sido adquiridos para incorporarlos a las materias primas para formar el producto.
- **Materiales auxiliares.** No forman parte del producto terminado pero son necesarios para obtener el mismo.
- **Materiales de consumo y de reposición.** Son los destinados a la reposición y mantenimiento.

De esta manera, los materiales son siempre necesarios para la continuidad de la función de producción y además son almacenables, lo que originará unos costes.

1.3. La función de aprovisionamiento.

Es importante resolver el problema de los aprovisionamientos, ya que toda empresa necesita asegurarse una corriente regular de aprovisionamientos de ciertos recursos que precisa para el normal desarrollo de su actividad productiva y/o comercial. En este sentido, conviene a la empresa analizar factores como quiénes pueden ser sus potenciales proveedores, cuantía a solicitar en cada pedido, frecuencia con que deben realizarse los pedidos y las cuestiones relativas a la ruptura de pedidos de clientes por desabastecimiento.

Dada la importancia del aprovisionamiento de materias primas y componentes en el proceso de producción, tanto desde el punto de vista de plazos de entrega a cumplimentar, como del propio coste de producción, la gestión de compras está normalmente bajo la responsabilidad del área de producción.

El coste de aprovisionamiento incluye, además del precio de compra, el transporte, aduanas, clasificación e inspección de recepción, así como el coste financiero del capital inmovilizado en almacenes.

La misión u objetivo de la función ó subsistema de aprovisionamiento es la de abastecer, a partir de los proveedores de materias primas y componentes, a las líneas de producción; o, dicho más detalladamente, obtener, mediante compra a proveedores adecuados, en cantidad necesaria y plazo conveniente, los materiales ó productos de calidad y precio precisos para que la empresa desarrolle sus actividades.

Así, podríamos resumir que la función de aprovisionamiento tiene como finalidad suministrar a la empresa todos los materiales necesarios para el proceso productivo en el momento oportuno y realizar dicha gestión con el mínimo coste.

Por lo tanto la empresa ha de tener un sistema de abastecimiento que tenga los siguientes **objetivos**:

- Asegurar la producción en cada momento, sin tener interrupciones en el proceso productivo.
- Aprovisionamiento de los materiales imprescindibles, para reducir al mínimo los costes de almacenaje.
- Llevar a cabo el proceso de compra considerando las diferentes solicitudes de los proveedores.

De este modo la empresa tiene que mantener inventarios de aquellos bienes o elementos cuya carencia obligaría a detener el proceso de producción y también de aquellos productos o mercancías que aseguran una tasa regular de servicio a la clientela (comercialización y prestación de servicios).

Cabe distinguir distintos tipos de 'stocks' o inventarios:

- **En tránsito**, que no llegan a formar parte del almacén.
- **Dormidos**, que permanecen almacenados más de seis meses.
- **Muertos**, que permanecen inutilizados más de un año.
- **De emergencia**, para hacer frente a futuras contingencias (averías, etc.).
- **Excedentes**, artículos pasados de moda u obsoletos.
- **Contables**, derivados de los datos de contabilidad.

Se habla también del **stock de seguridad**, el cual es un volumen de existencias que se mantiene, en cuantía cuasifija, para evitar trastornos en el proceso de producción o situaciones anormales en el abastecimiento a la clientela, provocadas por irregularidades del aprovisionamiento.

Existen tres principales **métodos de aprovisionamiento**:

- **Aprovisionamiento esporádico**. Consiste en atender las necesidades del proceso productivo en un momento determinado. Es un método que minimiza costes de almacenamiento, pero corre el riesgo de originar parones en la producción, debido a fallos en la entrega, por lo que sólo se seguirá cuando sea fácil la obtención del material en el mercado.
- **Reaprovisionamiento sincronizado con la producción**. Se obliga al proveedor al envío de las mercancías con vencimientos fijos. Se adopta en la fabricación en serie, descargando sobre los proveedores los costes de aprovisionamiento.
- **Mantenimiento de un stock de seguridad**. Dicho stock se mantiene para evitar interrupciones por falta de suministro, aunque se elevan los costes de almacenamiento.

Las principales partes que comprende la **función** de aprovisionamiento son:

- Compras
- Gestión de Stocks.
- Almacenamiento.

La necesidad de adaptación a las condiciones del mercado, tanto en precio como en plazo, a través de una mejora continua de la gestión integrada del sistema logístico, se extiende, obviamente, a la función de aprovisionamiento, lo que nos lleva a considerar como factores clave la minimización de los niveles de stocks y flexibilidad de adaptación a los cambios en la demanda.

En esta sentido, hay dos líneas estratégicas a seguir en la gestión del aprovisionamiento:

- Maximizar el poder negociador con proveedores, para obtener el mayor beneficio posible en las operaciones de compra.
- Minimizar los costes asociados a la gestión de los stocks.

1.3.1. La organización de las compras.

La actividad de compras tiene como finalidad suministrar a los distintos sectores de la empresa los materiales, máquinas y servicios necesarios para alcanzar los objetivos previstos, en la cantidad adecuada, al mejor precio y en el plazo de entrega necesario.

De esta manera la función de compras es un eslabón entre la empresa y los proveedores, relacionada directamente con la función financiera, ya que los inmovilizados representan un coste, y con la función de producción, a la cual debe proveer de los materiales necesarios.

Los factores que determinan las compras a realizar son:

- **Especificaciones y características de calidad.** En lo referente a materias primas sus especificaciones suelen estar estandarizadas y basadas en la situación en el mercado, mientras que para maquinarias y equipos en general, la compra deberá efectuarse en colaboración con la función técnica y de producción, la cual dará las características específicas de los materiales a adquirir. La calidad afecta al precio y limitará el número posible de proveedores.
- **Cantidades.** No son lo mismo las compras ocasionales que las realizadas de forma continua o en grandes cantidades. Suele existir además una relación precio – cantidad, al distribuirse una serie de gastos iniciales sobre mayor número de unidades.

Además las cantidades también pueden afectar a la elección de proveedores, ya que algunos no podrán alcanzar esas cifras y otros, por el contrario, sólo pueden suministrar de forma económica grandes cantidades.

- **Plazos de entrega.** Generalmente un pedido urgente supone precios más elevados, al situar al proveedor en una situación más favorable en la negociación. Por lo tanto hay que tener en cuenta hacer previsiones de compra con la mayor anticipación posible para favorecer la agrupación de pedidos, aprovechar las condiciones óptimas del mercado y ampliar el círculo de proveedores.
- **Precio y condiciones de pago.** Este es el objetivo más importante de la gestión de compras, en el que intervienen todos los factores indicados anteriormente, más la política de compras de la empresa.

En cuanto a la **selección de proveedores**, en una primera fase se evalúa la capacidad de suministro del proveedor, mediante prueba de una muestra del producto a comprar, se analiza su comportamiento histórico en suministros anteriores y finalmente se evalúa su calidad técnica y sistema de calidad, utilizando las normas UNE o ISO.

Por último, en la elección definitiva del proveedor se considerarán las condiciones económico-financieras, tales como forma de pago, descuentos, posible financiación, etc.

En esta última etapa, la empresa se pone en contacto con el proveedor ó proveedores seleccionados, para confirmar los puntos anteriores, realizar la elección definitiva y determinar el seguimiento del pedido hasta su entrega en el almacén del comprador.

La función de compras ha de requerir un control sobre ciertas actividades:

- Control de los pedidos existentes.
- Control de entregas parciales y devoluciones.
- Control de las pequeñas compras urgentes.
- Recepción de los pedidos.
- Control del pago de facturas.
- Control de transportes, envases y embalajes.

1.3.1.1. Sistemas de gestión de compras.

- **Compras inmediatas**, mediante las que se adquiere lo imprescindible para satisfacer las necesidades del momento.

Se utiliza este sistema cuando la materia se necesita en el momento y no se prevé una demanda continua por corresponder a pedidos especiales o irregulares.

Otros factores pueden llevar a esta política, como son: dificultades financieras que obligan a mantener el inmovilizado en la menor cantidad posible, escasez de espacio de almacenamiento, cambios previsibles en las características de los materiales, situación favorable en el mercado con oferta abundante y precios a la baja, etc.

- **Contrato de suministro**, utilizado cuando la demanda de materiales es importante y continuada en el tiempo.

Con este tipo de contrato, el proveedor proporciona los materiales a precios prefijados (que pueden variar en función de la cantidad), comprometiéndose el comprador a unas cantidades mínimas por período de contrato.

Se intenta asegurar el abastecimiento de forma continua, conociendo a priori los costes, lo cual facilita la determinación de los presupuestos de costes de fabricación, elimina la repetición de las gestiones de pedido, y en la mayor parte de los casos asegura mejores precios al tratarse de cantidades importantes.

- **Compra de oportunidad o de mercado**, aprovechando momentos en los cuales los precios están bajos y existen expectativas de aumento.

De esta manera se acopian materiales para futuras necesidades, cuando existan posibilidades financieras, teniendo en cuenta que estamos incurriendo en unos costes de almacenamiento y de financiación.

1.3.1.2. Relaciones de la función de compras con el resto de funciones.

La función de compras está relacionada con el resto de funciones de la empresa, además de con los proveedores. Así, la relación o elección de un proveedor ha de estar regida por los siguientes factores de garantía y servicio que éstos ofrezcan:

- Cumplimiento de plazos establecidos.
- Cumplimiento de las calidades especificadas.
- Aceptación de pedidos críticos ocasionales.
- Garantía en reparaciones y servicio postventa.

También existe una estrecha relación con la función financiera, ya que la función de compras debe reducir al mínimo el inmovilizado y los costes de almacenamiento, para contribuir al beneficio de la empresa.

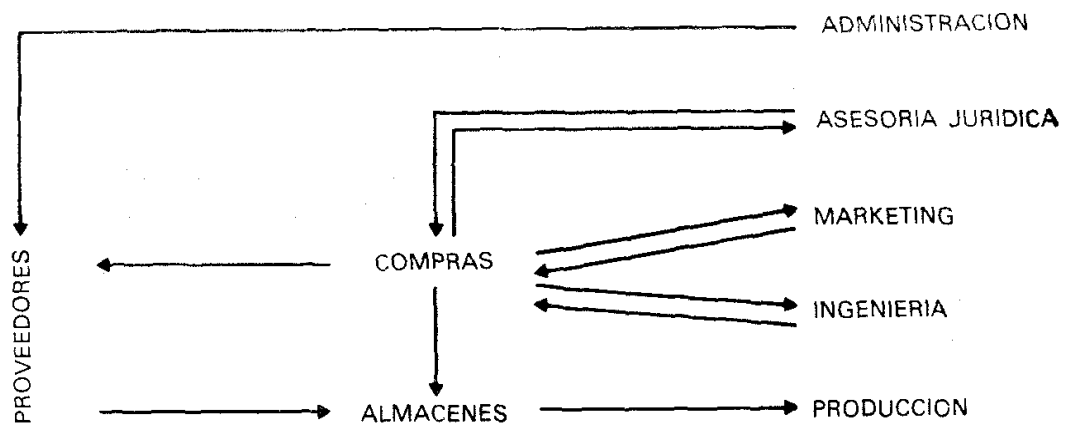
Con la función jurídica ha de existir contactos para la elaboración de los contratos de compra, así como la preparación de contratos especiales.

Con la función comercial también hay relación, ya que el estudio de mercado es necesario para el adecuado conocimiento de las fuentes de suministro, tanto en las distintas gamas de productos existentes, sustitutivos, nuevos, etc., como en las posibles tendencias de precios.

La función de producción – servicios técnicos han de especificar a la función de compras las características de los productos a adquirir, mediante la preparación de diseños, prototipos, especificaciones, catálogos. A su vez compras suministrará al servicio técnico los precios y costes de los suministros proyectados.

De esta manera, se considera que la compra de aprovisionamientos es la fase previa del proceso de producción, ya que las entregas de materiales son el primer paso hasta el producto final mediante una continuidad de operaciones. Así el cliente principal de la función de compras es la función de producción.

En la siguiente figura se observa un esquema de las relaciones comentadas.



1.3.2. Gestión de stocks.

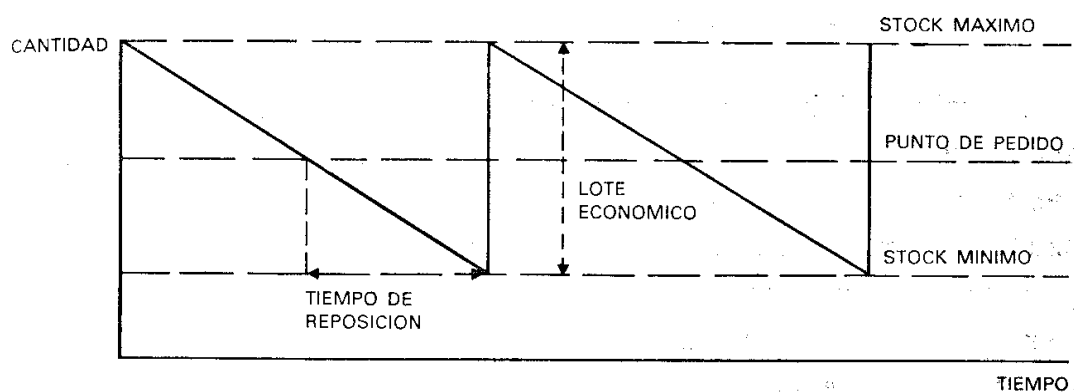
El **stock**, desde el punto de vista contable, es el valor de los productos terminados, semiacabados, materias primas, piezas y material de consumo que representan capital inmovilizado, requiriendo además espacio e instalaciones y produciendo costes operacionales.

El **objetivo** de la gestión de stocks es asegurar el suministro necesario evitando faltas de material pero sin producir excesivas existencias que provoquen costes altos, para lo cual debe determinar los puntos en los que es necesario realizar los pedidos y a qué cantidades deben referirse los mismos.

Los artículos existentes en el almacén se pueden clasificar en:

- **Existencia normal.** Son aquellos materiales de consumo continuo y cuya reposición se realiza de forma periódica, de acuerdo a unos máximos y mínimos previstos.
- **Existencia de reserva.** Su finalidad es poder continuar con la producción en caso de imprevistos y retrasos en la entrega de pedidos.
- **Existencia de tránsito.** Son aquellos productos que están en el almacén de forma ocasional, por tratarse de una necesidad específica y concreta.
- **Existencia de recuperación.** Proviene de reparaciones de máquinas e instalaciones, pero son utilizables.
- **Existencia a extinguir.** Proviene de alguna existencia que ha sido normal y ha dejado de utilizarse por alguna circunstancia.

A continuación se presenta la característica representación gráfica en forma de dientes de sierra que representa las existencias en función del tiempo. La curva real no se suele ajustar a la teórica debido a variaciones en la entrega de pedidos, imprevistos, etc.



Los conceptos más importantes son:

- La **cantidad** que se pide para reponer la existencia o lote de reposición.
- **Existencia de reposición** cíclica que disminuye con el consumo y que es necesario reponer.
- **Existencia de seguridad**, por debajo de la cual no se debe bajar para poder

asegurar el suministro, por lo que este nivel constituye el punto mínimo de existencia.

- **Existencia media**, es la óptima a que se debe tender para un suministro regular, económico y sin riesgos.
- **Stock mínimo** o valor mínimo de las existencias, que corresponde al concepto de reserva de seguridad.
- El **punto de pedido** es el correspondiente al nivel de existencia, a partir del cual es necesario, iniciar la gestión del pedido de reposición, estando determinado por el tiempo de reaprovisionamiento.
- **Stock máximo** es el nivel superior de existencia para que la gestión de stocks no sea antieconómica.
- **Tiempo de reposición** es el tiempo que se necesita para disponer del pedido de reaprovisionamiento en el almacén desde el momento de iniciar la gestión de compra.

Para evaluar la gestión de los stocks, en un período determinado (normalmente un año), se utiliza el denominado **índice de rotación**, el cual viene dado por:

$$\text{Índice de ventas} = \frac{\text{Coste de ventas}}{\text{Coste de las existencias medias}}$$

siendo

$$\text{Existencias medias} = \frac{\text{Existencias iniciales} + \text{Existencias finales}}{2}$$

1.3.2.1. Métodos de reaprovisionamiento.

Una de las cuestiones a las que ha de darse un especial tratamiento es a la cuantía que debe pedirse en cada pedido realizado a los proveedores de forma que el coste de aprovisionamiento – reaprovisionamiento sea mínimo.

También un aspecto a tener en cuenta es el punto de pedido: nivel de existencias en un almacén que indica la necesidad de proceder a realizar el pedido para el reaprovisionamiento; teniendo en cuenta el tiempo que transcurre desde que se realiza el pedido y la recepción del mismo, puede decirse que, salvo contingencias inesperadas, se deberá proceder a pedir cuando las existencias en inventario (punto de pedido) permitan cubrir sólo ese lapsus de tiempo.

En este sentido conviene establecer una simbología que ayude a expresar los diferentes modelos de inventarios (o de renovación de 'stocks'):

- Q Volumen o lote de pedido.
- T Período de tiempo que transcurre entre pedidos.
- Q/T Ritmo de agotamiento del inventario.
- SPPunto de pedido o número de unidades en almacén que permiten cubrir la demanda en los 'l' días que tienen de plazo de entrega los proveedores.
- l Plazo de entrega de los proveedores.
- SS Nivel de inventario mínimo a disponer o stock de seguridad.
- SM Stock medio.

Modelo de Wilson.

Es un modelo de aplicación básicamente a empresas comerciales y de carácter determinista (o incluso a empresas dotadas de una configuración estructural divisional entre cuyas divisiones funcionen los denominados precios de transferencia), es decir, no considera aspectos aleatorios incidentes en el proceso.

En este modelo se trata de conjugar la necesidad de contar con los elementos necesarios para realizar la actividad comercial y la necesidad de reducir al máximo el coste de inventario.

Es decir, el modelo de Wilson es una aproximación interesante para determinar el volumen de pedido o lote óptimo que minimiza el coste de posesión y renovación del inventario.

El modelo se plantea de la siguiente forma:

- D Cantidad de producto vendida o utilizada al año.
- Q Volumen de pedido o lote óptimo (incógnita).
- E Costes fijos de pedido.
- A Gastos variables del almacén: lo que cuesta almacenar una unidad de producto durante un año.
- D/Q Número de pedidos formulables al año.
- P Precio del producto a adquirir.
- i Tipo de interés del capital financiero.

De esta manera identificamos los siguientes componentes del coste:

- Coste de adquisición:

$$C_A = D P$$

- Coste de reaprovisionamiento o renovación:

$$C_R = E (D/Q)$$

- Coste de almacenamiento:

$$C_I = A (Q/2) \text{ ó } A (Q/2 + S_S)$$

Si se tiene en cuenta el coste de oportunidad del capital financiero invertido (i) en el inventario, es decir $(P Q/2) i$, el coste de almacenamiento sería:

$$C_I = (A + P i) (Q/2)$$

Si se quiere considerar el stock de seguridad (S_S) se añadiría, sin más, quedando:

$$C_I = (A + P i) (Q/2 + S_S)$$

Otro de los costes que cabe considerar es el denominado coste de ruptura de pedidos, aunque en un modelo determinista como el aquí contemplado, tiene poco significado, al considerarse conocidas todas las variables que intervienen en el planteamiento del modelo. La ruptura, es evidente, puede provocar un coste en la pérdida de un cliente y su efecto inducido y también por deberse, en su caso, paralizar el proceso productivo.

En definitiva, el modelo de Wilson contempla los tres costes que hemos reseñado y, a partir de ahí, mediante la aplicación del proceso matemático puede deducirse el nivel de lote óptimo de pedido.

$$C_T = C_A + C_R + C_I$$

Aplicando el concepto de mínimo matemático a la expresión del coste total C_T , se obtiene la expresión que da la cantidad de lote óptimo, dada por:

$$Q = (2 E D / A + P i)^{1/2}$$

Modelo de series de producción.

Un modelo de inventarios que es interesante analizar es el que contempla la cantidad que debe producirse en cada una de las series de producción.

Es un modelo aplicable, como se ha indicado, a sistemas de producción por lotes o series y que viene a dar la cantidad o volumen óptimo de producción (el número de unidades que debe componer cada serie para minimizar el coste) y en el que no se contempla la posibilidad de que existan rupturas de pedido o suministro.

Es un modelo que sirve para determinar, asimismo, los inventarios intermedios o de elementos incorporables a fases posteriores del proceso de producción.

La simbología es, en este caso:

- MNivel o tasa de producción, constante para el período considerado.
- DNivel o tasa de demanda, constante para el período.
- PPrecio de transferencia del producto.
- ECoste de puesta a punto del proceso productivo.
- M – DRitmo de acumulación de inventarios (para $M > D$).
- QVolumen de lote óptimo de fabricación.
- Q/MFracción del período en que tarda cada lote en producirse.

Por tanto, la expresión:

$$(M - D) (Q/M) = Q (1 - D/M)$$

nos da el ritmo de acumulación de inventarios por cada fracción del período y, como consecuencia, $Q/2 / 1 - D/M$ nos expresa el nivel de inventario medio.

Con todo lo indicado podemos establecer la expresión del coste de fabricación de la serie utilizada:

$$C_T = D \cdot P + E \cdot \frac{D}{Q} + A \cdot \frac{Q}{2} \cdot \left(1 - \frac{D}{M}\right)$$

expresión que se completaría si se considera el coste de oportunidad financiero 'i', quedando así:

$$C_T = D \cdot P + E \cdot \frac{D}{Q} + (A + P \cdot i) \cdot \frac{Q}{2} \cdot \left(1 - \frac{D}{M}\right)$$

De esta manera, aplicando el proceso de cálculo matemático correspondiente, obtenemos el valor de Q o lote óptimo de fabricación.

$$Q = \left(\frac{2 \cdot E \cdot D}{(A + P \cdot i) \cdot \left(1 - \frac{D}{M}\right)} \right)^{1/2}$$

Suponiendo un período hábil de actividad de 'd' días, tendríamos:

M/d = ritmo de producción diario = p

D/d = ritmo de utilización diario = u

Q/p = días en que se produce la serie o lote = d_p

Q/u = días en que se utiliza la serie o lote = d_u

Pudiéndose estimar de este modo el número de días en que el equipo permanecería inactivo:

$$d_u - d_p = \text{días de inactividad del equipo (salvo utilización alternativa)}$$

1.3.2.2. Los costes de la gestión de stocks.

El valor del inmovilizado en los almacenes, que forma parte del activo realizable de la empresa, ha de ser suficiente para satisfacer las demandas del proceso productivo, pero también se ha de reducir para evitar riesgos de deterioro o falta de uso por aparición de innovaciones.

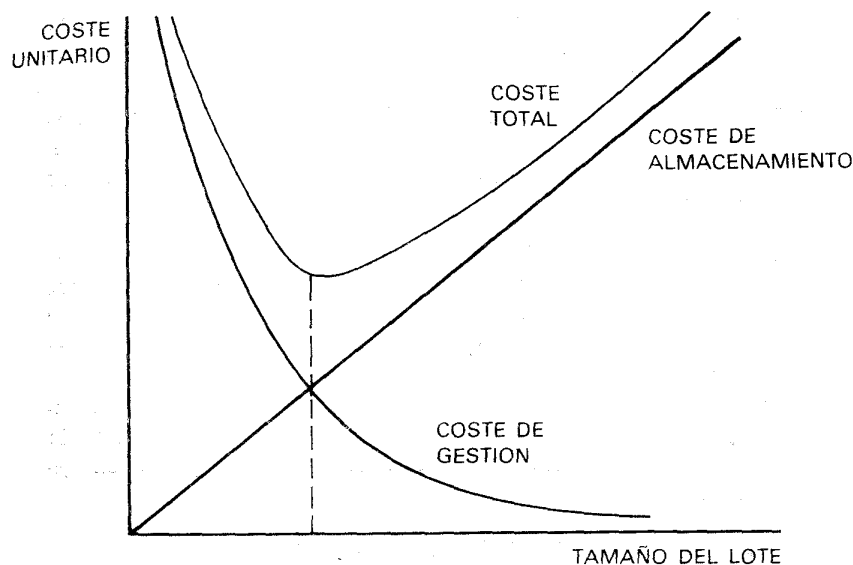
De esta manera se han de optimizar los costes, los cuales son:

- **Costes de almacenamiento de materiales** (incluyéndose el espacio, instalaciones, equipo, intereses del capital inmovilizado, seguros, etc.).
- **Costes de gestión** (costes de reposición, gestión de compra, transporte, recepción, etc.).

La cantidad de pedido económico será aquella que corresponde a un mínimo de los costes totales.

Si se adquiere material en pequeñas cantidades disminuyen los costes de almacenamiento pero aumentan los de gestión, mientras que si se adquieren cantidades mayores ocurre lo contrario.

En la siguiente gráfica se observan las curvas de costes de almacenamiento, de gestión y totales, y las relaciones ya comentadas.



q = tamaño del lote

C_m = consumo medio

r = coste unitario de reaprovisionamiento

s = coste unitario de almacenamiento

$$\text{Coste total} = \frac{q}{s} s + \frac{C_m}{q} r \quad q = \sqrt{2 C_m \frac{r}{s}}$$

Podríamos resumir los **costes de inventario** de la siguiente manera:

- Coste de adquisición.
- Coste de renovación o tramitación de pedidos.
- Coste de posesión:
 - a) Coste de alquiler (coste de oportunidad, en su caso).
 - b) Coste de almacenamiento.
 - c) Coste de mantenimiento.
 - d) Coste de control.
 - e) Coste de obsolescencia.
 - f) Coste de seguros.
 - g) Coste financiero de inmovilización de recursos.
- Coste de ruptura de pedidos por inexistencias.

Clasificación A.B.C.

En las empresas con variedad de artículos en almacén es importante dar prioridades y optimizar el manejo y gestión de materiales. Es frecuente que las listas de almacén incluyan códigos de artículos, que varían, en valor, desde unas pesetas hasta miles de ellas y que son consumidos a un ritmo desde unos pocos al año hasta decenas de miles.

La clasificación ABC es una técnica que establece diferencias entre grupos de artículos que deben ser manejados de una manera determinada, así como normas de manejo y rutinas para los diferentes grupos.

El valor en volumen de un artículo es el consumo anual en unidades multiplicado por el precio unitario. En un almacén pueden existir artículos de diversos, con lo cual la gestión puede ser más eficaz si se centra en los de mayor importancia. De esta manera los artículos se clasifican en tres grupos:

- **Grupo A.** Formado por los artículos de alto valor, que generalmente no sobrepasan el 20 % del número total de artículos, representando, sin embargo, un valor del 70 al 80 % del inmovilizado.
- **Grupo B.** Formado por artículos de valor intermedio, que pueden representar entre un 30 y un 40 % del número total de artículos, no sobrepasando su repercusión en el inmovilizado, del 25 % del total.
- **Grupo C.** Formado por artículos de poco valor, y que constituyen gran número entre el total de los del almacén, representando solamente un pequeño valor del total de las existencias. Representan un 85% del número de artículos y acostumbran a responder de sólo el 10%, aproximadamente, del valor del volumen del almacén. Estos los llamamos artículos "C".

El método de trabajo basado en la clasificación ABC, significa que no tratamos todos los artículos de compra de la misma forma, sino que asignamos una importancia especial a los artículos "A", menos importancia a los "B" y la menor a los "C".

Debemos poseer pequeñas existencias de artículos "A", pedirlos en pequeñas cantidades, en intervalos cortos de tiempo y haremos un seguimiento minucioso de los mismos.

En el caso de artículos "B" podemos tolerar unas existencias mayores porque su valor en volumen es bajo y el capital inmovilizado pequeño.

Para los artículos "C" se pueden hacer previsiones de consumo con base a datos históricos, pudiéndose mantener unos stocks de seguridad más grandes.

En la siguiente figura , propuesta por Rambeaux, autor de este criterio de selección ABC y de gestión de almacenes, se muestra esta relación que discurre en sentido inverso: mayor valor – menor cantidad.

1.3.2.3. Técnicas de gestión de stocks.

Para que puedan ser empleadas con eficacia, será necesario:

- Determinar los consumos y sus variaciones, en función de los programas de producción y de los datos históricos.
- Determinar los plazos de aprovisionamiento y sus posibles variaciones.
- Establecer los criterios de determinación de los stocks de seguridad.
- Estudio, análisis y clasificación de los productos en función del valor de su consumo anual, para establecer períodos de reaprovisionamiento económicos.

Entre las diferentes técnicas existentes, nosotros trataremos, mediante breves descripciones:

- Just In Time (JIT);
- Total Quality Control (TQC);
- KANBAN;
- El código de barras.

Todas estas técnicas no pueden ser aplicadas de forma independiente, sino que una adecuada combinación de ellas conduce a una optimización de la gestión. Además no son estáticas, sino que su aplicación depende de muchos condicionamientos externos e internos, de cada empresa y cada período.

a. La técnica Just In Time (JIT).

Esta técnica consiste en:

- a) Los materiales se compran justo a tiempo para atender la necesidad de una determinada fase de elaboración de producto.
- b) Cada centro analítico de costes (fase del proceso) fabrica las piezas justo a tiempo para atender las necesidades del centro analítico inmediatamente posterior en el proceso de elaboración del producto.
- c) Los productos se terminan de fabricar justo a tiempo para ser vendidos.

Los objetivos que persigue son:

- Reducir inventarios y por lo tanto espacios.
- Reducir tiempo de producción, reducir movimientos superfluos.
- Reducir mano de obra indirecta, reduciendo tareas que no son valor añadido.
- Reducir costes y ganar en productividad.

Con el JIT la producción se ajusta a la demanda, trasladando a los proveedores el control de calidad de las materias, insistiendo mucho por otra parte en los controles preventivos y el mantenimiento de la maquinaria.

De esta manera se pretende eliminar costes de existencia y simplificar la contabilidad y control.

b. La técnica Total Quality Control (TQC).

Dicha técnica consiste en corregir los defectos cualitativos por medio de la identificación de los centros analíticos de los costes (fases del proceso productivo) que los producen, intentando optimizar los productos.

c. La técnica KANBAN.

En esta técnica los diferentes materiales se encuentran a disposición de los diferentes centros analíticos de coste que conforman un proceso productivo. Cada uno de esos centros de coste suministrará un producto semielaborado al siguiente centro operativo cuando éste lo solicite por encontrarse listo para recibirlo e introducirlo en su fase correspondiente.

De esta forma, cada centro de coste es autónomo en cuanto a la consecución de su producción. Se conduce a una sincronización del proceso productivo por medio de una estrecha colaboración entre los distintos centros de coste que evita cualquier tipo de subactividad.

d. La técnica del código de barras.

En la actualidad se ha convertido en una de las herramientas más eficaces de gestión. Dicho código de barras actúa como un DNI de los productos, conteniendo sus datos más importantes (país, razón social de la empresa, producto y características del mismo).

El código de barras acelera las operaciones de pago, asegura la exactitud del precio, evita errores de facturación y permite controlar la rotación del producto, facilitando al máximo las transacciones entre fabricantes y distribuidores, y ahorra los costes del intercambio de documentos, reduciendo el coste de personal y del tiempo empleado en el mercado de productos y cambio de precio.

Con el código de barras se conoce instantáneamente el stock en el almacén, se mejora la gestión de ventas y de promociones, se facilita la gestión financiera al trabajar sobre cifras más precisas, etc.

1.4. La función de almacenamiento.

El término almacén se reserva para indicar el lugar físico donde se guardan, custodian y mantienen aquellos elementos y/o materiales que la empresa va a utilizar en procesos productivos y/o comerciales.

Será éste un lugar acondicionado expresamente para tal función (edificios propios para el almacenaje), lugares habitados para tal efecto (paños) o simplemente armarios o anaqueles que cumplen tal fin.

Así, un almacén es un lugar en el que los elementos se conservan para su uso posterior, tratando de evitarse el problema del desabastecimiento y la imposibilidad de brindar un adecuado servicio a los clientes.

La función de almacenamiento tiene por objeto el ocuparse de los materiales que la empresa mueve, conserva y manipula con el fin de alcanzar sus objetivos productivos.

El almacén forma parte del proceso productivo como fuente generadora en la fase de aprovisionamiento, además de estar integrado en la función comercial con la organización de los productos terminados.

A la hora de organizar un almacén hay que tener en cuenta varios aspectos.

Elementos que la empresa puede precisar mantener almacenados.

- Materias primas.
- Piezas de recambio, repuestos de bienes de equipo.
- Material envasado y/o embalaje.
- Productos en curso de fabricación o manipulación.
- Productos terminados.

Métodos de almacenamiento.

Son básicos los locales y espacios físicos destinados a tal fin.

Su ubicación ha de elegirse considerando:

- Las exigencias del proceso productivo.
- Los accesos de los medios de transporte.
- Las condiciones de seguridad.
- Las perspectivas futuras de ampliación.

Los almacenes pueden ser centralizados (reuniendo todo tipos de materiales: materias primas, piezas, semiacabados...) o bien estar divididos en función de las características de los artículos.

Otra posible división es la de un sector de materiales en flujo continuo y otro de materiales de reserva, que abastecerá al primero de forma periódica.

En cuanto a las **características del local físico** de almacenamiento se han de considerar:

- Posibilidades de carga en la planta para la colocación de los materiales en función del peso.
- Paredes y vigas en relación con el soporte de estanterías, pasillos y circulación.
- Tipos de cubiertas (afectan a la temperatura y humedad de almacenamiento).
- Condiciones ambientales y de seguridad.
- Puertas y accesos.
- Iluminación (distribución y potencia).

Para un correcto almacenamiento es necesario estudiar las distintas etapas hasta llega a la colocación del material en el almacén, así como las del flujo de los materiales a producción o al exterior, para que puedan realizarse las **operaciones que normalmente se realizan dentro de un almacén**:

- Recepción de materiales (para lo cual es necesario un espacio específico).
- Tránsito de materiales recepcionados a los almacenes (directo o con espera previa).
- Desembalaje y embalaje (que pueden requerir locales propios).
- Clasificación de los materiales.
- Almacenamiento propiamente dicho.
- Preparación de partidas para producción y clientes.
- Carga y descarga.

Las estanterías deberán estar rotuladas y etiquetadas.

Se utilizarán transportes mecánicos internos de materiales cuando representan un ahorro de personal, tiempo de operación y espacio, disminuyendo el riesgo de manejo de cargas pesadas, siempre que las cantidades movidas y las frecuencias de esos movimientos los justifiquen.

Técnicas de almacenamiento.

Una buena gestión de stocks está basada en un buen control físico de los artículos almacenados, ya que un conocimiento incorrecto de las cantidades almacenadas provoca, no sólo costes derivados de ruptura de stocks, retrasos, obsolescencia, etc., sino también costes indebidos de almacenamiento.

Su objetivo es mantener los materiales almacenados sin alterar las características de los mismos, mediante los adecuados tratamientos preventivos y protectores, para lo cual ha de tenerse en cuenta:

- Posibilidades de alteración de las características de los diferentes materiales almacenados.
- Técnicas adecuadas de almacenamiento de cada material.
- Sistemas de control del estado de las características de cada material.
- Medidas a adoptar en el caso de alteración de las características.

Sistema de control.

Deberá permitir comprobar en cualquier momento que el valor de las mercancías que han entrado es igual al valor de las mercancías en stock más el valor de las mercancías que han salido.

Se pretende que el valor de las existencias sea real e igual al valor realizable en cada momento.

Un adecuado **sistema de control** estará basado en:

- **Codificación de los diferentes artículos, clasificándolos por grupos, subgrupos, etc.** Cuando el número de artículos es elevado y es necesario llevar su control por ordenador, surge la necesidad de codificarlos.

Un código es una cadena de caracteres numéricos o alfanuméricos, que sirven para identificar cada uno de los artículos. El número de caracteres dependerá del grado de identificación que queramos establecer, aunque es recomendable evitar complejidad, utilizando los mínimos necesarios para obtener una información correcta. Cada carácter representa una información o característica del artículo codificado.

El sistema de codificación ha de ser único e igualmente única la persona responsable de su manipulación. Cada artículo responde a un sólo código, debiendo tener todos los códigos el mismo número de caracteres.

- **Fichero de existencias**, en el que figurarán los movimientos de entradas y salidas, existencia actual en cantidad y valor, coste unitario, stock de seguridad, punto de pedido, cantidad a pedir, etc.
- **Control de embalajes y envases.**
- **Control de transferencias entre almacenes.**
- **Localización de los elementos.**

El objetivo es determinar el emplazamiento de cada uno de los artículos con rapidez, utilizando el espacio eficientemente.

La **localización** puede ser:

- **Fija.** Es la más rápida localización, pero no óptima para aprovechar el espacio.
- **Por zonas.** En cada una de ellas se almacenan artículos con algunas características comunes.
- **No predeterminada.** Utiliza el espacio disponible de la manera más eficiente pero requiere un control riguroso.
- **Robotizada,** es decir, automatizado su almacenamiento y búsqueda.

El **inventario permanente de las existencias**, mediante un programa de recuento periódico de determinados artículos, de forma tal que todas las existencias hayan sido, revisadas durante el ejercicio, una o más veces, es el sistema más eficaz para conseguir:

- Conocer en cada momento y de forma continua las posibles anomalías, procediendo a su rectificación.
- Mantener sistemáticamente la igualdad entre el valor real de las existencias y su valor contable, evitando inventarios precipitados y exhaustivos al final del ejercicio.

2. Preparación y lanzamiento del trabajo.

- 2.1. Preparación del trabajo.
- 2.2. Lanzamiento del trabajo.
- 2.3. Sistemas y documentos.

- 2.3.1. Orden de fabricación.
- 2.3.2. Documentos.

2.1. Preparación del trabajo.

Para que el trabajo se realice, en su fase de ejecución, en la forma más económica posible y cumpliendo con las especificaciones de calidad adecuadas, es necesario efectuar una serie de acciones de optimización de métodos y procedimientos y coordinación de medios para asegurar el mayor grado de productividad, tanto desde el punto de vista del propio producto como del conjunto de la utilización de los medios productivos en los diferentes centros de trabajo, secciones y grupos homogéneos de trabajo, así como para obtener el adecuado equilibrio de ocupaciones.

Estas acciones constituyen la **función preparación del trabajo**, que tiene como finalidad especificar, previamente a la realización del trabajo, el orden de operaciones, métodos a utilizar, equipos y máquinas, así como el proceso requerido para realizar el trabajo, de acuerdo con las especificaciones del producto y las posibilidades ofrecidas por los medios de producción disponibles.

Por su incidencia directa e inmediatamente anterior a la fase de ejecución de trabajo propiamente dicha, la preparación del trabajo, en su aspecto de preparación de las instrucciones y documentación necesaria para la realización del mismo, ha de situarse funcional y físicamente lo más cercana posible al proceso productivo, pudiendo decirse en este caso que ha de ser una función descentralizada, o, al menos, realizada en contacto permanente con las plantas de producción.

Las **actividades** que corresponden, por lo tanto, a la función de preparación del trabajo pueden resumirse en:

- Determinar el método operatorio, instrucciones de fabricación, operaciones a realizar, útiles y herramientas, y tiempos necesarios para cada operación.
- Determinar los lotes de fabricación económicos.
- Determinar las cantidades de materiales de cada tipo necesarios para la realización de cada lote de fabricación.
- Determinar las verificaciones y controles sucesivos en el proceso de fabricación.

Los **objetivos** de la función de preparación de trabajo pueden clasificarse en dos **tipos**:

- Objetivos que se refieren a cómo ha de realizarse el trabajo en cuanto a la **optimización del proceso técnico de fabricación y de la utilización de la maquinaria y equipos**. En este objetivo se incluye el establecimiento de los métodos operativos más adecuados, herramientas, útiles, velocidades de las máquinas, etc., determinando los tiempos mínimos de fabricación.
- Objetivos que se refieren a cómo ha de realizarse el trabajo en cuanto a la adecuada **coordinación de los medios productivos**. En este objetivo se incluye el adecuado establecimiento de las distintas fases y operaciones del proceso, su interrelación, secuencias, asignaciones de máquinas y equipos, disponibilidad de materiales necesarios, teniendo como finalidad evitar la pérdida de tiempos

productivos, y el aprovechamiento óptimo de las capacidades disponibles.

Cuando la función de preparación del trabajo alcanza un suficiente nivel de desarrollo se puede realizar en dos **fases** o etapas sucesivas: fase de preparación general y fase de preparación detallada.

- **Preparación general** es el establecimiento de métodos, procesos, normas de utilización óptima de la maquinaria y equipos, etc., que es independiente de las características particulares de cada pedido, es decir, es el conjunto, de actividades de la función de preparación, que pueden desarrollarse con anterioridad a la recepción de la orden de fabricación.

La preparación general se efectúa de acuerdo con los medios, equipos y máquinas disponibles en las plantas de producción, y para los procesos generales productivos de la empresa

- **Preparación detallada** es el establecimiento de la documentación necesaria para la ejecución del trabajo a partir de la orden de fabricación, es decir, el establecimiento de las diferentes órdenes de trabajo para la fabricación de las distintas piezas, subconjuntos o conjuntos, definidos por el producto a obtener en cada orden de fabricación determinada. La preparación detallada se efectuará a partir de la información obtenida y disponible de la preparación general.

La preparación detallada es la adaptación de la preparación general a cada uno de los distintos procesos requeridos por los diferentes pedidos, con sus características particulares.

En la medida que la preparación general sea más elaborada y más amplia será menor el trabajo de preparación detallada, adaptada a cada caso concreto. Las características del proceso productivo determinarán las amplitudes y límites de las preparaciones general y detallada. En procesos de fabricación de productos muy repetitivos, y en procesos continuos, la preparación general alcanza un nivel de elaboración que hace mínima la preparación detallada, ocurriendo lo contrario en procesos de fabricación de productos diferentes.

Las **funciones de preparación** del trabajo se han de desarrollar en base a:

- Conocimientos de distribución y equipamiento de las plantas, máquinas, movimiento de materiales.
- Diagramas de los procesos de fabricación.
- Estudio de tiempos y métodos.
- Lista de herramientas y útiles.
- Lista y datos de utilización de materiales.
- Cantidades programadas y plazos necesarios.
- Estudios de simplificación del trabajo.
- Datos de estándares de costes.

2.2. Lanzamiento del trabajo.

La función de lanzamiento tiene como misión emitir las órdenes e instrucciones necesarias para que el trabajo se realice de acuerdo con los métodos establecidos, utilizando las máquinas, útiles y herramientas previstas, con las secuencias de fases y operaciones establecidas, invirtiendo unos tiempos predeterminados y en las fechas previstas en la programación.

Puede considerarse la función de lanzamiento como el enlace entre las funciones de planificación, preparación y programación con la fase activa o de ejecución del trabajo.

El lanzamiento transmite a fase de ejecución del trabajo las consecuencias de la labor de planificación, programación y preparación del trabajo, con el fin de obtener los siguientes **objetivos**:

- El cumplimiento de las previsiones de programación.
- La coordinación de los elementos necesarios para efectuar los trabajos.
- Evitar la interrupción del proceso productivo por interferencias en la circulación de piezas, subconjuntos y conjuntos, o de materiales, entre los puestos de trabajo, talleres o secciones.

En consecuencia, pueden resumirse las **actividades** de lanzamiento de trabajo en la forma siguiente:

- Asignar los trabajos correspondientes a cada sección, grupo funcional homogéneo de trabajo, y puesto de trabajo o máquina, en el momento previsto por la programación, según las instrucciones y métodos establecidos por la preparación del trabajo, y siguiendo la ruta o secuencias establecidas.
- Gestionar y controlar que en el momento de comenzar las distintas operaciones se encuentran en cada puesto de trabajo los materiales, piezas, subconjuntos y conjuntos necesarios.
- Gestionar y controlar que en el momento de comenzar las distintas operaciones se dispone de las herramientas, útiles y aparatos de verificación necesarios para la realización del trabajo.
- Organizar el movimiento de materiales, piezas, subconjuntos y conjuntos entre el almacén, talleres, secciones y puestos de trabajo, según la necesaria secuencia de operaciones establecida en el proceso de producción.

Si en las fases anteriores al lanzamiento se ha establecido la descentralización, el lanzamiento ha de estar, naturalmente, descentralizado; pero si todas las actividades organizativas anteriores están centralizadas, se puede optar por la centralización o descentralización del lanzamiento, optando en cada caso por el sistema más adecuado, previa la consideración de las ventajas e inconvenientes generales que en cada una de las dos opciones se pueden presentar:

El lanzamiento centralizado.

Ofrece las siguientes **ventajas** fundamentales:

- Favorece la coordinación entre los distintos centros de trabajo o secciones que intervienen en un mismo proceso de producción, favoreciendo la realización de los cambios de programación que puedan ser necesarios.
- Releva a los mandos intermedios de funciones administrativas, con la posibilidad de una mayor dedicación a las funciones de ejecución propiamente dichas.

Por otra parte, la centralización puede presentar los siguientes **inconvenientes**:

- Menor conocimiento, por falta de proximidad física y funcional, con las circunstancias y situaciones en cada momento de los trabajos y de las posibilidades y capacidades productivas.

- Mayor complejidad de los circuitos administrativos, de información y comunicaciones.

El lanzamiento descentralizado.

Cuando la función de lanzamiento está descentralizada ofrece las siguientes **ventajas** fundamentales:

- La asignación del trabajo se puede adaptar a las circunstancias de las situaciones de capacidades y cargas realmente existentes en cada momento.
- Existe una mayor flexibilidad para efectuar cambios en las asignaciones ante posibles incidencias imprevistas en el proceso de fabricación, es decir, mayor rapidez en las acciones correctoras.

Los **inconvenientes** son, en general, las inherentes a la centralización de funciones:

- Dificultad de establecer criterios unificados en los sistemas.
- Dificultades de coordinación entre las acciones comunes y relacionadas con otros centros de trabajo afectados por el mismo proceso productivo.
- Los niveles alcanzados, en precisión y detalle, pueden desarrollarse en forma poco armónica entre los distintos centros de trabajo.

La elección del método más adecuado se efectuará en cada caso mediante un análisis detallado de las circunstancias particulares de cada organización, teniendo cuidado de que el nivel de método y los sistemas formales establecidos no se desvirtúen al pasar a la responsabilidad de personas con hábitos y mentalidades diferentes.

2.3. Sistemas y documentos.

Existe gran variedad de sistemas y documentos, así como de las denominaciones de documentos análogos, utilizados en la preparación del trabajo para su distribución y lanzamiento, debiendo adoptarse en cada caso el sistema y documentación más apropiado y sencillo posible, ya que, en definitiva, cualquiera que sea el sistema empleado ha de obedecer, en general, a los mismos principios fundamentales.

2.3.1. Orden de fabricación.

Se parte en todos los casos de una orden de fabricación que, independientemente de su denominación, es la autorización para que se inicie un programa de fabricación de un determinado producto o productos.

Estas órdenes de fabricación pueden estar generadas por los pedidos recibidos, reposiciones de stocks, decisiones de la dirección, etc. En cualquier caso es el documento que inicia el proceso productivo.

La orden de fabricación, que puede denominarse de diversas formas: orden de producción, pedidos, etc., ha de cumplir la función de contestar a las preguntas de ¿qué es lo que se va a hacer? y ¿cuándo se va a hacer?, sin entrar en quién, cómo ni dónde, lo que ya es función y responsabilidad de la producción.

En consecuencia, la orden de fabricación deberá determinar en forma precisa y concreta para que pueda ser cumplimentada:

- Cantidad o cantidades del producto o productos a fabricar.
- Fechas en las que cada uno, de los productos deben estar terminados.
- Si los productos están normalizados, determinación concreta de cada uno de los

- diferentes tipos, modelos, etc.
- Si los productos no están normalizados ha de aportar descripción de las características, especificaciones, materiales a emplear, plazos, esquemas, cte., es decir, todo lo necesario para que el producto quede totalmente definido.

La orden de fabricación es, por lo tanto, la fuente de generación de todo proceso de preparación, programación, distribución, lanzamiento y ejecución del trabajo.

2.3.2. Documentos.

El preparador del trabajo establecerá para cada una de las partes de la organización en las que se va a fabricar o montar las piezas, componentes, etc., el documento que ha de indicar el procedimiento y forma de realizarlo, así como los medios de producción que van a intervenir.

De cada orden de fabricación se derivan, por lo tanto, una o, en general, varias otras órdenes, que pueden denominarse hoja de ruta, hoja de proceso, orden de trabajo, etc., de forma indistinta, respondiendo siempre a una función concreta y determinada.

Entre los diferentes tipos de documentos existentes destacan:

1. Hoja de ruta.

Es el documento que indica las distintas fases o secuencias de la fabricación, y montaje de una pieza, subconjunto o conjunto, determinando cada una de las operaciones del proceso, su orden secuencial: talleres, secciones, máquinas y puestos de trabajo que han de intervenir en cada una de las operaciones, tiempo asignado a cada operación, materiales, útiles y herramientas necesarios, verificaciones y controles que han de efectuarse.

Esta función concreta de la hoja de ruta se realiza en la práctica, en numerosos casos, de una forma simplificada en un documento en el que constarán, en forma secuencial, las diferentes operaciones a realizar, los puestos de trabajo en, que ha de realizarse cada una de ellas y los tiempos asignados, así como las fechas previstas de comienzo y terminación de cada operación, remitiéndose, para un conocimiento total de la forma de realizar el trabajo, a otra documentación complementaria, como las hojas de instrucciones, listas de planos, listas de materiales, de útiles y herramientas, cte.

2. Bono de trabajo.

Este documento, también denominado vale de trabajo, boletín de trabajo, orden de trabajo, cte., tiene como función el ordenar la ejecución concreta de una operación incluida en una hoja de ruta, indicando los mismos datos que ésta, con la determinación del equipo o máquina determinada que va a realizar el trabajo.

De la hoja de ruta se derivan, en consecuencia diferentes bonos de trabajo, en los que se consignarán, además, los datos reales referentes a la ejecución del trabajo, tiempo invertido, incidencias, paradas, etc., a partir de los cuales se origina el flujo de información de control, en cuanto a realizaciones, cumplimiento de programas, costes de fabricación y rendimientos, siendo el documento que refleja lo previsto y realizado a nivel de cada puesto de trabajo.

3. Hoja de instrucciones.

Puede utilizarse este documento como complemento de la hoja de ruta y del bono de trabajo para describir con el detalle necesario las operaciones consignadas en éstos, en cuanto a método de trabajo, utilización de las máquinas, velocidades, avances, herramientas, útiles, terminaciones, esquemas y planos, así como cualquier otro tipo de normas e instrucciones para la realización del trabajo en la forma adecuada en cuanto a calidad y economía de recursos empleados.

Puede haber instrucciones específicas para determinados procesos y productos e instrucciones generales normalizadas para determinadas operaciones comunes a distintos procesos, productos y, como consecuencia, a diferentes órdenes de fabricación, hoja de ruta y bonos de trabajo.

- **Lista de materiales.** Documento que tiene como finalidad el conocimiento y autorización de despacho de todos los materiales necesarios para la realización de las operaciones referentes a una hoja de ruta.
- **Lista de herramientas y utillaje.** Cuya función es análoga a la anterior en cuanto a herramientas y útiles a emplear.

En determinados casos pueden ser necesarios también:

- Lista de piezas.
- Orden de inspección.
- Planos de construcción.
- Orden de transporte, etc.

3. Productividad y Recursos Humanos.

3.1. Introducción.

3.2. Estudio de métodos de trabajo.

3.3. El control del coste de personal.

3.3.1. Valoración de tareas.

3.3.2. Sistema de salarios e incentivos.

3.4. Productividad y competitividad.

3.5. Mejora de la productividad y recursos humanos.

3.5.1. Modificación de las características organizacionales.

3.5.2. Modificación de las características del trabajo.

3.5.2.1. Diseño del puesto de trabajo.

3.1. Introducción.

La gestión de recursos humanos está evidentemente ligada con la productividad, teniendo en cuenta que ambas están orientadas a la consecución del objetivo único de la empresa, la rentabilidad, la cual puede ser medida según:

- **Número de horas/hombre** necesarias para obtener una unidad de producto (ya sea en términos de mano de obra directa o indirecta).
- **Volumen de producción** que se obtiene con una cantidad de factor de trabajo (horas/hombre).

La productividad de los recursos de que dispone la empresa depende de una serie de factores contingentes externos e internos que afectan tanto a la producción obtenida como a los recursos utilizados (se en cuanto a las cantidades o en cuanto a los precios o valoraciones)

Entre los **factores externos** cabe destacar:

- regulación (desregulación) del mercado.
- grado de competitividad del mercado.
- evolución del consumo.

Entre los **factores internos** destacan:

- la capacidad productiva y el nivel de inventarios.
- la inversión en I+D y la diversificación de la oferta.
- el adecuado diseño del proceso productivo (mejora tecnológica, automatización de procesos, etc.).
- la fuerza del trabajo.
- la calidad.

En los últimos años y en especial en países donde el reglamento laboral es muy rígido, los acuerdos en materia retributiva, reducción de jornada laboral, combinados con un menor crecimiento de las empresas, han provocado una elevación de costes por unidad de trabajo, lo cual lleva a las empresas de un país a no ser competitivas en un mercado de libre competencia.

La reducción de la mano de obra ha sido el método favorito para elevar la productividad en los años ochenta y principios de los noventa, aunque básicamente el mejor uso del tiempo retribuido y mejora de los métodos de trabajo son dos sistemas que se empiezan a utilizar para la mejora de la productividad.

3.2. Estudio de métodos de trabajo.

El estudio del método de trabajo es una técnica que se utiliza para determinar la forma más adecuada de realizar una actividad, para lo cual se analizan una serie de factores como son:

- Conjunto de movimientos humanos empleados en el trabajo.
- Arreglo o disposición del lugar empleado para trabajar.
- Diseño del producto elaborado.
- Diseño de las herramientas empleadas.
- Diseño del proceso de manejo de materiales.
- etc.

De esta manera se pretende crear unos procedimientos y condiciones óptimas para que el trabajo se realice de forma que repercuta en una productividad mayor. Se configura la forma más adecuada de realizar un determinado trabajo, aunque tiene una serie de inconvenientes, como la repetición de tareas que conlleva mayores equivocaciones, accidentes, etc. o lo que es lo mismo, una posible disminución de la productividad.

Por ello se tiende a un rediseño de los contenidos de los trabajos, para que realice unas tareas más amplias y sea responsable del resultado de su actividad. Esto ha llevado a muchas empresas a sustituir la fijación de un puesto por el trabajo en equipo y la rotación.

Entre las diversas técnicas empleadas para dicho estudio cabe destacar:

Principios del estudio de movimientos.

Fueron desarrollados por Frank y Lilian Gilbreth, y completados entre otros por Ralph Barnes. Consiste en la experimentación de unidades industriales para permitir al analista mejorar la realización de tareas de forma que requieran menos tiempo y esfuerzo. Se clasifican en principios relativos al uso del cuerpo humano, principios relacionados con el arreglo del puesto de trabajo, diseño de herramientas y equipos industriales.

Según Barnes, los principios fundamentales de la economía de movimientos son:

- Minimizar el número de movimientos.
- Minimizar la longitud de los movimientos.
- Realizar los movimientos de los brazos en direcciones opuestas y simétricas.
- Minimizar el número de las partes del cuerpo utilizadas en un movimiento complejo.
- Minimizar la fuerza muscular necesaria para los movimientos utilizando el impulso.
- Minimizar el esfuerzo muscular requerido para el control.
- Minimizar el número de fijaciones de los ojos y la distancia de sus movimientos.
- Distribuir las actividades entre los miembros del cuerpo humano de acuerdo con sus capacidades, dejando las manos para los empleos más útiles.
- Disponer de las herramientas y materiales en lugar fijo y al alcance del operador.
- Emplear la ley de la gravedad en el manejo de materiales, siempre que sea posible.
- Permitir el trabajo sentado o de pie alternativamente y dotar al operario de sillas

- adecuadas para su complexión y tipo de trabajo.
- Utilizar, siempre que sea posible, el ritmo natural.

Análisis de therbligs.

Se denomina **therbligs** a un movimiento básico elemental (denominado de esta manera por el apellido de sus creadores, los esposos Gilbreth, leído al revés).

Se basa en que cualquier trabajo se puede describir, analizar y con frecuencia mejorar, dividiéndolo en sus elementos básicos o therbligs.

El analista de movimientos y métodos realiza un estudio en las siguientes **etapas**:

1. Registrar las actividades que componen el trabajo.
2. Dividir esas actividades en los therbligs elementales en que están subdivididas.
3. Intentar mejorar el trabajo reduciendo los therbligs o cambiando su secuencia.

Cada uno de esos movimientos elementales tiene un símbolo propio que se usará en los diagramas representativos de un trabajo determinado, símbolos que también se usarán en los diagramas de proceso que más adelante serán tratados.

Entre los numerosos therbligs existentes, algunos de los más frecuentes son: usar, buscar, soltar carga, colocar, transportar, inspeccionar, planear, unir, descansar, sostener...

Estudio de micromovimientos.

Consiste en un análisis más minucioso de los movimientos que componen un trabajo, ya que se basa en filmar dicho trabajo, obteniéndose de esta manera un elemento de análisis que podrá ser estudiado de forma más minuciosa.

La consideración temporal de los movimientos se incluye en esta técnica con el empleo de un cronómetro, o bien mediante el control de la velocidad de filmación (número de cuadro por segundo).

Es una técnica más cara que las demás, pero presenta una serie de ventajas:

- Posibilidad de captación de detalles muy rápidos y que se escaparían a una observación normal.
- Posibilidad de uso en el entrenamiento de trabajadores, debido a la posibilidad de repeticiones sucesivas.

Diagramas de proceso.

Consiste en emplear métodos gráficos para describir un trabajo, tras lo cual el analista o examina y trata de mejorarlo, formulando propuestas de mejora con el mismo tipo de diagrama.

Entre los diferentes tipos de diagramas que se pueden emplear, cabe destacar:

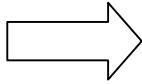
a. Diagrama de flujo de proceso.

Es un método gráfico que describe las distintas fases que atraviesan los materiales empleados en el proceso de producción.

Para la elaboración de estos diagramas se representan las diferentes actividades en las siguientes categorías y símbolos distintos:



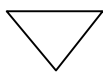
Operación. Se cambian intencionadamente alguna de las características físicas o químicas de un objeto, se ensambla con otro o se desarma, se dispone o prepara para otra operación, transporte, inspección o almacenamiento.



Transporte. Se mueve un objeto desde un lugar a otro, sin que sea parte integral de una operación o inspección.



Inspección. Se examina un objeto para su identificación o para comprobar la calidad o cantidad.



Almacenamiento. Se mantiene un objeto bajo condiciones controladas.



Demora. Cuando las condiciones no permiten la realización del siguiente paso previsto.

El diagrama de flujo de proceso puede ser:

- **Del material.** Recoge todas las actividades realizadas para la fabricación.
- **Del operario.** Recoge las actividades realizadas por una sola persona. Este tipo de diagramas (diagrama de proceso del operador) debe seguir los movimientos ejecutados con cada una de las manos con independencia.

Se utilizan en algunos casos, en lugar de los símbolos anteriores, los correspondientes a los therbligs como forma de lograr un mayor detalle de las operaciones.

Cada una de las operaciones dentro de estos diagramas recoge información adicional, tal como una breve descripción de la actividad, el tiempo empleado en la misma y la distancia a recorrer durante su ejecución.

b. Diagrama de hombre – máquina.

Recoge las actividades del trabajador y de la máquina en términos de trabajo independiente, trabajo combinado y espera, representándose la duración de las actividades mediante barras de longitud proporcional al tiempo.

Los gráficos pretenden analizar el proceso productivo y equilibrar los tiempos de ocupación y espera de las máquinas y trabajadores. Su objetivo principal es localizar y demostrar la existencia de un tiempo ocioso, tanto de la máquina como de la mano de obra, y comparar dichos tiempos ociosos frente a otras alternativas del proceso.

Principios del estudio de tiempos.

Con el estudio de tiempos se calcula el tiempo estándar de la realización de un proceso, tiempo que posteriormente se usará en varios objetivos.:

- Fijación de incentivos.
- Imputación de costes de trabajo.
- Programación temporal de la producción (determinación de la producción / hora).
- Mejora del sistema de trabajo.

El procedimiento básico a seguir consiste en obtener de un supervisor / trabajador una estimación del tiempo requerido para llevar a cabo un determinado trabajo, y la observación directa, donde se controlan in situ los elementos del trabajo.

3.3. Control del coste de personal.

El coste del personal representa la remuneración del factor humano que se incorpora al proceso de elaboración del producto o de la prestación del servicio y resto del personal de la empresa (administración, ventas...).

El coste de personal es la suma de todas las cargas obligatorias (seguridad social...), las contraprestaciones pactadas (sueldo, incentivos, extras...) y cargas voluntarias (residencias...).

La empresa tendrá su sistema retributivo orientado a los siguientes objetivos:

- Recompensar la capacidad, esfuerzo y responsabilidad.
- Mantener una equidad interna y una competitividad externa.

El control de la mano de obra trata de alcanzar los siguientes **objetivos**:

- Distribuir a la mano de obra de acuerdo a unos criterios racionales de capacidad productiva, es decir, 'cada uno en su puesto'.
- Medir los tiempos realmente invertidos en las operaciones y contrastarlos con los tiempos estimados a priori en el presupuesto para observar las desviaciones que se producen y exigir la correspondiente responsabilidad.
- Controlar la productividad laboral, y así evitar el trabajo no productivo, es decir, lo que no produce valor añadido y por lo tanto es despilfarro.

Para lograr estos objetivos podemos diseñar una serie de soportes documentados de acuerdo con las **necesidades** de la empresa:

- Registros de trabajo, tiempos y servicios en los que se recojan las horas, el coste horario, el número de operación u orden de trabajo, etc.
- Hojas que recojan el nombre del trabajador, las horas trabajadas, horas extras, objetivos logrados o incumplidos.

Con estos métodos, y sobretodo con una adecuada motivación del personal, se trata de logra **mejoras** en puntos tales como:

- Mejorar la calidad de los productos, reduciendo al máximo los defectos, a través de una mayor atención y habilidad profesional.
- Reducir el trabajo defectuosos y el tiempo ocioso.
- Mejorar la técnica empleada.
- Reducir los costes de inspección y revisión.
- Establecer mejores relaciones entre los distintos centros de coste de la empresa.

3.3.1. Valoración de tareas.

El sistema se basa en establecer y determinar la retribución base de los salarios por productividad y los bienes salariales por hora en los sistemas basados en el tiempo. Para ello habrá que realizar una valoración de los puestos de trabajo para determinar el precio por hora de trabajo realizado.

Los parámetros más habituales para establecer lo anterior son:

- Dificultad del puesto.
- Oferta y demanda.
- Habilidad, responsabilidad y conocimientos requeridos para llevar a cabo el trabajo encomendado.

Además de estas consideraciones existen una serie de métodos para casos más específicos, como son el sistema de clasificación, comparación de factores, graduación de puestos y sistemas de puntos.

El sistema de puntos consiste en reemplazar la valoración monetaria y darle puntuación a cada elemento de trabajo y su consecuente valoración en puntos, siendo un método bastante aceptado por numerosos directores de Recursos Humanos.

3.3.2. Sistema de salarios e incentivos.

La estructura de la remuneración de la mayoría de los trabajadores se basa primordialmente en el conjunto del salario base y las primas.

La mano de obra percibe, a cambio de su contribución, un salario. Este concepto incluye el denominado salario base, los pluses (nocturnidad, peligrosidad, puntualidad...), las horas extraordinarias, pero no se contemplan ni dietas ni gastos de locomoción.

En realidad, como señala Keynes, el nivel de los salarios depende del valor total de la producción del país y de la estima o prestigio de ciertas profesiones en una sociedad determinada. Massé entiende que una buena política salarial es la que equilibra los intereses del capital y el trabajo, y por ende, se sustenta en un buen subsistema negociador. Para Von Thünen el salario tiene un componente de subsistencia y un rendimiento que se justifica por el exceso de productividad, vislumbrándose en esta perspectiva la noción de prima.

Los incentivos salariales pueden ser individuales o colectivos, intentando conllevar un mayor estímulo a la hora de buscar una mayor productividad, siempre y cuando se racionalice un sistema coherente, ya que de otra forma se puede convertir en una cantidad fija que el trabajador espera obtener todos los meses, y cuando no lo obtiene su rendimiento baja mucho de la media normal esperada por la empresa.

El **sistema de salarios e incentivos** debe basarse en:

- Tanto la empresa como el trabajador deben beneficiarse de este sistema; la primera obteniendo una mayor productividad del trabajador y el segundo, una recompensa monetaria.
- El sistema debe ser elaborado de manera que todos lo entiendan, de forma que no existan malentendidos y pueda originar conflictos laborales.
- El sistema debe prever un control estricto de la producción, cuidando en todo momento las incidencias sobre el nivel de calidad.
- El sistema debe motivar al personal y conseguir el objetivo con el cual fue

diseñado en su origen.

Para establecer incentivos monetarios a la productividad es necesario establecer un adecuado **estudio de tiempos** (aspecto más objetivo) y una ajustada **valoración de tareas** (aspecto más subjetivo).

El estudio de tiempos es muy importante establecer el denominado **tiempo estándar (Te)**, ya sea por la experiencia del observador, por cronometración o por el 'work factor' (establecimiento del tiempo estándar para cada trabajo realizado). El tiempo estándar se obtiene, normalmente, ponderando el tiempo normal mediante un factor de tolerancia (demoras personales, demoras inevitables, fatiga, etc.).

Una vez establecido el tiempo estándar puede establecerse, para cada caso, el denominado **coeficiente de actividad (a)**:

$$a = \frac{T_{estandar}}{T_{real}}$$

Un coeficiente que ha de ser superior a la unidad para que reporte un incentivo al trabajador que consigue consumir menos tiempo del esperado al realzar su trabajo (en caso de ser inferior no se alcanza el incentivo, pero no suele sufrirse una penalización).

Existen diversos sistemas de cálculos de primas o incentivos (P) partiendo del salario normal 'j'. Entre ellos destacaremos los siguientes:

- **Sistema de destajo simple.**

$$P = j \cdot \frac{T_e}{T_r} - j = j \cdot \left(\frac{T_e}{T_r} - 1 \right) = j \cdot (a - 1)$$

- **Sistema Taylor-Merrik.**

$$P = j \cdot (k \cdot a - 1)$$

En este sistema la prima de destajo simple se ajusta mediante la aplicación de un coeficiente 'k' que se establece discrecionalmente en función de los fines que la organización persigue y en relación con el coeficiente 'a', por ejemplo:

$$\begin{aligned} k &= 1 \text{ si } 1 < a < 2 \\ k &= 1,5 \text{ si } 2 < a < 3 \\ k &= 2 \text{ si } a > 3 \end{aligned}$$

- **Sistema Rowan.**

$$P = j \cdot \frac{a - 1}{a}$$

- **Sistema Halsey.**

En este sistema, la empresa y el trabajador comparten el beneficio provocado por el ahorro de tiempo experimentado ($T_e - T_r$), correspondiendo a este último una porción 'H' de dicho ahorro:

$$P = H \cdot \frac{T_e - T_r}{j \cdot T_r} = H \cdot j \cdot (a - 1)$$

3.4. Productividad y competitividad.

La dirección de la empresa, tanto en su carácter general como en el aspecto de producción, se ve sumergida en un entorno caracterizado por la competencia, que a veces puede ser incierto e incluso hostil.

De esta manera se plantea un problema estratégico que puede ser definido como: ' el análisis y desarrollo de los retos e impactos, de las amenazas y oportunidades externas y de las fuerzas y debilidades internas'. Por lo tanto se debe prever y dirigir el crecimiento de la empresa.

La **estrategia** a seguir en el ámbito productivo será:

- Proceso interactivo entre empresa y entorno.
- Planteamiento de objetivos a largo plazo.
- Establecer políticas a corto plazo.
- Defender y mejorar la competitividad de la empresa.

Los **elementos** componentes de la estrategia serán:

- **Campo de la actividad.** Conjunto de productos y mercados en los que la empresa desarrolla su gestión actual.
- **Valor de crecimiento.** Posibles combinaciones producto – mercado en las que la empresa puede basar su crecimiento futuro.
- **Efecto sinérgico.** Acción amplificadora producida por una adecuada combinación de los elementos económicos en el desarrollo estratégico.
- **Ventajas competitivas.** Características diferenciadoras sobre la competencia que provocan posiciones favorables de nuestra empresa resultando la obtención de márgenes superiores respecto a nuestros competidores, las cuales pueden ser de dos tipos:
 - a) Ventajas en coste: Liderazgo en costes que nos permite, a través de un sistema de control de éstos, alcanzar rendimientos superiores a nuestros competidores.
 - b) Ventajas por diferenciación: Capacidad de nuestra empresa para distinguir nuestros productos de los del resto de productores, consiguiendo que sean más atractivos para los consumidores.

Según estas ventajas competitivas genéricas y dependiendo del ámbito de la competencia, es decir, de los campos de actuación generales o específicos, se podrán definir una serie de estrategias competitivas.

		Ventajas competitivas	
		Coste	Diferenciación
Ambito competitivo	Amplio	Liderazgo de coste	Liderazgo de diferenciación
	Reducido	Segmentación por coste	Segmentación por diferenciación

Existen unos tipos de riesgos que pueden anular nuestras ventajas, como son:

- a) Liderazgo de costes: cambio tecnológico, fácil aprendizaje (know-how) para los nuevos.
- b) Diferenciación: bajo diferencial de coste entre competidores, aumento de la imitación.
- c) Segmentación: incremento del diferencial de coste entre competidores, nicho de mercado (gasp) encontrado por la competencia.

En cuanto a las **ventajas** frente a la competencia que se pueden lograr mediante el coste, destacamos:

- Economías y deseconomías de escala.
- Aprendizaje o curva de experiencia.
- Modelo de utilización de la capacidad.
- Enlace entre actividades.
- Transacciones entre diferentes actividades.
- Grado de integración de la empresa.
- Programación temporal de actividades.
- Políticas discrecionales de gestión.
- Localización unidades productivas.
- Factores institucionales.

Además de estas ventajas, una fuente básica la representa el **leverage operativo**, que define la relación existente entre costes fijos y variables. En este sentido, el apalancamiento de operaciones señala el riesgo económico, que vendrá determinado por el grado de variabilidad del resultado de la explotación, riesgo que es mayor según se aumenta la relación de costes fijos.

3.5. Mejora de la productividad y recursos humanos.

Para la mejora de la productividad en una organización existen unos determinantes fundamentales:

- El entorno.
- Las características de la organización.
- Las características del trabajo.
- Las características de los individuos.

En cuanto al entorno, la mayoría de las variables que le afectan son incontrolables para la organización, pudiendo sin embargo la empresa actuar sobre el resto de variables.

3.5.1. Modificación de las características organizacionales.

Las características organizacionales afectan a los individuos, a su conducta de trabajo y acaban por tanto afectando a la productividad:

Sistemas de incentivos.

Por lo general los sistemas de premios con base en la producción individual mejoran de manera más fiable la productividad, mientras que los planes destinados a compartir ganancias por el grupo muestran incrementos menores de la productividad.

Si los premios se establecen en base a la longevidad o al favoritismo personal, la lógica nos aventura que tales enfoques son recetas para que la organización fracase.

También existen sistemas de incentivos para mejorar la asistencia, premiándola y castigando ausencias excesivas, con resultados medianamente exitosos.

En definitiva podemos resumir que:

- los premios no monetarios se pueden utilizar para aumentar la productividad.
- los obsequios pueden utilizarse para mejorar las conductas en el trabajo.
- La seguridad económica en el empleo suele ser una condición previa para tener altos niveles de motivación y de productividad.

Establecimiento de metas y administración por objetivos.

El **establecimiento de metas** eleva la productividad de manera fiable, ya que las metas y las intenciones influyen en la conducta. Una meta difícil aunque no imposible añadirá significado al trabajo y aumentará la satisfacción de realizarlo correctamente. Este sistema clarifica además lo que la gerencia espera que logre el trabajador.

La **administración por objetivos (APO)** es similar al establecimiento de metas, pero involucra más actividades. Esta administración se implementa con empleados gerenciales y profesionales. También recibe el nombre de **evaluación del desempeño**.

Es un método que a largo plazo puede ser difícil de mantener, a menos que sea posible reactivar las metas frecuentemente o modificar su contenido.

La APO requiere el desarrollo de ciertas habilidades gerenciales, como son:

- Planeación del desempeño.
- Delegación de funciones.
- Retroalimentación del desempeño.
- Habilidad para entrevistarse.
- Aceptación de riesgos.
- Tolerancia con los fallos (clima de confianza).

Selección.

Existen varias técnicas para seleccionar personal capacitado y dispuesto a la realización del trabajo:

- Pruebas.
- Entrevistas.
- Antecedentes personales.
- Verificación de las referencias.
- Previsiones realistas de trabajo.

Por lo general las pruebas tienen un mayor efecto positivo sobre la elevación promedio de la productividad, pero son las entrevistas de selección los métodos más utilizados, las cuales han de ser estandarizadas, estructurales, comprensivas y objetivas, para que su validez y utilidad sean lo más correctas posible.

Capacitación y desarrollo.

Son los esfuerzos que realiza una organización para facilitar el aprendizaje de los empleados y mejorar las conductas relacionadas con el trabajo.

Los propósitos de la capacitación son:

- Desarrollar habilidades.
- Impartir conocimientos.
- Influir en las actividades.

El proceso se desarrolla en tres fases:

- Diagnóstico.
- Impartición.
- Evaluación.

Existen tres métodos de capacitación:

- Modelación de la conducta.
- Instrucción programada y con ayuda de computadora.
- Capacitación directa en el puesto.

Un programa de capacitación debe enfocarse en conductas específicas relacionadas con el trabajo, incluir una demostración de la ejecución exitosa de esas conductas, permitir el tiempo adecuado para la práctica activa, proporcionar retroalimentación y reforzamiento positivo y ser activamente apoyado por todos los niveles.

Liderazgo.

Se ha hablado mucho del liderazgo participativo en referencia a la toma de decisiones compartidas para aumentar la efectividad del líder, pero el aumento promedio de la productividad asociado al liderazgo participativo ha sido muy pequeño.

Actualmente parece que la participación funciona cuando pequeños grupos de trabajadores se enfocan voluntariamente en resolver problemas puntuales relacionados con el trabajo y que estén motivados para resolverlos (círculos de calidad).

Estructura de la organización.

En este aspecto, tenderá a existir una mayor productividad si:

1. Las subunidades son pequeñas.
2. Existen relativamente pocos niveles jerárquicos.
3. Se controla la intensidad administrativa (no existan demasiados asistentes delegados).
4. La estructura no es demasiado compleja horizontalmente (número limitado de departamentos).
5. Si los gerentes tienen un alcance o ámbito de control relativamente amplio.

Cuando la tecnología no ofrezca demasiadas complicaciones y el entorno sea estable, la experiencia sugiere que la centralización de la toma de decisiones y un alto grado de formalización fomentan la eficiencia.

Sin embargo, si la tecnología es compleja y el entorno es turbulento, la organización ha de ser innovadora, de manera que la descentralización, la formalización reducida y una mayor intensidad administrativa de los profesionales técnicos resultan más funcionales.

3.5.2. Modificación de las características del trabajo.

Retroalimentación del desempeño: indicadores objetivos.

La retroalimentación objetiva es la información acerca de la conducta del trabajo o desempeño laboral que se basa en hechos y es relativamente incontrovertible (días de ausencia, kilómetros por litro, unidades producidas...).

Los indicadores objetivos son preferibles frente a los subjetivos, pues proporcionan una información más precisa, presentando las siguientes **ventajas**:

- Se puede basar en datos que ya se están generando.
- Es sencilla y requiere poca inversión de tiempo o dinero.
- Su uso tiene una buena validez. Es un medio natural de control, requiriendo menores cambios en la rutina diaria.
- Tiene unos resultados rápidos.
- Se puede implantar en establecimientos en donde sean factibles pocas intervenciones adicionales.
- Su uso refuerza el empleo de otras técnicas para la mejora de la productividad.

La retroalimentación objetiva energiza la conducta, es decir, motiva, además de dirigir o activar dicha conducta, instruyendo.

Retroalimentación del desempeño: indicadores subjetivos.

Estos indicadores se utilizan cuando no ha sido posible encontrar otros indicadores objetivos que puedan ser contabilizados.

Para evaluar subjetivamente un desempeño o tarea se han de considerar:

- **Diseño del instrumento de medición del desempeño.**

El método más empleado es la escala de estimación. Durante mucho tiempo la estimación se usó para medir rasgos de la personalidad y características generales del desempeño, tales como confiabilidad, estabilidad, iniciativa, madurez... características muy vagas en las que influía mucho el evaluador ('error de halo').

En respuesta a esto ha habido una tendencia acelerada hacia la medición de conductas observables en el trabajo (existe menos ambigüedad en medir conductas tales como 'distribuye una agenda antes de la reunión' frente al rasgo 'calidad para el liderazgo').

- **El proceso de evaluación.**

La evaluación tiene numerosos objetivos:

- a) Proporcionar información pertinente para tomar decisiones administrativas (remuneración, promoción, despidos...).
- b) Proporcionar retroalimentación útil para el desarrollo individual (identificando áreas a mejorar, planificar la acción...)
- c) Proporcionar información útil para propósitos de investigación.
- d) Proporcionar justificación y documentación para decisiones sobre el personal.

En cuanto a la entrevista de evaluación ha de seguir los siguientes pasos:

- a) Participación (oportunidad de expresar sentimientos y pensamientos).
- b) Conducta de apoyo (actitud amistosa, cooperación constructiva, respeto).
- c) Establecimiento de metas mutuas.
- d) Solución de problemas de desempeño.
- e) Limitada cantidad de crítica.
- f) Cantidad de amenaza experimentada.
- g) Planificación del propio desarrollo.
- h) Proporción de tiempo para escuchar.
- i) Rendimiento laboral contra productividad.
- j) Tiempo adecuado de duración.
- k) Preparación del subordinado.

3.5.2.1. Diseño del puesto de trabajo.

Es obvio que una organización y por lo tanto su producción tiene mucho que ganar si los empleados experimentan un alto nivel de motivación interna en el trabajo, porque esto representa un sistema de premio o castigo, integrado en el puesto mismo.

Las ventajas del bajo absentismo, rotación voluntaria, alta calidad del desempeño, aumento de la satisfacción del trabajo, mejoran la calidad de vida laboral del empleado.

La motivación interna en el trabajo se basa en tres **estados psicológicos**:

- Sentido de la significatividad (el trabajo es observado como valioso).
- Sentido de la responsabilidad (la persona siente que influye en los resultados satisfactorios del trabajo).
- Conocimiento de resultados (la persona sabe lo que logró).

Estos estados psicológicos dependen de cinco **características del puesto**:

- Variedad (número y nivel de habilidades utilizadas).
- Identidad (el trabajador completa o realiza un trabajo).
- Significación (opinión de otras personas respecto al trabajo, tales como colaboradores y clientes).
- Autonomía (oportunidad de tomar decisiones).
- Retroalimentación (información acerca del desempeño laboral).

Otro aspecto a destacar es la durabilidad de los efectos de las intervenciones en el diseño del puesto, ya que aunque los cambios sean duraderos, los resultados y reacciones ante estos cambios pueden no serlo. Puede que el reto se convierta finalmente en rutina y sea necesario implantar nuevos retos para evitar la frustración de la rutina. También si los empleados se acostumbran a los cambios por diseño de puesto acompañados de promociones y/o aumentos de pago, pueden desear cambios en sus puestos por esas mismas razones.

Existen algunos casos en los que no será posible implantar cambios en el **diseño de los puestos**:

- Cuando existan restricciones tecnológicas (una máquina puede limitar el ritmo de trabajo o puede suponer un alto coste alterar la tecnología de la empresa).
- Restricciones del sistema de personal (prácticas rígidas de departamento, planes de remuneración...).
- Controles organizacionales y sistemas de operación (presupuestos, contabilidad de

- costos, informes de producción de control de calidad...).
- Ambiente burocrático (toma centralizada de decisiones, reglas y procedimientos formalizados crean un ambiente contrario a innovaciones).
 - Cooperación sindical (importante prever las posibles demandas sindicales ante de realizar implantaciones).
 - Apoyo de la alta dirección.
 - Apoyo de supervisores (la intervención aumentará la productividad sólo si los supervisores que la ponen en práctica creen que se producirá una mayor productividad, y no solamente un cambio de actitudes).
 - Disposición de los individuos (el éxito de la intervención depende de la capacidad y deseo de los empleados para desempeñar puestos enriquecidos).
 - Satisfacción contextual (otros aspectos del puesto además del propio trabajo: pago, supervisión, oportunidades de promoción... pueden influir en el éxito de la intervención, debiéndose de esperar o realizar los cambios con prudencia si dicha satisfacción contextual es baja).

Existen métodos prácticos para asignar tareas o trabajos a distintos operarios, dentro de las cuales nosotros trataremos el siguiente:

Modelo de Kuhn de asignación.

Para explicar el método desarrollaremos un ejemplo. Supongamos que tenemos dentro de nuestro proceso cinco tareas: T_1, T_2, \dots, T_5 , y que queremos asignarlas a cinco operarios diferentes: O_1, O_2, \dots, O_5 .

Partimos como dato de los diferentes costes económicos o de tiempos que tendríamos al asignar cada operario a cada una de las diferentes tareas, datos que son obtenidos generalmente de la experiencia. El objetivo será por lo tanto minimizar los costes o tiempos totales resultantes de la asignación global de operarios a tareas.

La siguiente matriz es resultado de lo anteriormente expuesto, siendo el valor de cada una de las casillas el coste supuesto de las asignaciones antes comentadas.

	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5
O_1	17,5	15	9	5,5	12
O_2	16	16,5	10,5	5	10,5
O_3	12	15,5	14,5	11	5,5
O_4	4,5	8	14	17,5	13
O_5	13	9,5	8,5	12	17,5

A continuación, a partir de la matriz anterior, realizamos las siguientes fases:

- A todos los elementos de cada columna se les resta el menor valor de la misma.

	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5
O_1	13	7	0,5	0,5	6,5
O_2	11,5	8,5	2	0	5
O_3	7,5	7,5	6	6	0
O_4	0	0	5,5	12,5	7,5
O_5	8,5	1,5	0	7	12

- A cada elementos de cada fila se le resta el menor valor de la misma, obteniendo de esta forma la denominada matriz básica, a partir de la cual se buscará la solución óptima.

	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5
O_1	12,5	6,5	0	0	6
O_2	11,5	8,5	2	0	5
O_3	7,5	7,5	6	6	0
O_4	0	0	5,5	12,5	7,5
O_5	8,5	1,5	0	7	12

- En la fila con un menor número de ceros se encuadra uno de ellos y se tacha el resto de ceros de la misma fila y columna enmarcada. Si en alguna columna existe un cero encuadrado no puede existir otro en dicha columna, aunque sí tachado.

	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5
O_1	12,5	6,5	0	0	6
O_2	11,5	8,5	2	0	5
O_3	7,5	7,5	6	6	0
O_4	0	0	5,5	12,5	7,5
O_5	8,5	1,5	0	7	12

A continuación se comprobaría si se ha llegado a la asignación óptima. Para ello, por cada fila y columna ha de haber un y sólo un cero encuadrado, el cual refleja la intersección de una fila con una columna, o lo que es lo mismo, la asignación de un operario a una tarea.

- Se marca toda fila que no contenga un cero encuadrado.

	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅
O ₁	12,5	6,5	0	0	6
O ₂	11,5	8,5	2	0	5
O ₃	7,5	7,5	6	6	0
O ₄	0	0	5,5	12,5	7,5
O ₅	8,5	1,5	0	7	12

- Se marca o señala toda columna que tenga un cero tachado en una fila marcada.

	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅
O ₁	12,5	6,5	0	0	6
O ₂	11,5	8,5	2	0	5
O ₃	7,5	7,5	6	6	0
O ₄	0	0	5,5	12,5	7,5
O ₅	8,5	1,5	0	7	12

- Se marca toda fila que contenga un cero encuadrado en una columna marcada.

	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅
O ₁	12,5	6,5	0	0	6
O ₂	11,5	8,5	2	0	5
O ₃	7,5	7,5	6	6	0
O ₄	0	0	5,5	12,5	7,5
O ₅	8,5	1,5	0	7	12

- Se trazan líneas sobre las filas no marcadas y sobre las columnas marcadas.

	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅
O ₁	12,5	6,5	0	0	6
O ₂	11,5	8,5	2	0	5
O ₃	7,5	7,5	6	6	0
O ₄	0	0	5,5	12,5	7,5
O ₅	8,5	1,5	0	7	12

- La submatriz formada por los elementos no atravesados por las líneas anteriormente trazadas generará una nueva matriz del siguiente modo: a todos y cada una de sus valores se les resta el menor de ellos, sumándose dicho elemento menor a los elementos que se encuentran en las intersecciones de las líneas trazadas. De esta forma, con esta nueva matriz se reiniciaría el proceso de búsqueda de solución óptima (encuadrado y tachado de ceros).

	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅
O ₁	11	5	0	0	4,5
O ₂	10	7	2	0	3,5
O ₃	7,5	7,5	7,5	7,5	0
O ₄	0	0	7	14	7,5
O ₅	4	0	0	7	10,5

En este caso ya habríamos alcanzado la asignación óptima, al existir un cero encuadrado por cada fila (operario) de manera que la columna correspondiente (tarea) es sólo correspondiente al operario asignado (los encuadres de ceros corresponden a uno por fila y columna).

Las asignaciones resultantes en este caso, con sus costes particulares y totales son:

$$\left. \begin{array}{l} O_1 - T_3 \Rightarrow 9 \\ O_2 - T_4 \Rightarrow 5 \\ O_3 - T_5 \Rightarrow 5,5 \\ O_4 - T_1 \Rightarrow 4,5 \\ O_5 - T_2 \Rightarrow 9,5 \end{array} \right\} \text{Coste total} = 33,5$$

Hay que tener en cuenta que si existe solución óptima, el coste total mínimo es el mismo, a pesar de poder existir varias asignaciones con ese mismo coste.

En referencia a este método, hay que hacer las siguientes **observaciones**:

- **La matriz a tratar ha de ser cuadrada.** En caso de no ser así, la matriz de partida se completaría añadiendo filas o columnas que representarían asignaciones imposibles (no existe operario o no existe tarea), quedando dichas casillas con un coste M muy alto (equivalente al infinito matemático).
- **En caso que existan asignaciones imposibles** (un operario no puede ser asignado a determinada tarea) **esa casilla o casillas se penalizarían también con un coste M muy elevado.**
- **Si el problema de asignación aludiese a beneficios, se aplicaría el mismo algoritmo cambiando previamente los signos de los elementos de la matriz original.** En el caso de asignaciones imposibles también se pondría un valor M elevado una vez cambiado los signos del resto de valores de las restantes casillas.

A continuación se proponen para la resolución por parte del lector mediante el método descrito una serie de problemas de asignación.

Problema 1.

Se plantea el problema de asignación de 5 obreros, O_i (i = 1 ... 5) a 5 puestos de trabajo, P_j (j = 1 ... 5), de forma que la relación entre ambos conjuntos sea biunívoca. Debe cumplirse, además, que el coste total derivado de los tiempos de ejecución de las operaciones características de los distintos puestos de trabajo sea mínimo.

Se supone que el coste de una determinada operación P_j es proporcional al tiempo que tarda en realizarla un determinado operario O_i. dichos tiempos aparecen en la siguiente tabla.

	P1	P2	P3	P4	P5
	7	3	5	7	10
O2	6	imposible	imposible	8	7
O3	6	5	1	5	imposible
O4	11	4	imposible	11	15
O5	imposible	4	5	2	10

Resolver el problema planteado.

Problema 2.

Para la ejecución de un determinado proceso se dispone de 5 máquinas diferentes: M1, M2, M3, M4 y M5, que van a ser manejadas por tres operarios especializados: O1, O2 y O3. Mientras que los dos primeros operarios están capacitados para manejar cualquiera de las cinco máquinas, el tercero sólo puede utilizar las M1, M2 y M4.

Se ha observado que el rendimiento obtenido, en tiempo de máquina por hora, por cada operario sobre las diferentes máquinas son los que aparecen en la siguiente tabla.

	M1	M2	M3	M4	M5
	1	4	2	3	5
O2	3	3	2	4	1
O3	4	2	-	3	-

La carga disponible es de 6 horas/jornada por cada una de las máquinas.
Los operarios pueden trabajar 10 horas/jornada.

Supuestas las hipótesis anteriores, se desean distribuir las horas de trabajo de los operarios diariamente entre las diferentes máquinas, de modo que se optimice el valor de la producción obtenida.

4. Costes de aprovisionamiento.

- 4.1. Concepto.
- 4.2. Factores.
- 4.3. Características.
- 4.4. Puntos críticos y medidas de corrección.
 - 4.4.1. Precios de compra.
 - 4.4.2. Nivel de stocks.
 - 4.4.3. Política de compras.
 - 4.4.4. Control eficiente y racional de los stocks.
- 4.5. Métodos de reaprovisionamiento.
- 4.6. Los costes de la gestión de stocks.

4.1. Concepto.

Los costes de aprovisionamiento constituyen, probablemente, el factor de coste que tiene una mayor incidencia en la función de costes totales de la empresa. Su importancia, aunque sólo sea en términos cuantitativos, es manifiesta.

Se presenta una cierta confusión en cuanto a los elementos que deben integrar este factor de coste. El coste de las primeras materias empleadas en el proceso productivo será determinado no sólo por las compras, sino, además, por todos los gastos que originen el transporte de aquéllas y su conservación y entretenimiento normales. Puede, no obstante, hacerse una discriminación en el coste de las primeras materias, consistente en estimar éste tan sólo en el precio en factura de las mismas más el importe de los gastos originados en su transporte interno o externo hasta situarlas en el proceso productivo, y, por otra parte, considerar los gastos a que da lugar la conservación y entretenimiento de las mismas, que se estimarán como un quebranto de la explotación, que afecta directamente a la gestión de «stocks» industriales, o bien incluirlos dentro -de los gastos generales industriales.

Nosotros entenderemos por costes de aprovisionamiento los derivados tanto de los propios «elementos materiales que la empresa compra con el fin de incorporarlos a la fabricación (o incluso para la venta directa, sin ser previamente transformados),» como de los ocasionados por el almacenaje y entretenimiento.

4.2. Factores.

Los artículos objeto de la explotación que serán considerados como integrantes de los costes de aprovisionamiento son los siguientes:

- Mercancías: Materiales adquiridos (o fabricados) por la empresa para su transformación o incorporación al producto. Estos materiales pueden ser:
 - a) naturales,
 - b) semielaborados.
- Materias auxiliares: Nos referimos a los llamados materiales consumibles utilizados en el proceso de producción de forma indirecta, pues no se incorporan al producto terminado.
- Subproductos y residuos.
- Productos defectuosos y rechazados.
- Envases y embalajes:

- a) recuperables,
- b) no recuperables.

4.3. Características.

Una vez visto y analizado el concepto de coste de aprovisionamiento, así como los actores más importantes que inciden en la determinación y cuantía del mismo, vamos a esbozar en este apartado una serie de cuestiones en relación a la importancia de este tipo de costes dentro de la función de costes totales de la empresa, así como su incidencia en la misma.

Un aspecto que se plantea en el tratamiento de cualquier tipo de coste en la empresa es el estudio de su consideración como fijo o como variable. En el caso de los costes de aprovisionamiento, y como consecuencia de la heterogeneidad intrínseca de los mismos, cabe señalar su dualidad al respecto. En efecto, al efectuar las operaciones de aprovisionamiento de un producto se incurre en unos costes variables y en unos costes fijos. Los costes variables suelen ser proporcionales al valor de la compra misma o al transporte. Pero a estos costes variables se le añaden unos costes fijos, independientes de la cantidad. Así, por ejemplo, el transportista exigirá un importe mínimo por el servicio de transporte, importe que prevalecerá en caso de ser muy pequeña la cantidad transportada.

Por lo tanto, los costes de aprovisionamiento podrían encuadrarse en los llamados semivariables.

Como ya señalábamos anteriormente, el tipo de costes objeto de estudio en el epígrafe «suelen constituir el concepto más importante del coste de los productos», razón por la cual su detenido estudio y consideración es particularmente importante para reestructurar la función de costes totales en, la empresa.

Esta importancia que siempre han tenido los costes de aprovisionamiento se ha visto incrementada en los últimos años por dos tipos de sucesos, que, aunque estén perfectamente interrelacionados, precisan diferentes tratamientos:

- El aumento generalizado de los precios de materias primas desde comienzos de los años 70.
- Las elevadas tasas de inflación a que se ve sometido el sistema económico.

En efecto, el aumento generalizado de precios de las materias primas, que se acelera en los primeros años de la pasada década, ha puesto de manifiesto que este factor de coste debe ser estudiado, racionalizado y organizado con especial detalle, precisamente por su carácter, en buena medida, exógeno a la propia unidad económica productiva. En este sentido, una diversificación en el aprovisionamiento de primeras materias, unas mayores cotas de eficiencia en el uso de las mismas, un mayor control en cuanto a mermas y roturas, son pilares fundamentales a la hora de gestionar de un modo coherente y racional una empresa en estos momentos.

El segundo aspecto a destacar, y que ha incidido en el aumento del protagonismo de los costes considerados, ha sido la aceleración sin precedentes de los ritmos de inflación a nivel general. Con ello nos estamos refiriendo al aspecto dinámico del problema. Este aumento generalizado y persistente de los precios da lugar a que la gestión de stocks y la política de almacenes cobre una especial relevancia, por cuanto la incertidumbre respecto a los precios futuros sesga de un modo particularmente importante las decisiones sobre el ritmo de aprovisionamiento de stocks en relación con los costes de almacenaje que conllevan. De este modo una adecuada política de almacenes se convierte en uno de los aspectos más importantes para poder alcanzar una buena gestión de la empresa.

Si nos referimos a la relación o interrelación existente entre los costes analizados y el resto de los que intervienen en la función de costes totales de la empresa, cabe reseñar, como premisa fundamental, que ésta es muy estrecha. En efecto, una adecuada o inadecuada gestión de los mismos tendrá efectos directos en los costes financieros, en los de suministro, en los costes comerciales y en los de personal.

Particularmente relevante resulta la incidencia que tienen en los costes de transformación, puesto que aquéllos son la base sobre la que se asientan éstos. Un error en la decisión de compra de ésta o aquella materia prima, o la de llevar una u otra política de almacenes creará serios problemas en el proceso de transformación, así como en los costes de ésta y, por tanto, en el desenvolvimiento técnico-económico de la empresa.

Los aspectos más importantes a considerar son:

- Criterios de valoración de las primeras materias.
- Organización de almacenes y gestión de stocks.

Criterios de valoración de las primeras materias.

Los criterios de valoración de las materias primas utilizadas en el proceso de fabricación o transformación son un aspecto de singular importancia respecto a la determinación del propio coste de las mismas.

La dificultad mayor que entraña la determinación del coste se deriva de la existencia de distintos tipos de primeras materias ' valoradas a precios distintos. «Tal vez resulte posible aplicar algún sistema mediante el cual los distintos artículos queden marcados con su precio real, pero, por lo común, no se considera que merezca la pena recurrir a tales sistemas. Por el contrario, la contabilidad de costes atribuye éstos suponiendo la existencia de una estructura standard en el flujo de los artículos a través de los almacenes » .

Los criterios más utilizados son los siguientes:

- **Precio medio ponderado:** Se calcula el precio medio de cada entrada teniendo en cuenta la existencia anterior y su precio medio.
- **FIFO (first in, first out):** Las salidas se calculan al precio de las existencias más antiguas.
- **HIFO (highest in, first out):** Las salidas se valoran al costo más alto entre todas las entradas.
- **LIFO (last in, first out):** Las salidas se valoran a los precios más recientes.
- **NIFO (next in, first out):** Las salidas se valoran al precio de reposición.
- **Precio standard:** Consiste en fijar para cada primera materia un precio fijo o standard que se mantiene inalterable a lo largo, de todo el período. Para la fijación del precio standard se debe tener en cuenta el precio de adquisición vigente en el momento de su establecimiento, así como la previsible evolución del índice de precios.

La diferencia existente en los mismos es clara. En períodos de inflación monetaria, el sistema FIFO asigna un valor relativamente bajo a las materias utilizadas, y alto a las existencias que quedan en el almacén; LIFO proporciona un valor relativamente alto a las materias primas consumidas, y bajo a las existencias. El método de precio medio; ponderado ofrece valores intermedios. El HIFO, se comporta en épocas de inflación de modo similar al LIFO, y el sistema de precios standard es el de una mayor sencillez operativa, pero presenta el inconveniente de que se detectan diferencias entre, el precio real de los materiales y el precio standard'. En cuanto al NIFO no es recomendado por el Plan General de Contabilidad ni es admitido por la legislación vigente en materia mercantil y fiscal.

Si admitimos que el coste de reposición es el valor de reposición que tiene una mayor significación, «el método LIFO proporcionará, por lo común, la aproximación más ajustada al coste de reposición».

Organización de almacenes y gestión de stocks.

Después de tratar el concepto de coste de aprovisionamiento, así como el análisis de los diferentes criterios de valoración de las existencias, que está íntimamente ligado al mismo, debe considerarse un tema de especial interés, y que está en la base de todo lo anterior. Nos referimos a la racionalidad económica de incurrir en los costes de almacenamiento, definidos como una parte sustancial de los costes de aprovisionamiento.

Y decimos que tiene especial interés porque es aquí donde interviene el factor tiempo como variable a considerar. En efecto, el almacenamiento no es más que la consecuencia de que media un lapso de tiempo entre la compra de una materia prima y el uso de la misma en el proceso de producción. El problema al que se enfrenta la empresa es el de «encontrar un equilibrio entre el riesgo inherente al mantenimiento de un determinado nivel en su almacén y el coste de sostenimiento de dicho almacén. La empresa, por consiguiente, ha de estudiar y vigilar su gestión de almacén, ha de considerar las variables que dominan éste, ha de medirlas y ha de ordenar así su política de almacenes. Pero el estudio y la dirección de almacenes originan, a su vez, unos gastos, y no, en todos los casos, puede resultar económico para la empresa soportar los mismos... ».

a. Razones que justifican la existencia de almacenamiento

Teniendo en cuenta que, como actividad económica, el almacenamiento es independiente de la fabricación, es otro modo de producir, las **razones** que dan lugar a la **existencia de almacenamiento**, son las siguientes:

- **Variaciones estacionales en los precios** (aplicable sobre todo a los productos agrícolas).
- **Rebajas en las compras**, en función del volumen adquirido.
- **Costes fijos de aprovisionamiento**: La empresa preferirá encargar sus aprovisionamientos en grandes lotes con objeto de disminuir el coste fijo unitario, lo cual obligará al almacenamiento hasta el momento de su venta o transformación.
- **Incertidumbre**: El almacenamiento es en este caso consecuencia de la necesidad de contar con reservas en almacén para hacer frente a posibles retrasos en el aprovisionamiento.

b. Magnitudes a considerar

Las magnitudes fundamentales que definen el problema del almacén, y por tanto las que hay que considerar para llevar a cabo una -correcta política de almacenes, son las siguientes:

- El ritmo de entrada de los productos en el almacén.
- El ritmo de salida de los productos del almacén.
- Capacidad de almacenamiento.
- Aptitud de la mercancía para ser almacenada.
- Precios de mercado de los productos objeto de almacenamiento. Han de considerarse tanto los precios actuales como las expectativas de precios futuros.
- Gastos de conservación y entretenimiento del almacén.
- Interés aplicable al capital representado por las inmovilizaciones de almacén.
- Mermas de los productos almacenados.
- Otros posibles rendimientos del almacén.

Una vez especificadas las razones que determinan la necesidad del almacenamiento y por tanto la de incurrir en unos costes debido a ello, así como las magnitudes que definen el problema del almacén, es necesario ya explicitar la cuestión a resolver, que se puede plantear en los siguientes términos: «investigar el volumen de existencias que ha de tener la empresa almacenadas, de modo que con el menor coste posible pueda hacer frente a la demanda de los productos en cuestión».

c. Modelo determinista

El problema planteado se puede resolver bajo la hipótesis de un modelo determinista:

Como es perfectamente conocido el ritmo de salida de los productos mediante esta hipótesis, se puede prescindir de la consideración del stock de seguridad ya que se puede determinar exactamente el momento en el que se van a agotar las existencias.

El coste total de mantenimiento del almacén será:

$$G = V \cdot P + g \cdot (S/2) + h \cdot (V/S) + F$$

Siendo:

- G = coste total de mantenimiento del almacén.
- V = número de unidades vendidas en el período de tiempo ,considerado, del producto objeto, de almacenamiento.
- P = precio unitario de los gastos de almacenamiento.
- g = gastos variables de sostenimiento del almacén (que se suponen proporcional a la cantidad de producto almacenado).
- S = volumen de pedido o cantidad en demandas periódicas del almacén.
- h = gastos que se originan en cada pedido.
- F = gastos fijos o constantes del almacén.

El valor G vendrá dado en función de S , puesto que V , P , g , h y F son conocidos. El problema consistirá entonces en conocer el volumen de pedido (S), que hace mínimo el coste de almacenamiento (G).

Derivando e igualando a cero:

$$dG/dS = (g/2) - (h - V/S^2) = 0$$

Por lo tanto, el volumen de pedido aumenta al aumentar el número de unidades vendidas y los gastos originados en cada pedido, tendiendo a disminuir cuando aumentan los gastos de sostenimiento de almacén.

4.4. Puntos críticos y medidas de corrección.

A continuación vamos a enumerar los puntos críticos sobre los que cabe dar un adecuado tratamiento de los costes de aprovisionamiento, para, posteriormente, señalar algunos métodos de reducción de costes y las técnicas adecuadas para ello.

Los puntos críticos más importantes sobre los que cabe actuar se centran en los siguientes aspectos:

- Primeras materias adecuadas, tanto en cantidad como en calidad.
- Suministrador.
- Forma de compra.
- Momento de compra.
- Financiación de las existencias.
- Forma de pago.
- Precios de los productos almacenados.

Una complicación al modelo se presenta cuando suponemos que el precio de adquisición es función del volumen de pedido. En esa hipótesis el volumen óptimo de pedido vendrá dado por la expresión

$$S = F(2 h \cdot V)/(g - 2 V \cdot d)$$

A continuación vamos a señalar algunas de las medidas más importantes encaminadas a reducir los costes de aprovisionamiento:

4.4.1. Precios de compra.

- **Realizar un sondeo de los mercados de materiales**, a fin de determinar las fuentes de aprovisionamiento más favorables para la empresa.
- **Visitar las ferias y exposiciones especializadas en el extranjero**, a fin de obtener informaciones adecuadas sobre los aprovisionamientos.
- **Visitar a los proveedores**, a fin de hacerse una idea del sistema de organización de su producción y de sus posibilidades de fabricación. A raíz de estos contactos mantener conversaciones sobre los precios.
- **Asociarse con empresas amigas para realizar compras colectivas**, a fin de beneficiarse de precios más ventajosos. Hacer compras, a título de reciprocidad, y bajo reserva de precios favorables con los clientes.
- **Emitir los pedidos al ritmo en que surgen las necesidades**, pero sobre la base de un contrato global de suministro.
- **Poner ciertas materias primas a disposición de los proveedores**, siempre que pueda resultar de ello una disminución de sus precios.

- **Acordar bonificaciones con todos los proveedores que realicen entregas de modo regular**, convenidas a partir de un cierto volumen de compras, según una tasa progresiva.
- **Recibir las mercancías del concesionario local del fabricante o de su almacén de venta en pequeñas cantidades**, cuando los recargos resultantes sean menos elevados que los gastos de transporte, almacenamiento y seguro.
- **Vigilar la capacidad de los proveedores.**
- **Concretar al máximo la cuestión del precio antes de hacer un pedido.**
- **Determinar antes de cada pedido la cantidad óptima del mismo**, a fin de regular las entradas en stock del modo más racional y económico.
- **Evitar los errores de costes debidos al método de facturación**: siempre que sea posible, calcular los precios por pieza y no por peso.

4.4.2. Nivel de stocks.

- Reducir los stocks excesivos:
 - a) Suspendiendo las compras de los materiales «estancados».
 - b) Reduciendo las existencias de estos materiales.
 - c) Minimizando las existencias de los materiales de escasa rotación.
- Determinar las causas de la acumulación en los almacenes.
- Establecer programas de gestión de stocks, fijar los sistemas de consumo y elaborar un nomenclator de almacén.
- Llevar una contabilidad diaria de las existencias.

Las técnicas que se pueden aplicar a la reducción de los costes de aprovisionamiento son, fundamentalmente, las siguientes.

4.4.3. Política de compras.

- Teoría de la decisión.
- Teoría de los juegos.
- Programación matemática.

4.4.4. Control eficiente y racional de los stocks.

- Cálculo del lote económico de reposición.
- Control de inventario.
- Modelos de simulación.
- Método de Monte Carlo.
- Programación lineal.

4.5. Métodos de reaprovisionamiento.

Una de las cuestiones a las que ha de darse un especial tratamiento es a la cuantía que debe pedirse en cada pedido realizado a los proveedores de forma que el coste de aprovisionamiento – reaprovisionamiento sea mínimo.

También un aspecto a tener en cuenta es el punto de pedido: nivel de existencias en un almacén que indica la necesidad de proceder a realizar el pedido para el

reaprovisionamiento; teniendo en cuenta el tiempo que transcurre desde que se realiza el pedido y la recepción del mismo, puede decirse que, salvo contingencias inesperadas, se deberá proceder a pedir cuando las existencias en inventario (punto de pedido) permitan cubrir sólo ese lapsus de tiempo.

En este sentido conviene establecer una simbología que ayude a expresar los diferentes modelos de inventarios (o de renovación de 'stocks'):

- Q Volumen o lote de pedido.
- T Período de tiempo que transcurre entre pedidos.
- Q/TRitmo de agotamiento del inventario.
- SPPunto de pedido o número de unidades en almacén que permiten cubrir la demanda en los 'l' días que tienen de plazo de entrega los proveedores.
- l Plazo de entrega de los proveedores.
- SS Nivel de inventario mínimo a disponer o stock de seguridad.
- SM Stock medio.

Modelo de Wilson.

Es un modelo de aplicación básicamente a empresas comerciales y de carácter determinista (o incluso a empresas dotadas de una configuración estructural divisional entre cuyas divisiones funcionen los denominados precios de transferencia), es decir, no considera aspectos aleatorios incidentes en el proceso.

En este modelo se trata de conjugar la necesidad de contar con los elementos necesarios para realizar la actividad comercial y la necesidad de reducir al máximo el coste de inventario.

Es decir, el modelo de Wilson es una aproximación interesante para determinar el volumen de pedido o lote óptimo que minimiza el coste de posesión y renovación del inventario.

El modelo se plantea de la siguiente forma:

- D Cantidad de producto vendida o utilizada al año.
- Q Volumen de pedido o lote óptimo (incógnita).
- E Costes fijos de pedido.
- A Gastos variables del almacén: lo que cuesta almacenar una unidad de producto durante un año.
- D/Q Número de pedidos formulables al año.
- P Precio del producto a adquirir.
- i Tipo de interés del capital financiero.

De esta manera identificamos los siguientes componentes del coste:

Coste de adquisición:

$$CA = D P$$

Coste de reaprovisionamiento o renovación:

$$CR = E (D/Q)$$

Coste de almacenamiento:

$$CI = A (Q/2) \text{ ó } A (Q/2 + SS)$$

Si se tiene en cuenta el coste de oportunidad del capital financiero invertido (i) en el inventario, es decir $(P Q/2) i$, el coste de almacenamiento sería:

$$CI = (A + P i) (Q/2)$$

Si se quiere considerar el stock de seguridad (S_s) se añadiría, sin más, quedando:

$$CI = (A + P i) (Q/2 + SS)$$

Otro de los costes que cabe considerar es el denominado coste de ruptura de pedidos, aunque en un modelo determinista como el aquí contemplado, tiene poco significado, al considerarse conocidas todas las variables que intervienen en el planteamiento del modelo. La ruptura, es evidente, puede provocar un coste en la pérdida de un cliente y su efecto inducido y también por deberse, en su caso, paralizar el proceso productivo.

En definitiva, el modelo de Wilson contempla los tres costes que hemos reseñado y, a partir de ahí, mediante la aplicación del proceso matemático puede deducirse el nivel de lote óptimo de pedido.

$$CT = CA + CR + CI$$

Aplicando el concepto de mínimo matemático a la expresión del coste total C_T , se obtiene la expresión que da la cantidad de lote óptimo, dada por:

$$Q = (2 E D / A + P i)^{1/2}$$

Modelo de series de producción.

Un modelo de inventarios que es interesante analizar es el que contempla la cantidad que debe producirse en cada una de las series de producción.

Es un modelo aplicable, como se ha indicado, a sistemas de producción por lotes o series y que viene a dar la cantidad o volumen óptimo de producción (el número de unidades que debe componer cada serie para minimizar el coste) y en el que no se contempla la posibilidad de que existan rupturas de pedido o suministro.

Es un modelo que sirve para determinar, asimismo, los inventarios intermedios o de elementos incorporables a fases posteriores del proceso de producción.

La simbología es, en este caso:

- M Nivel o tasa de producción, constante para el período considerado.
- D Nivel o tasa de demanda, constante para el período.
- P Precio de transferencia del producto.
- E Coste de puesta a punto del proceso productivo.
- M – D Ritmo de acumulación de inventarios (para $M > D$).
- Q Volumen de lote óptimo de fabricación.
- Q/M Fracción del período en que tarda cada lote en producirse.

Por tanto, la expresión:

$$(M - D) (Q/M) = Q (1 - D/M)$$

nos da el ritmo de acumulación de inventarios por cada fracción del período y, como consecuencia, $Q/2 / 1 - D/M$ nos expresa el nivel de inventario medio.

Con todo lo indicado podemos establecer la expresión del coste de fabricación de la serie utilizada:

$$C_T = D \cdot P + E \cdot \frac{D}{Q} + A \cdot \frac{Q}{2} \cdot \left(1 - \frac{D}{M}\right)$$

expresión que se completaría si se considera el coste de oportunidad financiero 'i', quedando así:

$$C_T = D \cdot P + E \cdot \frac{D}{Q} + (A + P \cdot i) \cdot \frac{Q}{2} \cdot \left(1 - \frac{D}{M}\right)$$

De esta manera, aplicando el proceso de cálculo matemático correspondiente, obtenemos el valor de Q o lote óptimo de fabricación.

$$Q = \left(\frac{2 \cdot E \cdot D}{(A + P \cdot i) \cdot \left(1 - \frac{D}{M}\right)} \right)^{1/2}$$

Suponiendo un período hábil de actividad de 'd' días, tendríamos:

M/d = ritmo de producción diario = p

D/d = ritmo de utilización diario = u

Q/p = días en que se produce la serie o lote = d_p

Q/u = días en que se utiliza la serie o lote = d_u

Pudiéndose estimar de este modo el número de días en que el equipo permanecería inactivo:

$d_u - d_p$ = días de inactividad del equipo (salvo utilización alternativa)

4.6. Los costes de la gestión de stocks.

El valor del inmovilizado en los almacenes, que forma parte del activo realizable de la empresa, ha de ser suficiente para satisfacer las demandas del proceso productivo, pero también se ha de reducir para evitar riesgos de deterioro o falta de uso por aparición de innovaciones.

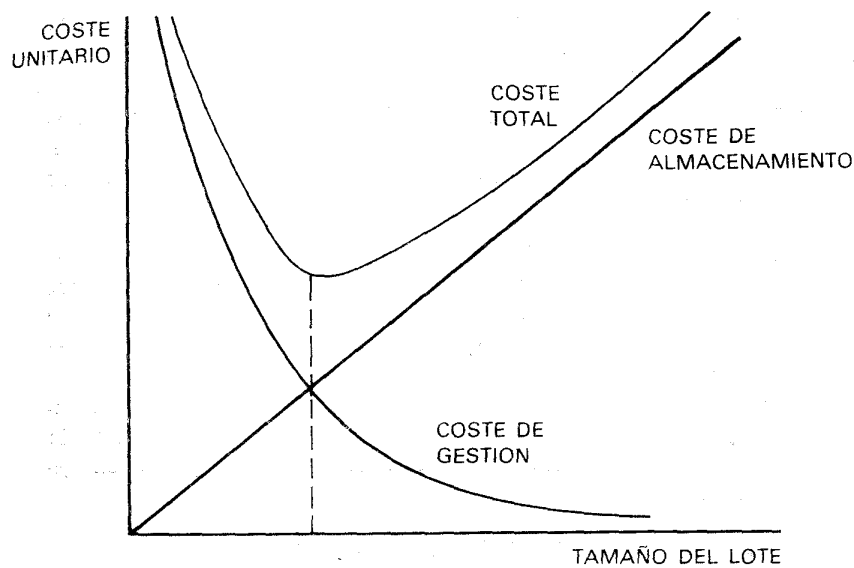
De esta manera se han de optimizar los costes, los cuales son:

- Costes de almacenamiento de materiales (incluyéndose el espacio, instalaciones, equipo, intereses del capital inmovilizado, seguros, etc.).
- Costes de gestión (costes de reposición, gestión de compra, transporte, recepción, etc.).

La cantidad de pedido económico será aquella que corresponde a un mínimo de los costes totales.

Si se adquiere material en pequeñas cantidades disminuyen los costes de almacenamiento pero aumentan los de gestión, mientras que si se adquieren cantidades mayores ocurre lo contrario.

En la siguiente gráfica se observan las curvas de costes de almacenamiento, de gestión y totales, y las relaciones ya comentadas.



q = tamaño del lote

C_m = consumo medio

r = coste unitario de reaprovisionamiento

s = coste unitario de almacenamiento

$$\text{Coste total} = \frac{q}{s} s + \frac{C_m}{q} r \quad q = \sqrt{2 C_m \frac{r}{s}}$$

Podríamos resumir los **costes de inventario** de la siguiente manera:

- Coste de adquisición.
- Coste de renovación o tramitación de pedidos.
- Coste de posesión:
 - Coste de alquiler (coste de oportunidad, en su caso).
 - Coste de almacenamiento.
 - Coste de mantenimiento.
 - Coste de control.
 - Coste de obsolescencia.
 - Coste de seguros.
 - Coste financiero de inmovilización de recursos.
 - Coste de ruptura de pedidos por inexistencias.

5. Producción y mantenimiento de equipos e instalaciones.

5.1. Introducción.

5.2. Tipos de mantenimiento.

5.3. La organización del mantenimiento.

5.3.1. Componentes del sistema de organización.

5.3.2. Circuitos de mantenimiento.

5.3.2.1. Circuito de mantenimiento correctivo.

5.3.2.3. Circuito de mantenimiento preventivo.

5.3.3. La informática en el mantenimiento.

5.4. Los costes del mantenimiento.

5.1. Introducción.

Un factor importante dentro del área de producción es el correcto mantenimiento de todos los bienes inmovilizados de la empresa (edificios, instalaciones, equipos, máquinas, etc.) que nos permitirá la máxima disponibilidad de los mismos de acuerdo con los objetivos de la empresa. Así pues, se podría definir el Mantenimiento como la función que tiene como objetivo la máxima disponibilidad de los equipos, instalaciones y máquinas, dentro de los límites de calidad y siempre con el menor coste, de manera que la relación disponibilidad, calidad, coste sea óptima.

Se hace referencia a máxima disponibilidad y no a total, ya que cada empresa fija su nivel en función de los costes de mantenimiento y condiciones del producto que fabrica.

La utilización adecuada de la capacidad de producción requiere el mantenimiento de las instalaciones, plantas y equipos en las mejores condiciones de funcionamiento, siendo este apartado vital para la continuidad y buena marcha del proceso productivo.

De esta manera la función de mantenimiento se convierte en una función auxiliar del proceso productivo, y, debido a la constante evolución y complejidad de la técnica, en procesos continuos y automáticos la importancia y grado de especialidad del personal encargado del mantenimiento llega a ser superior a las del personal de producción.

Por ello la función de mantenimiento no debe considerarse en la actualidad como una función menor, sino como una función que asegura la vida de la empresa y cuya actualización técnica y organizativa es totalmente necesaria, debiendo estar la preocupación de la dirección en la misma al nivel de la de producción, asegurando su evolución y rentabilidad, integrándola y relacionándola con el resto de funciones de la empresa, no limitándola a una función menor, encargada de engrases, puestas a punto, reparaciones de averías, etc., y que figura habitualmente en la cuenta de gastos generales.

Los **índices** más usuales para control de la actividad del mantenimiento son los siguientes:

- Disponibilidad.
- Horas disponibles.
- Utilización técnica.
- Horas totales.
- Horas de producción.

- Horas disponibles.
- Indisponibilidad por mantenimiento.
- Horas en paro por mantenimiento.
- Horas totales.
- Coste.
- Gasto de mantenimiento.
- Unidades producidas.

Obviamente, existen muchos índices más, dependiendo del factor concreto que se quiera controlar.

5.2. Tipos de mantenimiento.

Básicamente existen dos tipos de mantenimiento fundamentales:

Mantenimiento correctivo.

Tiene como función la reparación de las averías que se producen en máquinas, equipos e instalaciones, cuando se producen, por lo que se pueden producir las siguientes circunstancias:

- La avería incide directamente sobre la producción.
- Es difícil dimensionar la plantilla, al ser muy irregular la carga de trabajo derivada de las averías que se producen, su frecuencia e importancia.

Mantenimiento preventivo.

Tiene como objetivo disminuir las interrupciones por avería, tanto en frecuencia como en importancia de las mismas, conociendo y llevando un control sistemático el estado de todos los equipos e instalaciones, y programando las correcciones en el momento más oportuno.

Se considera el mantenimiento preventivo como un sistema de previsiones de averías, en el que, mediante una serie de inspecciones, revisiones y verificaciones, en las que las paradas son controladas, reduce al mínimo los tiempos perdidos por avería en las instalaciones, con la correspondiente economía para la empresa.

Los **objetivos** del mantenimiento preventivo han de ser los siguientes:

- **Prolongar la vida del equipo** de la empresa en buen estado de conservación y utilización.
- **Reducir las pérdidas debidas a las averías**, a las paradas y a su incidencia sobre los costes de producción.
- **Reducir los costes del mantenimiento**, sistematizando las condiciones de ejecución, períodos adecuados, normas de revisión, etc.
- **Controlar los gastos de mantenimiento.**
- **Mejorar las condiciones de funcionamiento de las máquinas y equipos** como consecuencia de las revisiones, cambios estándar de piezas y elementos, etc.
- **Disminuir los accidentes de trabajo**, al incluir en el programa de mantenimiento el de los dispositivos de protección previstos.

Un **programa básico** de mantenimiento preventivo puede comprender:

- Inspecciones sencillas y rutinarias.
- Revisiones de funcionamiento con frecuencias predeterminadas.
- Revisiones de estado con frecuencias predeterminadas.
- Revisiones profundas periódicas.

Las soluciones para los sistemas de mantenimiento varían en función de la naturaleza, el tamaño, características y medios de cada empresa, debiéndose adoptar en cada caso el más adecuado en función de los objetivos a cumplir, considerándose como fundamental disponer de:

- **El inventario permanente** de las máquinas, equipos e instalaciones en forma de fichero descriptivo de las características técnicas de cada elemento, y el historial de las revisiones efectuadas, averías, reformas, etc., con las fechas de las mismas.
- **El estudio y redacción de las especificaciones técnicas** para realizar los engrases y revisiones a efectuar.
- **El manual de mantenimiento**, concretándose las operaciones a realizar en cada revisión, medios y útiles necesarios, comprobaciones, medidas, etc.
- **El calendario** o programación de las revisiones.
- **Estudio de tiempos**, tanto de las revisiones e inspecciones como de las reparaciones, determinación de los equipos mínimos necesarios para efectuar las operaciones de mantenimiento.
- **Determinación de la plantilla** necesaria para el programa de mantenimiento. Sistema racional de imputación de gastos, con el fin de controlar los costes de mantenimiento y su repercusión sobre la producción.

No es aconsejable, aun cuando se considere totalmente imprescindible la implantación de un sistema de mantenimiento preventivo, efectuar de una forma total y en un momento dado la implantación del sistema, ya que, para llegar al mantenimiento preventivo de una forma racional, habrá que establecer las distintas etapas a recorrer desde la situación inicial, con mantenimiento exclusivamente correctivo hasta la situación ideal prevista de mantenimiento preventivo.

Se puede hablar de un tercer tipo de mantenimiento denominado:

Reacondicionamiento sistemático.

Tiene como fin la puesta a punto de aquellos equipos que, por su uso, no ofrecen ya las condiciones adecuadas al proceso de producción, mediante un conjunto de reparaciones que coloca las máquinas y equipos en las condiciones más próximas a las que tenían en su situación inicial.

Las características de este reacondicionamiento son:

- Es previsible, pudiéndose incorporar a un programa general de mantenimiento, programando las reparaciones costosas y largas, sin provocar interrupciones en la producción.

- Se puede estudiar con la suficiente profundidad su importancia, coste, lugar, aprovisionamiento de piezas y elementos, de acuerdo con la producción y con el suministrado del equipo.

5.3. La organización del mantenimiento.

La organización del mantenimiento no ha de referirse exclusivamente al preventivo, sino que ha de comprender también el correctivo, ya que, aun después de la implantación y funcionamiento del mantenimiento preventivo y a pesar de haber alcanzado objetivos satisfactorios, siempre surgirán averías imprevistas sobre las que habrá que actuar con la eficacia debida.

Para **alcanzar los objetivos** de mayor eficacia posible en un sistema de mantenimiento correctivo, preventivo y de reposiciones sistemáticas es totalmente necesario **establecer una adecuada organización y control de los documentos y circuitos administrativos**, que facilite al máximo la realización de dos factores básicos para la eficacia del mantenimiento:

- **Actuaciones técnicas**, sobre reformas, reposiciones, normalizaciones, etc., basadas en los datos estadísticos fiables y representativos que ha de proporcionar la organización administrativa del mantenimiento.
- **Actuación eficaz del personal de mantenimiento**, motivado mediante un sistema de incentivos en que se aplique a cada tipo de operario los índices relacionados con la eficacia de su función.

Los medios administrativos de la oficina de control de mantenimiento no han de ser excesivos. Por esta razón, así como para garantizar la continuidad del sistema administrativo y de control que se establezca, éste ha de ser, dentro del cumplimiento total de su función, lo más sencillo y concreto posible.

En consecuencia, será necesario conseguir que la casi totalidad de los documentos y circuitos establecidos sirvan a la vez para el cumplimiento de la doble **función**:

- **Control** técnico y económico, estadísticas e índices de eficacia.
- Determinación de los **índices** de coste y eficacia, así como los datos sobre las averías y reparaciones, y en su consecuencia la **planificación** y control de cumplimentación de los distintos posibles tipos de revisiones.

5.3.1. Componentes del sistema de organización.

1. Tarjeta de avería.

De cada avería que se produzca, producción establecerá una tarjeta de avería, en la que indicará la fecha y hora, así como las anomalías observadas. Por su parte, los equipos de mantenimiento cumplimentarán los datos correspondientes a la identificación de la avería, duración de la reparación, reparación efectuada, materiales empleados, etc., así como, si hubiere lugar, la petición de otro tipo de reparación, en el caso de ser necesaria, y haberse limitado a la puesta en funcionamiento de la máquina.

Resulta de la mayor importancia, a efectos contables y estadísticos, una previa codificación de los distintos **tipos** posibles de averías, por máquinas, aparatos, circuitos, etc.

2. Planning de revisiones.

Tiene como fin indicar las revisiones a efectuar cada día. Se confecciona plasmando el resumen de las planificaciones correspondientes a cada ficha de elemento.

En ordenadas se reflejan las máquinas o, elementos a revisar, y en abscisas las fechas de revisión. Según esta planificación cada día se distribuyen las órdenes de trabajo para efectuar las revisiones.

3. Planning de cargas.

Tienen por objeto adaptar las necesidades de trabajo que se deducen de la planificación de las revisiones, para las distintas secciones o equipos de mantenimiento, a la capacidad real de trabajo de estas secciones.

Puede ser una modalidad del planning de cargas de trabajo, del tipo que se expone, en el que en ordenadas figuran las máquinas o elementos, con los distintos tipos de revisiones establecidos, y en abscisas los períodos de tiempo.

Por cada período de tiempo (día, semana, etc.), la suma de las cargas de trabajo planificadas en las distintas máquinas, habrá de adaptarse a la capacidad disponible en la sección a que corresponde el planning.

4. Orden de trabajo.

Una vez determinada la programación de trabajo resultante de los reajustes entre las planificaciones y realizaciones, así como las cargas posibles, se efectúa el lanzamiento a los equipos de mantenimiento, de las órdenes de trabajo, en las que se indican las máquinas y elementos a revisar, los tipos de revisión, los tiempos normales concedidos para cada revisión, etc.

Estas órdenes de trabajo deberán cumplimentarse también por los equipos de mantenimiento, con las realizaciones reales de los programados, así como las posibles incidencias, reparaciones no normalizadas que haya sido necesario efectuar, materiales empleados, etc., y devueltas a la oficina de control de mantenimiento.

5. Parte de utilización de máquinas.

Las revisiones generalmente se establecen con una periodicidad en el tiempo, basada en una proporcionalidad entre las horas de funcionamiento de las máquinas e instalaciones, con períodos de tiempo definidos: semanas, meses, trimestres, etc.

Es necesario controlar, por lo tanto, esta proporcionalidad, ya que desviaciones tanto positivas como negativas sobre la utilización prevista pueden hacer modificar la planificación de las revisiones.

Al mismo tiempo, en el parte de utilización de maquinaria pueden consignarse, en determinados casos, los consumos de carburantes, reposiciones de aceites, etc., cuando estas operaciones las efectúen los utilizadores de la máquina, así como la denuncia de defectos de funcionamiento y petición de reparaciones y revisiones fuera de programa.

6. Estadísticas de averías.

Periódicamente la oficina de control de mantenimiento ha de informar a producción de la situación de averías en cada centro productivo. Se enviarán informes sobre el número y tipo de averías producidas, así como de las máquinas y equipos en que éstas se han

producido.

7. Informes de eficacia del mantenimiento.

El control de gestión en mantenimiento ha de ser, en esencia, análogo a otros controles de gestión empleados en otros sectores de la empresa.

En consecuencia, periódicamente se enviarán a dirección informes en los que se represente la evolución de los índices:

- Número de horas de parada de las máquinas por grupos de máquinas, por sección.
- Las horas de mantenimiento respecto a las horas totales.
- Las relaciones
- La duración media de las averías.

El estudio y análisis de estos ratios resulta de la mayor importancia para las decisiones de modernización y renovación de equipos, siendo lo el índice más utilizado el siguiente:

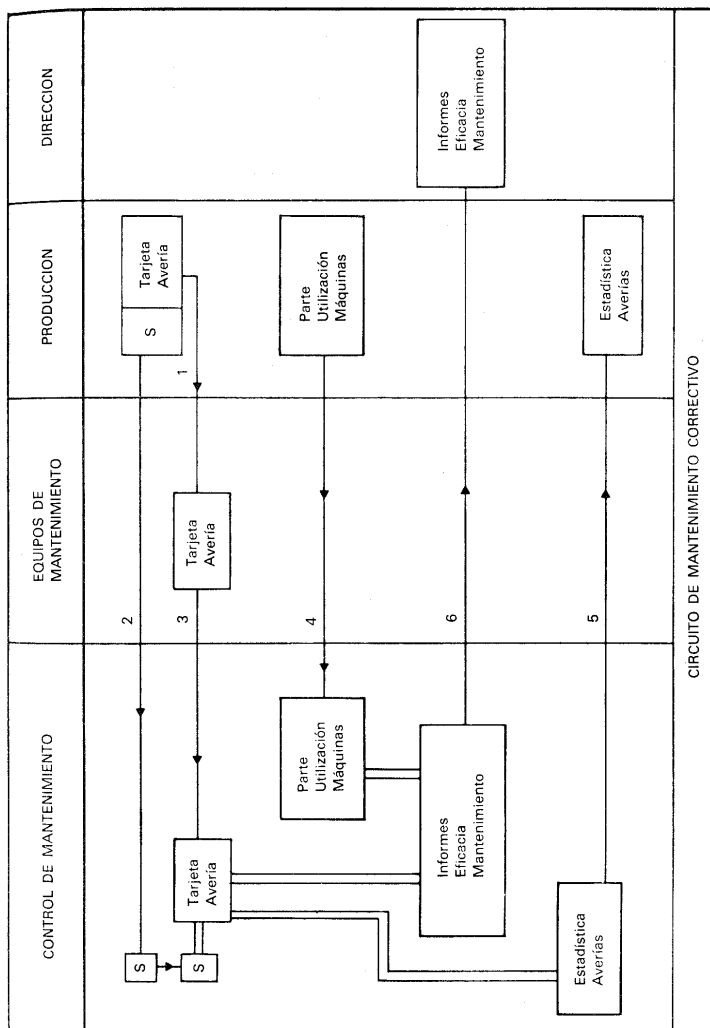
$$\frac{\text{Numero total de averías}}{\text{Horas totales de funcionamiento}} \quad \text{o bien} \quad \frac{\text{Numeo total de horas de paro por avería}}{\text{Horas totales de funcionamiento}}$$

5.3.2. Circuitos de mantenimiento.

Entre todos estos componentes del sistema de organización del mantenimiento se establece un flujo de información o interrelación, al cual denominamos circuito del mantenimiento, diferenciándose entre el correspondiente al mantenimiento correctivo y al preventivo.

5.3.2.1. Circuito de mantenimiento correctivo.

En la siguiente figura se muestra el flujo de relaciones existente en este tipo de mantenimiento, explicándose a continuación el desarrollo del mismo.



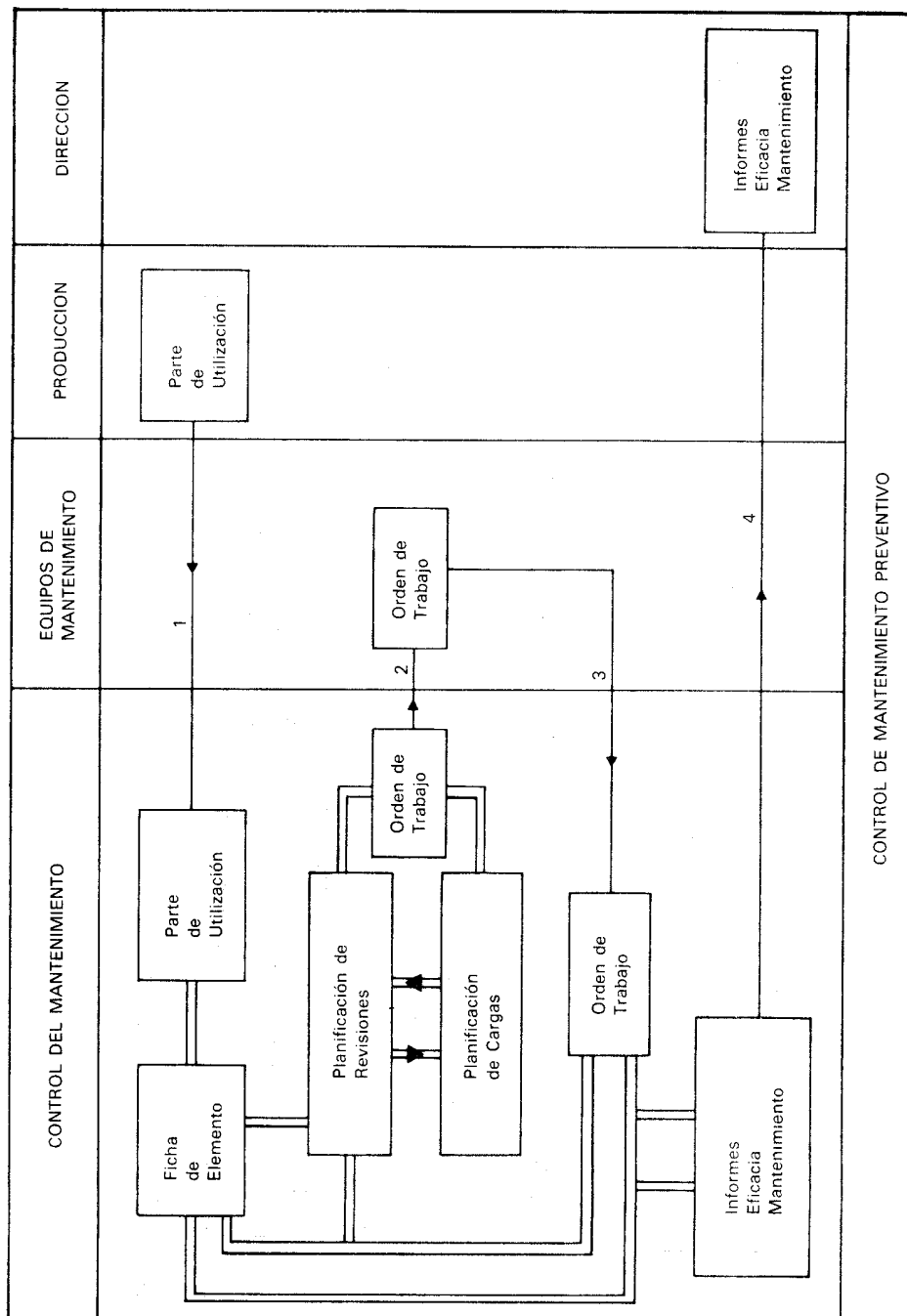
- La tarjeta de avería, originada en las secciones de producción, pasa a los equipos de mantenimiento para la reparación de la misma.
- Al mismo tiempo, una solapa de esta tarjeta pasa a la oficina de control de mantenimiento.
- Una vez reparada la avería y cumplimentada la tarjeta se envía a la oficina de control, donde se contrasta con las solapas anteriormente recibidas.
- Los partes de utilización de maquinaria son enviados a la oficina de control.
- A partir de las tarjetas de averías, se confeccionan periódicamente las estadísticas de averías que son enviadas a producción.
- Los informes sobre eficacia de mantenimiento se establecen periódicamente a

partir de los siguientes datos, siendo posteriormente enviados a la dirección:

1. Averías y horas de paro por averías.
2. Horas de funcionamiento de las máquinas.
3. Planificación y cumplimentación de revisiones.

5.3.2.2. Circuito de mantenimiento preventivo.

En la siguiente figura se muestra el flujo de relaciones existente en este tipo de mantenimiento, explicándose a continuación el desarrollo del mismo.



- Los **partes de utilización de las máquinas** han de ser enviados desde producción a la oficina de control de mantenimiento para la obtención de los datos básicos de la planificación de las revisiones.
- Con la programación resultante de la planificación de revisiones y cargas de trabajo de las distintas secciones se efectúa el **lanzamiento** de las correspondientes **órdenes de trabajo** para que los equipos de mantenimiento efectúen las revisiones previstas.

- Una vez cumplimentada la orden de trabajo por los equipos de mantenimiento pasa a la oficina de control, donde se constata lo **previsto** y lo **planificado** en:
 - a) Las fichas de elemento, para obtener permanentemente el registro histórico de las revisiones efectuadas.
 - b) El planning de revisiones, con objeto de controlar las revisiones efectuadas y, en su caso, efectuar los reajustes necesarios en la planificación.
 - c) Los informes de eficacia del mantenimiento, en donde deben figurar las desviaciones entre la planificación de revisiones programadas y realmente efectuadas.
- Los **informes de eficacia del mantenimiento**, obtenidos a partir de estos datos, así como de las averías y horas de utilización de las máquinas, elementos e instalaciones, serán enviados en forma periódica y sistemática a la dirección.

5.3.3. La informática en el mantenimiento.

Como toda gestión de un sistema complejo, como lo es el mantenimiento, su informatización nos proporcionará una herramienta de ayuda a la toma de decisiones, de manera que éstas se fundamenten en datos cuantificables, dejando el menor margen posible a la ponderación intuitiva.

Un sistema informático de gestión de mantenimiento es un software dispuesto alrededor de una base de datos, que permite programar y seguir, técnica, económica y organizativamente, tanto las actividades del servicio de mantenimiento como los dispositivos y equipos que son objeto del mismo (máquinas, instalaciones, repuestos, etc.) a partir de terminales repartidos por la planta ó centro a mantener (oficina técnica, talleres, almacenes, compras).

La utilización de este tipo de herramienta informática, con su aporte de datos y conclusiones sobre anomalías, averías y fallos producidos en una instalación, ha sido el factor desencadenante de los nuevos conceptos organizativos en torno a la función de mantenimiento.

Las nuevas filosofías TPM (Total Productive Maintenance), iniciadas en Japón, consisten en descargar al servicio de mantenimiento de aquellas tareas elementales correspondientes a un entretenimiento básico, enriqueciendo así las correspondientes de producción, al añadirle las tareas de un primer nivel de mantenimiento (lubricación, limpieza, prediagnósticos, cambios sencillos de elementos, etc.). Estas políticas han permitido activar procesos de mejora continua en lo que a fiabilidad y capacidad de mantenimiento se refiere.

5.4. Los costes del mantenimiento.

La función de mantenimiento genera unos gastos e inversiones y produce economías, por lo tanto será necesario rentabilizar esta función conociendo sus costes y sus economías para decidir el nivel de desarrollo que se le pretende dar (el mantenimiento requiere personal, equipo, espacio, materiales, etc., en una dimensión que habrá que precisar).

Si nos basamos en un **mantenimiento correctivo**, reparando las averías en el momento de producirse, el coste total del mismo será la suma de dos componentes:

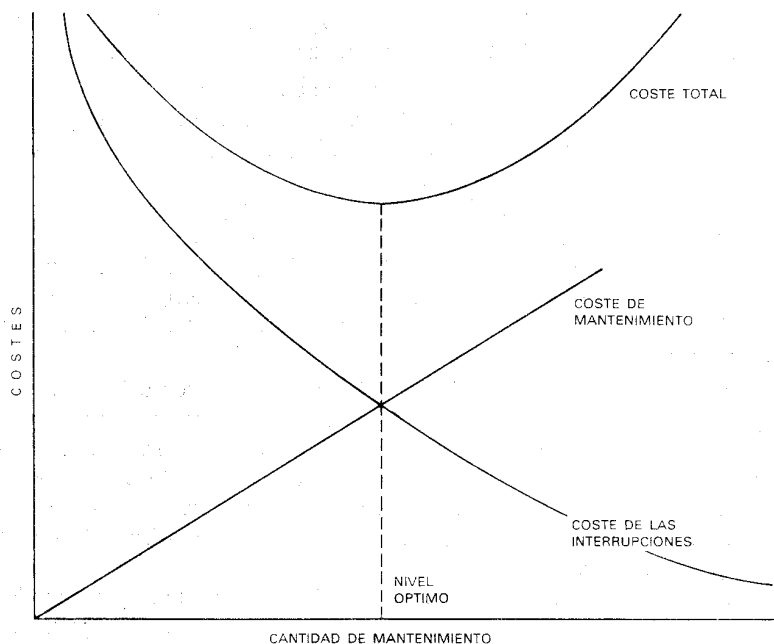
- **Coste de las pérdidas de beneficios** debido a las interrupciones o a la defectuosa calidad de la producción obtenida.
- **Coste propio de las operaciones de mantenimiento**, horas de trabajo, materiales, etc.

Dicho coste, en la mayoría de los casos, se puede reducir mediante el establecimiento de un sistema de **mantenimiento preventivo**, que evite en una buena parte el origen de las averías, disminuyendo el número de éstas.

La implantación progresiva de este sistema de mantenimiento hace que la segunda componente del coste anteriormente vista aumente, disminuyendo el coste total, ya que se produce una reducción mayor del coste de la pérdida de beneficios por interrupciones.

A partir de un determinado momento de desarrollo del mantenimiento preventivo, un esfuerzo mayor en el mismo no reducirá los costes de interrupción proporcionalmente mayor al coste de operaciones, con lo cual el coste total aumentará. De esta manera el nivel óptimo de mantenimiento se produce en el punto en el que el coste total sea mínimo.

En la siguiente figura se muestra la relación existente entre el coste de mantenimiento propiamente dicho y el coste de las interrupciones, así como el punto de nivel óptimo del coste total, suma de ambos.



Será por lo tanto necesario llevar el coste de mantenimiento al nivel más bajo, empleando una política adecuada de mantenimiento preventivo, así como minimizar averías y reparaciones, dotando a la función de mantenimiento de los medios necesarios para alcanzar este objetivo.

6. Ejemplo: El caso de la pequeña y mediana empresa.

- 6.1. La gestión de la producción en la PYME.
- 6.2. Preparación del trabajo.
- 6.3. Planificación, programación y control.
- 6.4. Control de existencias.
- 6.5. Los medios de organización de la PYME.

6.1. La gestión de la producción en la PYME.

En una gran parte de las pequeñas y medianas empresas, al empresario le preocupan fundamentalmente los problemas financieros y comerciales, el mercado, la competencia, la política de créditos, etc. El tiempo del empresario está dedicado principalmente a estos aspectos: los clientes, representantes, directores de bancos, etc.

Si bien es cierto que sin un mercado y una financiación no tiene objeto la producción, y que las ventas preceden cronológicamente a la producción, también es cierto que **si la producción funciona bien, simplifica en gran medida el resto de los problemas**, por lo tanto será necesario prestar una atención especial a la misma. Cuando los costes de producción son normales o bajos, los márgenes de beneficio son mayores, facilitando las ventas y reduciendo las necesidades financieras. Los pedidos servidos en plazo y con la calidad adecuada mejoran y facilitan la imagen comercial.

Organizar la producción significa economía, calidad y plazo, por lo que la pequeña y mediana empresa debe atender a este problema tanto más que la gran empresa, ya que, en realidad, los problemas existentes son los mismos, debiéndose afrontar estos problemas con los mismos medios, adaptados, en cada caso, a la naturaleza, características y dimensión de la empresa.

El empresario medio y pequeño, en general, considera que todos los sistemas y técnicas de organización, planificación, estadística, etc., pueden ser buenos, que muchas grandes empresas los aplican con buenos resultados, pero en estas empresas hay ingenieros, técnicos, especialistas, con dedicación a estos trabajos, mientras que la pequeña empresa no puede disponer de estos medios. En muchas empresas pequeñas el empresario es un hombre solo, que no puede dominar todas las técnicas ni hacer todas las cosas.

Otras veces se piensa que en una empresa pequeña la producción puede organizarse de forma intuitiva y en base únicamente a la experiencia anterior, y la programación y control pueden realizarse prácticamente de memoria y mediante instrucciones verbales, por lo que los sistemas de organización de la producción son superfluos. Este criterio es totalmente erróneo, y si actuando de esta manera se ha alcanzado cierto éxito inicial, a partir de un determinado nivel en su desarrollo, los problemas serán cada vez mayores, hasta llegar a la imposibilidad de su continuidad.

Otro caso es que los sistemas a aplicar han de ser mucho más sencillos que en las grandes empresas. Debido a la mayor simplicidad de los sistemas a implantar en la pequeña y mediana empresa, y a la mayor elasticidad que éstos presentan para cambiar y modificar, **existen más posibilidades de conseguir la implantación de los sistemas más idóneos**, ya que en estas empresas las respuestas a las acciones emprendidas se producen antes y de forma más evidente, por lo que si la implantación de un sistema resulta ineficaz, excesiva o precaria, se puede fácilmente rectificar, y así sucesivamente hasta lograr el más adecuado.

El empresario de una pequeña o mediana empresa no tiene por qué saber de todas las técnicas ni tiene que hacer todas las cosas, pero sí tiene la necesidad, y es suficiente, de saber qué cosas hay que hacer en la empresa.

6.2. Preparación del trabajo.

Esta función existe siempre, aunque sea inconscientemente, ya que si no el trabajo no se realiza. Si no se realiza en forma sistematizada por un técnico en la materia, la realizará el jefe de fabricación, el encargado o, en muchos casos, el mismo operario, que en el momento de iniciar un trabajo lo realiza según su experiencia, más o menos conscientemente, de otros trabajos anteriores análogos.

La mayor parte de los trabajos se pueden hacer por distintos métodos; uno de ellos es el mejor y más económico según los medios de que se dispone.

Es muy difícil, por lo tanto, que los encargados y operarios que improvisan el método en el momento de realizar el trabajo, por muy especialistas que sean en sus correspondientes profesiones, si no disponen de unos conocimientos mínimos de «métodos», acierten con el procedimiento mejor y más económico.

Será necesario que los **mandos intermedios** adquieran la preparación suficiente en **métodos y tiempos** con el fin de que apliquen estas técnicas en la forma más racional y sencilla que el caso requiera, pero sobre todo que adquieran conciencia de su importancia y de su economía en tiempos y costes.

6.3. Planificación, programación y control.

Cuando esta función no se realiza en forma metódica, los costes y plazos de fabricación aumentan en forma muy importante, aunque en apariencia no se note, y, menos aún, se cifren.

La forma característica de realizar esta función en numerosas empresas pequeñas es a través de los **mandos intermedios**. El encargado al recibir el pedido estima la duración del trabajo y determina la fecha aproximada en que deberá comenzarse, con el fin de cumplir el plazo de entrega.

Mientras tanto, pedidos muy urgentes, o por presiones de la dirección, del comercial o de los clientes, determinados pedidos pasan a fabricación inmediata.

Cuando llega el momento de iniciar la fabricación del pedido programado pueden encontrarse con que no hay máquina u operarios disponibles, o no están dispuestos los materiales o útiles. Es necesario improvisar las soluciones, si es urgente, retirar otros trabajos que quedan retrasados, hacer horas extraordinarias, etc.

Por lo tanto, es imprescindible, sea cual fuere el tamaño de la empresa, una **planificación general**, cuya complejidad o sencillez dependerá del tamaño de la misma, **indicando con la suficiente aproximación el nivel de ocupación de cada una de las secciones, así como el orden de prioridad de las órdenes de trabajo y las cargas que representan estas órdenes para cada sección, para conocer la acumulación de cargas y los tiempos previstos por los distintos pedidos.**

Del ajuste entre capacidades disponibles en cada sección y las cargas de trabajo acumulado previsto se deducirán los **plazos de entrega**, para conocer en todo momento las posibilidades de cumplimentación de los plazos.

Los encargados o mandos intermedios vigilarán el cumplimiento de la programación, comprobando la marcha de los trabajos, corrigiendo las desviaciones para reajustar la programación y consultando con sus superiores las medidas a adoptar cuando ésta no pueda cumplirse.

6.4. Control de existencias.

Una adecuada gestión de existencias de materiales es de la mayor importancia para evitar demoras, tiempos improductivos y mayores costes, al no estar dispuestos los materiales en el momento de iniciar el trabajo, lo que trae como consecuencia máquinas y operarios parados, compras urgentes, etc.

Por otra parte, los stocks excesivos representan un inmovilizado de fondos, particularmente grave para las empresas pequeñas y medianas.

La función de aprovisionamiento (en su amplio sentido, es decir, el anteriormente indicado que englobaba las compras en sus distintas fases, elección del proveedor, gestión y conclusión del contrato, recepción de los pedidos, etc., con las funciones de gestión de stocks y almacenamiento), debe realizarse en la pequeña y mediana empresa siguiendo los mismos principios, técnicas y operativa de funcionamiento que en la gran empresa, siendo absolutamente necesario establecer, de la forma más racional y sencilla:

- El circuito de la gestión de compras.
- Índices de rotación de existencias.
- Determinación de mínimos de reposición y puntos de pedido.
- Valoración de las existencias.
- Clasificación de las existencias.
- Control de stocks.
- Documentación necesaria: fichas de existencias, albaranes, entradas y salidas, etc.

Existen numerosas técnicas matemáticas para la determinación de los puntos de decisión en la gestión de stocks y compras: el lote económico de compra, el lote económico de fabricación, stock de alarma, mínimo, etc., existiendo en los últimos años una extensa literatura sobre estos temas.

Para la pequeña y mediana empresa resulta difícil adoptar estos conceptos en sistemas de trabajo que puedan ponerse en práctica, por requerir personal especializado en el tratamiento de estas materias. En estos casos la intuición y la experiencia pueden sustituir a la rigurosidad técnica y matemática.

Será necesario establecer los sistemas, documentos y controles mínimos necesarios, aun cuando los parámetros no estén establecidos en forma estadística y matemática. Siempre será mejor tener un stock mínimo y máximo aproximados que no tener ninguno.

6.5. Los medios de organización de la PYME.

Entendemos que en ningún caso puede decirse que una empresa, cualquiera que sea su tamaño, no dispone de medios para organizar y racionalizar su producción, ya que **no siempre es necesario disponer de especialistas altamente cualificados y de la implantación de sistemas complejos.**

La organización de la empresa debe evolucionar paralelamente al desarrollo de la misma. En numerosos casos el proceso de evolución de las pequeñas y medianas empresas consiste en el paso de una empresa de un nivel que pudiera denominarse artesanal, a un nivel de empresa industrial. Esta evolución trae como consecuencia un esfuerzo de adaptación de todas las funciones, así como de la estructura de la empresa, a un desarrollo armónico con su volumen en cada una de sus fases de su crecimiento.

La **función de organización** de la producción debe desarrollarse siempre por una unidad, de la dimensión adecuada en cada caso, que se incrementará en tamaño y complejidad de los sistemas aplicados, en forma coherente al incremento del volumen y complejidad de la función de producción.

Esta función **puede realizarse incluso por una sola persona**, ya sea un técnico o un operario cualificado al que se le proporcionará la formación necesaria en sistemas de organización, mediante la asistencia a cursos adecuados, pudiéndose ocupar de las funciones referentes a:

- Métodos de trabajo.
- Programación y control.
- Vigilancia de stocks.
- Documentos de control de costes.
- Normas de mantenimiento preventivo.
- Normas sencillas de control de calidad.

Al mismo tiempo remitirá **informes periódicos sobre la situación de los trabajos, relevando al director** (en muchas empresas pequeñas y medias, el propietario) **de intervenir en los acontecimientos del proceso productivo, haciéndolo** solamente en los casos en que las decisiones a tomar excedan de las competencias de los subordinados.

El desarrollo de la empresa, el volumen y complejidad de la producción, la probada eficacia de estas funciones, harán necesario el incremento armónico de estas actividades con la ayuda de los medios necesarios para efectuar:

- Planificaciones y programaciones.
- Determinación de cargas necesarias.
- Previsiones de medios y de costes.
- Costes standard y costes reales.
- Control de rendimientos y programas, etc.

El coste de los medios para realizar estas funciones de organización y de control, si el sistema está establecido racionalmente y con la dimensión y proporción adecuadas, siempre será inferior a los gastos originados por una insuficiente organización del proceso productivo.

En la pequeña y mediana empresa no se podrán utilizar sistemas y métodos altamente elaborados y complejos, como pudieran estarlo en las empresas grandes; pero los sistemas están basados en los mismos principios, y siempre será preferible la aplicación de los principios fundamentales de organización de la producción, aunque sea de forma simplificada, que la ausencia de aplicación de estos principios.