

# **DIRECCIÓN Y ADMINISTRACIÓN DE APROVISIONAMIENTOS Y LOGÍSTICA DE ALMACENES**

Por:

LUIS ARENCIBIA SÁNCHEZ

## **Índice.**

1. Introducción.
2. Introducción a la Producción.
3. Planificación, programación y control.
4. Diseño de la Producción
5. La gestión de los materiales en la producción.
6. Preparación y lanzamiento del trabajo.
7. Productividad y Recursos Humanos.
8. Costes de aprovisionamiento.
9. El proyecto del almacén.
10. La gestión del almacén.
11. La mejora del almacén existente.
12. La subcontratación del almacén.
13. Control de Caja y Diferencias de Inventario
14. Control de Inventarios y Gestión de Stocks en Comercios
15. Producción y mantenimiento de equipos e instalaciones.
16. Calidad.
17. Ejemplo: El caso de la pequeña y mediana empresa.

## 1. Introducción

---

- 1.1. Conceptos básicos
- 1.2. Tipos de producción
- 1.3. Áreas productivas
- 1.4. Productividad
- 1.5. Estructura productiva y tecnología
  - 1.5.1. Tecnología
  - 1.5.2. Proceso
  - 1.5.3. Localización y planificación de las instalaciones
  - 1.5.4. Capacidad productiva
- 1.6. Localización geográfica
- 1.7. Distribución en planta
- 1.8. Planificación de la Producción
- 1.9. Gestión de materiales
- 1.10. Mantenimiento
- 1.11. Índices de Control
- 1.12. Calidad

### 1.1. Conceptos básicos

- **Producción:** una de las funciones básicas de la empresa, es el conjunto de actividades que tienen como objetivo establecer y desarrollar los métodos y planes necesarios para obtener un producto ó proporcionar un servicio, de la manera más económica, de acuerdo con un nivel de calidad establecido; coordinar la contribución de los recursos humanos y materiales; fabricar el producto ó prestar el servicio en los plazos y volúmenes fijados, entregándolo al área comercial ó directamente al propio cliente.
- **Producto:** bien ó servicio, es la suma de características, físicas ó no físicas, que intervienen en lograr la satisfacción del cliente final.
- **Capacidad productiva:** se define como el número máximo de unidades de salida que son fabricadas ó proporcionadas por unidad de tiempo. No es un valor absoluto y hay que definirla para un grado determinado de utilización de las instalaciones y considerando la existencia de un porcentaje de tiempo de parada (mantenimiento, imprevistas).
- **Tasa de producción:** es el número de unidades de salida por unidad de tiempo que la empresa pretende fabricar ó proporcionar al mercado para atender a la demanda que tiene que estima va a tener.
- **Tecnología:** es la aplicación racional de unos conocimientos técnicos en la resolución de problemas humanos, y en términos concretos, el conjunto de equipos, procesos, métodos y procedimientos usados para la producción de un bien ó servicio.
- **Proceso de producción:** es la actividad que se lleva a cabo en una serie de etapas para producir un resultado específico ó un grupo coherente de resultados específicos; en nuestro caso, bienes ó servicios.
- **Logística:** es el conjunto de actividades que se ocupan del flujo total de materiales que comienza con el aprovisionamiento de materias primas y finaliza con la entrega de los

productos terminados a los clientes. Estas actividades se caracterizan por estar fuertemente interrelacionadas.

## **1.2. Tipos de producción**

- En función de los atributos del producto
- En función de los atributos del proceso
- En función de la unidad de medida

### **En función de los atributos del producto**

De una forma general se pueden dividir en dos grandes categorías, atendiendo a la tangibilidad del producto.

- **Producción de bienes tangibles**, cuya característica principal es la creación física de bienes(fabricación), mediante:

Cambio de la naturaleza estructural ó química.  
Cambio de la forma física,

- **Producción de servicios**, cuyo producto es un resultado de naturaleza intangible, y cuyas características pueden ser:

Cambio de ubicación de personas ó cosas  
Cambio de propiedad por transacción comercial  
Cambio de estado mediante algún tratamiento

### **En función de los atributos del proceso**

- **Producción continua**, cuyo proceso, por razones tecnológicas, debe mantenerse en funcionamiento durante periodos ó ciclos amplios, no pudiéndose parar de modo brusco, no previsto, sin riesgo de avería grave. Es imprescindible establecer tres turnos de trabajo.
- **Producción discreta**, cuyo proceso puede interrumpirse en cualquier momento, sin que la instalación ó el producto queden afectados por la parada. Técnicamente no es necesario establecer turnos de trabajo.

En este caso se pueden dar las variantes de:

Producción no repetitiva  
Producción repetitiva  
Producción por proyecto

### **En función de la unidad de medida**

- **Producción por unidades**: lo importante es cada objeto en si mismo, con independencia de su peso ó volumen.
- **Por lotes**: conjunto de productos individual izados durante el proceso, pertenecientes a una agrupación superior, llamada lote, que define las características comunes a todos ellos.

- **Producción masiva:** el producto no es, definible individualmente, sino en forma de peso ó volumen.

## Procesos productivos

Los procesos se pueden clasificar según las características siguientes:

- Según el tipo de pedido
- Según el tipo de flujo de materiales

### Según el tipo de pedido

- **Sistema push:** el proceso se inicia con una orden de compra que viene del cliente y se traduce en una orden de fabricación que es lanzada al taller, donde se indica todo lo necesario para cumplimentar el pedido del cliente. Se empuja la fabricación.

En este caso, es normal que el cliente haya definido las características del producto, siendo el coste de producción y el plazo de entrega los factores de, gestión más importantes a tener en cuenta.

- **Sistema pull:** el proceso se inicia con una orden de fabricación interna, consecuencia de un plan de producción basado en el análisis del mercado..cada centro decidirá cómo, cuándo y quién, en función de lo que le demanden los centros que le siguen en el proceso. Se tira de la fabricación.

En este otro caso, es primordial una buena previsión de la demanda, lotificación y gestión de stoks.

La gestión de la producción, en cualquiera de los dos sistemas, si bien con distinto grado de dificultad, trata de maximizar la relación entre el tiempo de operación y el tiempo de proceso, incluyendo tiempo de preparaciones de máquinas y operación, a fin de evitar:

- Alto plazo de entrega
- Alto nivel de producto en curso
- Baja productividad de recursos, físicos y humanos
- Poca flexibilidad en la respuesta al mercado

### Según el tipo de flujo de materiales

Hay tres tipos genéricos de flujo en todo proceso de producción. En el primero, tipo en línea, la secuencia de operaciones se repite para cada uno de los productos, que, lógicamente, son similares entre si. El proceso de trabajo suele estar muy automatizado, y el producto pasa de uno a otro de una forma interrumpida.

En el segundo tipo, intermitente, los productos son diversos en forma, tamaño y material y la maquinaria se agrupa por tipo similar de tareas, es decir, por familias de máquinas en centros de trabajo. La secuencia de operaciones del proceso para cada tipo de pieza es distinto.

En el tercer tipo, fijo, no existe flujo propiamente dicho y toda la fabricación se realiza en una zona determinada, a la cual se llevan los medios de producción. Es el caso típico de producción por proyecto.

### **1.3. Áreas productivas**

- Ingeniería de producción
- Planificación y control de la producción
- Fabricación
- Mantenimiento
- Control de calidad

#### **Ingeniería de producción**

Que es la responsable del producto ó servicio, cualitativa y/ morfológicamente. Para ello debe establecer planos y/o especificaciones, que en unas ocasiones son realizados por el fabricante (según catálogo y gustos del cliente) y en otras son hechas por el cliente (bajo pedido).

Determina la forma en que debe realizarse la fabricación del bien ó prestación del servicio (proceso).

Determina los costes previsibles, que se pueden conocer de antemano si el producto ó servicio es repetitivo ó de catálogo, ó, en caso contrario, hay que fijarlos con la rapidez exigida por el cliente.

#### **Planificación y control de la producción**

Cuyo objetivo es la previsión y coordinación de los medios y de los trabajos a realizar, de forma que se puedan definir los plazos de entrega de los productos así como su fabricación al menor coste posible.

Las actividades de este área conducen a establecer cómo y cuándo se va a realizar la fabricación de unos productos definidos previamente, concretándose en un plan de producción.

Mediante las actividades de programación, el plan de producción se ajusta con detalle, señalando el momento en que debe realizarse cada operación y en qué puesto de trabajo..

Por último, el control vigila el exacto cumplimiento de los programas establecidos, informando de las desviaciones que se produzcan para establecer las correcciones pertinentes.

#### **Fabricación**

Que es la responsable del proceso de elaboración, propiamente dicho, del producto. Se puede definir, de una forma general, como la aplicación racional de diversas tecnologías para llevar a cabo la elaboración de un producto, , con un nivel de calidad preestablecido y de la manera más económica, compatible con los medios disponibles.

La actividad de fabricación lleva consigo un cambio de la estructura, física y química, en el producto, ó un cambio de la conformación de los materiales hasta conseguir una forma geométrica y dimensional determinada, bien sin arranque de material (forja, fundición), ó bien con arranque de material(mecanización).

#### **Mantenimiento**

Cuya misión es mantener operativos y disponibles la maquinaria y medios de producción, es decir, que la probabilidad de producirse una avería en alguno de ellos sea siempre inferior a un valor previamente determinado. El servicio de mantenimiento debe actuar con carácter

anticipativo y preventivo, evitando tiempos de parada no previstos, que alteran el desarrollo normal del ciclo productivo, con el consiguiente incremento del coste añadido. La automatización de los procesos productivos incrementa la importancia del mantenimiento de los equipos e instalaciones.

## **Control de calidad**

Responsable de prevenir, detectar, analizar y corregir las desviaciones que se produzcan en los planes de calidad de la producción. Estas actividades están agrupadas normalmente en tres unidades: ingeniería de la calidad, que planifica y administra el sistema de calidad, define los métodos de control, estudia los costos de calidad y evalúa los proveedores; inspección de calidad, que detecta los fallos de calidad, identifica las causas y establece las medidas preventivas y correctivas; por último, auditoría de calidad, que examina y evalúa las normas y procedimientos que afectan a la calidad, establece programas de mejora controlando su ejecución y eficacia.

En este línea, la calidad de un producto se define como el grado en que contiene los requerimientos del consumidor, y, por tanto, su medida viene dada por el grado de satisfacción que produce al usuario. El nivel de calidad de un producto se fija en las especificaciones que lo definen, y está influenciada por todas las actividades que se realizan a lo largo del proceso productivo, desde el marketing hasta el servicio posventa, pasando evidentemente por el diseño y la fabricación.

## **1.4. Productividad**

La producción de la empresa debe relacionarse con los recursos utilizados para conseguirla, con objeto de tener una medida m rendimiento conseguido con la aplicación de dichos recursos.

Se define productividad, de una forma general, a la relación entre la producción obtenida por un sistema de producción de bienes ó servicios y los recursos utilizados para obtenerla. Así pues, refleja el uso eficiente de recursos(trabajo, capital, tierra, materiales, energía, información)en la producción de bienes y servicios.

También se puede definir como la relación entre los resultados y el tiempo que lleva conseguirlos. Cuanto menor es el tiempo en lograr el resultado deseado, más productivo es el sistema.

La productividad no es solamente la eficiencia del trabajo, como erróneamente, a veces, se cree actualmente se avanza en la idea de productividad como la utilización eficaz y eficiente de todos los recursos, además del trabajo. Realmente, en industrias donde la tecnología está sustituyendo a la mano de obra, la productividad del capital ó de otros recursos caros y escasos, como la energía y materias primas, tiene mayor interés que la productividad del trabajo. Igualmente el concepto de productividad está cada vez más vinculado con la calidad m producto, de los insumos y del propio proceso.

Por último, desde un punto de vista social, se entiende la productividad como la eficacia y rendimiento generales de las organizaciones individuales. Esto requiere utilizar indicadores menos tangibles, como índices de volumen de ventas, absentismo, satisfacción de los clientes, etc. Este aspecto social de la productividad la vincula a la satisfacción tanto de los trabajadores como de los clientes.

En cualquier caso, el principal indicador del mejoramiento de la productividad es una relación decreciente del insumo al producto, a calidad constante ó mejorada, y podría considerarse como la medida en que las organizaciones satisfacen los siguientes **criterios**:

- Eficiencia en la utilización de los recursos.
- Eficacia, comparando el resultado logrado con el posible.

Debiéndose establecer alguna forma de registro de su evolución a lo largo del tiempo para conseguir su comparabilidad.

La productividad determina en gran medida la competitividad de la empresa, desde un punto de vista de producción los **factores** que contribuyen a mejorar la productividad son los siguientes:

- **Diseño del producto**, que mejore el valor de uso", es decir, el valor que el cliente está dispuesto a pagar por él.
- **Diseño del proceso**, junto con los métodos de trabajo, a fin de mejorar la forma en que se realiza, los instrumentos utilizados, la disposición del lugar de trabajo, máquinas empleadas, etc.
- **Tecnología**, mediante una mayor automatización y tecnología de la información, logrando un mayor volumen de producción de bienes y servicios, una mejora de la calidad, manipulación de materiales, almacenamientos, etc.
- **Planta y equipos**, a través de un buen mantenimiento, reducción de paradas y uso eficaz de máquinas y capacidades mediante la planificación y control de la producción.
- **Comportamiento humano**, motivando a las personas por medio de una mayor participación, formación y reconocimiento, que potencie la actitud de las personas hacia la mejora de la productividad.

## **1.5. Estructura productiva y tecnología**

### 1.5.1. Tecnología

### 1.5.2. Proceso

### 1.5.3. Localización y planificación de las instalaciones

### 1.5.4. Capacidad productiva

#### **1.5.1. Tecnología**

##### **Tipos de tecnología**

La clasificación habitual de las tecnologías hace referencia al grado de intervención humana en el proceso productivo y a su capacidad de control.

- **Tecnología manual**, en la que el trabajo y el control lo realiza el hombre.
- **Tecnología semiautomática**, en la que el trabajo lo realiza la máquina y el control el hombre.
- **Tecnología automática**, en la que tanto el trabajo como el control lo realiza la



máquina.

### Selección de tecnología

La elección de tecnología es una decisión, a veces, difícil, y de largo plazo, debiéndose considerar como estratégica dentro de la empresa.

Los aspectos más importantes a tener en cuenta son los siguientes:

- **Criterios económicos**, ya que constituye una inversión.
- **Economía de experiencia**, difícil de evaluar antes de conocer el funcionamiento concreto.
- **Aspectos estratégicos**, ya que las razones de mercado pueden imponerse a la rentabilidad de la inversión.
- **Necesidad de innovar**, ya que la no adopción de la tecnología adecuada puede suponer desventajas competitivas al no estar al día.
- **Aspectos técnicos**, especialmente la calidad.
- **Compatibilidad con los equipos y medios existentes**, sobre todo, humanos (formación en mantenimiento de equipos, etc).
- **Compatibilidad medioambiental**.

#### 1.5.2. Proceso

Según las características del flujo de materiales se pueden considerar los siguientes:

- **Flujo en línea**, orientado al producto cual recorre de forma ininterrumpida los puestos de trabajo sin que haya esperas entre ellos. Este tipo de flujo es adecuado para empresas que fabrican un solo producto, aunque en la práctica se utiliza con productos diferenciados. Normalmente requiere maquinaria específica para el producto que se fabrica, y la calidad del producto obtenida es estable.

En este tipo de flujo, los sistemas de control a establecer, tanto de producción, como calidad ó stocks, no ofrecen dificultad.

- **Flujo intermitente ó proceso funcional**, en el que los puestos de trabajo (maquinaria) se agrupan funcionalmente por "familias", y el producto, de acuerdo con su proceso específico, recorre de forma intermitente los puestos de trabajosa que al llegar a uno de ellos para ser procesado puede ocurrir que esté ocupado y tenga que hacer cola. La maquinaria utilizada es universal, tornos, fresadoras, etc, que pueden adquirirse en el mercado.

Este tipo de flujo propicia instalaciones más flexibles, ya que los productos fabricados pueden ser muy diferentes en tamaño, peso, características, etc. La calidad es variable.

- **Posición fija**, por proyecto, referido, normalmente, a un producto singular de gran tamaño, fabricado en un sitio fijo al cual se traslada la maquinaria y medios de producción necesarios.

## **Elección del proceso**

El producto a fabricar no define biunivocamente el proceso a utilizar, aunque, de hecho, para cada producto existe un proceso utilizado con mayor frecuencia. Se debe considerar, por tanto, qué proceso es utilizado en el mercado por la competencia. Otro factor a considerar es la estrategia a seguir por la empresa; un liderazgo en costes, que implica producción masiva y coste unitario reducido, deberá inclinarse por un proceso en línea; para una estrategia de especialización es más adecuado el flujo intermitente, que permite una producción más diferenciada, aunque el coste será mayor.

Desde un punto de vista económico, la elección del proceso óptimo debe realizarse mediante selección de inversiones con criterios de costes/beneficios.

Existen otros criterios, que influirán en la selección, tales como las necesidades de capital, especialización de la mano de obra, formación administrativa para una correcta gestión, tecnología utilizada, etc.

### **1.5.3. Localización y planificación de las instalaciones**

La ubicación y dimensionamiento forman parte del paquete de decisiones a largo plazo porque su realización lleva tiempo e implican de forma directa a los recursos económicos a inmovilizar.

Estas decisiones giran alrededor de tres aspectos:

- Dónde se localizan geográficamente.
- Qué capacidad productiva deben tener.
- Cómo utilizar la capacidad según la demanda.

### **1.5.4. Capacidad productiva**

Para definir el tamaño de las instalaciones, en términos de capacidad del sistema productivo, es necesario lo siguiente:

- Definir la unidad de medida.
- Demanda a largo plazo establecida como objetivo.
- Calcular la capacidad del sistema productivo.

Para medir la capacidad de un sistema productivo hay que tener en cuenta el proceso productivo. Si los productos son homogéneos, es posible definirla en términos de unidades terminadas por unidad de tiempo. En otros casos, cuando los productos finales son muy variados, pero se fabrican a partir de pocos componentes, la capacidad puede medirse en términos de unidades de input que pueden procesarse. En el sector de servicios la unidad de medida de la capacidad es más compleja de definir, dado que los tiempos de proceso dependen del cliente, que es una variable exógena. Cuando se mide se utilizan índices como el número de clientes por unidad de tiempo, aunque, como se puede suponer, la precisión que se obtenga de esta forma es variable.

## **1.6. Localización geográfica**

La elección del lugar y sitio es previa a la distribución en planta, y al diseño del edificio y su distribución interna.

En la selección del lugar intervienen una serie de variables que más adelante se enumeran. Para poder valorarlas es necesario disponer de unas ubicaciones previas y establecer su comparación. La relación de variables a considerar se pueden clasificar en:

- **Recursos humanos**, disponibilidad, cualificación, ni ve disponibilidad de viviendas y grado de sindicación.
- **Recursos materiales**, disponibilidad de materias primas y energía, y su coste. Facilidad de transporte.
- **Recursos económicos y financieros**, disponibilidad de capital, subvenciones y ayudas.
- **Servicios en general**, servicios reparaciones, etc.

En caso de una empresa de servicios, dos factores muy importantes son los siguientes:

- El tamaño del mercado próximo al servicio
- La proximidad de los clientes.

### **1.7. Distribución en planta**

Una vez determinado el proceso productivo y la tecnología adecuada, hay que establecer la ubicación de las diferentes máquinas e instalaciones en la planta de producción.

El criterio básico para fijar la distribución más adecuada se basa en la reducción de costes asociados a dicha distribución, aunque pueden existir otras razones ligadas a la seguridad (ubicación de materiales inflamables).

En cualquier instalación fabricante de bienes ó prestadora de servicios, además del criterio básico anterior, hay que hacer las siguientes **consideraciones**:

- El edificio debe tener **posibilidad de ampliación** para una previsible expansión de la empresa y mejora de las instalaciones.
- **Ambiente satisfactorio**, con condiciones ambientales adecuadas para los trabajadores y servicios de asistencia y descanso.
- **Condiciones de seguridad**, como puertas de de emergencia, equipos de protección contra incendios, etc.

Adicionalmente, en el caso **de empresa de servicios**, es necesario considerar, el trabajo, etc.

- Comodidad para los clientes durante el servicio.
- Ambiente y decoración atractivos.

Para dar respuesta a estas consideraciones y tratar de resolverlas, debemos tener en cuenta:

- Los **objetivos del negocio**, relativos a su expansión, naturaleza y número de productos, así como su peso y volumen.
- La **dimensión de la demanda**, procesos y equipos a utilizar, servicios necesarios, etc.
- Las **reglamentaciones** existentes en materia de seguridad e higiene en

## 1.8. Planificación de la Producción

### Generalidades

Cuando una empresa entra en funcionamiento, es necesario prever y coordinar los recursos necesarios para poder fabricar el bien ó prestar el servicio. Así pues, los objetivos de la planificación son los siguientes:

- **Asignar los recursos de la empresa**, necesarios para fabricar bienes y/ó prestar servicios y definidos en las estrategias empresariales, en la cuantía en que sean solicitados por la demanda.
- **Establecer los ritmos de producción**, más convenientes de acuerdo con los requerimientos de las instalaciones y los compromisos adquiridos.
- **Mantener bajo control los volúmenes y sus costes**, de acuerdo al presupuesto derivado del plan de producción.

### Planificación agregada de producción

Normalmente, la demanda que debe ser atendida no es constante en el tiempo, sino que sufre variaciones, habitualmente de tipo estacional, a la que se debe hacer frente. Para ello se deben tomar una serie de decisiones a corto plazo, y, a veces, a muy corto conforme vayan llegando los pedidos.

Así pues, dado que la demanda es incierta, la empresa debe establecer un plan de producción, mes a mes, ó con menor frecuencia, que minimice los costes.

En este tipo de decisiones los costes más importantes a tener en cuenta son:

- Costes de almacenamiento
- Costes de modificación de la tasa de producción

Los aspectos más importantes a los que atiende la planificación agregada de la producción son, en primer lugar, la posibilidad de alterar la tasa ó ritmo de producción, y, en segundo lugar, la de alterar la demanda.

Los elementos básicos del sistema de planificación agregada son los siguientes:

- Horizonte temporal, ó periodo de tiempo a través del cual se extienden las decisiones de planificación.
- Capacidad de producción, ya definida anteriormente.
- Tasa de producción, igualmente definida.
- Stock al principio y final de cada periodo.
- Otras variables, fundamentalmente los costes de almacenamiento.

### Planes genéricos

La situación más sencilla es aquella en que la demanda es conocida. Y estable en el tiempo. En este caso la gestión de la producción se llega a convertir en una serie de procedimientos estables.

La práctica demuestra que no es así, por lo que es necesario disponer de sistemas que faciliten el alisado de la demanda y la gestión de la producción, para adecuarlos a demandas cambiantes.

En función de la variable sobre la que actúen, tenemos:

- Planes que afectan a la demanda.
- Planes que afectan a la oferta.

### **Planes que afectan a la demanda**

Estabilizar la demanda significa aumentarla en las épocas en que es baja, pero intentando mantenerla en las épocas en que es alta. En este sentido, las soluciones que pueden existir para **alisar la demanda** son las siguientes:

- Fijar precios menores, incentivadores, cuando la demanda es baja.
- Aumentar las actividades de publicidad y promoción, para que se consuman los productos en las épocas de baja demanda.

Fórmulas de descuento para **anticipar compras**:

- Utilizar las instalaciones para producir bienes ó servicios con demanda contracíclica (turrón, helados, ropa, etc).
- Ampliar el uso del producto, haciéndolo útil todo el año (aparatos climatizadores para todo el año).

### **Planes que afectan a la oferta.**

Para modificar la cantidad de bienes ó servicios que la empresa suministra al mercado, en caso de variación de la demanda, existen las siguientes posibilidades.

- **Fuerza de trabajo**, contratando ó despidiendo, alterando la tasa de producción. En empresas donde el trabajo es totalmente manual, la tasa de producción es prácticamente proporcional a la mano de obra.
- **Horas extras**, existiendo una legislación específica para estos casos.
- **Inventarios**, en el caso de bienes, que actúan como reguladores del proceso de producción y que, cuando la tasa de producción es constante, aumentan en épocas de menor demanda y disminuyen en las de mayor para compensar la falta de tasa de producción.
- **Subcontratación a otras empresas.**

Hay dos **estrategias** a seguir para solucionar estos problemas:

- **Mantener una producción regular**, ajustándose a la demanda a través de los inventarios (caso de bienes)
- **Producción estacional**, variando la tasa de producción para ajustarse a la demanda.

En el caso de bienes, los stocks son más reducidos.

La solución que optimiza el coste del plan de producción suele ser una estrategia intermedia a las dos anteriores.

### **Presupuesto de producción**

El valor económico del plan de producción, a lo largo de un año, se denomina presupuesto de producción y en él están previstas las cantidades de recursos, tanto humanos como materiales, que son necesarios y, en el caso de bienes, los inventarios medios que se producirán cada mes.

Aunque existen fórmulas ó modelos de cálculo para optimizar el presupuesto, la forma más práctica y sencilla es la gráficos y tablas, normalmente utilizado cuando el producto es único ó varios muy similares.

Para ello es necesario conocer la demanda prevista por periodo, normalmente el mes, y construir la curva de demanda acumulada, es decir, el valor en cada mes será la suma de la demanda de ese mes más la demanda de los meses anteriores. A partir de estos datos representamos esta curva con valores de la demanda acumulada en el eje de ordenadas y el tiempo en el de abscisas, se pueden analizar las soluciones posibles que nos lleven a la óptima.

La **demanda promedio a lo largo del año** será:

- Demanda total
- Demanda promedio
- Días de producción

Dado que la demanda prevista presenta una variación temporal que no coincidirá con la demanda promedio, habrá que optar, como ya se dijo anteriormente, por una solución que será intermedia entre una tasa de producción regular durante todo el año, igual a la demanda promedio, ó variar la tasa de producción adecuándola, lo más posible, a las variaciones estacionales de la demanda. Cualquier solución cuesta dinero y el objetivo de la planificación de la producción es obtener el presupuesto más económico.

### **Cálculo del presupuesto**

Para facilitar el cálculo de las distintas opciones que se consideren y escoger la más económica se debe construir una tabla, como la siguiente

Mes / Demandas inicial / Producción en Horas normal / Producción en horas extraordinarias / Subcontrataciones / Stock Final / Rotura de stock.

Previamente para poder valorar el plan de producción es necesario conocer:

- Coste unitario de producción
- Coste en horas extras
- Coste de inventario
- Coste de subcontratación, si lo hubiere
- Coste de rotura de stocks
- Coste de admisión y despido de personal

Este plan nos permite conocer lo que se pretende producir de forma agregada en grandes clases de productos (familias), con un horizonte lo suficientemente amplio para poder tomar las medidas adecuadas de ajuste de los recursos críticos (adaptación de maquinaria, variaciones de plantilla, planes de subcontratación, stocks de previsión, etc.) En su más corto plazo (tres ó cuatro meses) es posible desagregarlo en el detalle (tomando periodos semanales) que nos permita especificar, para cada uno de los ítem a producir, las cantidades y las fechas en que han de ser lanzadas las órdenes de fabricación.

Este plan de detalle nos permitirá realizar la gestión de materiales y programar las operaciones de producción, con el cálculo de necesidades de materiales y componentes.

### **1.9. Gestión de materiales**

A partir del plan de detalle indicado anteriormente, se produce la llamada "explosión de necesidades", ó proceso por el que las demandas externas correspondientes a los productos finales son traducidas en órdenes concretas de fabricación y aprovisionamiento.

En principio, los diferentes. Sistemas utilizados para el cálculo de necesidades de materiales pueden considerarse pertenecientes a dos filosofías:

- **Punto de pedido ó punto de reposición y aprovisionamiento.** Es el caso más simple, en el cual los diferentes artículos ó componentes necesarios para fabricar, se controlan por separado, en cuanto a fabricación ó adquisición, en base a ciertos criterios generalmente estadísticos.
- **M.R.P.** (Material Requirements Planning) ó cálculo de las necesidades netas.

En este segundo caso, las necesidades netas de material se establecen en cada almacén intermedio, como diferencia entre las necesidades brutas de material demandadas y las existencias que en ese momento tenga dicho almacén. Esta necesidad neta se fabrica en la operación anterior (y así sucesivamente hasta generar pedidos de compra). Igualmente se establece en qué fechas esas necesidades netas de materiales deben estar disponibles. El punto de requerimiento m material (M.R.P.) se calcula en base a los lead-time (plazos de ejecución ó entrega) parciales de cada operación.

Este sistema trata de suministrar a la producción, previa planificación, el material adecuado en el instante correcto. Teóricamente no es necesario inmovilizar capital, salvo producto en curso y acabado. Este sistema entronca con otros sistemas de gestión de materiales de origen japonés, J.I.T., Que más adelante veremos.

En resumen, con el sistema M.R.P. tratamos de anticiparnos a los acontecimientos en base a un programa de fabricación que esperamos corresponda a la demanda de los clientes. En cambio, con el método del punto de pedido las bases de cálculo son las ventas reales ó el consumo.

Las necesidades de materiales se transforman en órdenes planificadas de producción, cada una de las cuales estará definida por:

- Fecha de emisión y disponibilidad prevista
- Lista de materiales
- Proceso de fabricación que debe seguir
- Plazos de ejecución de cada fase del proceso.

Estas ordenes planificadas, junto con las órdenes de fabricación en firme definen la carga provisional, que comparada con la disponible, señala si es posible ó no la realización del plan de producción, debiéndose, en su caso, hacer los ajustes necesarios.

Cuando llegue la fecha prevista, es necesario emitir estas ordenes de producción planificadas que originarán, a su vez, ordenes de aprovisionamiento y fabricación. Si las previsiones de venta realizadas han sido buenas, las anteriores órdenes de producción planificadas se irán convirtiendo en órdenes de producción destinadas a órdenes de venta, conforme se vayan recibiendo los pedidos en firme.

## **Programación**

La programación de la producción consiste en asignar las órdenes de fabricación ó las operaciones en que se descomponen a centros de trabajo (máquinas) concretos en fechas determinadas, es decir, el programa es una asignación más un calendario. La programación es la última de las fases de preparación de las actividades productivas, después de la planificación y del cálculo de las necesidades de materiales. El proceso de programación sigue los siguientes pasos:

Arranca de las **órdenes de fabricación**, cada una de ellas planificada de terminación.

- Las órdenes de fabricación se desglosan en **operaciones específicas** a las cuales se le asignan **tiempos**, es decir, se determina el periodo de comienzo y de terminación de cada una de ellas, cargándolas a centros de trabajo concretos, en función de la relación carga/capacidad que tengan. Esta relación, en sistemas productivos Intermitentes, es compleja de calcular y para evitar, posteriormente, retrasos indeseados se suele usar como valor máximo alrededor de 75, aunque se pueden utilizar valores menores si el coste de almacenamiento es alto.
- se determinan las **necesidades agregadas** (horas extras, turnos) de mano de obra, tiempo de máquina, etc. A nivel de operaciones en centros de trabajos, y se comparan con las capacidades existentes. En función de esta comparación y de criterios de prioridad que se establezcan, se toman decisiones en relación a movimientos de plantilla, horas extras, subcontrataciones, etc., Así como a cambios de asignación de órdenes modificando el centro ó el periodo de ejecución.
- Se procede a la **secuencia de lanzamiento** en cada centro de trabajo.
- Se desarrolla el **programa detallado**.

### **1.10. Mantenimiento**

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.



Las actividades de mantenimiento se pueden dividir en tres tipos:

- Mantenimiento preventivo
- Mantenimiento anticipativo ó predictivo
- Mantenimiento correctivo

### **Mantenimiento preventivo**

Que se puede definir como el conjunto de operaciones y revisiones a realizar en el sistema que se pretende mantener (equipo, máquina, edificio, etc) encaminadas a optimizar la relación costes de mantenimiento/horas de servicio.

Los trabajos correspondientes a este tipo de mantenimiento se realizan a máquina parada, de acuerdo con unos programas de trabajo, previamente definidos (gamas de mantenimiento), teniendo en cuenta la experiencia del fabricante de los equipos y en la propia experiencia de la empresa. Cada "gama" de trabajo preventivo produce unas órdenes de trabajo a realizar por el operario.

### **Mantenimiento anticipativo ó predictivo**

Que intenta predecir anticiparse a una anomalía de funcionamiento. En su esquema más sencillo incluye tareas tan elementales como ver, oír y tocar, detectando vibraciones, temperaturas anormales, ruidos fallos a simple vista, etc. En equipos de alto valor y responsabilidad la predicción se realiza a través de programas que indican lo que puede ocurrir al equipo y actuar antes de que aparezcan las averías; en estos casos se pueden utilizar técnicas de análisis de vibraciones, fotografías por infrarrojos, etc.

### **Mantenimiento correctivo**

Cuando aparece una avería, y que se puede definir como el conjunto de trabajos a efectuar para solucionar dicha avería y dejar de nuevo al equipo en condiciones operativas.

## **1.11. Índices de Control**

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

- Disponibilidad
- Horas disponibles
- Utilización técnica
- Horas totales
- Horas de producción
- Horas disponibles
- Indisponibilidad por mantenimiento
- Horas en paro por minuto

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

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.

### **1.12. Calidad**

Desde un punto de vista globalizador e integrador de todas las áreas de la empresa, se define la calidad como satisfacción de las necesidades y expectativas razonables de los clientes a un precio igual ó inferior al que ellos asignan al producto ó servicio en función M "valor" que han recibido y percibido.

A la anterior definición de la calidad, orientada hacia el cliente, se ha llegado tras una evolución, cuyo desarrollo histórico puede ayudar a comprender.

El primer paso vino impuesto por las reclamaciones de clientes que compraban productos con unas especificaciones que no cumplían. Para evitar esto, las empresas desarrollaron departamentos de inspección y posteriormente de control de calidad, para separar los productos que no se ajustaban a las especificaciones fijadas y evitar que los errores alcanzaran a los clientes. En esta etapa, en un contexto de demanda, el control era realizado independientemente del departamento de producción y la calidad del producto se identificaba como la conformidad con las especificaciones que lo definían.

A fin de minimizar los costes de control, se introducen herramientas estadísticas que, mediante muestreos, acotan los errores en valores máximos, tanto de los productos como de los procesos. Se establecen estándares de calidad, y aparecen las normas de calidad. El paradigma de la calidad sigue evolucionando hacia el aseguramiento de la calidad, es decir, se trata de poner de manifiesto la importancia de tener todos los procesos bien definidos y normalizados para asegurar al cliente que los productos cumplirán fielmente las especificaciones. Esta es la filosofía de las normas ISO 9000.

Las anteriores son normas internacionales de aceptación voluntaria para la gestión de una empresa, que proporcionan garantía de calidad a productos y servicios, articulando un sistema integral de acciones preventivas y correctoras para minimizar los problemas de calidad.

Cada empresa debe establecer una estructura operativa que vigile el funcionamiento y efectividad del sistema, siendo conveniente (necesario), dado su prestigio internacional validarlo mediante el reconocimiento de un organismo independiente autorizado (certificación).

La norma is09001 es la más completa, incluyendo control pormenorizado de la fase de diseño y el servicio postventa. La is09002 es la más común y se utiliza en la producción repetitiva de productos. La is09003 es la norma para inspección y ensayos.

Hoy día, en un contexto de oferta, el concepto de calidad deja de centrarse en el producto, para localizar la gestión desde el cliente, al cual hay que satisfacer. Este sistema de gestión pretende la competitividad por medio de la satisfacción de los clientes y evidentemente, unida a la eficiencia económica, mediante la identificación y medida de dos elementos básicos:

- **Áreas de insatisfacción de los clientes**, entendiendo como tales no sólo. Los externos (destinatarios finales del producto), sino los internos, es decir, los propios departamentos de la empresa (calidad total).
- **Asociados a la mala calidad**, que son todos aquellos de las actividades internas que no añaden "valor" al cliente.

Estos dos elementos, analizados convenientemente, nos proporcionarán una gran cantidad de oportunidades de mejora interna y externa.

Aprovechar las posibilidades que este sistema de gestión de la calidad ofrece. Requiere:

- **Compromiso real de la dirección de la empresa**, que se debe manifestar en todas las áreas de actividad, en los comportamientos, en un estilo de dirección participativo, en la información, etc. Es decir, en un cambio de cultura de la empresa.
- **Política de RR.HH.**, que motive y fomente la participación de los trabajadores en la toma de decisiones, fundamentalmente a través del trabajo en equipo, y que proporcione formación en las técnicas aplicables de mejora y entrenamiento y en las pautas de comportamiento que el enfoque de la calidad necesita.

En resumen, una buena gestión del sistema de calidad, tal como se ha descrito anteriormente, pasa por:

- **La creación de una visión global de la empresa**, que la dote de carácter ó identidad como suministrador fiable de productos ó servicios. Calidad de marca.
- **Dar servicio al cliente**, de manera que sus expectativas y deseos queden satisfechos a lo largo de todas las relaciones con él, desde la preventa hasta la postventa, pasando por la producción. Calidad de servicio al cliente.
- **Establecer políticas de precios**, que armonicen costes, características del producto ó servicio y situación de los mercados.

## **2. Introducción a la Producción.**

---

- 2.1. La función de producción – operaciones.
- 2.2. Tipos de producción.
- 2.3. La dirección del sistema de producción.

- 2.3.1. Productividad y competitividad en la dirección de producción/operaciones.
  - 2.3.2. Desarrollo de una estrategia para la dirección de producción/operaciones.

- 2.4. Objetivos de la producción.
- 2.5. Factores que influyen en la productividad.
- 2.6. Las funciones de la producción.
- 2.7. Relaciones de la función de producción.
- 2.8. Índices de productividad.
- 2.9. Medición y mejora de la productividad.

- 2.9.1. Medición.
  - 2.9.2. Mejora de la productividad.

### **2.1. La función de producción – operaciones.**

Un sistema de operaciones debe considerarse como un conjunto de recursos cuya función es la de transformar un cierto número de entradas o inputs en una cantidad de salidas u outputs deseado. El sistema de operaciones de una empresa puede abarcar tanto productos como servicios. De esta forma, el sistema está compuesto por los siguientes elementos:

- **Inputs:** son los ingredientes necesarios para que las operaciones se lleven a cabo. Pueden ser tangibles o intangibles.
- **Outputs:** resultan de la transformación de los “inputs” mediante el proceso.
- **Procesos:** los tipos de procesos que podemos encontrar en los sistemas de operaciones son cinco:
  - a) **Producción:** cuya característica principal es la creación de un producto físico. El “output” consiste, por tanto, en bienes que difieren de los “inputs” incorporados al sistema.
  - b) **Transporte:** su característica principal es el traslado de personas, cosas e información de un lugar a otro.
  - c) **Intercambio/suministro:** la característica principal es el cambio que se produce en la propiedad o posesión de los bienes y/o información.
  - d) **Almacenamiento:** cuya característica más importante es el cambio de disponibilidad de algo o alguien para ser consumido en un período posterior.
  - e) **Servicio en sentido estricto:** su característica principal es el tratamiento directo con los clientes, ya sean personas o cosas.

Esta clasificación de los procesos no es perfecta, pero nos permite complementar nuestra definición de sistemas de operaciones de la siguiente forma: Un sistema de operaciones es un conjunto de recursos combinados cuya función es la de producir, transportar, intercambiar, almacenar o servir.

## **2.2. Tipos de producción.**

El objetivo final de la organización de la producción, en su sentido más amplio, es planificar y controlar la producción. El resultado final de cualquier tipo de actividad que se desarrolle es el objetivo de la producción; en consecuencia, la organización de la producción afecta a cualquier tipo de actividad empresarial y de sistemas de producción, aun cuando las características de las distintas actividades y procesos productivos configuran, asimismo las características de los sistemas de organización de la producción correspondiente.

Una primera clasificación de las actividades empresariales puede ser:

- **Empresas productoras de bienes**, en las que quedan encuadradas las manufactureras, transformadoras, comerciales y distribuidoras.
- **Empresas productoras de servicios**, como los transportes, empresas financieras, servicios profesionales, etc.

Para adaptar los modelos de organización de la producción se pueden efectuar dos amplios tipos de clasificación:

- Producción para pedidos.
- Producción para reposición de existencias.

La clasificación que más determina las características de la organización del proceso productivo es la que se refiere a los sistemas de producción, es decir, de los procesos básicos de funcionamiento para realizar el trabajo en las diferentes actividades.

Existen varios tipos de clasificaciones básicas siguiendo distintos criterios.

### **a. En función de los atributos del producto.**

De una forma general se pueden dividir en dos grandes categorías, atendiendo a la tangibilidad del producto.

- Producción de bienes tangibles, cuya característica principal es la creación física de bienes (fabricación), mediante:
  - a) Cambio de la naturaleza estructural o química.
  - b) Cambio de la forma física.
- Producción de servicios, cuyo producto es un resultado de naturaleza intangible, y cuyas características pueden ser:
  - a) Cambio de ubicación de personas o cosas.
  - b) Cambio de propiedad por transacción comercial.
  - c) Cambio de estado mediante algún tratamiento.

### **b. En función de los atributos del proceso.**

- **Producción continua**, cuyo proceso, por razones tecnológicas, debe mantenerse en funcionamiento durante periodos 6 ciclos amplios, no pudiéndose parar de modo brusco, no previsto, sin riesgo de avería grave. Es imprescindible establecer tres turnos de trabajo.

- **Producción discreta**, cuyo proceso puede interrumpirse en cualquier momento, sin que la instalación ni el producto queden afectados por la parada. Técnicamente no es necesario establecer turnos de trabajo.

En este caso se pueden dar las variantes de:

- Producción no repetitiva.
- Producción repetitiva.
- Producción por proyecto.

### **c. En función de la unidad de medida.**

- **Producción por unidades**. Lo importante es cada objeto en sí mismo, con independencia de su peso o volumen.
- **Por lotes** (conjunto de productos individualizados durante el proceso, pertenecientes a una agrupación superior, llamada lote, que define las características comunes a todos ellos).
- **Producción masiva** (el producto no es, definible individualmente, sino en forma de peso o volumen)

De las descripciones someras dadas anteriormente, los tipos de procesos más importantes se describen a continuación.

En este aspecto se puede efectuar la clasificación en los siguientes grupos fundamentales:

- **Producción continua**, en la que las instalaciones se adaptan a los productos y los flujos del proceso siguen un itinerario en el que las operaciones se combinan con el transporte.

La organización de la producción en el caso de producción continua tiene las siguientes características:

- a) Es básica la planificación previa, al incorporarse a la línea de fabricación todas las funciones de aprovisionamiento, métodos y tiempos, control y verificaciones, cargas y capacidades, etc.
- b) El objetivo fundamental es el equilibrio de capacidades de producción en la línea de fabricación, fundamentalmente en las máquinas, ya que en la mano de obra es más fácil de obtener. Hay que cuidar muy especialmente que no existan cuellos de botella.
- c) Una vez establecida la planificación previa de producción, y puesto que las distintas fases y operaciones se suceden, no es necesaria la programación de cada uno de los trabajos.
- d) Las reestructuraciones, normas y procedimientos de trabajo se efectúan una sola vez para cada producto o proceso de fabricación.
- e) El control de producción se limita a la contabilización del producto por períodos de tiempo establecidos, efectuándose, en algunos casos, de forma automática.
- f) Las variaciones de cantidad de producto obtenido sólo pueden efectuarse a través de un aumento o disminución de las horas de funcionamiento de la línea de fabricación.
- g) Es absolutamente necesaria la disposición de los materiales y elementos necesarios en el momento de su incorporación al proceso, estando, por otra parte, perfectamente determinados los consumos en la fase de planificación previa, lo que facilita la gestión de aprovisionamientos.

h) Los costes de producción quedan determinados en la planificación previa.

- **Producción intermitente**, que se caracteriza por una gama variada de los productos terminados, efectuándose la producción por lotes de fabricación determinados.

El sistema de producción intermitente, en lo que se refiere a los problemas de organización de la producción, se distingue por las siguientes características:

- a) La programación, preparación del trabajo, seguimiento y control se han de individualizar por lotes de fabricación.
  - b) La planificación previa es más compleja que en el proceso continuo, en cuanto a coordinación de capacidades y cargas necesarias, ya que hay que coordinar los diferentes programas o pedidos que utilizan los mismos recursos.
  - c) Al ser diferentes los lotes o pedidos, no solamente en cantidad, sino también en las especificaciones, calidad y materiales, se hace necesaria una previa preparación y documentación del trabajo en cada lote, determinación de cargas y tiempos de fabricación, métodos y procesos.
  - d) Es necesaria la previsión y asignación previa a cada lote pedido de los materiales y herramientas necesarios.
  - e) El control de costes se efectuará en forma provisional para cada lote, mediante estándares de unidades de recursos necesarios y valor de los mismos, efectuándose posteriormente la recogida de datos de los costes reales invertidos, para su análisis y futuro establecimiento de estándares de previsión.
  - f) El sistema de programación y control requiere, una actividad continua de ajustes de plazos y fechas, equilibrio de cargas y capacidades, y acciones correctivas al producirse las desviaciones, teniendo, por otra parte, mayor elasticidad que en el proceso continuo para los cambios de equipos y máquinas de uno a otro lote o pedido.
  - g) Las interrupciones, paradas imprevistas, retrasos, falta de material, etc., tienen menor importancia que en el proceso continuo, por afectar generalmente a uno o varios pedidos, y no al conjunto de la producción.
- **Proceso similar** en el caso en que los productos no sean idénticos, pero suficientemente iguales para que el proceso de fabricación sea el mismo o de análoga naturaleza.

En consecuencia, en este caso, las características específicas del sistema de organización de la producción tienen diferentes analogías con las de proceso continuo, y producción intermitente, pudiendo considerarse intermedias entre éstas.

- a) Es muy importante la planificación a la que se adaptará posteriormente la planificación y programación de cada proceso.
  - b) La preparación de cada trabajo y las instrucciones para su realización son sencillas, al ser procesos iguales o análogos.
  - c) La programación y el control están individualizados para cada programa o pedido, siendo más sencillos que en el trabajo intermitente, por la similitud de procesos.
- **Proyectos especiales** o actividades que nacen a partir de una decisión y se desarrollan a través de una serie de fases hasta su conclusión definitiva.

La organización de la producción, en este caso, fundamental para alcanzar el objetivo previsto, que es el producto único final, en el plazo y con los costes e inversiones mínimos necesarios, ofrece las siguientes características:

- a) La planificación previa es imprescindible en todos y cada uno de sus aspectos, fases del trabajo, interrelación y coordinación entre las fases, recursos de materiales, mano de obra necesarios y los momentos en que empieza la aportación de cada uno, interferencias y subordinaciones entre las distintas fases del proceso.
- b) El sistema de control ha de estar especialmente adaptado a la planificación y ha de ser permanente.
- c) Los métodos, procedimientos e instrucciones para realizar el trabajo han de establecerse para cada fase y operación.
- d) Puesto que para la planificación y programación solamente se dispone de experiencias anteriores análogas, se suelen producir frecuentes desviaciones de mayor o menor importancia, por lo que la acción correctiva ha de ser inmediata.
- e) Existe, generalmente, un alto grado de elasticidad en la aplicación de recursos, lo que favorece las actuaciones correctivas.
- f) Las interrupciones en determinadas fases del proceso pueden incidir en otras fases, e incluso afectar al proceso total en el caso de fases críticas.

Lo expuesto hasta este momento, sobre los tres tipos de producción, continua, intermitente y similar, son procesos típicos o arquetipos con los que se pueden identificar una gran cantidad de los procesos de producción existentes en la realidad en nuestras empresas.

Sin embargo, no todos los procesos de producción han de ser clasificados necesariamente en uno de estos tipos, tienen sus características y los condicionantes específicos de sus sistemas de organización de la producción. Existen determinadas empresas y actividades cuyo sistema de producción puede considerarse como intermedio entre dos de los tipos considerados, acercándose más o menos a uno de ellos.

Se quiere resaltar con esto, una vez más, que no pueden existir modelos rígidos de organización de la producción, en sus diferentes aspectos, planificación y control, aprovisionamiento de materiales, control de costes de fabricación, etc., que puedan aplicarse a diferentes empresas clasificadas por su tamaño, sector o tipo de actividad, sino que cada empresa es un sistema productivo, único y diferente a todas las demás, aun cuando pudieran existir varias o muchas características muy parecidas, por lo que los sistemas de organización adecuados para cada una deberán adaptarse a cada caso particular, adoptando los principios generales y específicos de cada tipo genérico de empresas.

### **2.3. La dirección del sistema de producción.**

Podemos definir la Dirección de Producción/Operaciones como el nivel alcanzado en las actividades directivas vinculadas a la selección, diseño, dirección, control y actualización de los sistemas productivos.

Por selección, diseño, control y actualización de los sistemas productivos entendemos lo siguiente:

- a) **Seleccionar** es una decisión estratégica de elegir el proceso mediante el cual un producto deberá fabricarse o un servicio prestarse.
- b) **Diseñar** son decisiones tácticas implicadas en la creación de métodos para llevar a cabo una operación productiva.
- c) **Dirigir** las decisiones de planificación de los niveles de producción a largo plazo sobre la base de la demanda prevista, y las decisiones a corto plazo en la programación de trabajos y asignación de obreros a los mismos.
- d) **Controlar** los procedimientos implicados en la adopción de medidas correctivas a medida que se crea el producto o servicio.



- e) **Actualización** de las correcciones más importantes introducidas en el sistema productivo, teniendo en cuenta los cambios en la demanda, los objetivos de la organización, la tecnología y la dirección.

Una excelente gestión de productos y servicios es la mejor de las oportunidades con las que se encuentran las empresas. Esta puede llevar a mejorar los beneficios y el flujo de caja, a conservar mejor los clientes y a conseguir otros nuevos, a mejorar la reputación entre los clientes, los empleados y los medios de comunicación; y por último, no por ello menos importante, hará aumentar el valor de la empresa.

### **2.3.1. Productividad y competitividad en la dirección de producción/operaciones.**

Cuando se desea valorar una empresa y conocer su situación respecto a las de la competencia, cuando se quiere determinar las ventajas que ha producido la aplicación de las inversiones técnicas, cuando se precisa medir el rendimiento de ciertas instalaciones, etc., es necesario emplear una unidad de medida, la cual denominamos productividad.

Por productividad entendemos aquel índice, relación o cociente entre la producción que se obtiene y la cuantía de los recursos empleados en su consecución (básicamente terreno, máquinas, instalaciones, herramientas, materias primas y mano de obra).

El trabajo que debe realizar el director de producción/operaciones de una empresa con la finalidad de mejorar la productividad y la competitividad de la misma, estaría centrado en cuatro áreas:

- a) **Diseño:** esta actividad incluye áreas de decisión estratégica como la selección y diseño del producto y del proceso, el diseño de la capacidad, la localización y la distribución en planta.
- b) **Planificación:** el director de operaciones fija los objetivos del sistema de operaciones y desarrolla programas, políticas y procedimientos que ayuden a que la organización los alcance. Esta actividad incluye la planificación agregada y la programación de operaciones.
- c) **Organización:** asignación de tareas, estudio de métodos, medición de tiempos y los sistemas de motivación y recompensa.
- d) **Control:** control de stock, control de calidad, control de mantenimiento, estándares de actuación y líneas de comunicación.

### **2.3.2. Desarrollo de una estrategia para la dirección de producción/operaciones.**

En orden a dirigir una empresa, el director general o consejo de administración debe definir, en primer lugar, la razón de la existencia de la misma, es decir, el propósito o misión global de la empresa. Una vez que se ha definido esta misión, cada función dentro de la empresa deberá definir su misión funcional, de tal forma que estas últimas apoyen a la misión global de la empresa.

Teniendo presente esto, la estrategia de la Dirección de Producción/Operaciones deberá ser consistente con:

- a) La **estrategia global**, es decir, lo que la empresa quiere ser.

- b) **Demandas ambientales**, bajo condiciones económicas, sociales y tecnológicas está funcionando la empresa, identificando las oportunidades y las amenazas.
- c) **Demandas competitivas**, teniendo en cuenta los puntos débiles y fuertes de sus competidores.
- d) El **ciclo de vida de su producto y proceso**, en que etapa del ciclo de vida se encuentran sus productos/mercados y sus proceso/tecnologías.

De tal forma que esta estrategia de la dirección de producción/operaciones incluye:

- a) **Identificar y organizar las actividades** dentro de ella: va a organizar las actividades de la dirección de producción/operaciones con relación a las otras funciones y a la misión global de empresa.
- b) **Tomar decisiones tácticas y estratégicas** dentro de la dirección de producción/operaciones. Las decisiones estratégicas tienen implicaciones a largo plazo y pueden tardar más de un año en implementarse. En cambio, las decisiones tácticas son aquellas que podemos modificar sustancialmente en menos de un año. Ambos tipos de decisiones deberán apoyar la misión global de la empresa.

Las decisiones estratégicas de la Dirección de Producción/Operaciones son:

- a) **Decisiones sobre el producto**: son aquellas relacionadas con el diseño de nuevos productos, su lanzamiento, modificación, etc.
- b) **Decisiones sobre el proceso**: varios posibles procesos pueden ser utilizados en la producción de un bien o en la prestación de un servicio. Las decisiones sobre el proceso van a determinar la tecnología que se va a utilizar y la estructura de costes de la empresa.
- c) **Decisiones de localización**: las decisiones de localización van a determinar en muchos casos el éxito o fracaso de la organización.
- d) **Decisiones de recursos humanos**: donde se determina la calidad de vida en el trabajo, las habilidades y talentos necesarios y su coste.
- e) **Decisiones sobre proveedores**: se determina lo que se va a fabricar y lo que se va a comprar, eligiéndose los proveedores en función de la calidad, innovación, precio, condiciones de entrega, etc.

En cuanto a las decisiones de tipo táctico, podemos incluir:

- a) **Decisiones de planificación y programación**: donde se planifica y programa la producción y la demanda de recursos necesarios.
- b) **Decisiones de inventario**: donde se optimiza las cantidades de stock.
- c) **Decisiones de calidad**: se determina la calidad del producto y las políticas, controles y procedimientos necesarios para alcanzarla.
- d) **Decisiones de fiabilidad y mantenimiento**: se determina el nivel deseado de fiabilidad y mantenimiento.

En la tabla siguiente ilustramos algunos ejemplos de diferentes tipos de decisiones:

DECISIONES		EJEMPLOS DE ALTERNATIVAS
E S T R A T E G I C A S	PRODUCTO	Estandarizado o exclusivo
	PROCESO	Tecnología, tamaño de la instalación.
	LOCALIZACIÓN	Cerca de los clientes o proveedores.

T A C T I C A S	LAYOUT	Distribución por producto o por proceso.
	PROVEEDORES	Un único proveedor o muchos.
	RECURSOS HUMANOS	Trabajos enriquecidos o simplificados.
	PROGRAMACIÓN	Indices de producción estables o variables.
	INVENTARIO	Cuándo realizar el pedido, en qué cantidad.
	CALIDAD	Ser líder en calidad o seguidor, definir los estándares de calidad.
	FIABILIDAD Y MANTENIMIENTO	Realizar un mantenimiento preventivo o realizar las reparaciones cuando se necesiten.

## 2.4. Objetivos de la producción.

Los objetivos de producción constituyen una parte integrada de los objetivos de la empresa, con los que deberán estar debidamente coordinados.

Al estar todas las funciones de la empresa relacionadas entre sí, las actividades y objetivos de producción no deberán examinarse desde el punto de vista de la optimización de la gestión de producción, sino desde el punto de vista de sus relaciones con las restantes funciones de la empresa, con criterios de optimización para el conjunto y en el tiempo.

En determinados casos los resultados óptimos o satisfactorios en producción no van unidos a unos resultados óptimos o satisfactorios en el conjunto de la empresa. En la misma forma los buenos resultados de un ejercicio no siempre constituyen unos resultados satisfactorios al contemplar la evolución de varios ejercicios en el desarrollo a medio o largo plazo, de la empresa.

Los objetivos y políticas generales que han de constituir la base de los objetivos de producción pueden clasificarse en dos grupos:

- **Objetivos a largo plazo**, que configuran las políticas de producción en el largo plazo, y que suelen ser de naturaleza irreversible, por lo que representan un compromiso fundamental.
- **Objetivos a corto plazo**, que por su dimensión temporal más reducida pueden permitir un mayor grado de maniobra.

Los objetivos a corto plazo deben enmarcarse en la tendencia definida por los objetivos a largo, constituyendo por lo tanto etapas a cumplir para alcanzar los objetivos que configuran la empresa en el largo plazo.

En lo que respecta a producción pueden considerarse como objetivos concretos:

- **Alcanzar los volúmenes de producción previstos**, con la necesaria elasticidad para ajustarse a las variaciones de las necesidades de producción en cada momento, motivadas por fluctuaciones en la demanda.

- **Cumplimiento de los plazos y fechas de entrega**, con la optimización de los mismos mediante el adecuado sistema de programación y control.
- **Obtención de la necesaria calidad y fiabilidad del producto.**
- **Producir a costes mínimos**, mediante la utilización óptima de mano de obra y equipo, gestión y aprovisionamiento de materiales, mejoras de métodos, sistemas y lotes de fabricación, reducción al mínimo de rechazos, recortes y desperdicios, etc.
- **Reducción al mínimo del circulante necesario** en fabricación en curso y stocks.
- **Producir con la inversión mínima necesaria**, en maquinaria y equipos, utillaje, etc., para obtener de esta forma la tasa de retorno más elevada posible.
- **Producir con los adecuados sistemas de seguridad y motivación del personal.**

Los objetivos de producción deberán establecerse en forma operativa, concreta y cuantificable para cada uno de los departamentos o secciones que intervienen en el proceso productivo.

Dadas las circunstancias del cambio constante, tanto del medio en el que la empresa desarrolla sus actividades como de la empresa en sí misma, es necesario que las características de la función producción puedan adaptarse de forma coherente a las nuevas exigencias de los cambios en los entornos exterior e interior.

A modo de resumen podemos concretar que los dos principales **objetivos** del sistema de producción son:

- **La satisfacción del cliente:** La dirección de producción tiene como función crear bienes y servicios que satisfagan las necesidades y gustos de los clientes, además de los objetivos de la propia empresa. Se han de procurar bienes o servicios a un precio competitivo y en un margen de espera razonable, tanto en tiempo de espera como en tiempo de servicio.
- **La productividad de los recursos:** Dados infinitos recursos, cualquier sistema de producción podrá adecuarse al objetivo anterior, aunque esté mal dirigido. Sin embargo la realidad es bien distinta y el objetivo consiste en conseguir un máximo de salidas o 'outputs' con el empleo de un mínimo de entradas o 'inputs'.

$$\text{Maximizar} \Rightarrow \frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Unidades utilizadas}}$$

En muchos casos resulta difícil su medición, debido a diversas causas, como el aumento de calidad permaneciendo la cantidad de entradas y salidas constantes.

## 2.5. Factores que influyen en la productividad.

### La intensidad del capital.

Una forma de medir la intensidad de capital es en términos de gastos de capital por trabajador, o en términos de Producto Interior Bruto (P.I.B.). Entre los factores que afectan a la disminución o aumento de la intensidad del capital están:

- **La presión fiscal.** En los períodos económicos en los que los impuestos directos son elevados y los niveles de inflación también, se produce una disminución de las tasas de inversión.
- **Inflación.** Un elevado incremento del nivel de precios sostenido en el tiempo produce efectos negativos en las oportunidades de inversión y se puede considerar como un impuesto adicional en la medida que los beneficios de las empresas se encuentran sobrestimados y los costes de los inventarios (stocks, amortizaciones...) son mayores que los de reposición.
- **Crecimiento del sector público.** El tamaño de la inversión estatal en la economía es inversamente proporcional a la tasa de crecimiento económico de un país, ya que se produce un efecto expulsión o desplazamiento de la inversión privada (efecto crowding-out), lo que conlleva una reducción de utilidades y por consiguiente, la disminución de la inversión de capital.
- **Aumento de los costes salariales.** Precios más altos de la mano de obra llevan a las compañías a invertir en capital, en sustitución del trabajo, puesto que les resulta más efectivo en cuanto a costes, pero no eficiente considerando la productividad laboral.
- **Burocratización gubernamental.** Los costes de oportunidad asociados con las demoras en la introducción de nuevos productos, así como el incremento de los costes que supone el cumplir las leyes y reglamentos estatales, difieren en gran medida nuevas inversiones.
- **Envejecimiento de plantas y equipos.** La productividad depende no sólo de las cantidades de capital no amortizadas, sino también de su actualización tecnológica, previniendo de este modo la obsolescencia económica.

### **Inversiones en Investigación y Desarrollo (I+D).**

Una gran parte de las mejoras conseguidas en la productividad son resultado de la innovación tecnológica, basada en la utilización de nuevos métodos de producción, materiales, procesos, maquinaria...

Por lo tanto, invertir en I+D es una fuente de avance tecnológico y por lo tanto de la productividad.

Sin embargo, ello implica asumir unos riesgos por parte de los empresarios, así como altos costes a corto plazo. Esto ha restado bastantes recursos económicos, disminuyendo en la actualidad bastante los procesos de I+D.

### **Cambios en la composición de la fuerza laboral y la economía.**

- **La fuerza laboral.** En etapas de crecimiento demográfico alto se suelen producir descensos de la productividad, debido a la incorporación de una nueva mano de obra sin experiencia, aunque tras un cierto paso de tiempo se produce el efecto contrario.
- **La economía.** La tendencia en la productividad general del sector privado se refleja tanto en los cambios en la productividad de los sectores componentes como en las modificaciones y desplazamientos en los tamaños relativos de estos sectores.
  - a) Por otro lado, la productividad en servicios suele crecer más lentamente que la de los bienes, ya que la primera es una relación entre hombre y máquina, y la segunda

una relación entre personas, lo que inevitablemente provoca un crecimiento más lento.

- b) Por otro lado, la economía sumergida provoca que las mediciones oficiales de la productividad mantengan niveles inferiores a los reales.

### **Cambios en las actitudes y valores sociales.**

- **La ética del trabajo.** Cada vez resulta más importante para los trabajadores tener más tiempo libre y de ocio. Esto, unido a la reducción de la jornada laboral y del tiempo empleado en trabajar (llegar tarde, exceso de tiempo en las comidas, llamadas telefónicas personales, salir temprano, gestiones personales, etc.) es lo que se llama tiempo robado. Esta pérdida de tiempo trabajado corresponde muy de cerca de posibles caídas de la productividad.
- **Abuso de sustancias alucinógenas.** El consumo de alcohol y otras drogas acarrearán costes muy altos, tales como cuidados médicos, períodos de baja laboral, etc., lo que influye negativamente en la productividad.

### **2.6. Las funciones de la producción.**

El primer problema que se nos plantea es la **determinación de los límites de la función de producción**, saber dónde empiezan y dónde terminan las tareas relacionadas con este concepto.

Otro aparente problema es el derivado, de la «terminología», al no existir una universalmente aceptada. Según cuál sea el tipo de empresa, características de su proceso productivo, estructura y organigrama de la misma, e incluso su tradición, la función de producción abarca distintos ámbitos.

No vamos a plantearnos en este libro esta problemática de límites y terminología, sino que, atendiendo al concepto más general de producción, expuesto anteriormente, como **el conjunto de actividades que constituyen el proceso de transformación** que tiene lugar en la empresa, actividades **que están íntimamente relacionadas, por lo que requieren un sistema de organización coherente**, trataremos de una serie de funciones que, si bien en determinadas empresas pueden no estar incluidas en producción, es evidente su relación e importancia para esta función.

#### **Planificación general**

- Previsiones de producción.
- Especificaciones del producto.
- Evaluación de costes.

Esta función es básica para proyectar la carga de trabajo futuro en función de los objetivos y programas a corto, medio y largo plazo, determinando las necesidades de mano de obra, máquinas, materiales, circulante, etc., necesarios para cumplir estos objetivos, así como sus plazos de realización.

En esta faceta interviene la Ingeniería de Producción, que es la responsable del producto ó servicio, cualitativa y/ morfológicamente. Para ello debe establecer planos y/o especificaciones, que en unas ocasiones son realizados por el fabricante (según catálogo y gustos del cliente) y en otras son hechas por el cliente (bajo pedido).

Determina la forma en que debe realizarse la fabricación del bien o prestación del servicio (Proceso).

Determina los costes previsibles, que se pueden conocer de antemano si el producto ó servicio es repetitivo o de catálogo o, en caso contrario, hay que fijarlos con la rapidez exigida por el cliente.

### **Planificación detallada**

- Planning de producción.
- Determinación de las necesidades de materiales.
- Determinación de las necesidades de mano de obra.
- Determinación de las necesidades de máquinas.
- Programación.

Se trata con esta función de obtener el mejor rendimiento de los medios de producción, evitando tiempos muertos en las máquinas, horas de parada del personal por falta de materiales, equilibrar las secuencias de fabricación, cumplir con los plazos de entrega, etc.

### **Lanzamiento.**

Para que el trabajo se realice como se ha previsto, cuando se ha previsto y donde se ha previsto es necesaria una relación entre toda la actividad coordinadora y planificadora y cada puesto de trabajo en donde se realiza la fase «activa» de la producción. Esta función consiste en proporcionar a cada puesto de trabajo instrucciones concretas sobre la realización del mismo.

### **Ejecución.**

Fabricación, que es la responsable del proceso de elaboración, propiamente dicho, del producto. Se puede definir, de una forma general, como la aplicación racional de diversas tecnologías para llevar a cabo la elaboración de un producto, con un nivel de calidad preestablecido y de la manera más económica, compatible con los medios disponibles.

La actividad de Fabricación lleva consigo un cambio de la estructura, física y química, en el producto, ó un cambio de la conformación de los materiales hasta conseguir una forma geométrica y dimensional determinada, bien sin arranque de material (forja, fundición...), o bien con arranque de material (mecanización).

Cada uno de los trabajos o actividades de la fase activa de la producción se ha de realizar con unos métodos determinados, siguiendo unas secuencias determinadas y en unos tiempos prefijados.

### **Control.**

Durante la ejecución del trabajo será necesario constatar que se realiza en el tiempo y forma previstos, de tal manera que se puedan detectar en el momento que se produzcan las posibles desviaciones, con el fin de tomar las acciones correctas necesarias en el plazo más breve, y, si es necesario, el replanteo de la programación.

### **Control de existencias. Stocks.**

Dada la importancia del coste de los materiales, que en determinados casos llegan a ser el

factor más importante en el coste total del producto, una adecuada gestión de materiales, materias primas, productos en transformación, aparatos y elementos terminados, etc., constituye una actividad relevante en producción.

Un correcto control de existencias incide en la producción en dos aspectos:

- **Económico**, al no tener inmovilizados excesivos con el coste que esto representa.
- **Organizativo**, al no dificultar el proceso productivo si se conoce siempre la cantidad, lugar y condiciones en que se encuentran todos los materiales necesarios para la fabricación.

### **Control de calidad.**

- Cantidades producidas.
- Determinación de las calidades necesarias.
- Sistema de control.

Es evidente la importancia que tiene el control de calidad, tanto de las primeras materias como de los productos y piezas semielaborados y terminados, para eliminar fases y trabajos improductivos.

Control de Calidad, responsable de prevenir, detectar, analizar y corregir las desviaciones que se produzcan en los planes de Calidad de la producción.

Estas actividades están agrupadas normalmente en tres unidades: Ingeniería de la Calidad, que planifica y administra el sistema de Calidad, define los métodos de control, estudia los costos de Calidad y evalúa los proveedores; Inspección de Calidad, que detecta los fallos de Calidad, identifica las causas y establece las medidas preventivas y correctivas; por último, Auditoría de Calidad, que examina y evalúa las normas y procedimientos que afectan a la Calidad, establece programas de mejora controlando su ejecución y eficacia.

En este línea, la Calidad de un producto se define como el grado en que contiene los requerimientos del consumidor, y, por tanto, su medida viene dada por el grado de satisfacción que produce al usuario.

El nivel de calidad de un producto se fija en las especificaciones que lo definen, y está influenciada por todas las actividades que se realizan a lo largo del proceso productivo, desde el Marketing hasta el servicio posventa, pasando evidentemente por el diseño y la fabricación.

### **Conservación.**

Mantenimiento, cuya misión es mantener operativos y disponibles la maquinaria y medios de producción, es decir, que la probabilidad de producirse una avería en alguno de ellos sea siempre inferior a un valor previamente determinado.

El servicio de mantenimiento debe actuar con carácter anticipativo y preventivo, evitando tiempos de parada no previstos, que alteran el desarrollo normal del ciclo productivo, con el consiguiente incremento del coste añadido.

La automatización de los procesos productivos incrementa la importancia del mantenimiento de los equipos e instalaciones.

Las paradas de las máquinas por averías, así como el inadecuado funcionamiento de



máquinas, equipos e instalaciones, repercuten en unas pérdidas de producción que es necesario reducir al mínimo estructurando el necesario sistema de:

- Reparación de averías.
- Mantenimiento preventivo.

### **Métodos y tiempos.**

Para alcanzar los rendimientos necesarios, tanto de las máquinas y equipos como del personal, será necesario que las distintas fases y operaciones que intervienen en el proceso de fabricación se realicen según unos métodos determinados y en unos tiempos también determinados.

Estas funciones que consideramos principales en el concepto general de producción deben organizarse en forma coherente, y en cada caso adaptadas a las necesidades de la empresa en función de las características del proceso productivo y la dimensión de la misma.

### **2.7. Relaciones de la función de producción.**

El sistema de producción aparece como el subsistema central de la empresa, al que se destinan los recursos económicos y de donde salen los productos a colocar en el mercado.

Las relaciones con las funciones principales de la empresa son:

Aprovisionamiento – Producción

Inversión – Producción

Producción – Comercialización – Distribución

Esto implica un análisis de las decisiones a la vez que un estudio de las mismas cuyo efecto retroalimentador (feed-back) servirá para mejorar la programación de la producción.

La forma de comprender la naturaleza de estas relaciones es definiendo el sistema logístico, el cual solapa las tradicionales funciones de marketing y de producción coordinándolas de forma que tales subsistemas se dediquen a las funciones que propiamente le corresponden. El sistema logístico coordina funciones tales como:

- Localización y diseño de planta.
- Adquisición de terrenos productivos.
- Distribución física y control de inventarios.

Por lo tanto, la correcta estructuración de las actividades debe efectuarse de la siguiente forma:

- El sistema comercial predice respecto a mercados, productos, precio y comunicación.
- El sistema de producción atiende a la creación de bienes con el mayor valor posible, controlando la calidad.
- El sistema logístico abarca las actividades que tienden a situar el producto en los lugares y tiempos adecuados.

Con respecto al subsistema de financiación – inversión, hay que destacar la importancia básica de las variables financieras en las decisiones de adquisición de tecnología y mantenimiento de niveles de producción. En muchos casos, la financiación actúa como una restricción muy importante acotando la posibilidad de soluciones productivas.

La contribución de la producción a la empresa debe medirse en términos de mejora de calidad, variedad de productos y adaptación inmediata a las exigencias de cada cliente, reducción de los tiempos de introducción de nuevos productos, fabricación y contribución, rapidez de respuesta a los pedidos y servicios post-venta, entre otros.

En resumidas cuentas, la integración de todas las actividades relacionadas con la producción da un enfoque global al proceso productivo, que permite satisfacer mejor las necesidades del mercado.

Si consideramos la empresa como un, sistema que actúa dentro de un entorno, cada una de las diferentes funciones son subsistemas, que pueden descomponerse también en subsistemas más pequeños. En esta concepción de la **empresa como un conjunto de partes relacionadas entre sí, con objetivos que convergen en un objetivo único**, es necesario analizar, con el fin de **estructurarlas en forma coherente, las relaciones de la función de producción con el resto de funciones** de la empresa.

### **Función administrativa.**

Considerando esta función en su sentido amplio, es decir, como responsable de las actividades financiera y fiscal, de la información y control de la empresa, y de los sistemas administrativos.

La gestión de la producción tiene una influencia muy importante sobre las **necesidades financieras** de la empresa, **al derivarse de los planes de producción unas necesidades de recursos que atender**, por lo que una adecuada gestión de la producción limitará estos recursos a los mínimos necesarios.

Es necesario que producción tenga el suficiente **conocimiento** de las **limitaciones financieras**, tanto actuales como previstas, dentro de las cuales ha de desarrollar su actividad.

Los **criterios de rentabilidad** que se hayan establecido en la empresa no solamente han de ser conocidos por producción, sino que en su determinación deben ser tenidas en cuenta sus opiniones para una actuación real y coherente.

Es de la mayor importancia la relación y colaboración de administración y producción para el establecimiento de los criterios de inversiones y amortizaciones.

**Para el conocimiento real de los costes de producción** es necesario el funcionamiento de un sistema lo más sencillo y concreto posible de información sobre la utilización y aplicación de los recursos de **producción**.

### **Función comercial.**

Se presenta con excesiva **frecuencia el problema** de relaciones entre los hombres de comercial y los hombres de producción por la ausencia de una suficiente información mutua, lo que produce incomprensión y **actuación sin coordinación**.

Comercial exige de producción: cumplimiento de los plazos, elasticidad para el cambio de productos. calidad y garantía, cumplimentación de pedidos urgentes excepcionales, fabricación de prototipos, reparaciones urgentes, piezas y elementos de recambio, un stock permanente, costes de producción competitivos, etc.

Por su parte, producción exige: agrupación de pedidos con el fin de obtener series lo más

grandes posibles, previsiones concretas con la suficiente antelación, equilibrio de las cargas de trabajo, plazos posibles, previsiones anticipadas en los cambios de características del producto, etc.

Las razones de los responsables de comercial y de producción son, desde las diferentes ópticas, totalmente lógicas.

La **solución a este problema** parte de la consideración de los siguientes puntos:

- Al **evolucionar** la estrategia de la empresa **en función del mercado y de los productos**, será necesario adaptar la estructura a los cambios de estrategia. **El peso específico de comercial y de producción deberá adaptarse a las necesidades de cada situación.**
- Es absolutamente **necesario hacer previsiones y planificar**, aceptando la incertidumbre que conlleva por el comportamiento del entorno de la empresa. **A mayor incertidumbre, más necesidad de hacer previsiones**, colaborando todas las áreas de la empresa afectadas.
- **Colaboración** entre comercial y producción **en una estrategia común.**

#### **Función técnica.**

**La concepción y diseño de los productos**, responsabilidad de la función técnica, **está íntimamente relacionada con la función de producción, tecnología de los equipos y de los procesos.**

Todos los aspectos desde el comienzo de la concepción de un nuevo producto, pasando por los prototipos, ensayos, normalización de materiales, piezas, diseño, tolerancias, intercambiabilidad, procesos de fabricación, sistemas de montaje, etc., hasta la componente económica o costes de fabricación, afectan a producción, ya que el producto se va a obtener en cantidades y plazos determinados utilizando los medios disponibles o la adecuación de nuevos medios si ello es necesario.

#### **Personal.**

Prácticamente todos los aspectos relacionados con el personal repercuten muy directamente en producción. Todas y cada una de las circunstancias referentes a: disposiciones oficiales, reglamentos, convenios, comité de empresa, comité de seguridad, ingresos y ascensos, formación, régimen de trabajo, flexibilidad de horarios y turnos, valoración de puestos de trabajo, retribuciones, incentivos, etc., inciden de una u otra manera en la organización de la producción.

Será por lo tanto necesario, y en la medida de lo posible, **tener en cuenta en la política de personal de la empresa los factores que inciden en la organización del proceso productivo.**

#### **Aprovisionamientos y logística de almacenes.**

En determinados sectores, y según las características y tamaño de la empresa, la función de aprovisionamiento y gestión de almacenes está incluida en la función de producción.

Otra variante en la estructura organizativa de la empresa, dependiendo siempre de las características de cada caso, puede ser el que la gestión de stocks y almacenamiento esté integrada en el área de producción, y las compras dependan de otra área, tal como comercial o

financiera.

Sea cual fuere la relación estructural entre producción, almacenes y compras, la coordinación, y sobre todo información mutua y constante, se hace imprescindible.

## **2.8. Índices de productividad.**

El objetivo principal de toda empresa u organización es alcanzar y sostener una adecuada rentabilidad, con el fin de alcanzar sus objetivos y sobrevivir en un ámbito cada vez más competitivo.

Los **índices de productividad** relacionan:

- Lo que se produce (outputs).
- Lo que se utiliza para producir (inputs).

Estos índices han de identificar los aspectos de la empresa que influyen en la rentabilidad obtenida y que ofrecen una posibilidad de mejora.

Los **indicadores** han de orientarse a:

- Medir la ejecución.
- Diagnosticar la situación actual.
- Proyectar el pasado hacia el futuro.

Deben **informar** sobre las repercusiones sobre la rentabilidad que tengan:

- Lo que se produce.
- Lo que se utiliza para producir (recursos).
- Cómo se produce.
- El comportamiento del mercado.

No existen indicadores universales, debido a que cada empresa presenta problemas específicos, influyendo también el momento en que se utilizan. Sin embargo, para **elegir el índice** que nos sea más útil tendremos que:

- Definir unos ratios claves que marquen el éxito de una empresa.
- Emplear el número menor de indicadores posible (principio de eficiencia).
- Contrastar el valor de la información que aporta el indicador con el costo de obtención y utilización.

Dentro de los tipos de indicadores podemos destacar:

### **a. La función de producción.**

Indica cómo se realiza el proceso de transformación de entradas en salidas del sistema. Consiste básicamente en un análisis de las relaciones entre los factores y los productos.

Representando la producción en un período de tiempo determinado como  $Q$  y los  $n$  factores empleados como  $x_1, x_2, \dots, x_n$ , la función de producción se puede expresar de la siguiente forma.

Entre los muchos factores que influyen en la producción podemos nombrar: el capital o disponibilidades financieras, la mano de obra, los bienes de equipo, las materias primas y productos semielaborados, energía, etc.

Existen otros factores que inciden de forma indirecta sobre la producción, como son: depreciación o pérdida de valor de los bienes y servicios con el paso del tiempo, el progreso tecnológico, su utilización, etc.

Los recursos se obtienen de una serie de fuentes como son los directivos, trabajadores, proveedores, etc. Por otro lado los productos hacen referencia a los bienes y servicios obtenidos por el proceso productivo mediante una combinación dada de recursos.

INPUT  $\longrightarrow$  PROCESO  $\longrightarrow$  OUTPUT

En consecuencia cada empresa tiene una determinada función de producción basada en tres principios básicos.

- La elección y control de entradas.
- El diseño y control del proceso (análisis de su rendimiento y productividad).
- El estudio de la producción obtenida con relación a temas de calidad, utilidad y envejecimiento económico de los productos (obsolescencia).

La función es un elemento matemático abstracto que puede presentar dificultades a la hora de su comprensión, por lo que resulta más útil y fácil de entender el empleo de curvas de producción, las cuales relacionan gráficamente la relación de productos con factores.

Este tipo de curva tiene el inconveniente que sólo se puede utilizar para un factor, es decir, para casos muy sencillos, debido a la imposibilidad de representar en tres dimensiones.

En dicha curva observamos que la producción aumenta lentamente al principio, rápidamente después y de nuevo lentamente hasta alcanzar un máximo y comenzar a descender.

Esto es debido a que al aumentar algunos factores en relación con otros causará un incremento de producción, pero a partir de cierto momento, la producción adicional resultante de incrementar unas cantidades iguales de factores será cada vez menor, siendo esta disminución del rendimiento una consecuencia de que las nuevas dosis de los medios de producción tienen cada vez menos medios con los que trabajar.

Esta fase de la evolución en el tiempo se refleja claramente al tratar la curva de productividad marginal.

En cuanto al indicador de la productividad empleado, se expresa como el cociente entre:

$$\frac{\text{Lo que se produce}}{\text{Lo que se emplea para producir}} = \frac{\text{Produccion}}{\text{Recursos}} = \frac{\text{Outputs}}{\text{Inputs}}$$

De esta manera, el aumento de la productividad se puede conseguir tanto con un incremento del numerador como con un descenso de denominador.

### **b. La productividad marginal.**

La productividad marginal de un factor de producción se define como la cantidad adicional de producto que puede ser obtenida con el empleo de una unidad adicional de factor, siendo constantes todos los demás factores.

Dicha relación se expresa mediante la siguiente relación analítica:

$$\frac{\text{Incremento de producción}}{\text{Incremento de factor}} = \frac{\Delta Q}{\Delta F}$$

Esta productividad marginal disminuye a medida que se agregan cantidades de factor.

### c. La productividad promedio.

La productividad promedio es el cociente entre lo producido y uno de los recursos utilizados

Existen dos leyes económicas que relacionan la producción con la productividad media y marginal.

- La **ley de los rendimientos marginales decrecientes** explica que cuando se eleva la cantidad de un factor o recurso, manteniéndose los demás constantes, se alcanzará un punto a partir del cual, con cada unidad adicional de factor, la producción total aumentará a una tasa decreciente. Es decir, el rendimiento decreciente corresponde a una productividad marginal decreciente.
- La **ley de las proporciones variables** señala que al mantenerse constante uno o más factores, aumentos proporcionales de todos los demás llevarán a un aumento de la producción cada vez menor.

Estas dos leyes se refieren a los procesos ocurridos a corto plazo, donde todos los factores son fijos.

Sin embargo a largo plazo todos los factores pueden ser variables, introduciéndose aquí el concepto de **rendimientos de escala**, los cuales hacen referencia a variaciones de la producción ante alteraciones proporcionales de todos los factores.

- Si se alteran todos los factores proporcionalmente y la producción varía en la misma proporción, estamos ante **rendimientos de escala constantes**.
- Si se modifican todos los factores proporcionalmente y la producción varía en proporción menor, estamos ante **rendimientos de escala decrecientes**.
- Si al modificar los factores proporcionalmente obtenemos variaciones mayores de la producción estamos ante **rendimientos de escala crecientes**.

En general los rendimientos de escala deberían ser constantes, ya que cuando todos los factores son homogéneos y se alteran proporcionalmente, equivale a una variación en la misma medida de la producción. Sin embargo esto sólo será cierto si las actividades productivas son independientes en el sentido de que la variación de un nivel de un factor no altera la eficacia con que se puede utilizar otro.

A medida que una empresa aumenta el número de actividades relacionadas con la producción, también aumenta la complejidad de la planificación y coordinación de la producción, por lo que lo que variaciones de la cantidad de factores utilizados podrían afectar a su calidad y disminuir el rendimiento.

Las economías de escala derivadas de la actividad productiva ponen de manifiesto problemas de sobrecapacidad, resueltos con plantas industriales de menor tamaño y mayor flexibilidad para adaptarse a posibles cambios, produciéndose un efecto de sinergia positiva, entendiendo

por ello la cooperación entre personas u organizaciones para realizar funciones de forma más efectiva que si se mantuviesen independientes.

#### **d. Relación de las curvas de producto total, productividad media y producto marginal.**

La curva de productividad marginal comienza aumentando al aumentar una unidad más de factor, alcanzando un máximo y empezando después a descender.

Esto ocurre no porque ese último factor introducido sea menos eficiente, sino porque la tasa de producción disminuye por los cambios en las proporciones entre los factores fijos y variables.

Se observa como la productividad media sigue aumentando todavía cierto tiempo cuando la productividad marginal ha comenzado a disminuir, lo cual ocurre por si el último factor incrementa la producción total, la productividad media aumenta aún cuando la marginal sea mayor, menor o igual que la del último factor considerado. Es decir, si la producción marginal del último factor es mayor que la producción media de sus precedentes, la producción media sigue aumentando.

La curva de la producción marginal corta a la de la producción media en su punto máximo, ya que cuando la producción marginal es menor que la media, ésta disminuye.

Como definíamos con la ley de los rendimientos marginales decrecientes, se puede afirmar que, dado un estado de tecnología, el incremento de un factor variable de producción (trabajo, capital, etc.) manteniendo constantes los demás factores, producirá rendimientos marginales crecientes por unidad de incremento de factor variable hasta que se alcance un punto más allá del cual los nuevos incrementos del factor variable producirán rendimientos marginales decrecientes por cada unidad de incremento del factor variable.

Esta relación se representa en las curvas denominadas **isocuantas**, que representan puntos donde se produce la misma cantidad con diferentes cantidades de factores.

Las curvas isocuantas deben tener una pendiente negativa (decrece de izquierda a derecha) para resultar económicamente interesantes, es decir, se debe dar la sustitución propia de los factores (incrementos de uno deben dar disminuciones del otro, sin que la producción varíe)

Sin embargo las curvas isocuantas, debido a factores tecnológicos, presentan distintas formas distintas a las de pendiente negativa:

- **Pendiente (RMST) creciente.** Esta curva con pendiente positiva significa que la empresa sólo puede optar por los vértices de la curva, si actúa de forma económicamente racional (con el objetivo básico de la maximización del beneficio). En estos dos puntos extremos estaríamos en procesos de producción eficiente, entendiendo que un proceso eficiente es aquél que con una menor cantidad de factores obtiene una mayor cantidad de producto. Puntos intermedios no lo serían, ya que en los extremos estaríamos utilizando un solo factor.
- **RMST constante.** En este caso la sustitución de los factores es constante y no influiría el elemento tecnológico, ya que los factores se sustituyen perfectamente entre sí.
- **RMST nula.** La pendiente nula carece de importancia económica, ya que con ella la empresa carece de toda posibilidad de elección.
- **RMST decreciente.** Cuando hablamos de pendientes decrecientes, queremos decir que a medida que sustituimos un factor (hombres por máquinas o viceversa) por cada

factor adicional, la cantidad de producción que resulta de ello es cada vez menor, ya que es más difícil realizar la sustitución entre factores.

#### e. Productividad bruta o neta.

El concepto de productividad bruta o neta parte de introducir o no los bienes intermedios dentro de las salidas.

- La **productividad bruta** es el cociente entre el valor de los outputs (incluido el valor de todos los recursos) y los inputs.
- En la **productividad neta** (también denominada **valor añadido**) no se considera el valor de la materia prima y productos semielaborados de la empresa, dejando en consideración el valor añadido de los recursos a los productos que la empresa agrega para obtener los productos finales. No se trata de una productividad parcial, ya que eliminamos tanto del numerador como del denominador el valor de materias primas y productos semielaborados, relacionando de esta manera parte de los outputs con parte de los inputs.

#### f. Productividad e ingreso.

La relación productividad – ingreso marginal de un factor es el incremento monetario proporcionado por la venta de una unidad más de producto, y es siempre igual a la productividad marginal física multiplicada por el ingreso marginal.

El empresario, para maximizar sus beneficios, necesita conocer cuál es la proporción correcta de factores de producción que debe utilizar, para lo cual ha de conocer la demanda de factores, la cual es una **demanda dependiente**, que se fundamenta en:

- **La demanda del producto** para el cual se va a utilizar el factor (por ejemplo, el incremento de la demanda de acero depende en parte de la demanda de automóviles).
- **El precio del producto.** Al incrementarse el precio del producto, parte de dicho incremento es debido al encarecimiento de los factores que influyen e intervienen en su elaboración.
- **El precio relativo del factor.** La cantidad de factor demandada puede variar debido al incremento o disminución del precio de los factores sustitutivos (si el precio del aluminio baja y el del acero aumenta, se tenderá a sustituir en los procesos productivos acero por aluminio).

Para determinar el nivel de equilibrio en la utilización de un factor consideramos que el equilibrio en el mercado de productos y factores se alcanza cuando el ingreso marginal es igual al coste marginal; es decir, cuando el incremento del ingreso que supone vender una unidad más se iguala al coste de producir esa unidad.

#### g. Índice global de productividad.

Este indicador de producción se apoya en comparar la productividad de dos años consecutivos, midiendo la relación de la productividad de un año con la del anterior.

Por lo tanto lo que interesa es el comportamiento a lo largo del tiempo:

- midiendo cómo está variando la productividad,



- determinando posiciones relativas (la productividad de un año es válida, pero no suficiente),
- buscando tendencias.

## 2.9. Medición y mejora de la productividad.

### 2.9.1. Medición.

La productividad mide la eficiencia de un proceso productivo en términos físicos, basada en aspectos tecnológicos. Para medirla debemos establecer una serie de etapas:

- **Análisis inicial.** Elaborando un diagnóstico preliminar sobre la evolución de la empresa y previsiones futuras de actuación, lo que nos ayudará a determinar los objetivos a conseguir.
- **Estrategia de instalación.** La implantación eficaz de un sistema de análisis requiere:
  - a) Elección de la estrategia a seguir.
  - b) Estudio de las interrelaciones del sistema productivo y del capital humano.
- **Interpretación de los indicadores.** Debemos obtener una serie de índices de productividad con datos históricos y previsionales, tanto de la empresa como de los competidores y del sector en el que está inmersa dicha empresa.
- **Estudio de la empresa y del mercado.** El método a seguir establece tres fases:
  - a) Obtención de las variables más significativas en la rentabilidad de la empresa.
  - b) Clasificación según importancia cualitativa de las variables analizadas.
  - c) Estudio individual de los aspectos más importantes, dentro de los cuales se puede destacar en la empresa: productos, objetivos y estrategias, sistemas de información y control, recursos humanos, toma de decisiones, rentabilidad, organización y métodos, costes, promoción y publicidad, financiación, proveedores, tecnología, infraestructuras, sistema de distribución, precios, clientes... mientras que en el entorno destacamos: competidores actuales y potenciales, proveedores actuales y potenciales, compradores actuales y potenciales, I+D, financiación externa, mercado de trabajo, situación política y social, evolución de la economía, situación de la administración pública...
- **Análisis de la empresa y el mercado.** A partir de aquí estamos en disposición de realizar una matriz DAFO o análisis de las fuerzas y debilidades de la empresa, y oportunidades y amenazas del entorno.
- **Identificación de las áreas de mejoras y modificaciones a introducir.** En esta etapa concretamos los aspectos a modificar y las distintas alternativas existentes para transformar las fuerzas internas de la empresa en mayor rentabilidad, protegiéndonos de los efectos negativos de las amenazas del entorno sobre la rentabilidad.
- **Concretar planes de acción.** Las modificaciones introducidas se traducirán en uno o varios planes de acción, los cuales son proyectos para la implantación de las medidas en busca de una mejora de la rentabilidad.

Los planes se confeccionan a partir de propuestas de acción y a partir de ahí, cuidando la programación y la ejecución, de forma que las acciones logren los objetivos previstos.

Los aspectos a tener en cuenta son:

- a) Relación eficacia/coste.
- b) Viabilidad.
- c) Riesgo que el cambio supone.

- **Aprobación del plan de acción.** Es una de las etapas más importantes, ya que la toma de decisiones provoca cambios cualitativos y cuantitativos:

- a) Las actitudes (comportamientos) y aptitudes (capacidades) personales.
- b) La estructura de poder.
- c) Los sistemas de control.
- d) La evaluación de competencias.

Por otro lado también se generan incertidumbres en la propia eficacia del programa y su posible asimilación.

- **Instalación del plan de acción.** Adoptada la decisión se ha de proceder a ejecutar las mejoras contenidas en el plan.
- **Control y seguimiento del proceso y evaluación de resultados.** Por último hay que comparar los resultados obtenidos con los objetivos, y valorar el control cualitativo de las mejoras instaladas.

La mejora ha de medirse respecto al tiempo, debiendo considerar las evoluciones futuras tanto de nuestra empresa como del sector, así como la marcha de la economía en general.

### **2.9.2. Mejora de la productividad.**

Algunas formas de mejorar la productividad son:

- Aumentando la producción, manteniendo constante el empleo de factores productivos.
- Aumentando la producción disminuyendo el empleo de factores.
- Aumentando la producción, aumentando en menor medida el empleo de factores.
- Permaneciendo constante la producción, disminuyendo el empleo de factores.
- Disminuyendo la producción pero haciéndolo en mayor medida el empleo de factores.
- Mejorar la calidad de la producción, manteniendo los factores o combinando esta situación con una baja o mejora de la producción.

#### **Mejora de la productividad a corto plazo.**

La mejora de la productividad a corto plazo se basa en considerar que las condiciones estructurales (tamaño de la planta, grado de capitalización, nivel de inversión) son constantes, lo cual significa que existen costes fijos.

De esta manera para mejorar la productividad a corto plazo se han de tomar medidas que opten por el aprovechamiento de los recursos disponibles, sin entrar en cambios estructurales.

Algunas de estas medidas podrían ser:

- Estudio de los métodos de trabajo.
- Estudio y reducción de los tiempos de trabajo.
- Mejora de la estructura organizativa.
- Estudio del clima laboral y mejora de la motivación del personal.
- Énfasis en la calidad a todos los niveles.

### **Mejora de la productividad a medio plazo.**

Una de las formas de mejorar a medio plazo viene dada por la **tipificación** de los productos que fabrica y por la **estandarización** o normalización de los procesos y componentes empleados en la fabricación.

**Tipificar** o unificar significa reducir la variedad de tamaños, prestaciones, calidades, etc., lo cual presenta las siguientes ventajas:

- Supone una menor diversidad de productos y simplifica la ordenación de la producción.
- Reduce la variedad, lo que implica series mayores de producción que hacen posible el aprovechamiento de las ventajas de la producción a escala.

**Normalizar** o estandarizar procesos se refiere a todas las actuaciones que se adoptan en el ámbito productivo:

- Reducción de la cantidad de tareas.
- Eliminar operaciones ineficientes o innecesarias.
- Estimular la comunicación y el conocimiento.
- Facilitar el control de actividades.

La estandarización se amplía a los componentes y materiales que forman el proceso productivo, de forma que también se reduce su variedad, permitiendo su adecuado control y su correcta utilización. Todo esto asienta las bases para la implantación de técnicas Just in Time o producción por pedidos y MRP (planificación de las necesidades de materiales).

La utilización conjunta de tipificación y estandarización ofrece las siguientes **ventajas**:

- Reducir costes de producción.
- Utilizar técnicas avanzadas.
- Incrementar la productividad de recursos humanos.
- Disminuir inventarios.
- Potenciar la calidad de los productos.

Sin embargo también existen **inconvenientes** al usar estos métodos:

- Los mercados deben ser poco exigentes ante la restricción que supone mantener poca variedad de productos.
- Las ventajas de la diferenciación de la empresa disminuyen si no nos diferenciamos vía marca, imagen, variedad de productos, pudiendo disminuir nuestras ventajas frente a la competencia.
- Tenemos que ponderar la relación reducción del coste/calidad, de forma que no disminuya esta última.

Otra posibilidad es la **segmentación de mercados**, es decir, considerar a qué estrato del público va dirigido el producto y si es posible utilizar los métodos anteriores para un determinado segmento del mercado, para una línea de productos, etc.

Una forma posible de conseguir este equilibrio se viene siguiendo por muchas empresas y consiste en presentar una amplia gama de productos, donde la variedad está más en el aspecto externo de los productos que en su propio proceso productivo, al mismo tiempo procuramos obtener recursos aplicables a todos los productos.

Como ejemplo podemos citar la industria del automóvil, la cual ofrece una amplia gama de modelos a nivel comercial, pero que desde el punto de vista productivo no presentan tantas diferencias.

Se trata de introducir en el mercado muchas versiones de pocos productos, que surgen como combinaciones de una serie de elementos (carrocerías, cilindradas, colores, acabados, accesorios...).

### **Mejora de la productividad a largo plazo.**

La capitalización de una empresa es la relación capital/trabajo, la cual es la raíz del volumen de inversión relativo a las explotaciones de una empresa.

El grado de capitalización mide la proporción relativa en la que estos dos factores se emplean en el proceso productivo.

Cuando la relación capital/trabajo es elevada, se emplean en el proceso una cantidad mayor de factor fijo (maquinaria, instalaciones...) que de factor variable (mano de obra, materiales...). Por lo tanto se trataría de procesos muy mecanizados provistos de equipos muy especializados y automatizados, que requieren personal cualificado.

Sin embargo, cuando esa relación es baja es porque se emplean menos medios técnicos y más factor humano en el desarrollo del proceso productivo, hablando por lo tanto de procesos poco especializados.

Capitalizar la empresa es una medida a largo plazo de aumento de la productividad, ya que no existen factores fijos y se puede modificar la estructura industrial y productiva de la empresa.

Todo esto lleva un amplio período de tiempo en la empresa en la que se introducen modificaciones en la empresa.

Lo ideal es disponer en la empresa de las herramientas más perfectas y eficaces, aunque la modificación estructural a largo plazo presenta **inconvenientes**:

- **Restricciones financieras**; ya que son necesarias inversiones monetarias fuertes que a veces la empresa no puede asumir.
- **Restricciones laborales**; ya que invertir en activos fijos provocará alteraciones en la plantilla en el sentido de su reducción, lo cual ocasiona conflictos.

### **3. Planificación, programación y control.**

---

- 3.1. Introducción
- 3.2. Organización de la producción.
- 3.3. Planificación de la producción.
  - 3.3.1. Capacidades de producción.
  - 3.3.2. Cargas de trabajo.
- 3.4. Programación en la producción.
- 3.5. Control de la producción.

#### **3.1. Introducción.**

No existe una denominación claramente definida y universalmente admitida sobre los conceptos de planificación, programación, apalancamiento, etc. En la práctica empresarial las funciones que abarcan estos conceptos, el ámbito a las que están referidas, así como su nivel y su amplitud, dependen en cada caso de la estructura y organización de la empresa.

En lo que se refiere a producción puede considerarse como planificación, desde un planteamiento general del proceso productivo, incluyendo a todos los factores que intervienen en el mismo, hasta un planning concreto de cargas y distribución del trabajo para una sección determinada.

En cuanto al factor plazo o tiempo, en unos casos la planificación se refiere a las realizaciones a plazo medio y largo, en relación con las previsiones de ventas y económico-financieras, refiriéndose en otros casos, al hablar de planificación, a los trabajos a realizar a corto plazo o inmediato, teniendo en cuenta la situación de cargas y disponibilidades, en cada momento y en cada centro de trabajo.

Al existir una relación entre la amplitud, el nivel de detalle de la planificación y el mayor o menor plazo de la misma, en lo sucesivo, al referirnos a los conceptos de planificación y programación, lo haremos de acuerdo con los siguientes criterios:

- **Planificación.** Proyección, con la mayor anticipación posible y en función de las previsiones, de las futuras actividades, determinando y coordinando los medios necesarios para su realización.
- **Programación.** Previsión y coordinación de medios disponibles y trabajos a efectuar en cada centro de producción, grupo funcional homogéneo de máquinas o equipos, con el mayor grado de detalle posible, a muy corto plazo, teniendo en cuenta las condiciones de cada momento, con la finalidad de obtener el rendimiento óptimo en cada centro de producción, así como la de cumplir con los plazos y fechas determinados en la planificación previa.

Por lo tanto, la programación es el desarrollo concreto y detallado de las distintas etapas de la planificación, adaptándolas a las disponibilidades existentes, adaptando y cumpliendo las desviaciones que, por su propia naturaleza de amplitud y plazo, pueden producirse en la planificación.

La función de programación tiende a prever y a coordinar los factores de producción con la menor anticipación posible, así como con el máximo detalle, para obtener el rendimiento óptimo de cada centro de producción, al tener disponible, en el momento de su utilización, materiales, herramientas, útiles, planos, etc. necesarios para la ejecución del trabajo.

La programación ha de estar adaptada a la planificación previa, menos concreta en cuanto a la forma, lugar y momento de realizar el trabajo, pero buscando la anticipación máxima para obtener un planteamiento general del proceso productivo, a partir del cual efectuar las acciones necesarias sobre factores relacionados con la función de producción, tales como oficinas técnicas, compras, comercial, etc.

### **3.2. Organización de la producción.**

Organizar es definir las estructuras, agrupar las actividades, determinar las relaciones y establecer los métodos necesarios para alcanzar los objetivos establecidos.

Al considerar los principios clásicos de la organización, los cuales nombramos a continuación:

- Prever,
- Organizar,
- Coordinar,
- Controlar.

Nos encontramos con que el segundo es tan fundamental que puede decirse que engloba a los restantes, ya que contiene todas las normas para cumplir correctamente con los otros principios.

Atendiendo a esta definición nos encontramos con que la organización no tiene sentido si no es para alcanzar unos objetivos, a los que habrá que adaptar las estructuras y los métodos.

La estructura es la ordenación racional de los medios, ya que éstos, ya sean humanos, materiales o económicos, si no están coordinados, relacionados y jerarquizados adecuadamente no proporcionan los resultados que de ellos pueden alcanzarse. Solamente si los medios están distribuidos racionalmente serán los necesarios y suficientes para alcanzar los objetivos previstos, evitando de esta forma la inflación de medios disponibles.

Al ser el método el procedimiento a seguir, partiendo de unas estructuras, para alcanzar unos objetivos determinados, se ve la relación existente entre los métodos y los medios de que se dispone. Unos mismos objetivos se pueden alcanzar disponiendo de diferentes configuraciones de medios, equipos más o menos automatizados, menor o mayor proporción de mano de obra, mayor o menor inversión de capital, etc., por lo que será necesario adaptar los procedimientos a las estructuras y medios existentes.

Para obtener el rendimiento óptimo de los recursos de todo tipo de que disponemos es necesario ordenarlos en forma racional, para lo cual nos habrán de servir como guía de actuación los principios fundamentales de organización.

- **Fijación de objetivos.** Cada unidad de la empresa debe contribuir en alguna forma al logro de los objetivos generales, por lo que cada una debe tener unos objetivos parciales concretos para su contribución a la meta común.
- **Especialización.** Determinando, las actividades necesarias para alcanzar los objetivos, se agruparán estas actividades en unidades de características homogéneas.
- **Unidad de dirección.** Todas las funciones que tengan un objetivo común deberán ser agrupadas bajo una sola responsabilidad.
- **Unidad de mando.** Cada persona deberá tener un solo jefe, del que recibirá órdenes, y

ante el que será responsable de su actuación.

- **Jerarquización.** Deberá establecerse de forma concreta las relaciones y dependencias de las personas, así como sus atribuciones y responsabilidades.
- **Equilibrio.** La importancia de cada actividad deberá ser objetiva y no estar influenciada por circunstancias, como un mayor conocimiento de la especialidad, preferencias, etc.
- **Información.** Establecer el sistema de información que debe producirse, fuentes de información, tipos de información, niveles de información, emisores y receptores.

En el caso concreto de la producción el éxito de su funcionamiento depende, en una proporción muy importante, de la estructura organizativa de todas las personas y actividades que constituyen la función producción, así como de la situación estructural de esta función en la empresa, y sus relaciones con las restantes funciones.

### 3.3. Planificación de la producción.

Al planificar un proceso productivo cualquiera será necesario **determinar** en forma concreta:

- **La cantidad que se va a producir.** En determinados casos será necesario añadir al volumen de trabajo derivado de los pedidos existentes una previsión de pedidos futuros o repetidos.
- **Información necesaria en cuanto a calidad, terminación, materiales a emplear,** cte., que pueden determinar las máquinas y equipos necesarios para la realización del trabajo.
- **Equipo y personal necesario,** es decir, los tipos y capacidades de producción necesarios, en cada una de las fases del proceso productivo.
- **Capacidades disponibles y su reparto en el tiempo** de cada uno de los centros o grupos de producción.
- **Proceso de trabajo de cada producto,** de cada uno de sus componentes, y las operaciones secundarias. En muchos casos es de la mayor utilidad, con el fin de adaptar el proceso de producción a las disponibilidades de máquinas y equipo en cada momento, diferenciar las exigencias técnicas rígidas en cuanto a terminación, tolerancias, mecanización cte., de las que admiten cierta variación, especificando los límites de ésta.

Al efectuar la planificación de un nuevo proceso de producción, integrándolo en la empresa dentro de otros procesos que en ésta se puedan estar realizando, ya que, en consecuencia, ocupan capacidades de los factores de producción, puede darse la circunstancia de que las capacidades disponibles, es decir, las no ocupadas por los procesos de producción en curso, no sean suficientes en algunas de las fases del proceso que se planifica para la carga que éste requiere, en cuyo caso será necesario:

- Reconsiderar la planificación del proceso en cantidades, plazos, etc.
- Reconsiderar la planificación y programación de los procesos en curso.
- Adquirir o subcontratar nueva capacidad productiva.

Las decisiones entre cada una de las distintas opciones corresponden a la dirección, al incidir factores económicos, de oportunidad, comerciales, etc.

La coordinación de la planificación de los distintos procesos productivos, obras o programas de producción constituye el **plan general de producción**, que puede establecerse en dos niveles:

- **A nivel fases principales y plazos generales de los distintos procesos.** Normalmente, en este nivel únicamente se consideran los centros de producción que determinan los plazos. Se establecen las cargas necesarias medias, y ofrece un panorama general del exceso o defecto de capacidad productiva para la realización de las distintas obras o programas de fabricación.
- **A nivel fases secundarias o subfases, que abarca a todos los centros de** cada uno de sus centros y secciones de trabajo. En este nivel se determinan plazos intermedios y se concretan las cargas necesarias, así como los excesos y las ausencias de carga en cada centro de producción.

En general, los distintos sistemas de planificación, que ofrecen variantes en cuanto a documentos utilizados, gráficos, planning, etc., se fundamentan en:

- **Los condicionamientos y ordenación** de las distintas fases del proceso de producción. Hay fases que para su comienzo es necesaria la terminación de una o más de las otras fases, mientras que otras fases pueden realizarse con independencia de las restantes. Por otra parte, determinadas fases del proceso que requieren una determinada carga pueden realizarse en mayor o menor plazo, en función de los medios que intervengan, habiendo otras cuya carga determina un tiempo sin posibilidad de reducción por aplicación de más medios.
- **Sistemas o tarifas de valoración**, para la evaluación de las cargas necesarias en cada una de las diferentes fases o subfases del proceso de producción, mediante las que se obtienen las horas-máquina, horas-hombre, etc., necesarias, en función de variables técnicas conocidas.
- **Distribución de las cargas**, en el tiempo, mediante curvas de carga-tiempo, al ser necesario conocer, además de las cargas necesarias en las distintas fases o subfases del proceso, la distribución de estas cargas en el tiempo para cada sección o centro de trabajo.
- **Capacidades de producción de los distintos centros productivos**, con las capacidades totales, las capacidades ocupadas, y, por diferencia, las capacidades libres. El conocimiento de estas capacidades debe estar constantemente actualizado, recogiendo en el cuadro de situaciones las variaciones de las capacidades, tanto totales, por posibles aumentos o disminuciones, de medios, máquinas nuevas, turnos complementarios, disminución de jornadas, máquinas fuera de servicio, etc., como ocupadas, por comienzo o terminación de trabajos. A partir del conocimiento de estos datos se obtienen:
  - a) Gráficos de situación de cargas en función del tiempo, y, por diferencia a la capacidad de producción, la capacidad disponible.
  - b) Gráficos lineales de planificación, en los que se representan a escalas determinadas los hechos previstos, y en las que se representarán también, posteriormente, las realizaciones, en forma que se pueda efectuar la constatación en todo momento de la cumplimentación de la planificación mediante la comparación entre la previsión y la realización.



Puesto que la planificación consiste en adecuar las cargas de trabajo que se derivan del proceso de fabricación en cada fase y en cada centro de trabajo a las disponibilidades de capacidades libres en cada uno de estos centros, adaptándose a las cumplimentaciones de los plazos mínimos necesarios, y a las condicionantes de las secuencias determinadas por el proceso, el problema fundamental en las representaciones gráficas es la existencia de tres variables:

- Capacidades de producción.
- Cargas necesarias.
- Tiempo.

La solución adoptada más generalmente en los distintos sistemas prácticos de planificación es representar en un eje del sistema de coordenadas, el tiempo; y en el otro eje los centros o medios de producción, utilizándose diferentes procedimientos para representar las capacidades, cargas, previsiones y realizaciones.

### **3.3.1. Capacidades de producción.**

La **capacidad** de una unidad productiva de trabajo, entendiendo como unidad productiva el centro de trabajo, la sección, el grupo funcional homogéneo de máquinas, la máquina, etc., se define como el volumen de trabajo que puede producir en un tiempo dado.

Será necesario, a efectos de un conocimiento concreto de la capacidad productiva, y para su utilización práctica al planificar y programar la producción, diferenciar los siguientes conceptos de capacidad:

- **Capacidad teórica**, como número de horas de trabajo que se pueden realizar en un determinado período de tiempo. Esta capacidad teórica será función de la jornada de trabajo establecida, y por lo tanto podrá incrementarse en la medida en que sea posible la implantación de más turnos, realización de horas extraordinarias, etc. También quedará determinada en función de una cierta actividad, que denominaremos actividad normal en el caso en que, por las características del trabajo, el rendimiento, tanto de máquinas como de hombres, puede variar existiendo sistemas de motivación o de incentivos.
- **Capacidad práctica**, al ser imposible alcanzar siempre la capacidad teórica por diversas circunstancias, que dependerán de las características de cada empresa y del tipo de producción, siendo en general las más frecuentes: paradas para el entretenimiento o conservación, averías, reparaciones, montaje y desmontaje de dispositivos y útiles, esperas por aprovisionamiento de materiales, etc.

Esta capacidad de producción es siempre menor que la teórica; para determinarla habrán de tenerse en cuenta la serie de factores que hacen disminuir la capacidad teórica. La capacidad práctica de producción será la que deberá utilizarse en la planificación.

Algunos de los factores que hacen la capacidad práctica menor que la teórica son intrínsecos al propio proceso de producción o al funcionamiento adecuado de los equipos, por lo que son inevitables en una dimensión mínima óptima. Otros factores pueden derivarse de la falta de coordinación, por lo que deberán eliminarse.

El grado de utilización productiva de los medios de que dispone la empresa será la relación entre la capacidad práctica y la capacidad teórica.

La capacidad práctica se calculará a partir de la capacidad teórica mediante datos históricos y técnicos registrados y calculados, aplicando a cada unidad de producción el correspondiente coeficiente de reducción. Esta capacidad calculada podrá incrementarse mediante la obtención de rendimientos mayores, tanto en el conjunto de máquinas y equipos como en la mano de obra, por la aplicación racional de acciones organizativas, como pueden ser:

- Estudios de tiempos y mejoras de métodos.
- Incentivos al rendimiento.
- Entretenimiento preventivo.
- Aprovisionamiento de materiales, etc.

Al intervenir en el proceso de producción diferentes talleres, secciones, grupos homogéneos de máquinas, equipos, etc., habrá de tenderse a alcanzar un equilibrio entre las capacidades prácticas de producción de los diferentes centros y puestos de trabajo.

### **3.3.2. Cargas de trabajo.**

Puede definirse la **carga** como la asignación de una cantidad de trabajo a un medio de producción. Para la realización de un trabajo determinado se determinarán las cantidades de trabajo, medido en las unidades adecuadas, que cada medio de producción debe realizar. Al ser los medios de producción, máquinas y operarios, las unidades de estos medios, a efectos de asignación de cargas de trabajo, serán puestos de trabajo o grupos homogéneos de puestos de trabajo.

La función previa de asignación de cargas o determinación de las cargas necesarias en cada puesto o grupo de puestos de trabajo de los diferentes centros de producción que intervienen en el proceso de fabricación, y cuya suma es el total de cargas necesarias para la realización del trabajo, no especifica cuándo ni en qué orden debe realizarse el trabajo, correspondiendo estas funciones a planificación o programación, según el nivel de concreción o detalle.

Las unidades a utilizar para la determinación de cargas son finalmente horas-máquina y horas-hombre. Estas unidades se determinarán siempre a partir de las unidades físicas de cada tipo de proceso de producción, número de piezas, toneladas, metros de construcción, mecanización, etc., mediante el estudio del proceso, del que obtendrán las unidades físicas y el conocimiento de las capacidades de producción o rendimientos de los medios de producción en las unidades correspondientes.

En cualquier momento las cargas de trabajo existentes, tanto en el ámbito de empresa en su conjunto como para cada uno de los puestos de trabajo de los diferentes centros de producción, pueden clasificarse de la forma siguiente:

- **Carga derivada de trabajos comenzados**, que pueden subdividirse en:
  - a) En ejecución normal.
  - b) Retrasados.
- **Carga derivada de trabajos programados**, y que todavía no han sido comenzados:
  - a) Programados, para su lanzamiento en el momento correspondiente.
  - b) Bloqueados, los que estando programados y preparados para lanzar no ha sido posible comenzarlos por determinadas circunstancias.

Por otra parte habrá que tener en cuenta las cargas correspondientes a trabajos aún no programados, en los que todavía no han sido determinadas las unidades de cargas asignadas a

cada medio de producción, ni el momento de comienzo del trabajo.

Para la adecuada coordinación de los distintos factores que intervienen en todo proceso será necesario conocer, en forma cuantitativa, las situaciones de las cargas respecto a la capacidad de producción disponible.

La contabilización de las cargas se efectuará de acuerdo con el sistema adoptado para determinar las capacidades, es decir, según la determinación de grupos funcionales homogéneos de producción establecida. En cada caso particular se efectuará la clasificación de las máquinas, medios y equipos que intervienen en el proceso productivo, en forma tal que sea suficientemente eficaz en cuanto a las necesidades de planificación y coordinación.

El sistema práctico operativo, y grado de detalle del control de capacidades y cargas, dependerá de las necesidades de cada empresa, dependiendo del tipo de actividad y volumen de producción. Las distintas variantes generalmente utilizadas pueden resumirse en dos:

- **Sistema de fichas.** Para cada grupo funcional homogéneo se establecerá una ficha, en la que constarán las cargas programadas para cada período, obteniéndose por acumulación la carga programada total. En estas fichas se registrará la terminación de cada trabajo, disponiéndose así del conocimiento, en cada momento, de la situación de cargas, en cuanto a: disponible, programada para lanzamiento, bloqueada, etc.
- **Sistema de planning.** Variante dinámica del anterior, representando cada línea un grupo funcional homogéneo, abarcando la longitud de ésta el plazo total de previsión. Con diferentes colores se representarán para cada período la situación de las cargas, programada, bloqueada, disponible, etc., modificándose en cada momento en función de las realizadas.

Cualquiera de estos dos sistemas, descritos en sus grandes líneas, pueden adoptar diversas formas y grados de detalle en su aplicación, así como la utilización conjunta de fichas y planning, que reúne las ventajas de conservar registrada la información y la movilidad y visión rápida de la situación.

### **3.4. Programación en la producción.**

La **función de programación** es la coordinación de medios a corto plazo, teniendo en cuenta la situación y posibilidades de cada momento, utilizando datos concretos y actuales, y adaptándose a las modificaciones que, en función de las realizaciones, han de hacerse en las previsiones efectuadas en la planificación previa.

La programación de la producción consiste en asignar las órdenes de fabricación o las operaciones en que se descomponen a centros de trabajo (máquinas) concretos en fechas determinadas, es decir, el programa es una asignación más un calendario. La programación es la última de las fases de preparación de las actividades productivas, después de la planificación y del cálculo de las necesidades de materiales.

La planificación general, al utilizar condiciones medias previsibles, capacidades, cargas y plazos medios, y al pretender alcanzar objetivos de conjunto, deberá efectuarse en forma centralizada al abarcar a los diferentes talleres, secciones o centros de trabajo que intervienen en el proceso de producción.

No existe ninguna razón funcional, sin embargo, para que la programación se realice de forma centralizada, ya que al ser más inmediata a la fase de realización del trabajo, y al tener en cuenta las condiciones en cada momento de cada máquina y puesto de trabajo, se puede

realizar independientemente para cada taller, sección o centro de trabajo.

- **La programación centralizada** tiene las ventajas de un posible menor costo, mayores posibilidades de relación y adaptación a la planificación general, así como unidad de criterio en los sistemas y en las acciones.
- **La programación descentralizada** tiene un mayor contacto con la ejecución del trabajo, conocimiento de las circunstancias reales de cada momento y de los equipos y procesos de producción, así como una posible mayor integración de los mandos de producción en el sistema.

Estos criterios de centralización y descentralización han de considerarse como generales, pero no de aplicación, necesaria en todos los casos, sino que habrá que adaptar cada caso particular a sus circunstancias específicas, teniendo en cuenta en todo caso la necesidad de una unidad de criterio en el establecimiento de las funciones.

El proceso de programación sigue los siguientes **pasos**:

- **Arranca de las órdenes de fabricación**, cada una de ellas planificada de terminación.
- Las órdenes de fabricación se desglosan en **operaciones específicas** a las cuales se le asignan tiempos, es decir, se determina el periodo de comienzo y de terminación de cada una de ellas, cargándolas a centros de trabajo concretos, en función de la relación carga / capacidad que tengan. Esta relación, en sistemas productivos intermitentes, es compleja de calcular y para evitar, posteriormente, retrasos no deseados se suele usar como valor máximo alrededor de 0.75, aunque se pueden utilizar valores menores si el coste de almacenamiento es alto.
- Se determinan las **necesidades agregadas** (horas extras, turnos) de mano de obra, tiempo de máquina, etc. a nivel de operaciones en centros de trabajos, y se comparan con las capacidades existentes. En función de esta comparación y de criterios de prioridad que se establezcan, se toman decisiones en relación a movimientos de plantilla, horas extras, subcontrataciones, etc., así como a cambios de asignación de órdenes modificando el centro ó el periodo de ejecución.
- Se procede a la secuencia de **lanzamiento** en cada centro de trabajo.
- Se desarrolla el **programa detallado**.

Para la coordinación de las cargas y su asignación a cada puesto de trabajo será necesario conocer no solamente la carga total en un puesto de trabajo determinado, sino también el momento en que el trabajo debe realizarse. Esta coordinación y asignación de cargas en los diferentes puestos de trabajo, contando con la realidad de cada momento, exige frecuentemente modificaciones y actualizaciones en la programación, por lo que éstas deberán realizarse mediante sistemas y representaciones claras y de fácil interpretación, que faciliten la actualización de la situación de avance del proceso de producción.

La mayor parte de los sistemas de representación, así como de planning, están basados en el sistema gráfico de Gantt, fundamentalmente práctico en numerosas aplicaciones. Este sistema se fundamenta en que la producción prevista y realizada se representa en el mismo espacio y relacionándola con el tiempo, por lo que permite obtener información en cada momento sobre:

- Previsiones de **cargas, por período**, para cada máquina o puesto de trabajo.
- Previsiones de **cargas acumuladas**, al final de cada período.

- **Trabajos terminados** en cada momento y realizaciones en cada período.
- Relaciones entre **previsiones, realizaciones y tiempos invertidos**.

Existe una gran variedad de gráficos, tableros o planning utilizados para la programación, debiéndose utilizar en cada caso los de mayor simplicidad posible, dentro de las necesidades de eficacia, para conocer:

- Utilización de las máquinas. Porcentaje de utilización y causas de inactividad.
  - Rendimiento de la mano de obra.
- a) Control de realizaciones. Tareas asignadas a cada puesto de trabajo, tiempo asignado e invertido.
  - b) Control de cargas. Índice de saturación de cargas de cada puesto de trabajo. Capacidades disponibles.
  - c) Gráfico de proceso. Indicando para cada programa de fabricación las diferentes fases y operaciones, previsiones y realizaciones.

Para adaptar el sistema al cumplimiento de los **objetivos** básicos:

- Coordinar los medios productivos para conseguir realizar las previsiones.
- Realizar las acciones correctoras con el fin de adaptarse a las circunstancias y variaciones que en cada momento se produzcan.

Abarcando el sistema organizativo todas las fases de la producción, desde la recepción de las primeras materias hasta el montaje de los productos acabados, se han de realizar las funciones siguientes:

- Determinación de las necesidades y plazos de fabricación de productos acabados, semiacabados, cargas necesarias y materiales para la cumplimentación de las previsiones.
- Distribución en el tiempo de las necesidades.
- Distribución y lanzamiento, en el momento necesario, de las órdenes de fabricación, pedidos a compras y vales de materiales y herramientas.
- Actualización continua de las previsiones de existencias.
- Recogida de la documentación lanzada, comprobando las realizaciones, y tomando las medidas correctoras necesarias para adaptar la situación a las necesidades de cada momento.
- Recopilación de la información, órdenes de fabricación y pedidos cumplimentados, con el fin de actualizar los procesos de fabricación.

El sistema constituye, por lo tanto, un ciclo cerrado y constantemente realimentado, en el que se parte de las previsiones, determinando las necesidades en el tiempo y seleccionando en cada momento las órdenes correspondientes para el proceso productivo, y controlándose las realizaciones como información de entrada en el sistema, para su contraste con la programación, con el fin de actualizar las previsiones y necesidades y volver a emitir las órdenes necesarias.

### **3.5. Control de la producción.**

La finalidad del **control de la producción** es conocer en cada momento la situación en que se encuentra el proceso, productivo. El conocimiento de la realidad en cada momento permitirá emprender acciones para corregir, lo más rápidamente que sea posible, las desviaciones que

hayan podido producirse en relación con las previsiones efectuadas.

El objetivo, por lo tanto, del control, es la verificación de que la ejecución se adapte al plan establecido. Las **fases** a que da lugar esta función pueden definirse en líneas generales como:

- Fase de obtención de los datos necesarios para el conocimiento de las realizaciones.
- Comparación de las realizaciones en cada momento con, las previsiones efectuadas.
- Información sobre el grado de cumplimentación de las previsiones y las desviaciones que hayan podido producirse.
- Acción correctiva, cuando sea necesario, para rectificar la actuación y conseguir en el conjunto los resultados previstos.

En la función de control comienza, por lo tanto, el **flujo** ascendente de documentación, con el registro de:

- La cantidad de trabajo realizado.
- La fecha de comienzo y terminación de cada fase del proceso de producción.
- Los tiempos invertidos y la utilización de máquinas y equipos.
- Los tiempos de paradas de hombres y máquinas. Retrasos en los trabajos y razones de los mismos. Trabajos rechazados y las causas de los rechazos. Materiales empleados, etc.

Un tratamiento adecuado y sistemático de estos datos ha de conducir al conocimiento y control de la situación del proceso de producción, en cuanto a:

- Estado de avance de los trabajos en relación con el tiempo.
- Estado de avance de los trabajos en relación con los recursos invertidos, horas, materiales, etc.

Es importante resaltar que no existe unificación de criterios respecto a las actividades correspondientes a control de producción, control de calidad, control de existencias, etc. En cualquier caso, son funciones independientes, referidas todas al proceso productivo, aun cuando su ubicación y dependencia correspondan en cada caso a la estructura organizativa de la empresa.

El control relativo a la cumplimentación de las diferentes fases, subfases u operaciones, planificadas y programadas, se efectuará comprobando en cada hoja de proceso y al término de las mismas, la relación entre las fechas de comienzo y terminación previstas y las reales.

El control relativo a los recursos invertidos en medios de producción, para cada centro, taller, sección y grupo homogéneo de trabajo, se realizará, determinando cada período de tiempo del proceso productivo, a partir de los gráficos de carga-tiempo previstos, las inversiones en horas o unidades de recursos productivos, acumuladas al final de cada período.

Se utilizan muy frecuentemente los gráficos de carga-tiempo para representar estas situaciones. En estos gráficos, y en ordenadas, se representa el porcentaje de unidades de producción previstos y realizados, y en abscisas los períodos o fases. La situación del proceso productivo se obtendrá a partir de las representaciones efectuadas en los gráficos.

La materialización de los sistemas de control es muy variada, debiendo estudiarse para cada caso particular la aplicación más adecuada.

En una organización de la producción debidamente estructurada es fundamental el control y conocimiento de los recursos empleados, fundamentalmente máquinas y hombres.

Existen diversos índices de rendimiento, que dependen también de las características del proceso productivo de que se trate. Los más importantes, y de los que pueden considerarse derivados los restantes, son:

$$\begin{aligned}\text{Índice de utilización de la maquinaria} &= \frac{\text{Tiempo de trabajo real}}{\text{Tiempo disponible}} \\ \text{Índice de rendimiento de la máquina} &= \frac{\text{Tiempo asignado a la operación}}{\text{Tiempo invertido en la operación}} \\ \text{Índice de utilización efectiva de la máquina} &= \frac{\text{Tiempo asignado a la operación}}{\text{Tiempo disponible}} \\ \text{Rendimiento del operario} &= \frac{\text{Tiempo asignado al trabajo}}{\text{Tiempo invertido en el trabajo}} \\ \text{Rendimiento global} &= \frac{\text{Tiempo productivo global}}{\text{Tiempo invertido global}}\end{aligned}$$

El control de los rendimientos de máquinas y operarios, así como la obtención de unos índices y rendimientos adecuados, es fundamental para:

- El cumplimiento de los plazos establecidos.
- La reducción de los costes de fabricación.

Al efectuar la programación se toman como base de partida los tiempos de realización de las diferentes operaciones establecidos mediante las técnicas de estudios de métodos y tiempos, a partir de los cuales se obtienen las tarifas de tiempos o tiempos standard.

En cuanto a los tiempos de realización de los trabajos correspondientes a las diferentes operaciones del proceso de producción, y sus posibilidades de variación en función del rendimiento, existen dos tipos de trabajos que generalmente se definen como:

- **Trabajo libre.** El trabajo libre, en el que el rendimiento de los operarios depende de su voluntad, motivaciones, etc., tiene una duración variable, es decir, el tiempo invertido en los trabajos puede ser mayor o menor que los tiempos establecidos en las tarifas de tiempos.
- **Trabajo limitado.** Por el contrario, el trabajo limitado es aquel en que la duración es fija, al estar condicionada por las máquinas, sus condiciones técnicas de utilización, velocidades, avances, etc.

A partir de la sistemática de control que se establezca se obtendrá, con el fin de dirigir y corregir las actuaciones, una acción informativa con las características siguientes:

- Ha de ser dada, en forma periódica, con intervalos regulares y no de forma accidental, es decir, ha de ser continua y normalizada.
- No ha de aportarse en cada caso nada más que los datos necesarios, suficientes, característicos y significativos.
- Ha de ser integral, mediante un proceso de síntesis creciente de la información, a medida que se asciende en su destino, en la escala jerárquica.
- Se han de destacar, en forma comparativa, las anomalías desviaciones, mediante índices y parámetros significativos.

El grado de detalle del control y la información ha de ser similar al de la planificación y programación, formando un sistema integrado y homogéneo.



## 4. Diseño de la Producción

### 4.1. Diseño del producto.

4.1.1. Introducción.

4.1.2. El diseño de un producto o servicio.

4.1.3. I + D. La Investigación y Desarrollo de nuevos productos o servicios.

4.1.4. El diseño modular. La estandarización del producto.

#### 4.1.1. Introducción.

Durante la fase de diseño del producto o servicio que la empresa va a ofertar es cuando se establecen las bases del sistema productivo y se determinan las especificaciones concretas que ha de cumplir el producto.

Por lo tanto esta fase tiene una influencia vital en todo el proceso productivo, y para una adecuada realización de la misma ha de estar coordinadas tanto la función de marketing, la función técnica o de diseño y la función de producción.

Un adecuado diseño permitirá:

- Reducir los costes de fabricación.
- Aumentar los beneficios de la empresa, como consecuencia lógica de lo anterior.
- Posibilitar un fortalecimiento de la empresa en el mercado, haciendo posible la captación de abanicos más amplios del mismo.

#### 4.1.2. El diseño de un producto o servicio.

El papel que el área de producción tiene en el diseño del producto es fundamental, ya que ella será la que tenga la responsabilidad última de llevar a la práctica y convertir en realidad el diseño efectuado.

Por lo tanto no sólo interviene en el diseño el área de marketing, captando la suficiente información para determinar los deseos y necesidades del cliente, sino que debe existir comunicación y acuerdos entre los responsables de diseñar, producir y vender el producto.

Los diferentes **tipos de diseño** se pueden clasificar en:

- **Diseño preliminar:** cuyo objetivo es desarrollar varias alternativas que respondan a los requerimientos iniciales del producto, desarrollando incluso conceptos como seguridad, mantenimiento, duración...
- **Diseño final:** durante el cual se desarrollan prototipos y se eliminan posibles inconvenientes de manera que el producto no presente limitaciones técnicas.

**A continuación se muestran las diferentes** etapas o secuencias en el diseño de un producto o servicio:

- **Generación de ideas.** En esta fase se investigan las necesidades de los consumidores y se seleccionan posibles alternativas de productos a elabora, tomando finalmente sólo aquellas consideradas como más viables.
- **Selección del producto.** De un estudio de mercado y económico tomamos la alternativa anterior a priori más conveniente, eligiendo las características específicas



del producto.

- **Diseño preliminar.** Sobre la base de esas especificaciones se realizan diseños alternativos, teniendo en cuenta el grado de seguridad, mantenimiento y calidad deseados. De todas se tomará finalmente el mejor diseño.
- **Diseño final.** Del diseño elegido se realizan prototipos y se comprueba y desarrolla su funcionamiento y viabilidad, realizando tras las mismas las especificaciones finales del producto, mediante esquemas de montaje, planos, métodos de trabajo, etc.

Una vez obtenidas las especificaciones finales se ha de elegir el proceso de fabricación, tema que será abordado en el siguiente punto.

Desde el punto de vista de la producción, la base del diseño de cualquier producto radica en las especificaciones concretas del mismo, las cuales servirán para diseñar el proceso de fabricación del mismo, incluyendo:

- materiales,
- selección de la maquinaria,
- asignación de tareas a los trabajadores,
- dimensión, distribución y localización de la planta.

El diseño del producto no es algo estático que sólo deba hacerse en una fase inicial del proceso y que posteriormente no requerirá atención. Las empresas, debido a que están inmersas en un entorno evidentemente dinámico, están obligadas a realizar revisiones del diseño. Este **rediseño** puede estar influido por:

- **Los clientes;** los cuales pueden mostrar de forma indirecta o directa su insatisfacción con un diseño en particular.
- **Los competidores;** los cuales pueden hacer que la empresa realice cambios en el diseño para no perder su posición en el mercado o para mejorarla.
- **Los costes;** ya que un aumento de los mismos (de las materias primas, por ejemplo) podría obligar a modificaciones en el diseño.
- **La propia empresa;** el concepto de responsabilidad del producto hace que la empresa sea responsable de los daños causados por diseños defectuosos y esté obligada a rectificarlos.

#### 4.1.3. I + D. La Investigación y Desarrollo de nuevos productos o servicios.

Antes de desarrollar este apartado mostraremos lo que entendemos con los conceptos de investigación y desarrollo.

- **Investigación.**
  - a) Investigación básica: Es el avance en el conocimiento científico, generalmente sin un propósito comercial predeterminado.
  - b) Investigación aplicada: Es la desarrollada para obtener unos beneficios comerciales.
- **Desarrollo**: Es la transformación de los resultados de la investigación en aplicaciones

con utilidad comercial.

La investigación y el desarrollo aplicados en una empresa han de estar orientados a la **generación de nuevos productos/servicios** o nuevos procesos productivos, lo cual comprende varias etapas:

- **Generación y búsqueda de ideas;** para lo cual se ha de disponer de la mayor cantidad de información posible, cuyo origen puede ser:
  - a) Exterior: Principalmente obtenida de clientes y consumidores, ya que ellos son los consumidores directos de nuestros productos, aunque también son fuentes externas de información la competencia, los proveedores y los desarrollos tecnológicos y científicos ajenos a la empresa.
  - b) Interior: La propia información desarrollada por las actividades de I + D que desarrolle la empresa.
- **Selección de ideas;** evaluando cada una de las ideas y seleccionando sólo aquellas que sean compatibles con los objetivos empresariales (obtención de beneficios, mantenimiento de la imagen y prestigio en el mercado...), con los recursos de la organización (disponibilidad de capital, conocimientos técnicos o directivos, instalaciones disponibles...) y con su ventaja competitiva (objetivos de diferenciación en el mercado).
- **Análisis económico;** se han de estimar los ingresos, costes y beneficios que originarán las ideas que superen la fase anterior, utilizando para ello los diferentes modelos existentes (programación lineal, instrumentos financieros, demanda de nuevos productos...).
- **Desarrollo o diseño del producto;** materializando las ideas en productos concretos, lo cual conlleva:
  - a) Desarrollos de las especificaciones del producto: las cuales han de definir las características que ha de tener el mismo, mediante planos, descripciones, materiales...
  - b) Construcción de prototipos: realizados inicialmente de forma artesanal, para realizar con ellos los ensayos necesarios y comprobar sus costes.

Con los prototipos podemos comprobar:

- a) La compatibilidad del producto (que sus componentes encajen y se adapten a las condiciones previstas).
  - b) La simplificación del producto (eliminando todo aspecto superfluo que origine costes innecesarios de fabricación).
  - c) El mantenimiento del producto (de forma que el uso del producto no requiera grandes esfuerzos para el usuario, para lo cual será necesario diseñar el producto con cómodo acceso a sus diferentes puntos para permitir revisiones y sustituciones de piezas).
  - d) La fiabilidad del producto.
- **Prueba de mercado;** una vez superada la fase anterior se efectúa un test en el

mercado para evaluar las posibilidades de ventas y así poder extrapolar las posibles ventas y los segmentos de mercado que se alcanzarían.

- **Lanzamiento y comercialización del producto;** fase final tras superar las anteriores, decisión que implica la realización de inversiones importantes para producir a mayor escala el producto y ejecutar el plan de marketing.

De esta forma podríamos resumir que la investigación y el desarrollo son fuentes de avance tecnológico y en consecuencia de mejoras de la productividad, pero su implementación conlleva la asunción de riesgos y altos costes a corto plazo, por lo cual su implantación no es excesiva en las empresas de tipo mediano y pequeño.

#### **4.1.2. El diseño modular. La estandarización del producto.**

Por **estandarización** comprendemos la fabricación de las partes de un producto conforme a una norma o estándar específico, sin tener en cuenta donde o cuando van a ser utilizadas, para facilitar que dichas piezas puedan ser intercambiables.

Esta estandarización presenta una serie de ventajas importantes:

- Menos partes de las que ocuparse en el inventario y la manufactura.
- Reducción de costes y tiempos de preparación.
- Optimización de los procesos de compra, manipulación e inspección.
- Posibilidad de realizar pedidos desde el almacén.
- Posibilidad de dirigir y automatizar grandes producciones.
- Posibilidad de desviar inversiones en la mejora del diseño y controles de calidad.

Sin embargo también presenta ciertas desventajas:

- Los diseños pueden ser paralizados con muchas imperfecciones significativas.
- Los costes de los cambios en el diseño hacen rehuir de posibles mejoras.
- Disminuye la variedad de productos al homogeneizarse más sus componentes.

Finalmente podríamos definir el diseño modular como aquél que desarrolla módulos básicos formados por piezas que pueden ser utilizados en una gran variedad de productos, es decir, el que emplea la estandarización de las partes del producto.

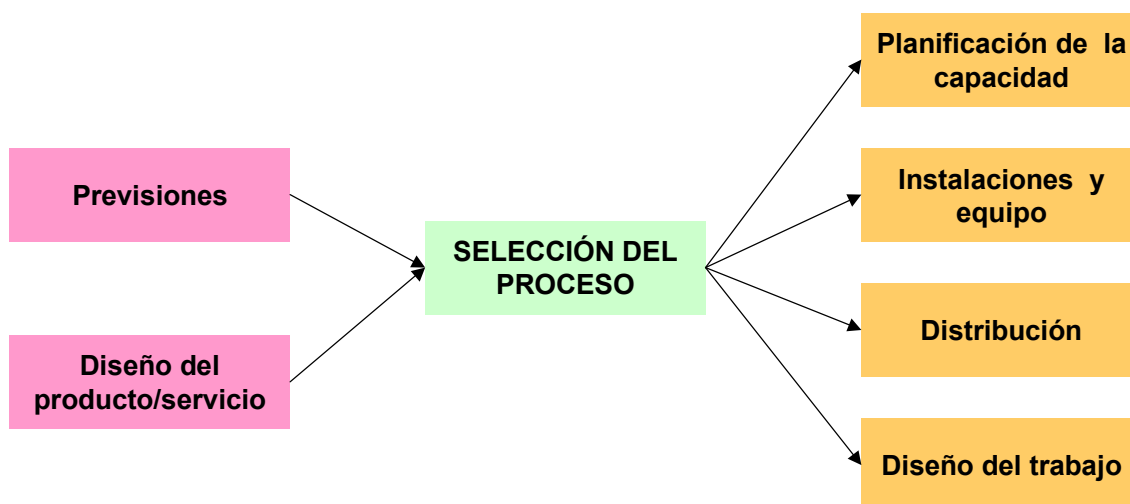
## **4.2. Diseño del proceso productivo.**

- 4.2.1. Introducción.
- 4.2.2. Capacidad del proceso productivo.
- 4.2.3. Clasificación de procesos.
- 4.2.4. La tecnología.
- 4.2.5. Etapas de la selección del proceso.
- 4.2.6. La localización del proceso productivo.
- 4.2.7. La distribución en planta del proceso productivo (layout).

### **4.2.1. Introducción.**

La selección del proceso se refiere al modo que una organización elige como producir sus productos o proporcionar sus servicios. Esencialmente, esto incluye elegir la tecnología y analizar los problemas, y tiene implicaciones importantes en la planificación de la capacidad, la distribución de los equipos e instalaciones, y el diseño del sistema de trabajo.

En la siguiente figura se proporciona una visión global de como la selección del proceso encaja en el diseño del sistema:



La selección del proceso ocurre naturalmente cuando un nuevo producto o servicio comienza a ser planeado. Sin embargo, también ocurre periódicamente debido a cambios tecnológicos en los equipos así como cambios en los productos o servicios.

La primera etapa en la planificación del proceso consiste en resolver el problema de producir o comprar algunos o todos los productos o subcontratar algunos o todos los servicios. En estas decisiones, los factores a considerar son:

- La capacidad disponible: si una organización tiene una cantidad disponible, el incrementar esa capacidad o dejar una demanda insatisfecha le puede reportar unos costes mayores que comprar o subcontratar productos o servicios.
- La experiencia: si una empresa no dispone o carece de expertos para realizar un trabajo satisfactoriamente, comprar o subcontratar debe ser la alternativa más razonable.
- La tecnología existente y que puede ser utilizada.
- La calidad que se desea.

- La naturaleza de la demanda.
- Las necesidades de capital.
- El coste asociado a las distintas alternativas.

Si la decisión es fabricar todos o algunos de los productos o prestar todos o algunos de los servicios, el siguiente problema que se plantea es cuál debe ser el tipo de proceso a emplear.

Para definir el tamaño de las instalaciones, en términos de capacidad del sistema productivo, es necesario lo siguiente:

- Definir la unidad de medida.
- Demanda a largo plazo establecida como objetivo.
- Calcular la capacidad del sistema productivo.

Para medir la capacidad de un sistema productivo hay que tener en cuenta el proceso productivo. Si los productos son homogéneos, es posible definirla en términos de unidades terminadas por unidad de tiempo. En otros casos, cuando los productos finales son muy variados, pero se fabrican a partir de pocos componentes, la capacidad puede medirse en términos de unidades de inputs que pueden procesarse.

En el sector de servicios la unidad de medida de la capacidad es más compleja de definir, dado que los tiempos de proceso dependen del cliente, que es una variable exógena. Cuando se mide se utilizan índices como el número de clientes por unidad de tiempo, aunque, como se puede suponer, la precisión que se obtenga de esta forma es variable.

El producto a fabricar no define directamente el proceso a utilizar, aunque, de hecho, para cada producto existe un proceso utilizado con mayor frecuencia. Se debe considerar, por tanto, qué proceso es utilizado en el mercado por la competencia.

Otro factor a considerar es la estrategia a seguir por la empresa; un liderazgo en costes, que implica producción masiva y coste unitario reducido, deberá inclinarse por un proceso en línea; para una estrategia de especialización es más adecuado el flujo intermitente, que permite una producción más diferenciada, aunque el coste será mayor.

Desde un punto de vista económico, la elección del proceso óptimo debe realizarse mediante selección de inversiones con criterios de costes/beneficios.

Existen otros criterios, que influirán en la selección, tales como las necesidades de capital, especialización de la mano de obra, formación administrativa para una correcta gestión, tecnología utilizada, etc.

#### **4.2.2. Capacidad del proceso productivo.**

La **capacidad** se define como la cantidad de productos que puede obtenerse en cada período de tiempo, con los recursos disponibles y en condiciones de producción normales (Schroeder, 1992), tomando en consideración también en algunos casos, el tiempo.

No debe confundirse capacidad con el volumen (velocidad real de producción durante un cierto tiempo), pudiéndose hablar de un volumen de producción óptimo o nivel de producción para el cual el beneficio es máximo (ingreso marginal = coste marginal), o de volumen de producción típico para el cual se hace mínimo el coste total medio. Tampoco se ha de confundir con la capacidad pico, que sólo se alcanza durante un período corto de tiempo y supone la cantidad máxima eventual, considerando la adición de factores: horas extraordinarias, más trabajadores, políticas de emergencia productiva, etc.

No es fácil determinar la capacidad de producción, pero sí puede afirmarse que la fábrica ha de contar con una capacidad que le permita hacer frente a las condiciones de la demanda y la competencia del mercado en que opera la empresa.

Capacidad y volumen están muy en relación con la demanda esperada. Por otra parte una adecuada capacidad permite aprovechar las economías de escala que se generan por el incremento del volumen de producción en unidad de tiempo.

Una empresa optará siempre por aquella capacidad productiva que genere el menor coste medio de producción para un nivel de demanda previsto.

Un aspecto bastante relacionado, en principio, con la capacidad productiva es la **dimensión** de la fábrica, pero no deben confundirse en absoluto. La capacidad atiende a la cantidad y variedad de productos fabricados, mientras que la dimensión alude, además de a los productos, a los componentes fabricados internamente; así el capital productivo y el número de trabajadores son aspectos relacionados con la dimensión.

**La empresa ha de analizar con rigor la dimensión adecuada para evitar cargas de estructura innecesarias. Es incuestionable que existe una estrecha vinculación entre la dimensión de la empresa y la gestión de la mismas, y en algunos casos con el endeudamiento.**

La externalización de actividades o fases del proceso productivo puede suponer un mecanismo de dimensionamiento, siempre que no perjudique el normal desarrollo de la cadena de valor añadido que ha de procurar.

Existen diversos criterios para establecer o medir la dimensión de la empresa:

- **Cantidad y valor de los inputs.** La medida en términos de unidades físicas no favorece la comparación interempresas, por ello la valoración monetaria es más aplicable, al permitir la homogeneización valorativa. Así una empresa será mayor cuanto más valor tengan sus inputs (materias primas, mano de obra, recursos energéticos, I+D, etc.).
- **Criterio del activo fijo.** La empresa que posea más inmovilizado material se considera más dimensionada.
- **Criterio de la capacidad productiva normal.**
- **Criterio de la cifra de ventas.** La mayor facturación determina la mayor dimensión de la empresa, comparativamente hablando.
- **Criterio del valor añadido.** Es muy utilizado en las estadísticas públicas, incluyendo en el concepto del valor añadido aspectos tales como: intereses, salarios, beneficios, no incluyéndose las amortizaciones al no ser homogéneos los métodos aplicados por las diferentes empresas.

Cabe hablar, asimismo, del tamaño de un grupo de empresas, pudiéndose establecer un índice único, por ejemplo el nivel de empleo del grupo en comparación con otros grupos empresariales.

En este orden de cosas cabe plantearse si existe una dimensión óptima. Para Perrouse no hay tal: cuanto mayor pueda ser una empresa, mejor; sin embargo, Robinson entiende que sí hay

una dimensión óptima: cuando los costes totales medios se minimizan, existiendo, según este autor, un intervalo en el que la empresa alcanza esa dimensión óptima.

En línea con lo anterior podemos considerar también si tiene alguna razón de ser la pequeña empresa. Las tesis americanas apuntan a que sí sobre la base de tres argumentos:

- Existen zonas de inversión en las que la gran empresa no tiene cabida.
- La empresa pequeña es más adaptable que la grande ante los cambios tecnológicos.
- Existe lo que se denomina subcontratación colaboradora, de forma que ciertas actividades son cedidas por las grandes empresas a unidades empresariales más pequeñas y operativas.

#### **4.2.3. Clasificación de procesos.**

Atendiendo al criterio elegido para realizar la clasificación, existen diferentes tipos de procesos:

##### **Según el flujo del producto.**

###### **a. Sistemas continuos o de flujo en línea.**

Son sistemas altamente especializados, diseñados para proporcionar volúmenes altos de salidas de uno o pocos productos estandarizados. También suele ser denominada como producción en masa o producción continua.

Recoge por tanto el proceso por el cual la obtención de los bienes se realiza por una corriente de trabajo ininterrumpida en el tiempo. La producción es continua siempre que funcione la denominada cadena de producción, la cual sería la senda que seguirían los distintos factores hasta convertirse en el producto terminado.

La naturaleza altamente repetitiva de las operaciones conduce a la especialización de los equipos y trabajo. Esta división del trabajo requiere, normalmente, trabajadores poco especializados. Por otra parte, los equipos especializados, a través del gasto, pueden justificar por sus características el que los costes por unidad producida sean relativamente bajos.

Por regla general, tal producción se realiza para inventarios o almacén, más que por órdenes de clientes.

En este tipo de producción los materiales y materias primas entran en un extremo de la línea de producción siguiendo las distintas fases del proceso en las que se realizan las diferentes operaciones, por lo que cada unidad de producto pasa a la operación siguiente en el momento de terminar la operación anterior. Los procesos ininterrumpidos tienen una duración considerable, por lo que los cambios de preparación de las máquinas y útiles se producen a intervalos largos en el tiempo, e incluso no existen en máquinas o líneas de producción de uso especializado para un determinado tipo de producto.

La mayor parte de los productos elaborados por el sistema de proceso continuo son materias primas, productos básicos o de utilización masiva, por lo que las especificaciones de producción están determinadas y los componentes normalizados.

Una característica muy especial de la producción continua es la interrupción del proceso completo al quedar detenida una de sus operaciones. Aun cuando por las características técnicas del proceso pudieran continuar determinadas operaciones o partes de la línea de producción, el flujo de producción resulta desequilibrado. El coste, por lo tanto, de las interrupciones es muy alto, por lo que es necesario evitar en lo posible la interrupción, y en

todo caso tratar de anticiparse adoptando las acciones necesarias para reducir sus consecuencias.

### **b. Sistemas intermitentes o de flujo intermitente.**

Son más generalizados que los anteriores, realizan más adaptaciones para dirigir volúmenes menores de productos que presenta una variedad de requisitos del proceso.

El proceso es realizado por lotes, y el volumen es mucho menor que en los sistemas de flujo en línea.

Estos sistemas están caracterizados por equipos más generales que pueden satisfacer una cierta diversidad de requisitos de procesamiento, trabajadores preparados o semipreparados pueden operar con el equipo y la producción obtenida debe pasar por un control más estrecho que en los sistemas continuos, siendo por todo ello los costes por unidad más elevados que en el caso anterior.

De esta manera, el proceso no requiere continuidad, las interrupciones en la forma de producir no plantean excesivos problemas técnicos y los mismos equipos o talleres pueden ser utilizados en varias operaciones.

La producción intermitente está caracterizada por un **sistema productivo con agrupación en lotes de fabricación**, siendo el sistema utilizado cuando la gama de productos es variada y el volumen de fabricación de cada uno es pequeño respecto a la producción total.

Este tipo de producción puede afectar a productos cuyas especificaciones están estandarizadas, pero el volumen de producción no es lo suficientemente grande para adoptar el sistema de producción continua, por lo que la economía de fabricación adopta el sistema de producción intermitente por lotes.

En determinados casos es necesario utilizar este sistema de fabricación, al ser variables las especificaciones de cada lote de producción, aun cuando se trate de un mismo producto.

Se caracteriza la producción intermitente por las operaciones productivas que se realizan a un determinado lote, en una sección o máquina, pasando éste, una vez completada la fase del proceso, a la fase siguiente. Una vez completadas las operaciones de un lote en cada una de las secciones o máquinas, entra el lote siguiente de especificaciones diferentes, para lo cual puede ser necesaria, en determinadas ocasiones, la nueva preparación de máquinas, útiles e instrucciones de fabricación.

### **c. Sistemas por proyectos.**

También son denominados sistemas por encargo o pedido. Pueden ser considerados como una modalidad de la producción intermitente, con la característica que se refieren a productos muy específicos, donde el cliente expone las características deseadas del producto.

De esta manera se trata de una producción con un horizonte temporal limitado, donde los trabajos tienen propósitos especiales y complejos, e incluyen un conjunto único de actividades.

En este tipo de proceso el producto final a obtener es único en cada caso, con características, especificaciones, calidades, materiales, dimensiones, etc., distintas a todos los demás productos de su misma denominación. Únicamente tienen de común con otros su finalidad general, aunque su finalidad específica es diferente. Pueden utilizarse en su realización las



mismas o análogas tecnologías y los mismos o análogos sistemas, pero el nacimiento de la idea, anteproyecto, proyecto, diseño, planificación del trabajo y recursos utilizados son tan únicos y diferenciados de todos los demás como el producto final mismo.

Dentro de estos proyectos se incluyen construcciones inusuales o grandes, desarrollo de nuevos productos o promociones, planificación y coordinación de misiones especiales, etc.

Debido a su limitada vida y a la naturaleza no repetitiva de las actividades, su coste por unidad suele ser bastante elevado.

Estos procesos de producción están muy en boga en la actualidad, siendo la expresión más moderna las llamadas técnicas **Just In Time (JIT)**, introducidas por las productoras japonesas y aplicadas en la actualidad a procesos históricamente continuos como la fabricación de automóviles.

Los sistemas JIT se basan en la reducción de los proceso de fabricación, aumentando su flexibilidad para adaptar la producción a las necesidades de la demanda, reduciendo costes globales y respondiendo a los cambios de forma efectiva y eficiente.

Los principios clásicos de organización productiva han sido sustituidos por nuevas técnicas, tales como:

- Especialización de plantas industriales más pequeñas, pero más rentables y eficaces, por líneas de producto.
- Organización de la distribución de planta orientada al flujo de materiales.
- Flexibilidad y cambio rápido para fabricar de forma sincrónica y con stocks mínimos.

Detrás del enfoque del JIT subyace la idea de sincronización de las actividades necesarias para prestar servicio al cliente.

Uno de los primeros efectos que se producen en las compañías que han implantado con éxito el JIT, es el incremento de la producción a partir de:

- Desarrollar estrategias para optimizar la utilización de los recursos excedentes (incremento de la cuota de mercado en las líneas de producto, lanzamiento de nuevos productos, etc.).
- Impactos positivos sobre la función de distribución, orientados a:
  - a) Reducir los costes logísticos (líneas de producción, mal equilibrio, roturas de stocks, etc.).
  - b) Mejorar el servicio al cliente.
- Optimización del flujo de materiales como objetivo estratégico para incrementar la competitividad (eliminación de grandes almacenamientos, aprovisionamiento por lotes reducidos, incremento del número de envíos por cliente...).

A modo de resumen, en la siguiente tabla se reflejan los tres tipos de procesos según sus características.

CARACTERÍSTICAS		TIPOS DE PROCESOS		
		EN LÍNEA	INTERMITENTE	POR PROYECTOS
PRODUCTO	Tipo de pedido	Continua o en lotes grandes	En lotes	Una sola unidad
	Flujo del producto	Secuencial	Mezclado	Ninguno
	Variedad de productos	Baja	Alta	Muy alta
	Tipo de mercado	En masa	Clientes	Único
	Volumen	Alto	Medio	Una sola unidad
MANO DE OBRA	Habilidades	Bajas	Altas	Altas
	Tipo de tarea	Repetitiva	No rutinaria	No rutinaria
	Salario	Bajo	Alto	Alto
CAPACIDAD	Inversión	Alta	Media	Baja
	Inventario	Bajo	Alto	Medio
	Equipo	Para usos especiales	Para usos generales	Para usos generales
OBJETIVOS	Flexibilidad	Baja	Mediana	Alta
	Costo	Bajo	Mediano	Alto
	Calidad	Consistente	Más variable	Más variable
	Tiempo de procesamiento	Bajo	Mediano	Alto
CO	Control de producción	Fácil	Difícil	Difícil
	Control de calidad	Fácil	Difícil	Difícil

	<b>Control inventario</b>	<b>de</b>	Fácil	Difícil	Difícil
--	-------------------------------	-----------	-------	---------	---------

### Según el tipo de pedido.

#### a. Proceso para inventario.

Se trata de procesos en los cuales el producto está especificado por el propio fabricante (sistema Pull), teniéndose por lo general costes bajos.

Este tipo de procesos tienen como objetivo equilibrar el inventario, la capacidad y el servicio, presentando sus principales problemas en la dificultad del establecimiento de pronósticos, con lo cual deberá tenerse más cuidado en la planeación de producción y en el control de inventarios.

#### b. Procesos por pedido.

Son procesos en los que el producto está especificado por el cliente, generalmente a costes más altos (sistema Push).

El objetivo en estos tipos de procesos es administrar los plazos de entrega y la capacidad de producción, ya que hay que cumplir con las entregas, controlando las mismas.

En la siguiente tabla se resume las características de estos dos tipos de procesos.

CARACTERÍSTICAS	TIPOS DE PROCESOS	
	PARA INVENTARIOS	POR PEDIDO
<b>Producto</b>	Especificado por el productor Coste bajo	Especificado por el cliente Coste alto
<b>Objetivo</b>	Equilibrar el inventario, la capacidad y el servicio	Administrar los plazos de entrega y la capacidad
<b>Principales problemas en las operaciones</b>	Preparación de pronósticos Planeación de la producción Control de inventarios	Promesas de entrega Control de entregas

Según la combinación de estos dos criterios de clasificación (según el flujo del producto y el tipo de pedido) se puede establecer seis tipos de procesos distintos. Dentro de una misma empresa, cada producto específico se elabora dentro de uno de estos tipos de procesos.

Debido a la variedad de productos que puede fabricar una empresa, por lo general estará empleando una diversidad de tipos de proceso, por lo cual es normal que en las organizaciones existan varios tipos dentro de las mismas instalaciones físicas.

Algunos ejemplos de distintos tipos de actividades que son frecuentemente realizadas a través de un determinado tipo de procesos son determinados en la tabla siguiente.

	PARA INVENTARIO	POR PEDIDO
FLUJO EN LÍNEA	Refino de petróleo Molienda de harina Enlatadoras Cafeterías...	Líneas de ensamblaje de automóviles Telefónica Servicios eléctricos...
FLUJO INTERMITENTE	Cristalería Muebles...	Hospitales Joyería por pedido...
POR PROYECTO	Casas de especulación Películas comerciales...	Edificios Retratos Barcos Películas...

**Según el número de productos a obtener.**

Se podría hablar de **procesos de producción simple** y **procesos de producción múltiple**.

Lo normal suele ser el segundo tipo, caracterizado por la producción de varios productos diferenciados y que técnicamente pueden ser interdependientes o no, es decir, que puedan tener en común ciertos factores.

En otras ocasiones, la multiproducción no es más que una acumulación de producciones simples con asignación alternativa de recursos.

Distinguimos tres clases de procesos dentro de la obtención de varios productos.

- **Procesos de producción múltiple independientes**, los cuales se producen en empresas con distintas explotaciones monoproductoras o con distintas cadenas de producción independientes.
- **Procesos de producción múltiple alternativa**, realizados normalmente en empresas que trabajan sobre la base de producción intermitente, donde los problemas son de asignación de la mano de obra y los materiales.
- **Procesos de producción múltiple compuesta**, en los cuales de un mismo proceso se pueden obtener más de un producto o que parte de él sea común a más de un producto.

Estos sistemas de clasificación son útiles, por un lado, para categorizar distintos tipos de problemas de decisión que surgen en el ámbito operativo (decisiones de costes, calidad, producción y control de inventarios...), y por otra parte, pueden usarse para llevar a cabo la selección del proceso productivo.

#### **4.2.4. La tecnología.**

La tecnología debería ser planificada y controlada, para así profundizar en la mejor comprensión de sus efectos ambientales, sociológicos y psicológicos y, en consecuencia, valorar sus costes sociales, con objeto de minimizar los efectos negativos.

La tecnología como tal, es un elemento esencial del proceso económico y, también, un factor crítico de la competitividad industrial, que constituye uno de los pilares fundamentales sobre los cuales se apoya la rentabilidad y el crecimiento de las empresas y, por tanto, resulta ser una condición esencial para su conservación y perpetuidad.

Incluso podríamos afirmar que las más importantes empresas industriales deben su origen y supervivencia a una correcta aplicación de la tecnología al desarrollo de nuevos productos y a la mejora de los procesos de fabricación.

La tecnología es un concepto ambiguo, lo que dificulta su delimitación; no obstante, se la puede definir como un método (o procedimiento) para hacer algo. En esta definición incluimos los medios vinculados al procedimiento (instrumentos, herramientas y máquinas) y la clase de materiales que se transforman, pero también los conocimientos científicos (u otro conocimiento organizado) aplicados a su puesta en práctica.

La tecnología tiene dos **componentes**:

- **Un problema a resolver**, un objetivo, un producto; en resumen, algún resultado deseado.
- **Un conjunto de actividades**; esto es, las maneras, medios o métodos a través de los cuales lograr ese resultado deseado.

Ahora bien, no basta con conocer un procedimiento que se pueda aplicar a la solución de un problema o al logro de un objetivo, sino que hay que buscar el procedimiento más eficiente de entre los varios posibles.

#### **Tipos de Tecnología.**

La clasificación habitual de las tecnologías hace referencia al grado de intervención humana en el proceso productivo y a su capacidad de control.

- Tecnología manual, en la que el trabajo y el control lo realiza el hombre.
- Tecnología semiautomática, en la que el trabajo lo realiza la máquina y el control el hombre.
- Tecnología automática, en la que tanto el trabajo como el control lo realiza la máquina.

#### **Selección de Tecnología.**

La elección de tecnología es una decisión, a veces, difícil, y de largo plazo, debiéndose considerar como estratégica dentro de la empresa.

Los aspectos más importantes a tener en cuenta son los siguientes:

- Criterios económicos, ya que constituye una inversión.
- Economía de experiencia, difícil de evaluar antes de conocer el funcionamiento concreto.
- Aspectos estratégicos, ya que las razones de mercado pueden imponerse a la rentabilidad de la inversión.
- Necesidad de innovar, ya que la no-adopción de la tecnología adecuada puede suponer

- desventajas competitivas al no estar al día.
- Aspectos técnicos, especialmente la calidad.
- Compatibilidad con los equipos y medios existentes, sobre todo, humanos (Formación en mantenimiento de equipos, etc.).
- Compatibilidad Medioambiental.

#### **4.2.5. Etapas de la selección del proceso.**

La selección del proceso puede considerarse como la suma de una serie de decisiones que afectan a la posibilidad teórica de fabricar el producto, el recorrido que éste debe seguir, la naturaleza general del sistema de fabricación y los medios específicos que han de emplearse. Estas decisiones las podríamos dividir en:

##### **Decisiones tecnológicas en la selección del proceso.**

Dentro de las decisiones tecnológicas incluimos:

- **La elección tecnológica primaria.** La cuestión básica es: ¿puede fabricarse el producto o prestarse el servicio?, ¿existe la tecnología adecuada a tal fin?.
- **La elección de la tecnología secundaria.** Consiste en determinar cual de los distintos tipos de procesos de transformación posibles va a ser el utilizado. Al igual que la elección anterior, se requiere personal especializado, pero en esta segunda, además es importante tener en cuenta las orientaciones que proporcionan los departamentos de producción, marketing y la dirección general, bajo la forma de objetivos de mercado, objetivos generales, previsiones a largo plazo, etc., puesto que estos factores van a delimitar la sofisticación del equipo seleccionado.
- **Elección del equipo específico.** En la elección del equipo específico deben considerarse la marca y el modelo del equipo a seleccionar. En este caso, entran en juego, las técnicas de análisis de inversión para evaluar factores cuantificables tales como coste inicial, costes de explotación por unidad y planes de amortización.

Además de estas consideraciones, la dirección de la empresa también debería tomar en cuenta otros factores subjetivos, tales como:

- a) La flexibilidad para adaptarse a cualquier posible cambio introducido en el producto y admitir la inclusión de otros medios de fabricación adicionales.
  - b) La disponibilidad de recambios y utillajes especiales.
  - c) Ayuda y asesoramiento del proveedor en el montaje y la puesta en marcha.
  - d) Formación especial de la mano de obra que ha de utilizar los diferentes equipos o máquinas.
  - e) El mantenimiento y las reparaciones normales.
  - f) La seguridad del equipo.
- **Elección del flujo de proceso.** Por último, la elección del flujo del proceso debe ser considerada en sus diversos aspectos y en la interrelación estrecha que mantiene con la elección de la tecnología secundaria y la elección del equipo específico.

Parece lógico, que salvo que se preste la atención adecuada al flujo de proceso, difícilmente se podrán determinar la clase y número de máquinas necesarias. Una razón por la cual se considera a esta elección en este punto podría ser por el carácter recurrente de la misma.

Los elementos a emplear para tratar de determinar el flujo adecuado son múltiples, pero los más utilizados son:

- a) **El esquema de montaje:** es la visión ampliada del producto en términos de sus diversos componentes.
- b) **El gráfico de montaje:** basándose en la información proporcionada por el esquema de montaje, establece la forma en que las diversas piezas deben acoplarse, el orden en que debe tener lugar y la manera en que ha de efectuarse el suministro de materiales, entre otras cosas.
- c) **Las hojas de ruta:** se utilizan para especificar las diversas fases de fabricación a la que ha de ser sometido un producto o servicio dado e incluye información tal como la clase de máquinas y herramientas a emplear y las operaciones necesarias.
- d) **El diagrama de flujo:** valiéndose de los símbolos establecidos por la ASME (Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos) indica las transformaciones experimentadas por el producto o servicio a medida que va pasando por las sucesivas fases de fabricación.

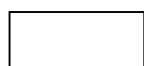
Como regla general, cuanto menores sean las esperas y períodos de almacenamiento durante el proceso mejor es el resultado. Los símbolos empleados habitualmente son los siguientes:



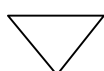
**Operación.** Se cambian intencionadamente alguna de las características físicas o químicas de un objeto, se ensambla con otro o se desarma, se dispone o prepara para otra operación, transporte, inspección o almacenamiento.



**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.

### **4.3. La localización del proceso productivo.**

#### 4.3.1. Introducción

#### 4.3.2. La necesidad y naturaleza de las decisiones de localización.

#### 4.3.3. Procedimiento general para la elección de la localización.

##### 4.3.3.1. Factores que afectan a las decisiones de localización.

##### 4.3.3.2. El método descriptivo para la elección de la localización.

##### 4.3.3.3. El método del transporte.

#### 4.3.4. La localización en las empresas de servicios/detallistas y profesionales.

### **4.3.1. Introducción**

La decisión de localización consiste en la determinación del lugar que, considerando todos los factores, ocasionará el máximo beneficio posible, proporcionando a su vez la máxima satisfacción de los clientes.

La elección del lugar y sitio es previa a la distribución en planta, y al diseño del edificio y su distribución interna.

La decisión de localización de la empresa es de vital importancia pues requiere una inmovilización de los recursos financieros a largo plazo, además de afectar a la capacidad competitiva de la empresa.

En la selección del lugar intervienen una serie de variables que más adelante se enumeran. Para poder valorarlas es necesario disponer de unas ubicaciones previas y establecer su comparación. La relación de variables a considerar se pueden clasificar en:

- Recursos Humanos, disponibilidad, cualificación, nivel de disponibilidad de viviendas y grado de sindicación.
- Recursos materiales, disponibilidad de materias primas y energía, y su coste. Facilidad de transporte.
- Capital, subvenciones y ayudas.
- Servicios en general, servicios reparaciones, bancarios, informáticos, públicos, etc.

En caso de una empresa de servicios, dos factores muy importantes son los siguientes:

- El tamaño del mercado próximo al servicio
- La proximidad de los clientes.

### **4.3.2. La necesidad y naturaleza de las decisiones de localización.**

La elección de la localización de una empresa y por lo tanto de su proceso productivo representa una parte integral del proceso de planificación estratégica de la empresa.

La empresa puede tomar esta decisión de diferentes maneras:

- Como una **estrategia de marketing**, considerando su localización como una ayuda al incremento de las ventas.



- Como una **necesidad de expansión**, cuando la empresa experimenta un incremento de la demanda de sus productos, de manera que con la nueva localización se complete el sistema existente.
- Como una **respuesta a la depresión de sus inputs básicos**, como por ejemplo una disminución de las materias primas necesarias.
- Como **respuesta a un cambio de los mercados**, trasladando la organización a un lugar donde los negocios sean más atractivos.
- Como **respuesta a la obsolescencia de las instalaciones**.
- Como **respuesta a presiones de la competencia**.
- Debido a **fusiones y adquisiciones de otras empresas**.

La naturaleza de estas decisiones puede quedar inscrita en dos aspectos fundamentales.

- **La importancia de las decisiones de la localización.** Esta decisión es vital para el diseño del sistema de producción, debido a que:
  - a) Trae consigo un compromiso a largo plazo;
  - b) Tiene un impacto en los costes e ingresos operativos, así como sobre las propias operaciones.
- **Los objetivos de las decisiones de la localización.** Básicamente el objetivo de la decisión es alcanzar un beneficio potencial, aunque las organizaciones 'nonprofit' tratan de obtener un equilibrio entre los costes y el nivel de servicios que se quiere proporcionar al cliente.

De esta manera, la empresa se instalará donde el coste de materia prima, mano de obra y del transporte sean más bajos (liderazgo de costes) y en el lugar que le permita conseguir sus prioridades competitivas (mejor nivel del servicio, menor tiempo de entrega, mano de obra mejor cualificada...).

En cuanto a las alternativas que se presentan, se pueden destacar:

- Ampliación sobre el emplazamiento actual.
- Establecimiento de nuevas sucursales.
- Cierre de la instalación actual y búsqueda de un emplazamiento nuevo.

#### 4.3.3. Procedimiento general para la elección de la localización.

El modo en que una empresa toma la decisión de su localización depende mucho de su tamaño y de la naturaleza y ámbito de sus operaciones, pero un proceso general para la toma de la decisión de localización comprenderá las siguientes etapas:

- Determinar los criterios a utilizar para evaluar las diferentes alternativas de localización (incremento de ingresos, mejora de servicios al cliente...).
- Identificar los factores que son importantes o dominantes para la toma de la decisión derivados de los objetivos estratégicos de la empresa (localización de los mercados, localización de la materia prima...), así como los factores secundarios (deseables pero no imprescindibles).
- Desarrollo de las alternativas de localización:
  - a) Identificar una región general para la localización.
  - b) Identificar un número adecuado de alternativas dentro de esa región.

- Evaluar las distintas alternativas mediante un análisis detallado, que recoge toda la información sobre cada posible localización y la evalúa tanto desde el punto de vista cuantitativo (p.e. coste del transporte) como de forma cualitativa (p.e. clima político).
- Realizar la elección, tras haber determinado una o varias localizaciones válidas.

De esta forma una manera de tomar la decisión de localización es partir de la propia necesidad de localización (acceder a una nueva instalación o una existente, tras haber desechado otras posibles soluciones). Tras esta necesidad se crea un equipo multifuncional que debe recopilar toda la información interna y externa y visitar los posibles emplazamientos.

Toda esa información se sintetizará en distintos niveles geográficos (regional/internacional en un macroanálisis, comunidad o ciudad en microanálisis, y finalmente la elección del lugar concreto).

#### **4.3.3.1. Factores que afectan a las decisiones de localización.**

La decisión de localización de una organización puede seguir dos enfoques:

##### **El enfoque subjetivo.**

En este tipo de enfoque no se realiza propiamente ningún estudio riguroso de localización, pudiéndose dividir en otros tres enfoques:

- **Antecedentes del sector.** La nueva instalación se localiza en una zona que halla sido elegida anteriormente por otras empresas del mismo sector.
- **Factor preferencial.** La localización se decide de acuerdo la preferencia que más influye en la persona que ha de tomar la decisión.
- **Factor dominante.** Puede existir una variedad amplia de factores, pero hay un determinado factor que predomina sobre los demás y limita el número de posibilidades de elección a evaluar. Algunos de estos factores influyentes son:
  - a) La localización de la empresa cerca de los mercados para sus productos o servicios (outputs), factor vital cuando:
    - 1. La cercanía de la localización determina donde el cliente consume los productos o servicios.
    - 2. Los costes de transporte desde la empresa a los mercados son muy elevados.
    - 3. Cuando los productos finales sean perecederos.
    - 4. Cuando el transporte del producto presente el riesgo de rotura debido a la fragilidad de aquél.
    - 5. Cuando la empresa trabaja por encargo.
  - b) La localización de la empresa cerca de las fuentes que originan sus inputs o entradas. Así, la localización cerca de zonas donde existan las materias primas utilizadas en el proceso puede ser vital en el caso de industrias extractivas, así como la localización cerca de zonas donde exista una mano de obra cualificada o barata puede ser otro factor decisivo.
  - c) Los requisitos del proceso. Cuando el proceso es analítico (la materia prima se descompone dando lugar a varios productos) la empresa tiende a situarse cerca de los inputs, mientras que cuando el proceso es sintético (varios materiales y

componentes se unen para formar un solo producto) la empresa tiende a situarse cerca de los mercados.

- d) Factores legales y tributarios. La empresa tiende a situarse en zonas industriales en las que los precios sean atractivos y existan exenciones fiscales.
- e) Disponibilidad de locales, instalaciones o terrenos.
- f) Existencia de infraestructura adecuada para el tipo de proceso productivo a realizar.
- g) Factores geográficos o del entorno, cuando éstos influyan decisivamente en el producto o servicio prestado.

### **El enfoque objetivo.**

En este tipo de enfoque se parte de una comparación del perfil de la empresa con el plan estratégico de la misma, lo cual no sirve para tomar la dirección básica para generar localizaciones factibles a tener en cuenta.

Este tipo de enfoque se plantea en cuatro etapas, cada una influenciada por diferentes factores:

- **Elección del mercado regional.**

- a) El mercado potencial (concentraciones y tiempos de entrega).
- b) La cuota del mercado (número de competidores en la zona).
- c) Los costes operativos a nivel regional.

- **La elección de la subregión.**

- a) Los costes y disponibilidad de materias primas, mano de obra y energía.
- b) Los sistemas de transporte existentes.
- c) La influencia climática cuando afecta a los costes de producción.
- d) Las políticas de impuestos y otras influencias legales estatales.

- **La elección del municipio.**

- a) Preferencias de los mandos de la empresa.
- b) Servicios e infraestructuras existentes.
- c) Gobierno e impuestos locales.
- d) Disponibilidad de terrenos.
- e) Financiación y atractivos económicos.
- f) Población de la localidad y alrededores.
- g) Nivel adquisitivo de la población.

- **Elección del lugar específico dentro de la localidad.**

- a) Condiciones del terreno y urbanización en caso de construcción.
- b) Condiciones del local y coste de su alquiler o compra en caso de local ya existente.
- c) Flujo de peatones, importante en caso de empresas de servicios.
- d) Situación de los competidores.

### **4.3.3.2. El método descriptivo para la elección de la localización.**

Existen varios métodos para elegir las diferentes alternativas a la hora de tomar la decisión de localización de la empresa, existiendo tres grandes grupos: los métodos de macroanálisis, los métodos de microanálisis y los métodos heurísticos.

El método descriptivo se incluye en el primer grupo. Dicho método trata de combinar factores tangibles e intangibles, y consiste en desarrollar una escala de categorías para cada uno de esos factores, de manera que un juicio a priori subjetivo se pueda convertir en algo cuantificable.

Los pasos a seguir para desarrollar este **método** son:

- Preparar una lista de los factores que se consideren importantes para la toma de la decisión de localización de la empresa.
- Asignar a cada factor un valor de ponderación que refleje su importancia relativa frente al resto de factores.
- Asignar una escala común a los factores, estableciendo un valor mínimo y uno máximo, y asignarle a cada factor un valor para las diferentes alternativas.
- Multiplicar los valores asignados a los factores por sus ponderaciones respectivas.
- Sumar los puntos de cada factor obtenidos en el paso anterior para cada una de las alternativas o ubicaciones, de manera que la opción a elegir sea la que tenga un mayor valor.

Este procedimiento puede resumirse con la siguiente ecuación:

$$V_j = \sum_{i=1}^m P_i F_{ij}$$

para  $j = 1, 2, \dots, n$ ; y donde:

$V_j$  representa el valor total para la localización  $j$ ;  
 $P_i$  la ponderación para el factor  $i$ ;  
 $F_{ij}$  valor para el factor  $i$  en la localización  $j$ ;  
 $n$  número de localizaciones; y  
 $m$  número de factores.

Se trata, como se observa, de un modelo aditivo, aunque en algún caso puede resultar más útil utilizar un modelo descriptivo multiplicado, en el que el valor para la localización  $j$  se calcularía con la fórmula:

$$V_j = \prod_{i=1}^m F_{ij}^{P_i}$$

para  $j = 1, 2, \dots, n$ ; y donde las distintas variables mantienen el significado designado anteriormente.

#### 4.3.3.3. El método del transporte.

El problema de la localización de una empresa puede formularse como un problema de programación lineal, en el cual se pretende minimizar el coste del transporte desde unos centros de producción u orígenes hasta una serie de destinos (centros de consumo, almacenes, fábricas...). Este método también es conocido como el algoritmo de Hitchcock.

El problema parte de una serie de destinos  $D_j$  ( $j = 1, \dots, n$ ) y una serie de orígenes  $O_i$  ( $i = 1, \dots, m$ ). Cada origen tiene asignado una cantidad de disponibilidades y cada destino una serie de necesidades.

De esta manera se intentan minimizar el coste del transporte:

$$Z(\min) = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} \cdot x_{ij}$$

Se plantean las siguientes **restricciones**:

- satisfacción de las necesidades de la demanda:

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} \geq D_j \quad \text{para } j = 1, 2, \dots, n$$

- disponibilidad de la oferta:

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} \leq O_i \quad \text{para } i = 1, 2, \dots, m$$

- no negatividad:

$$x_{ij} \geq 0$$

El método se basa en las siguientes **hipótesis**:

- ofertas, demandas y costes positivos o nulos:  
 $O_i, D_j$  y  $C_{ij} \geq 0$
- oferta total (OT) debe ser igual a la demanda total (DT):

- Si  $O_T \geq D_T \Rightarrow$  crear una demanda ficticia  $D_{fict}$  por la diferencia.
- Si  $O_T \leq D_T \Rightarrow$  crear una oferta ficticia  $O_{fict}$  por la diferencia.

En ambos casos, el coste directo que se asociaría a cada una de esas casillas ficticias sería igual a 0.

Si existiera alguna ruta imposible (no se puede llevar mercancía de un origen concreto a un destino particular) la casilla correspondiente se penalizaría con un coste directo  $M$  muy alto.

Para explicar el desarrollo del algoritmo nos basaremos en un ejemplo en el que disponemos de tres orígenes o fábricas:  $O_1, O_2, O_3$  y de cinco destinos  $D_1, D_2, D_3, D_4, D_5$ . A cada origen se le asocia una producción posible, mientras que a los destinos se les supone una demanda dada. Dichos valores se colocan en la última columna y la última fila de la matriz inicial.

En la siguiente matriz con los datos iniciales del problema, donde se muestran en las casillas los costes directos del transporte de una unidad desde el origen  $i$  hasta el destino  $j$ .

	D1	D2	D3	D4	D5	
O1	1	2	2	5	3	15.000
O2	1	4	3	2	2	25.000
O3	3	3	2	1	1	15.000
	10.000	10.000	8.000	14.000	13.000	

Se ha de cumplir que la demanda total  $D_T$  y la oferta total  $O_T$  sean iguales. Esta condición se cumple en el ejemplo que tratamos:

$$D_T = 10.000 + 10.000 + 8.000 + 14.000 + 13.000 = 55.000$$

$$O_T = 15.000 + 25.000 + 15.000 = 55.000$$

Si no se verificara la condición inicial, como habíamos comentado en las hipótesis iniciales, se habría de colocar una fila o columna ficticia que absorbería ese exceso de demanda o de oferta.

El primer paso para buscar la solución del problema es encontrar la **solución básica**, para lo cual existen tres métodos:

- Esquina noroeste.
- Costes mínimos.
- Aproximación de Vogel.

Nosotros trataremos el **método de la esquina noroeste**, el cual es el más sencillo para la primera aproximación, aunque nos deja más alejados de la solución óptima.

El método consiste en introducir por la casilla o esquina noroeste (superior izquierda) la cantidad máxima posible de oferta en función de la demanda capaz de ser absorbida por esa casilla, completando el resto de la tabla a partir de ese valor.

La siguiente tabla muestra la distribución hecha mediante este método en el ejemplo tratado:

	D1	D2	D3	D4	D5	
O1	1 10.000	2 5.000	2	5	3	15.000
O2	1	4 5.000	3 8.000	2 12.000	2	25.000
O3	3	3	2	1 2.000	1 13.000	15.000
	10.000	10.000	8.000	14.000	13.000	

En cada casilla, además de la distribución de la oferta de cada origen para el destino correspondiente, se coloca en la esquina superior izquierda el coste directo del transporte de una unidad (Cij).

Una vez que se ha realizado la primera distribución, se ha de comprobar que se cumple la condición siguiente: el número de casillas ocupadas ha de ser igual a  $m + n - 1$ , en este caso  $3 + 5 - 1 = 7$ , condición que se cumple en este caso.

Si no se diera este caso estaríamos hablando de una solución degenerada, para lo cual habría que realizar un proceso de regeneración, el cual será explicado más adelante.

Habíamos comentado que existen otros métodos para el cálculo de la solución básica. Describiremos brevemente a continuación el **método de aproximación de Vogel**:

- Calcular la diferencia entre los menores costes directos ( $C_{ij}$ ) de cada fila y columna.
- Seleccionar la mayor de todas las diferencias y asignar la mayor cantidad posible a la casilla de menor coste directo.
- Eliminar, si procede, la fila o columna saturada.
- Repetir el proceso hasta que no se puedan calcular más diferencias.

El siguiente paso en la resolución del problema es la búsqueda de la solución óptima, para lo cual, al igual que ocurría con la solución básica, existen varios **métodos**:

- Método del paso a paso (Stepping Stone).
- Método de distribución modificada (MODI).
- Método de los costes indirectos.

Nosotros utilizaremos este último método, el de los **costes indirectos**. Para ello mostramos a continuación una casilla tipo ( $ij$ ) de la matriz a utilizar con sus componentes:

$C_{ij}$	$Z_{ij}$
<b>Cantidad asignada</b>	$W_{ij}$

con los siguientes significados:

- $C_{ij}$  = coste directo.
- $Z_{ij}$  = coste indirecto.
- $W_{ij}$  = coste o rendimiento marginal =  $C_{ij} - Z_{ij}$ .

Para proceder a la resolución nos basamos en las siguientes **premisas**:

- Las casillas ocupadas de la solución base (tabla o matriz base) tienen rendimiento marginal nulo (es decir, los costes directos e indirectos de las mismas son iguales,  $C_{ij} = Z_{ij}$ ). Esto ocurrirá en adelante con todas las casillas que estén ocupadas.
- La diferencia de rendimientos indirectos ( $Z_{ij}$ ) entre filas y/o columnas paralelas es constante.

De esta manera asignamos los costes indirectos y marginales de las casillas ocupadas y calculamos los del resto de casillas, obteniendo para el ejemplo la siguiente matriz:

	<b>D1</b>	<b>D2</b>	<b>D3</b>	<b>D4</b>	<b>D5</b>	
<b>O1</b>	1 1 10.000 0	2 2 5.000 0	2 1  1	5 0  5	3 0  3	15.000
<b>O2</b>	1 3  -2	4 4 5.000 0	3 3 8.000 0	2 2 12.000 0	2 2  0	25.000
<b>O3</b>	3 2  1	3 3  0	2 2  0	1 1 2.000 0	1 1 13.000 0	15.000

10.000	10.000	8.000	14.000	13.000
--------	--------	-------	--------	--------

A continuación debemos comprobar si se ha alcanzado la solución óptima. Para ello todos los rendimientos marginales deben ser positivos o nulos ( $\geq 0$ ). Sin embargo, en este caso comprobamos como la casilla (21) tiene un rendimiento marginal  $-2$ , lo que indica que podemos ahorrarnos 2 unidades monetarias por cada unidad que enviemos por esa ruta, por lo que no estamos en la solución óptima.

Para seguir con el proceso se ha de reasignar los valores de las casillas, introduciendo en aquella con rendimiento marginal más negativo una cantidad  $\vartheta$ , cuyo valor hemos de hallar, y cuadrar las asignaciones.

	D1	D2	D3	D4	D5	
O1	1 1 10.000 - $\vartheta$ 0	2 2 5.000 + $\vartheta$ 0	2 1 1	5 0 5	3 0 3	15.000
O2	1 3 $\vartheta$ -2	4 4 5.000 - $\vartheta$ 0	3 3 8.000 0	2 2 12.000 0	2 2 0	25.000
O3	3 2 1	3 3 0	2 2 0	1 1 2.000 0	1 1 13.000 0	15.000
	10.000	10.000	8.000	14.000	13.000	

Además de introducir  $\vartheta$  hay que restar ese valor del resto de casillas afectadas para mantener el equilibrio. En nuestro caso  $\vartheta$  valdrá 5.000 como máximo (no puede haber casillas con asignaciones negativas). Una vez introducida esta cantidad y compensadas el resto de casillas, se procede a recalcular los costes indirectos y marginales. De esta forma la matriz quedaría:

	D1	D2	D3	D4	D5	
O1	1 1 5.000 0	2 2 10.000 0	2 3 -1	5 2 3	3 2 1	15.000
O2	1 1 5.000 0	4 2 2	3 3 8.000 0	2 2 12.000 0	2 2 0	25.000
O3	3 0 3	3 1 2	2 2 0	1 1 2.000 0	1 1 13.000 0	15.000
	10.000	10.000	8.000	14.000	13.000	

De nuevo existe una casilla (1,3) con el rendimiento marginal negativo, con lo cual hay que repetir el proceso.

Se debe tener siempre en cuenta que se debe cumplir la condición  $m + n - 1 =$  número de filas ocupadas, ya que si no habría que regenerar, como explicaremos en el siguiente ejemplo.

	D1	D2	D3	D4	D5	
O1	1 1 5.000 - $\vartheta$ 0	2 2 10.000 0	2 3 $\vartheta$ -1	5 2 3	3 2 1	15.000
O2	1 1 5.000 + $\vartheta$	4 2	3 3 8.000 - $\vartheta$	2 2 12.000	2 2	25.000



O3	0	2	0	0	0	15.000
	3 0	3 1	2 2	1 1	1 1	
				2.000	13.000	
	3	2	0	0	0	
	10.000	10.000	8.000	14.000	13.000	

Por lo tanto de nuevo introducimos un valor  $\emptyset$  en esa casilla, valor que de nuevo ha de ser igual a 5.000 (valor máximo a compensar en la casilla (1,1) y que nos dejará la matriz, según los mismos criterios del paso anterior de la siguiente manera:

	D1	D2	D3	D4	D5		
O1	1    0	2    2 10.000	2    2 <b>5.000</b>	5    1	3    1	15.000	
	0	0	0	4	2		
	1    1 10.000 0	4    3  1	3    3 3.000 0	2    2 12.000 0	2    2  0		25.000
O2	3    0	3    2	2    2	1    1 2.000	1    1 13.000	15.000	
	3	1	0	0	0		
	10.000	10.000	8.000	14.000	13.000		

Como se comprueba, ninguna casilla posee un rendimiento marginal negativo, además de cumplirse que el número de casillas ocupadas es igual al número de filas más el número de columnas menos uno (7 en este caso), de manera que hemos alcanzado una distribución óptima.

El coste total de esta asignación será:

$$C_T = (2 \cdot 10.000 + 2 \cdot 5.000) + (1 \cdot 10.000 + 3 \cdot 3.000 + 2 \cdot 12.000) + (1 \cdot 2.000 + 1 \cdot 13.000)$$

$$C_T = 88.000 \text{ u.m.}$$

Puede existir una distribución alternativa con el mismo coste, pero no con un coste inferior.

A continuación mostraremos un ejemplo en el que exista **degeneración** (no se cumple que el número de casillas asignadas es igual a  $(m+n+1)$ ) y explicaremos el proceso a seguir en estos casos.

Supongamos un problema que nos lleva a la siguiente matriz con los datos orígenes del problema:

	<b>D1</b>	<b>D2</b>	<b>D3</b>	
<b>O1</b>	7	8	8	4
<b>O2</b>	3	7	2	3
<b>O3</b>	9	5	10	3
	2	2	6	

donde los valores de las casillas  $(i,j)$  representan los costes directos unitarios de transportar una unidad desde el origen  $i$  hasta el destino  $j$ , mientras que la última columna representa la cantidad de producción u oferta del origen  $i$  y la última columna la cantidad de demanda del destino  $j$ , como ya sabíamos.

Se observa que la oferta total es igual a la demanda total, por lo que no hay que introducir ningún origen ni destino ficticio.

De esta forma pasamos a realizar la primera asignación para determinar la solución básica mediante el método de la casilla noroeste, con lo cual obtenemos la siguiente tabla:

	<b>D1</b>	<b>D2</b>	<b>D3</b>	
<b>O1</b>	7 2	8 2	5	4
<b>O2</b>	3	7	2 3	3
<b>O3</b>	9	5	10 3	3
	2	2	6	

Se observa como en este caso el número de casillas ocupadas (4) no es igual a  $m + n - 1 = 3 + 3 - 1 = 5$ , con lo cual existe degeneración.

Debemos por lo tanto ocupar una casilla para cumplir dicha condición básica. Para ello se introduce en una casilla una cantidad  $\epsilon$  (pequeña y despreciable) sin significado económico pero de utilidad algorítmica.

En principio podría introducirse en cualquier casilla, pero para introducir épsilon ( $\epsilon$ ) se sigue el siguiente criterio:

1. se aplica el método de los costes indirectos hasta que sea posible.
2. la  $\epsilon$  se introduce en la casilla de menor coste directo de las que han quedado sin poder calcular el coste indirecto.
3. si hace falta más de un  $\epsilon$ , se utilizarán  $\epsilon_1, \epsilon_2, \dots$

	<b>D1</b>	<b>D2</b>	<b>D3</b>	
<b>O1</b>	7    7 2       0	8    8 2       0	5	4
<b>O2</b>	3	7	2    2 3       0	3
<b>O3</b>	9	5	10   10 3       0	3
	2	2	6	

En este caso la casilla con menor coste directo es la (2,1), luego en ella introduciremos épsilon. En esa casilla se cumplirá que el rendimiento marginal es igual a cero, y a partir de ahí continuaremos rellenando la tabla.

	D1	D2	D3	
O1	7 2 0	8 2 0	5 6 -1	4
O2	3 3 ε 0	7 4 3	2 2 3 0	3
O3	9 11 -2	5 12 -7	10 10 3 0	3
	2	2	6	

Observamos que existen costes marginales negativos, con lo cual no hemos llegado a la solución óptima, de manera que hay que introducir una cantidad  $\theta$  en la casilla con rendimiento marginal más negativo (3,2) y seguir aplicando el método de los costes indirectos hasta alcanzar la solución óptima.

Dando a  $\theta$  el valor 2 de la casilla (1,1) obtendríamos la siguiente tabla, en la que ya no existe degeneración:

	D1	D2	D3	
O1	7 2 0	8 0 8	5 5 2 0	4
O2	3 3 0	7 -3 10	2 2 3 0	3
O3	9 12 $\theta$ -3	5 5 2 0	10 10 1 0	3
	2	2	6	

Al existir un coste marginal negativo (3,1) debemos seguir desarrollando el método de los costes indirectos hasta alcanzar la solución óptima, lo cual se muestra en las siguientes tablas:

	D1	D2	D3	
O1	7 1 0	8 3 5	5 5 3 0	4
O2	3 4 $\theta$ -1	7 0 7	2 2 3 0	3
O3	9 9 1 0	5 5 2 0	10 7 0 3	3
	2	2	6	

	D1	D2	D3	
O1	7 6 1	8 2 6	5 5 4 0	4
O2	3 3 1	7 -1	2 2 2	3

<b>O3</b>		0		8		0		
	9	9	5	5	10	8		
	1		2					
		0		0		2		
	2		2		6			

Hemos llegado en esta última tabla a la distribución óptima, con un coste total de 46 u.m.

Como resumen al método de transporte mostramos a continuación el esquema básico del algoritmo para la resolución de este tipo de problemas:

A continuación mostramos una serie de problemas cuya solución se propone calcular al lector empleando el método descrito.

### **Problema 1.**

Las fábricas F1 y F2 de una empresa suministran un producto a los almacenes distribuidores A1, A2 y A3, de la misma empresa. La capacidad máxima de fabricación de F1 y F2 es, respectivamente, de 400.000 y 250.000 unidades, y las necesidades de los almacenes receptores asciende, respectivamente, a 100.00, 150.000 y 300.000 unidades. Además, dada la escasa producción de la fábrica 2, ésta debe trabajar al 100% de su capacidad y no es posible que traslade unidades al almacén 3, ya que no existen rutas por las que puedan pasar los camiones.

Los productos se transportan en cajas de 100 unidades y los costes originados por el traslado de una caja pueden considerarse proporcionales a las distancias entre los puntos de origen y los destinos, los cuales aparecen en la tabla siguiente.

	<b>A1</b>	<b>A2</b>	<b>A3</b>
	10	30	20
<b>F2</b>	5	15	-

De acuerdo con la información anterior, se desea conocer la distribución óptima que minimice los costes del transporte.

### **Problema 2.**

Las ciudades de Barcelona, Madrid, Valencia y Sevilla cuentan cada una con un acuario abastecido por una empresa que dispone de cuatro piscifactorías.

La demanda de los acuarios localizados en Barcelona, Madrid, Valencia y Sevilla es de 15.000, 10.000, 45.000 y 25.000 peces respectivamente y la capacidad de producción de cada una de las factorías de peces es de:

- Piscifactoría 1 = 10.000
- Piscifactoría 2 = 35.000
- Piscifactoría 3 = 25.000
- Piscifactoría 4 = 25.000

Asimismo se sabe que los costes de transporte desde las diferentes piscifactorías a los distintos acuarios varía considerablemente. El traslado de un pez de cada una de las piscifactorías hasta Barcelona supone un coste de 2, 0, 10 y 5 u.m. por unidad respectivamente; sin embargo, los costes unitarios en los que se incurre por el traslado de un pez de cada piscifactoría hasta Madrid son de 3, 11, 20 y 7 u.m. respectivamente. Mientras que si el recorrido es hasta

Valencia, dichos costes unitarios ascenderán a 2, 12, 30 y 7 u.m. respectivamente. Por último el transporte de los peces hasta Sevilla supone unos costes unitarios de 5, 17, 40 y 11 u.m. respectivamente.

Se pide plantear, resolver e interpretar el problema de transporte asociado a la situación expuesta.

### **Problema 3.**

Una empresa debe abastecer a tres zonas geográficas, Z1, Z2 y Z3, que demandan respectivamente 4.000.000, 2.000.000 y 6.000.000 unidades físicas semanales. Para ello la empresa cuenta con dos centros suministradores, S1 y S2, de capacidades máximas respectivas de 2.000.000 y 5.000.000 unidades físicas semanales.

Dada la escasa demanda de las zonas 1 y 2, la empresa se ha propuesto suministrarle todas las unidades solicitadas. Siendo los costes unitarios de transporte, expresado en miles de unidades monetarias, los que se muestran en la siguiente tabla, plantear y resolver el plan de distribución óptimo.

	<b>Z1</b>	<b>Z2</b>	<b>Z3</b>
	3	15	18
<b>S2</b>	2	20	10

#### **4.3.4. La localización en las empresas de servicios/detallistas y profesionales.**

Para la localización de estas empresas, el factor fundamental es, como en el resto, la maximización de ingresos, para lo cual se han de considerar:

- El volumen del negocio.
- Los ingresos potenciales en la zona.

Estos aspectos vendrán a su vez influenciados por una serie de factores, entre los que se pueden destacar:

- El poder de compra de los consumidores del área.
- El servicio e imagen compatible con la demografía de los consumidores del área.
- La competencia en el área.
- La calidad en el área.
- Las particularidades de las localizaciones de la empresa y de los competidores.
- La calidad física de las instalaciones y negocios vecinos.
- Las políticas de operaciones de la empresa.
- La calidad de la gestión.

#### 4.4. La distribución en planta del proceso productivo (Layout).

4.4.1. Introducción.

4.4.2. Objetivos de la distribución en planta.

4.4.3. Diseños básicos de la distribución en planta.

4.4.3.1. Distribución por posición fija.

4.4.3.2. Distribución orientada a proceso.

4.4.3.3. Distribución orientada a producto.

a. El equilibrado de línea.

4.4.3.4. Comparación de distribuciones.

##### 4.4.1. Introducción.

Se denomina **distribución en planta** a la ordenación de los espacios, puestos de trabajo e instalaciones de una fábrica, con el fin de conseguir que los procesos de fabricación o la prestación de los servicios se lleve a cabo de la forma más racional y económica posible (logrando una circulación racional, más corta y sin retrocesos, aumentando de esta forma la productividad).

Una vez determinado el proceso productivo y la tecnología adecuada, hay que establecer la ubicación de las diferentes máquinas e instalaciones en la planta de producción.

El criterio básico para fijar la distribución más adecuada se basa en la reducción de costes asociados a dicha distribución, aunque pueden existir otras razones ligadas a la seguridad (ubicación de materiales inflamables, por ejemplo).

En cualquier instalación fabricante de bienes ó prestadora de servicios, además del criterio básico anterior, hay que hacer las siguientes **consideraciones**:

- El edificio debe tener posibilidad de ampliación para una previsible expansión de la empresa y mejora de las instalaciones.
- Ambiente satisfactorio, con condiciones ambientales adecuadas para los trabajadores y servicios de asistencia y descanso.
- Condiciones de seguridad, como puertas de emergencia, equipos de protección contra incendios, etc.

Adicionalmente, en el caso de empresa de servicios, es necesario considerar:

- Comodidad para los clientes durante el servicio.
- Ambiente y decoración atractivos.

Para dar respuesta a estas **consideraciones** y tratar de resolverlas, debemos tener en cuenta:

- Los objetivos del negocio, relativos a su expansión, naturaleza y número de productos, así como su peso y volumen.
- La dimensión de la demanda, procesos y equipos a utilizar, servicios necesarios, etc.
- Las reglamentaciones existentes en materia de Seguridad e Higiene.

Una correcta distribución en planta consigue los siguientes **beneficios**:

- **Se facilita el proceso de fabricación;** ya que la distribución se acomoda a la mejor circulación de los materiales más importantes.
- **Se aumenta la capacidad de producción;** al mejorar la distribución y evitando de esta forma los cuellos de botella.
- **Se reduce al mínimo el movimiento de materiales;** lo cual es consecuencia de disminuir la reducción de distancias, del número de transportes, de la combinación de operaciones, etc.
- **Disminuye el material en curso de fabricación;** al acortar el tiempo que dura la fabricación.
- **Proporciona seguridad y confort al personal;** ya que se debe procurar la distribución óptima de los puestos de trabajo, tanto en situación como en seguridad, iluminación, ventilación, etc.

Las causas que originan la necesidad de realizar una distribución en planta pueden ser variadas:

- Cuando se proyecta una nueva fábrica.
- Cuando la fábrica funciona defectuosamente (existiendo acumulaciones de semielaborados, movimientos excesivos de materiales, esperas que alarguen innecesariamente el tiempo de producción, etc.).
- Cuando se modifican los productos fabricados (variando los productos o modelos, o simplemente la cantidad de los mismos).
- Cuando se introducen cambios tecnológicos, que originan nuevas distribuciones.

Estos tres últimos casos son más exactamente redistribuciones, las cuales presentan más dificultades que una distribución en planta nueva.

#### 4.4.2. Objetivos de la distribución en planta.

- **Integración total.** Entre los elementos básicos de producción (hombres, máquinas, materiales...), logrando una mejor coordinación entre ellos.
- **Minimizar el flujo de materiales,** personas, etc., entre los diversos departamentos o áreas de la empresa. Los movimientos de materiales y semifabricados sólo originan costes, por lo que hay que procurar que los movimientos sean mínimos, sin demoras, retrocesos o cambios de dirección, disminuyendo así el tiempo de fabricación, su coste y el volumen de materiales en proceso.
- **Alta utilización del espacio disponible,** teniendo también si es posible prevenciones de posibles ampliaciones futuras.
- **Alcanzar cierto grado de flexibilidad en el producto,** con fin de poder adaptarse a posibles cambios de las variables del entorno.
- **Equilibrar el sistema de operaciones,** de manera que no existan cuellos de botella y el trabajo se distribuya de manera equitativa, con un flujo continuo y sin demoras del material.
- **Seguridad, comodidad y apariencia.** La distribución debe disponerse teniendo en cuenta la máxima seguridad y satisfacción de los trabajadores, influyendo esto

positivamente en la mejora de la producción.

#### 4.4.3. Diseños básicos de distribución en planta.

Existen tres diseños básicos de distribución en planta:

- Distribución de posición fija.
- Distribución orientada hacia el proceso.
- Distribución orientada hacia el producto.

##### 4.4.3.1. Distribución por posición fija.

Es aquella en la que el producto, debido a su volumen o peso, permanece inmovilizado en un lugar y los medios de fabricación han de situarse alrededor del producto, siguiendo ciertos criterios, como por ejemplo su secuencia de aplicación o su dificultad para moverlos. Se aplica a empresas cuyo tipo de proceso sea por proyecto.

Algunos ejemplos de este tipo de distribución son los astilleros (en el que los medios de producción y procesos se han de situar en torno al casco del barco), proyectos de construcción de edificios e infraestructuras (en los cuales existen espacios destinados a oficinas, almacenes, maquinarias, etc.), construcción de aviones, etc.

Los **inconvenientes** que puede presentar una distribución de este tipo son:

- El espacio puede ser extremadamente limitado para colocar los componentes. Una alternativa que se está empleando es la construcción de gran parte del proyecto fuera de las instalaciones, para posteriormente montar los módulos siguiendo un proceso en serie.
- En las diferentes etapas del proyecto se necesitan diferentes componentes y en cantidades variables. Por lo tanto es necesario una programación dinámica más que estática, que considere el movimiento de las piezas hasta el emplazamiento principal de montaje.
- Dificultad para utilizar equipos difíciles de mover.

En cuanto a las **ventajas** se pueden citar:

- Poca manipulación de la unidad principal.
- Alta flexibilidad.

##### 4.4.3.2. Distribución orientada a proceso.

Los componentes se hallan agrupados de acuerdo a la función general que cumplen, sin consideración especial hacia ningún producto en particular. Cada servicio/producto o grupo reducido de ellos presentan una secuencia de operaciones diferente y son trasladados de un departamento a otro en la secuencia requerida para su finalización.

De esta forma las operaciones y equipos se agrupan en distintas áreas, dependiendo de la función general que cumplen, por las que pasan los productos según requiera esa actividad en cuestión.



Resulta eficiente cuando se presta o fabrican servicios/productos que presentan diferentes requerimientos, o cuando se trata con clientes con distintas necesidades. Se aplica a los procesos de producción de taller de servicio o taller artesanal y en lotes.

Un ejemplo de layout orientado al proceso podría ser el de un hospital, donde el flujo de pacientes, cada uno con sus necesidades, realiza una ruta determinada.

Como **ventajas** de este sistema se destacan:

- Flexibilidad en la asignación de equipos y mano de obra. Una falta de alguno de ellos no origina una paralización de todo el proceso, ya que el mismo es transferido a otra persona o equipo.
- Menores inversiones en equipos.
- El fallo de una máquina o suministro no implica la parada del proceso.
- Diversidad de tareas asignadas a los trabajadores.
- La supervisión por áreas de trabajo adquiere amplios conocimientos y pericia sobre las funciones bajo su dirección.
- Posibilidad de individualizar rendimientos.

Como **desventajas** se pueden citar:

- Necesidad de más tiempo para moverse dentro del sistema, debido a la dificultad de puesta en marcha y complejidad de la programación y manipulación de materiales.
- La cualificación elevada de la mano de obra, haciéndose necesario aumentar el nivel de formación y experiencia de la misma.
- El inventario de productos en curso es alto, debido a los desequilibrios del proceso de producción, aumentando el capital invertido, con lo que baja la eficiencia del manejo de materiales y aumentan los costes por unidad de producto.
- Baja productividad.
- Dificultad de planificar y controlar la producción.

El objetivo principal en este sistema es **minimizar el coste de manipulación**, para lo cual se ubicarán los centros de trabajo que tengan relaciones entre sí lo más cerca posibles unos de otros, de manera que el flujo de materiales y personas entre departamentos sea mínimo, intentando minimizar la diversidad de flujo de materiales entre áreas y la variación de la producción.

La función de coste de manipulación se representa por:

$$\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N T_{ij} \cdot C_{ij} \cdot D_{ij}$$

siendo:

$T_{ij}$  = número de viajes entre los departamentos 'i' y 'j'.

$C_{ij}$  = coste por unidad de distancia.

$D_{ij}$  = distancia entre 'i' y 'j'.

N = número de departamentos.

#### 4.4.3.3. Distribución orientada a producto.

Los diversos componentes se ordenan de acuerdo con las etapas progresivas a través de las cuales avanza el producto en el proceso de fabricación. Se aplica a los procesos en serie/masa y continuo (donde existe gran cantidad y poca variedad). De esta forma, los puestos se colocan en el orden en que se suceden las operaciones, moviéndose el producto de un punto a otro.

Como ejemplo de este tipo de sistema se podría hablar de las cadenas de montaje de automóviles, electrodomésticos, etc.

El objetivo principal de este sistema de distribución es lograr el **equilibrio de la línea**, entendiendo éste como la creación de un flujo continuo y estable a lo largo de la misma, optimizando las instalaciones y repartiendo de forma equitativa las cargas del trabajo entre la mano de obra o estaciones de trabajo, es decir, se ha de equilibrar el flujo de producto de un área a la siguiente, creando un flujo continuo y estable a lo largo de la línea.

Se denomina estación de trabajo o puesto de trabajo a un lugar específico para llevar a cabo una tarea predefinida, el cual suele estar a cargo de un operario.

Las principales **ventajas** de este sistema son:

- Bajo coste unitario asociado a la fabricación de productos, al estar tratando generalmente con grandes cantidades.
- Reducción de manipulación de materiales.
- Disminución de inventarios de productos semifabricados o en curso.
- Simplicidad en la formación y supervisión de empleados y en sus tareas.
- Mínimos tiempos de fabricación.
- Simplificación de los sistemas de planificación y control de la producción.

En cuanto a las **desventajas**, cabe destacar:

- Debido a las grandes inversiones que suele necesitar en equipos específicos, es necesario que la producción sea también elevada.
- Una avería en una estación de trabajo paralizaría generalmente la totalidad del proceso, así como la falta de personal en alguna de las estaciones de trabajo.
- La falta de flexibilidad a la hora de variar el tipo de producto o su cantidad, así como en los tiempos de fabricación.
- Trabajos muy monótonos.

#### a. El equilibrado de línea.

El objetivo de este proceso es dividir la línea en estaciones o puestos de trabajo cuya carga se encuentre bien ajustada, asignando operaciones a las estaciones con el objetivo de lograr la producción deseada con el menor número de estaciones posibles.

Pasos para equilibrar la línea:

##### Paso 1. Definición de tareas e identificación de precedencias.

Para explicar el equilibrado de línea nos basaremos en un ejemplo. Supongamos que tenemos un proceso formado por una serie de tareas elementales (A, B, C, ...), a cada una de las cuales se ha asignado (normalmente por observación, experiencia, etc.) una serie de tiempos estándar.

Una vez definidas las tareas y su duración hay que identificar el orden de las mismas, identificando las tareas que preceden a cada una.

Otros datos necesarios son:

- jornada laboral (7 horas en el ejemplo tratado).
- producción diaria (supondremos 500 unidades).

En la siguiente tabla se muestran las distintas tareas elementales, tiempos estándar y las operaciones precedentes, así como la representación mediante un gráfico de mallas (teoría de grafos) del proceso productivo.

<b>Tareas Elementales</b>	<b>Tiempo Estándar (segundos)</b>	<b>Operación Precedente</b>
A	45	-
B	11	A
C	9	B
D	50	-
E	15	D
F	12	C
G	12	C
H	12	E
I	12	E
J	8	F,G,H,I
K	9	J

## **Paso 2. Cálculo del número mínimo de estaciones de trabajo.**

- Cálculo del tiempo del ciclo (TC).

$$\max t_i \leq TC \leq \sum_{i=1}^n t_i \Rightarrow 50 \leq TC \leq 195$$

$$TC = \frac{\text{Tiempo disponible}}{\text{Produccion}} = \frac{7 \cdot 3600}{500} = \frac{25200}{500} = 50,4 \text{ seg.}$$

- Cálculo del mínimo número de estaciones teórico (MT).

$$MT = \frac{\sum_{i=1}^n t_i}{TC} = \frac{195}{50,4} = 3,869 \approx 4$$

- Comprobar si el número de estaciones (n) coincide con el MT.

- minimizar el tiempo ocioso.

$$t_o = n \cdot TC - \sum_{i=1}^n t_i$$

- maximizar la eficiencia.

$$E(\%) = \frac{100 \cdot \sum_{i=1}^n t_i}{n \cdot TC}$$

- minimizar el retraso.

$$R(\%) = 10 - E$$

**Cada una de las estaciones ha de tener un tiempo inferior al TC calculado. Para determinar el número de estaciones de trabajo y las tareas asignadas a cada una se realiza el siguiente paso.**

### Paso 3. Asignación de las tareas a las estaciones de trabajo.

Para asignar las tareas a las estaciones y determinar el número de éstas existen dos alternativas, eligiéndose como resultado aquella asignación que presente un tiempo ocioso menor y una eficiencia mayor.

Hay que tener en cuenta que un puesto de trabajo tendrá un número de tareas tal que la sumatoria de tiempos de dichas tareas no sea superior al tiempo del ciclo. Cuando ese tiempo se supere, la tarea que provoque ese aumento pasará al siguiente puesto de trabajo.

#### Alternativa 1.

Asignación de las tareas que den lugar a un mayor número de tareas siguientes, tomando como segunda opción la asignación de tareas de mayor duración.

En la siguiente tabla se muestra el desarrollo de este proceso en el ejemplo considerado.

Puesto de trabajo	Operación factible	Mayor nº subsig.	Mayor duración	Operación seleccionada	Tiempo	Tiempo ocioso
1	A,D	A	-	A	45	5,4
2	B,D	B,D	D	D	50	0,4
3	B,E	B	-	B	11	39,4
	C,E	C,E	E	E	15	24,4
	C,H,I	C	-	C	9	15,4
	F,G,H,I	F,G,H,I	F,G,H,I	F	12	3,4
4	G,H,I	G,H,I	G,H,I	G	12	38,4
	H,I	H,I	H,I	H	12	26,4
	I	-	-	I	12	14,4
	J	-	-	J	8	6,4
5	K	-	-	K	9	41,4

En esta asignación el tiempo ocioso es:

$$t_0 = 5 \cdot 50,4 - 195 = 57$$

Por otro lado la eficiencia de la asignación será:

$$E = \frac{100 \cdot 195}{5 \cdot 50,4} = 77\%$$

#### Alternativa 2.

Asignación de las tareas de mayor duración, tomando como segunda opción las tareas que den lugar a un mayor número de tareas siguientes.

En la siguiente tabla se muestra el desarrollo de este proceso en el ejemplo considerado.

Puesto de trabajo	Operación factible	Mayor duración	Mayor nº subsig.	Operación seleccionada	Tiempo	Tiempo ocioso
1	A,D	D	-	D	50	0,4
2	A,E	A	-	A	45	5,4
3	B,E	E	-	E	15	35,4
	B,H,I	H,I	H,I	H	12	23,4
	B,I	-	-	I	12	11,4
	B	-	-	B	11	0,4
4	C	-	-	C	9	41,4
	F,G	F,G	F,G	F	12	29,4
	G	-	-	G	12	17,4
	J	-	-	J	8	9,4
	K	-	-	K	9	0,4

En esta asignación el tiempo ocioso es:

$$t_0 = 4 \cdot 50,4 - 195 = 6,6$$

Por otro lado la eficiencia de la asignación será:

$$E = \frac{100 \cdot 195}{4 \cdot 50,4} = 96,7\%$$

Como se observa esta asignación es más eficiente que la primera y por lo tanto será la que debemos elegir.

A continuación se muestran algunos problemas cuya solución se propone calcular al lector:

### Problema 1.

Una empresa dedicada a la fabricación de tableros de ajedrez emplea un proceso productivo que consta de siete etapas. La distribución de tareas y los tiempos (en minutos) empleados en cada una se muestran en la siguiente tabla.

Operación	Tiempo	Precedente
A	3	-
B	4	A
C	10	-
D	8	A
E	9	D
F	12	B
G	6	E,F,C

Sabiendo que se pretende obtener una producción de 6 tableros al día con una jornada laboral de 8 horas, equilibrar la línea con tres puestos de trabajo.

### Problema 2.

Una empresa de fabricación de muebles trabaja durante 7 horas al día. El director de operaciones de la empresa ha realizado un equilibrado de la línea para su cadena de montaje con un tiempo del ciclo de 45 minutos. Las tareas que se realizan en el departamento de

fabricación, así como sus relaciones de precedencia y sus tiempos de duración en minutos se muestran en la siguiente tabla:

Operación	Tiempo	Precedente
1	25	-
2	10	1
3	15	1
4	12	2,3
5	14	4
6	8	4
7	10	5,6
8	12	7

Se pide:

- realizar la representación gráfica de las tareas.
- comprobar si el número mínimo de estaciones de trabajo coincide con el número de estaciones obtenidas.
- ¿cuál es la productividad de la línea, el tiempo ocioso y el retraso del equilibrado?.
- ¿cuál es la producción máxima a obtener en un período de cinco días?.
- ¿cuál es el valor mínimo del tiempo del ciclo?.

### **Problema 3.**

Una empresa se dedica a la fabricación de aparatos de radio estandarizados para cuya realización se necesitan las actividades que se muestran a continuación.

Operación	Tiempo minuto s	Precedente
A	10	-
B	12	A
C	21	F
D	13	A
E	8	D,B,C
F	15	-
G	11	E
H	10	E
I	14	H,G

Contestar a las siguientes preguntas:

- Si las actividades están agrupadas en 3 estaciones de trabajo y la eficiencia es del 100% ¿cuál es el tiempo del ciclo?.
- Si el tiempo del ciclo es de 22 minutos, ¿cuál es el número mínimo de estaciones de trabajo?.
- ¿se podría obtener una producción de 25 aparatos de radio en 7 horas con el tiempo de ciclo del aparato anterior?.
- Se quiere obtener una producción de 84 radios en 5 días laborales, siendo la jornada de 7 horas diarias. Agrupar las diferentes tareas con el objetivo de equilibrar la línea, asignando primero las tareas que den lugar a un mayor número de tareas subsiguientes, completándolo si es necesario con la asignación de la tarea de mayor duración.

#### 4.4.3.4. Comparación de distribuciones.

	<b>POR PRODUCTO</b>	<b>POR PROCESO</b>	<b>POR POSICIÓN FIJA</b>
<b>Producto</b>	Estandarizado. Alto volumen de producción. Tasa de producción constante.	Diversificados. Volúmenes de producción variables. Tasas de producción variables.	Normalmente bajo pedido. Volumen de producción bajo (con frecuencia una sola unidad).
<b>Flujo de trabajo</b>	Línea continua o cadena de producción. Todas las unidades siguen la misma secuencia de operaciones.	Flujo variable. Cada ítem puede requerir una secuencia de operaciones propia.	Mínimo o inexistente. El personal, la maquinaria y los materiales van al producto cuando se necesitan.
<b>Mano de obra</b>	Altamente especializada y poco cualificada. Capaz de realizar tareas rutinarias y repetitivas a ritmo constante.	Fundamentalmente cualificada, sin necesidad de estrecha supervisión y moderadamente adaptable.	Alta flexibilidad de la mano de obra (la asignación de tareas es variables).
<b>Capital</b>	Elevada inversión en procesos y equipos altamente especializados.	Inversiones más bajas en procesos y equipos de carácter general.	Equipos y procesos móviles de carácter general.
<b>Coste por producto</b>	Costes fijos relativamente altos. Bajo coste unitario por mano de obra y materiales.	Costes fijos relativamente bajos. Alto coste unitario por mano de obra y materiales.	Costes fijos relativamente bajos. Alto coste unitario por mano de obra y materiales.

## 5. La gestión de los materiales en la producción.

---

5.1. Logística de producción.

5.2. Los materiales en el proceso productivo.

5.3. La función de aprovisionamiento.

5.3.1. La organización de las compras.

5.3.1.1. Sistemas de gestión de compras.

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

5.3.2. Gestión de stocks.

5.3.2.1. Métodos de reaprovisionamiento.

5.3.2.2. Los costes de la gestión de stocks.

5.3.2.3. 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.

5.4. La función de almacenamiento.

### 5.1. 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.

## 5.2. 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.

## 5.3. 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.

### **5.3.1. 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.

#### **5.3.1.1. 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.

#### **5.3.1.2. 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.**

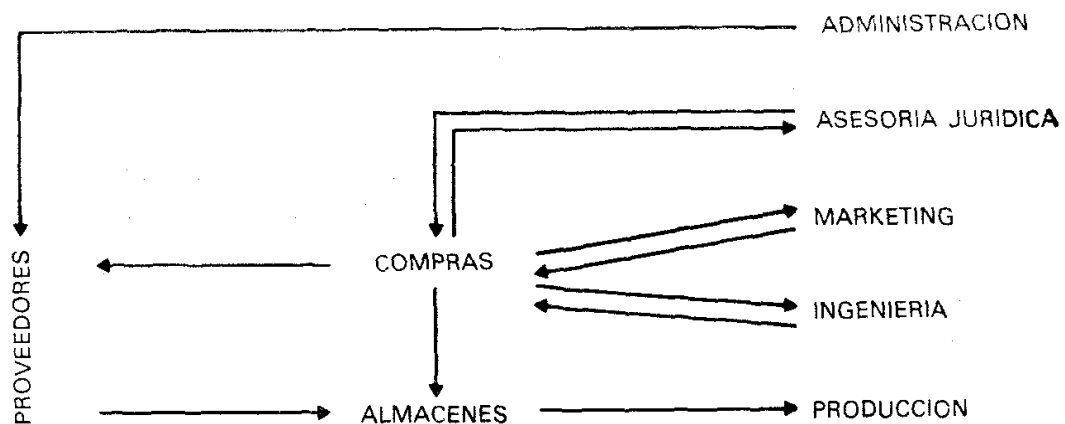
Con la función jurídica ha de existir contactos para la elaboración de los contratos de compra, así como la preparación de contratos especiales.

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.



### 5.3.2. Gestión de stocks.

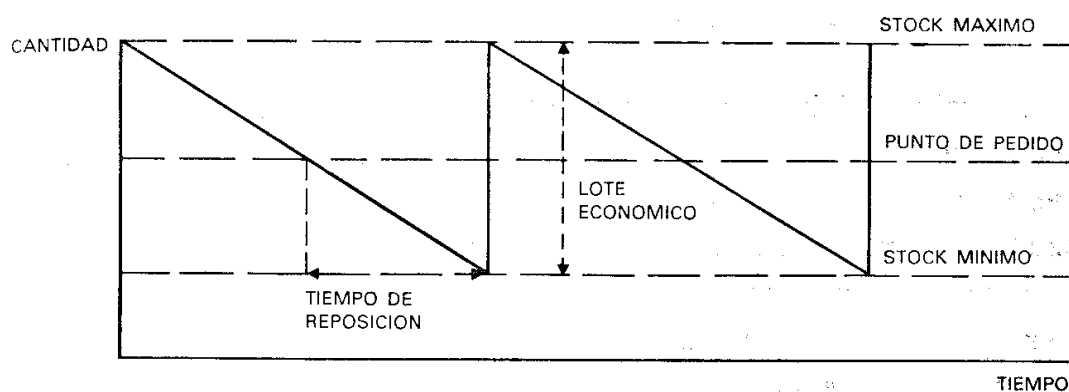
El **stock**, desde el punto de vista contable, es el valor de los productos terminados, semiacabados, materias primas, piezas y material de consumo que representan capital inmovilizado, requiriendo además espacio e instalaciones y produciendo costes operacionales.

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

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

### **5.3.2.1. 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.
- S Punto de pedido o número de unidades en almacén que permiten cubrir la demanda en los 'I' días que tienen de plazo de entrega los proveedores.
- I 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:

- $M$  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:

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

### **5.3.2.2. 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.

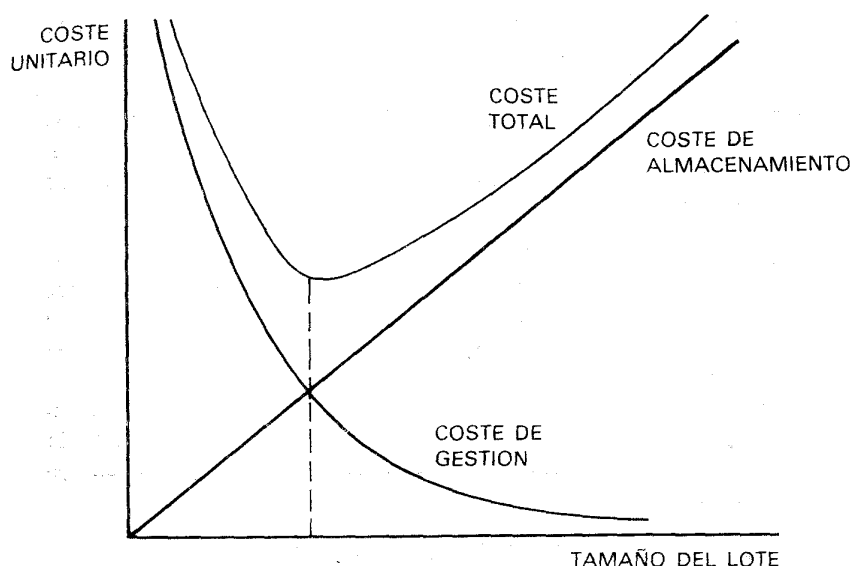
De esta manera se han de optimizar los costes, los cuales son:

- **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.

### **5.3.2.3. 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.

## **5.4. 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 (pañoles) 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.

## 6. Preparación y lanzamiento del trabajo.

---

- 6.1. Preparación del trabajo.
- 6.2. Lanzamiento del trabajo.
- 6.3. Sistemas y documentos.
  - 6.3.1. Orden de fabricación.
  - 6.3.2. Documentos.

## 6. Preparación y lanzamiento del trabajo.

### 6.1. 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, sub-conjuntos 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.

## **6.2. 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.

## **6.3. 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.

### **6.3.1. 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.

### **6.3.2. 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.

## 7. Productividad y Recursos Humanos.

---

7.1. Introducción.

7.2. Estudio de métodos de trabajo.

7.3. El control del coste de personal.

7.3.1. Valoración de tareas.

7.3.2. Sistema de salarios e incentivos.

7.4. Productividad y competitividad.

7.5. Mejora de la productividad y recursos humanos.

7.5.1. Modificación de las características organizacionales.

7.5.2. Modificación de las características del trabajo.

7.5.2.1. Diseño del puesto de trabajo.

### 7.1. 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.

## **7.2. 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:



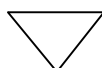
**Operación.** Se cambian intencionadamente alguna de las características físicas o químicas de un objeto, se ensambla con otro o se desarma, se dispone o prepara para otra operación, transporte, inspección o almacenamiento.



**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.

### **7.3. 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.

#### **7.3.1. 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.

### **7.3.2. 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)**:

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

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:

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

## **7.4. 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.

## **7.5. 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.

### **7.5.1. 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.

### 7.5.2. 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.

#### **7.5.2.1. 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 comprobará 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 <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>
O <sub>1</sub>	12,5	6,5	0	0	6
O <sub>2</sub>	11,5	8,5	2	0	5
O <sub>3</sub>	7,5	7,5	6	6	0
O <sub>4</sub>	0	0	5,5	12,5	7,5
O <sub>5</sub>	8,5	1,5	0	7	12

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

	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>
O <sub>1</sub>	12,5	6,5	0	0	6
O <sub>2</sub>	11,5	8,5	2	0	5
O <sub>3</sub>	7,5	7,5	6	6	0
O <sub>4</sub>	0	0	5,5	12,5	7,5
O <sub>5</sub>	8,5	1,5	0	7	12

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

	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>
O <sub>1</sub>	12,5	6,5	0	0	6
O <sub>2</sub>	11,5	8,5	2	0	5
O <sub>3</sub>	7,5	7,5	6	6	0
O <sub>4</sub>	0	0	5,5	12,5	7,5
O <sub>5</sub>	8,5	1,5	0	7	12

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

	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>
O <sub>1</sub>	12,5	6,5	0	0	6
O <sub>2</sub>	11,5	8,5	2	0	5
O <sub>3</sub>	7,5	7,5	6	6	0
O <sub>4</sub>	0	0	5,5	12,5	7,5
O <sub>5</sub>	8,5	1,5	0	7	12

- La submatriz formada por los elementos no atravesados por las líneas anteriormente trazadas generarán 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 <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>
O <sub>1</sub>	11	5	0	0	4,5
O <sub>2</sub>	10	7	2	0	3,5
O <sub>3</sub>	7,5	7,5	7,5	7,5	0
O <sub>4</sub>	0	0	7	14	7,5
O <sub>5</sub>	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<sub>i</sub> (i = 1 ... 5) a 5 puestos de trabajo, P<sub>j</sub> (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.

	<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>	<b>P4</b>	<b>P5</b>
	7	3	5	7	10
<b>O2</b>	6	imposible	imposible	8	7
<b>O3</b>	6	5	1	5	imposible
<b>O4</b>	11	4	imposible	11	15
<b>O5</b>	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.

	<b>M1</b>	<b>M2</b>	<b>M3</b>	<b>M4</b>	<b>M5</b>
	1	4	2	3	5
<b>O2</b>	3	3	2	4	1
<b>O3</b>	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.

## **8. Costes de aprovisionamiento.**

---

- 8.1. Concepto.
- 8.2. Factores.
- 8.3. Características.
- 8.4. Puntos críticos y medidas de corrección.
  - 8.4.1. Precios de compra.
  - 8.4.2. Nivel de stocks.
  - 8.4.3. Política de compras.
  - 8.4.4. Control eficiente y racional de los stocks.
- 8.5. Métodos de reaprovisionamiento.
- 8.6. Los costes de la gestión de stocks.

### **8.1. 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.

### **8.2. 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.

### **8.3. 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 » 7.

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:

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

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.

### **8.4. 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:

#### **8.4.1. 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.

#### **8.4.2. 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.

#### **8.4.3. Política de compras.**

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

#### **8.4.4. 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.

#### **8.5. 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:

- DCantidad de producto vendida o utilizada al año.
- QVolumen de pedido o lote óptimo (incógnita).
- ECostes fijos de pedido.
- AGastos variables del almacén: lo que cuesta almacenar una unidad de producto durante un año.
- D/QNúmero de pedidos formulables al año.
- PPrecio del producto a adquirir.
- iTipo 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:

- 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:

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

## **8.6. 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.

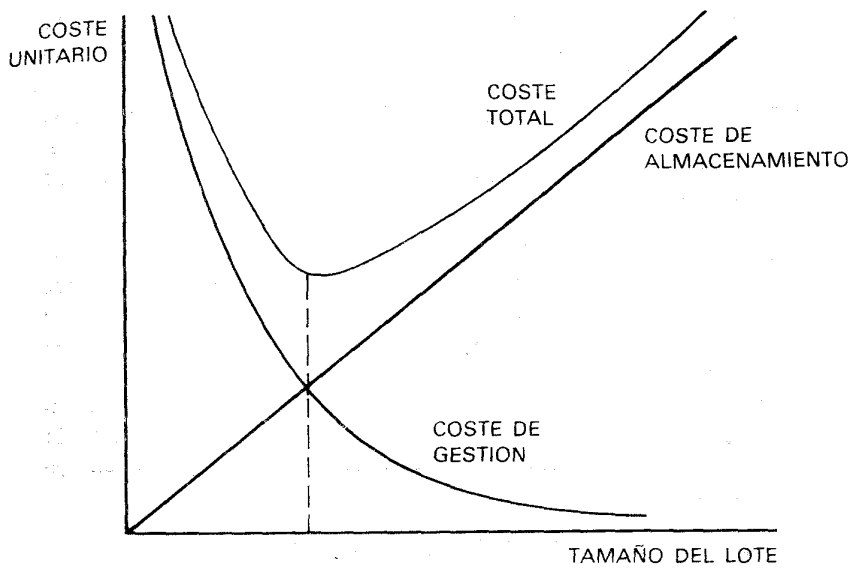
De esta manera se han de optimizar los costes, los cuales son:

- 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.

## **9. El proyecto del almacén.**

---

### 9.1. Las fases del proyecto.

#### 9.1.1. Las fases de estudio.

- 9.1.1.1. El plan director.
- 9.1.1.2. El anteproyecto sumario.
- 9.1.1.3. El anteproyecto detallado.

#### 9.1.2. Las fases de realización.

- 9.1.2.1. Los dosiers de consulta.
- 9.1.2.2. Los mercados de trabajo.
- 9.1.2.3. El control de los trabajos.
- 9.1.2.4. Las entradas.
- 9.1.2.5. Las transferencias.
- 9.1.2.6. La explotación.
- 9.1.2.7. La disponibilidad.

### **9.1. Las fases del proyecto.**

- 9.1.1. Las fases de estudio.
- 9.1.2. Las fases de realización.

### **9.1. Las fases del proyecto.**

Todo proyecto debe seguir una serie de fases, cada una de las cuales ha de tener una finalidad precisa. Las partes implicadas que intervendrán sucesivamente en un proyecto pueden ser diferentes, lo cual cuenta con dos ventajas: el equipo que sucede a otro puede hacer una crítica constructiva de la fase anterior y los métodos y documentos tendrán mayor rigor porque serán usados por otros que no habrán vivido la misma experiencia.

#### **9.1.1. Las fases de estudio.**

- 9.1.1.1. El plan director.
- 9.1.1.2. El anteproyecto sumario.
- 9.1.1.3. El anteproyecto detallado.

##### **9.1.1.1. El plan director.**

El plan director tiene la misión de responder a la siguiente pregunta: ¿qué hay que hacer para que mi material industrial me permita alcanzar mis objetivos de desarrollo a medio y largo plazo?

Esto conlleva otras preguntas:

- ¿Qué nueva organización debo adoptar?
- ¿Qué inversiones debo realizar?
- ¿Dónde?
- ¿Bajo qué forma?
- ¿Con qué presupuesto?

- ¿Siguiendo qué calendario?

Un plan director no tiene por qué englobar el conjunto de la empresa, pero debe ejecutarse con la suficiente perspectiva para mantener la coherencia del conjunto de las funciones de la sociedad.

#### **9.1.1.2. El anteproyecto sumario.**

El término 'sumario' significa que los documentos emitidos al final de esta fase no son los suficientemente precisos para dar lugar a su inmediata realización.

El anteproyecto sumario debe responder a dos grandes preguntas:

- ¿Cuáles son las familias de soluciones más adecuadas para satisfacer la necesidad expresada?
- Los condicionantes del almacén ¿siguen siendo compatibles con el proyecto de la empresa?

A partir de las conclusiones del plan director, el anteproyecto sumario inventariará de manera exhaustiva todos los argumentos y todas las soluciones técnicas planteables para la realización del almacén proyectado.

Un anteproyecto sumario se divide en varias **etapas**:

- El estudio de los datos de base que hayan servido para elaborar el plan director cuyo plazo se especificará en el apartado dedicado al anteproyecto detallado.
- La arquitectura del proyecto general, que será a la vez funcional y organizativa. Afectará al mismo tiempo a los flujos físicos y a los flujos de informaciones.
- La definición de varias soluciones tipo.
- La evaluación de estas soluciones diversas a partir de cierto número de criterios considerados como significativos del proyecto. Algunos son comunes a todos los proyectos, como la capacidad total del almacén, el tiempo de acceso a una referencia, los costes de inversión, de explotación y de mantenimiento, etc. Otros criterios pueden concernir más particularmente a un proyecto o a otro: las facilidades de extensión, la capacidad para recoger cargas eminentemente variables, una implantación favorable a la utilización de un enlace ferroviario existente, etc.
- La comparación multicriterio de las diferentes posibilidades.
- Selección de la mejor solución. Normalmente no se trata de una sola decisión sino de un equilibrio que reúne los puntos fuertes de varias opciones.

#### **9.1.1.3. El anteproyecto detallado.**

Se centrará en un único tipo de solución técnica que deberá definirse con la suficiente precisión para preparar la fase siguiente, la fase de consulta a los proveedores.

Esta fase debe terminar con una evaluación financiera precisa, lo que permite detener el proyecto sin demasiados perjuicios, ya que, a parte de los estudios, no habrá entrado ningún pedido.

El anteproyecto detallado se desglosa en varias fases intermedias:

### **Un nuevo registro de datos.**

Hay que asegurarse que los datos que se han recogido son representativos del conjunto de la actividad. Las grandes **clases de datos** que hay que explorar son:

- El conjunto de las funciones que el depósito debe asegurar.
- Los condicionantes del entorno.
- Las normas y los reglamentos aplicables.
- Los horarios de trabajo.
- La evolución previsible o programada (aumento o disminución del volumen a almacenar, multiplicación del número de pedidos a suministrar, disminución del número de líneas, etc.).
- Los coeficientes de extrapolación correspondientes a las evoluciones citadas arriba.
- Las cargas objeto de manipulación y almacenadas.
- Los flujos principales y accesorios.
- Las interfaces físicas.
- Las codificaciones y los sistemas de identificación impuestos.
- Funciones informáticas que hay que cumplir.
- Los sistemas ya existentes y las interfaces adoptadas.

### **El tratamiento de los datos de base.**

Esta etapa permitirá comprobar que todos los valores recogidos son coherentes entre sí. Es el momento de definir en cantidad lo que sólo se ha definido en calidad. Así aparecen los documentos siguientes:

- Análisis dimensional de los stocks.
- Análisis dimensional de los flujos físicos.
- Análisis dimensional de los equipos fijos y móviles de almacenamiento y de manipulación.
- Análisis dimensional de los flujos de información.

### **Descripción del funcionamiento del almacén.**

Esta etapa permitirá describir todos los procesos y modos operativos. Este documento se centrará en la descripción de las características que deberán responder a las necesidades.

Este **documento** comprende los **capítulos** siguientes:

- Nota detallada de funcionamiento.
- Definición de los procedimientos de explotación.
- Definición de los puestos de trabajo y de las tareas que hay que asegurar.
- El análisis informático detallado de las funciones principales y suplementarias.
- Descripción de todos los mensajes entre los equipos.
- Procedimientos que permitan pasar de un ritmo normal a un ritmo anormal.

### **Definición de las naves.**

Esta fase permitirá comprobar que los flujos físicos no se cruzan, que todas las zonas anexas, como los locales sociales o talleres de mantenimiento, han sido tenidas en cuenta, la seguridad (ancho de pasillos de salida, etc.)...

### **Descripción de la instalación.**

Se trata de definir los medios que hay que poner en marcha para que los proveedores a la que se consultará conserven cierto margen de maniobra.

Esta fase terminará con:

- La descripción exhaustiva de todos los equipos con las prestaciones esperadas de cada uno de ellos.
- La definición exacta de los efectivos.
- La descripción detallada de la arquitectura de los automatismos y de la informática.
- La enumeración de los estándares adoptados y su definición.

### **Simulación de tamaño.**

En esta etapa permite modificar el curso del proyecto y reajustar las dimensiones, los rendimientos necesarios de los equipos y sus números. Es una herramienta que permite validar el diseño. El diseño termina en esta etapa, siempre que los resultados de la simulación sean convincentes.

### **Evaluación de los presupuestos.**

Debe confirmar que el proyecto se corresponde con las posibilidades que se plantearon en el inicio del mismo. Para que sea completa debe contener:

- Los costes de inversión.
- Los honorarios eventuales de los ingenieros y de los consejeros exteriores.
- Los gastos financieros.
- Los costes de explotación, incluidos los gastos en seguros, los impuestos y tasas diversas.
- Los costes de conservación y mantenimiento.

### **Calendario.**

Establecer el desglose de las fases que se sucederán hasta que comience la explotación del almacén. Esto ayudará a administrar, con mayor o menor rigor, los plazos de respuesta a las licitaciones que seguirán.

#### **9.1.2. Las fases de realización.**

##### **9.1.2.1. Los dossiers de consulta.**

#### **El número de lotes.**

El primer trabajo consiste en definir los lotes. si la instalación es modesta, será sensato hacer un solo lote que agrupe la parte mecánica de la manipulación y el automatismo asociado. Si la instalación es importante y compleja, tal vez es necesario hacer dos lotes: uno mecánico y uno de automatismo.

#### **El pliego de condiciones.**

Un buen guión para un pliego de condiciones podría ser éste:

- Una introducción que sitúe el proyecto en su contexto general.
- Las modalidades de la licitación (nombre y señas de los responsables, plazo de respuesta, etc.).



- La exposición de las necesidades.
- La exposición de los condicionantes.
- Los límites de los proveedores.
- Los rendimientos esperados y las condiciones de entrada.
- La documentación esperada al final del proyecto.
- La formación de los futuros trabajadores y agentes de mantenimiento.
- Las cláusulas de garantía y las piezas de recambio.
- El cuadro de desglose de los precios.
- Las condiciones de compra y las modalidades de pago.
- Las cláusulas jurídicas.

### **La penalización por retraso.**

La jurisprudencia las limita al 5 o al 10%. Las penalizaciones se han convertido en un hábito tal que numerosos proveedores las incluyen ya en su primer precio, por lo que se puede considerar que su eficacia no es la que se supone.

### **El desglose de los precios.**

Es un documento que corrige malentendidos, siempre posibles a pesar de la calidad del dossier de consulta.

### **Los servicios adicionales.**

Las condiciones de entrada raramente aparecen definidas en el pliego de condiciones de consulta. Es importante que el proveedor sepa a qué se compromete para queda afinar su precio al máximo y poner a punto la organización del proyecto.

Las mismas observaciones afectan a la documentación y a la formación. Si los pedidos son claros desde el principio del proyecto, la documentación se podrá elaborar en el transcurso del estudio de realización, así tendrá mayor calidad y costará menos que si se hubiera hecho con prisas al final del proyecto, por falta de planificación.

### **9.1.2.2. Los mercados de trabajo.**

Esta fase comprende varias etapas:

#### **Creación de la lista de consultados.**

Una vez que se han establecido los pliegos de condiciones hay que decidir a quién se enviarán para obtener las mejores ofertas. No se debe nunca consultar a un proveedor a quien, por distintas razones (inexperiencia en el sector, falta de respeto habitual a los compromisos, solicitudes de actas sistemáticas, etc.) se tenga la firme intención de no pasarle un pedido.

El número de consultados debe ser limitado, nunca inferior a 3 y, salvo motivos excepcionales, superior a 6. Esto se justifica por el hecho que vale más no hacer trabajar a demasiados equipos cuando sólo se aceptará uno, también porque es preferible consultar sólo a los equipos más cualificados para solventar el problema expuesto, y por último porque examinar las ofertas es una tarea larga y minuciosa que se hará correctamente sobre un número limitado de dossiers.

Es razonables consultar únicamente a sociedades cuyo volumen de negocio esté en relación con el importe del negocio.

Por último, y particularmente en época de crisis, antes de la consulta habrá que asegurarse de

la supervivencia de la empresa a la que se pretende consultar.

### **Respuestas a las preguntas.**

Los proveedores consultados plantearán preguntas cualquiera que sea la licitación. El diálogo siempre es enriquecedor y permite hacerse una opinión acerca del interés que el proveedor ha puesto en el dossier y sobre su motivación por obtener el contrato.

### **Análisis de las ofertas.**

El análisis de las ofertas y su comparación se efectuará en base a cierto número de criterios que se pueden formalizar durante el período en el que las empresas redactan sus propuestas. Estos criterios serán de naturaleza diferente: técnicos, comerciales, financieros u otros.

El análisis de las ofertas consistirá en comprobar que éstas responden a los problemas planteados y que contienen las informaciones correspondientes a los criterios que se hayan fijado.

### **Alineamiento de las ofertas.**

Esta etapa permitirá recoger las informaciones que faltan y reajustar el conjunto de proposiciones para que sean verdaderamente comparables. Todas deben responder al pliego de condiciones en su totalidad pero ninguna debe ir más allá.

### **Comparación.**

Una vez que las ofertas están completas y son precisas se trata de evaluar la calidad de cada una de ellas en relación a cada uno de los criterios adoptados. Existen varios sistemas de registro. Uno de los más objetivos consiste en el procedimiento siguiente:

Cada criterio de elección tiene asignado un coeficiente de ponderación, a continuación para un criterio dado, la nota 0 se atribuye a la oferta menos buena y la 10 a la mejor. En ningún caso se trata de dar una nota absoluta sino de desempatar más fácilmente las ofertas que puedan estar muy próximas .

La suma de las notas ponderadas de todos los criterios que corresponden a una oferta da la nota global de la oferta y así resulta fácil comparar las notas globales entre sí.

### **Negociaciones.**

Las fases anteriores permitirán definir la lista de las 2 o 3 mejores ofertas. Con estas sociedades será con quien tengan lugar las negociaciones para establecer bonificaciones, plazos de garantía más largos o cualquier otra ventaja.

### **Otorgamiento del pedido.**

Una vez que se ha elegido el proveedor hay que redactar el texto del pedido. Para los equipos específicos se aconseja tomar como texto de base el pliego de condiciones de consulta, corregido de manera que se convierta en pliego de condiciones de pedido. Las correcciones aportadas deberán traducir en términos de medios lo que anteriormente se ha expresado en términos de necesidad.

A estos documentos técnicos se unirán los documentos administrativos y financieros actualizados, y en particular un calendario de ejecución detallado que haya recibido conformidad de todos los participantes.

### **9.1.2.3. El control de los trabajos.**

El control de los trabajos consiste en comprobar que la calidad de los estudios de ejecución primero y la calidad de las realizaciones después en términos de producción en la fábrica y montaje. Este control vela por el respeto de los vencimientos del 'planning'.

Al principio de este período de realización se organizarán reuniones entre los diferentes participantes en el proyecto para conocer las exigencias de cada uno y conciliar las contradicciones incluso antes del período de pruebas de recepción.

El respeto al 'planning' se verá facilitado por la utilización del método PERT. En la gran mayoría de los proyectos, algunos lotes se reciben con retraso. Si el planning inicial se ha estirado, es probable que la fase crítica no afecte a las mismas tareas que a las que afectaba en un principio. El jefe de proyecto debe dar prioridad a las tareas que lo precisen.

### **9.1.2.4. Las entradas.**

Una entrada es el acta que indica que determinado suministro se corresponde con el pliego de condiciones de pedido, y que por tanto puede ser recibido.

#### **Entradas a fábrica y entradas a local.**

Las operaciones de entrada tienen lugar en dos fases: las entradas a fábrica ('entradas plataforma') que tienen lugar antes de que el suministro deje la fábrica del proveedor, y las entradas a local, que tienen lugar en el establecimiento del cliente final.

En el local se harán únicamente las pruebas que no han podido tener lugar en la fábrica, y las pruebas generales en las que se emplean suministros de procedencia diversa.

#### **Cuadernos de entrada.**

Tanto para la entrada en fábrica como para la entrada en local, el conjunto de comprobaciones que hay que efectuar se describe en los 'cuadernos de entrada'. El contenido de estos cuadernos se habrá descrito a grandes rasgos en los documentos de licitaciones. Su redacción se habrá completado durante la fase de estudio y de realización.

Es importante que la definición de las pruebas a realizar y los estudios de realización se hagan de manera simultánea, ya que de este modo el redactor podrá informarse mejor del tema. Sucede así en todo lo referente al suministro de programas de aplicación.

Junto al cuaderno hay fichas de anomalías. si durante las pruebas se descubre algún defecto, estas fichas permiten anotar rápidamente las características del defecto y el contexto en el que se han producido. Este procedimiento facilita la vuelta a la normalidad y evita olvidar defectos que no tardarían en reaparecer más tarde o más temprano. Asimismo permite gestionar de manera rigurosa el consumo de reservas.

Estos cuadernos deben ser redactados por el propietario o su contratista. deberán decidir si el suministro es aceptable, por lo tanto deberán saber que pruebas hay que realizar.

Por otro lado estos cuadernos también pueden ser escritos por el proveedor, ya que nadie mejor que él conoce los puntos débiles de sus equipos o programas, por lo tanto podrá determinar cuales son las pruebas más útiles.

La mejor solución es que sea el proveedor quien redacte los cuadernos de entrada y que el propietario y el contratista realicen una relectura que pueda aportar complementos eventuales.

### **Entrada provisional y entrada definitiva.**

La entrada provisional se realiza cuando las pruebas de entrada han sido positivas y sólo quedan salvedades menores que no impiden el inicio de la explotación, o salvedades que afectan a la disponibilidad, ya que ésta sólo puede medirse durante la explotación.

La entrada definitiva se realiza al final de un período de tres meses a un año si todas las salvedades han desaparecido. El cliente se librará de las molestias que representan las últimas salvedades por una suma de dinero que saldrá del depósito de garantía.

#### **9.1.2.5. Las transferencias.**

La explotación empezará tanto si se tiene una como dos entradas; es el modo de diferenciar la transferencia de propiedad y la transferencia de responsabilidad. La transferencia de propiedad es efectiva cuando todos los pagos convenidos se han efectuado.

Pero, con frecuencia, los últimos pagos no se efectúan hasta que ha transcurrido cierto período de explotación, para poder medir ciertos tipos de endimiento o la disponibilidad de la instalación. En estos casos el cliente estará explotando un equipo que no le pertenece. Hay que velar para que el propietario, el proveedor no tenga responsabilidad en caso de incidentes debidos al usuario.

#### **9.1.2.6. La explotación.**

La formación de los empresarios y de los agentes de mantenimiento debe realizarse en el momento justo. Si el personal afectado forma ya parte de la empresa, es muy conveniente que la parte teórica de la formación no se imparta en el mismo edificio, ya que el hecho de ser requeridos sus servicios permanentemente por parte de los interlocutores habituales impedirá estar lo suficientemente disponibles y concentrados.

La fecha del inicio de la explotación también debe elegirse bien; no debe tener lugar antes de una aceptación seria de los programas. En efecto, si los usuarios descubren imperfecciones demasiado numerosas les será difícil confiar en su nueva herramienta, se producirá un cierto fenómeno de rechazo que se alargará con el tiempo y que será después difícil de controlar.

#### **9.1.2.7. La disponibilidad.**

La disponibilidad es uno de los componentes que aseguran el funcionamiento, junto a la seguridad, la fiabilidad, la sostenibilidad y la credibilidad. La definición de disponibilidad puede ser la siguiente: 'aptitud de una entidad para hallarse en situación de cumplir una función precisa en condiciones dadas en un instante determinado o durante un intervalo de tiempo dado, suponiendo que el suministro de medios exteriores necesarios está asegurado'. La disponibilidad de un equipo es una cualidad primordial, ya que permite la explotación.

La disponibilidad está en función de la sostenibilidad y la fiabilidad. La fiabilidad es 'la aptitud de una entidad para cumplir una función precisa en condiciones dadas durante un intervalo de tiempo dado' y la sostenibilidad es 'la aptitud de una entidad para ser mantenida o restituida, en un intervalo de tiempo dado, en un estado en el que pueda cumplir una función necesaria cuando el mantenimiento se lleva a cabo en condiciones dadas y por procedimientos y medios establecidos'.

Las exigencias de disponibilidad se han establecido en los pliegos de condiciones del pedido.

Durante la explotación habrá que medir esta disponibilidad.

Así, el control de los equipos como los transtockeurs automáticos que están conectados al sistema informático lo realiza sólo en parte dicho sistema, ya que es indispensable recoger los comentarios sobre las causas reales de los fallos y sobre el detalle de los tiempos de intervención.

## **9.2. El flujo físico, las necesidades.**

### 9.2.1. Análisis dimensional estático.

#### 9.2.1.1. Los artículos.

##### a. Los envases de los artículos.

###### a.1. Envases unitarios.

###### a.2. Envases colectivos.

##### b. La temporalidad de los artículos.

##### c. La evolución futura de los artículos.

### 9.2.2. Análisis dimensional dinámico.

#### 9.2.2.1. Los flujos, definición y magnitud.

#### 9.2.2.2. La clasificación ABC.

#### 9.2.2.3. El envío de muestras.

#### 9.2.2.4. Las variaciones de flujo.

### 9.2.3. Organización y disposición del nuevo almacén.

#### 9.2.3.1. La zona de retención entre producción y almacén.

#### 9.2.3.2. Los muelles de llegada.

#### 9.2.3.3. Las zonas de control.

#### 9.2.3.4. La zona de envasado o reenvasado.

#### 9.2.3.5. Las zonas de cuarentena.

#### 9.2.3.6. El stock de masa.

#### 9.2.3.7. La definición de los volúmenes de estante para palets.

#### 9.2.3.8. Las zonas de carga.

#### 9.2.3.9. La zona de consolidación.

#### 9.2.3.10. Las zonas de embalaje.

#### 9.2.3.11. Las zonas de control de salida.

#### 9.2.3.12. Las zonas de espera de salida.

#### 9.2.3.13. Los pasillos de circulación.

#### 9.2.3.14. Los almacenes de tavés y los muelles de salida.

#### 9.2.3.15. Los locales técnicos.

#### 9.2.3.16. Las oficinas.

#### 9.2.3.17. Los locales sanitarios y sociales.

## **9.2. El flujo físico, las necesidades.**

La gestión del almacén debe poner en práctica los principios que se hayan decidido en la gestión de stocks optimizando los flujos físicos correspondientes en el interior del almacén.

### **9.2.1. Análisis dimensional estático.**

Este tipo de análisis para la definición del almacén debe concretar qué artículos se han de almacenar y en qué volúmenes, para proyectar todo el aspecto físico estático del almacén.

De esta forma este análisis debe censar el conjunto de artículos que hay que almacenar, así como conocer sus propiedades cualitativas, morfológicas o estatutarias.

#### **9.2.1.1. Los artículos.**

El primer paso en el proyecto del almacén consistirá en clasificar los artículos que se hayan decidido tener en stock. Esa clasificación se realiza de acuerdo a varios criterios, a menudo cruzados.

La finalidad de esta clasificación es definir los volúmenes de almacenamiento que serán necesarios, los equipos estáticos y, por último, los equipos dinámicos a emplear en el almacén.

Entre las posibles **clasificaciones** podemos destacar:

##### **Clasificación por naturaleza.**

Existen muchos productos que por su propia naturaleza presentan necesidades específicas de almacenamiento. De este modo, algunos artículos se entregan y almacenan a granel, mientras que otros requieren ciertas condiciones especiales de temperatura y humedad para su correcto almacenamiento.

##### **Clasificación por volumen.**

Los diferentes tamaños de los artículos tienen una importancia evidente en el diseño del almacén. Pueden existir productos pequeños que puedan guardarse en pequeños recipientes o cajones, otros de volumen más considerable que puedan almacenarse en palets o contenedores similares, mientras que otras piezas por su volumen o forma especial necesiten zonas acotadas específicamente para ellas.

##### **Clasificación por peso.**

Los medios a emplear en el almacenamiento no serán iguales si el artículo es más o menos ligero o tiene un peso considerable.

##### **Clasificación por estatutos.**

Existen artículos que deben ser sometidos a cuarentena, artículos que han de pasar controles administrativos...

De esta forma los estatutos particulares afectan a determinado número de productos:

- Los productos farmacéuticos inscritos en:
  - a) la lista I, que reagrupa los productos tóxicos que exigen un almacenamiento separado de los otros artículos y bajo llave.
  - b) la lista II, que reagrupa los productos peligrosos que exigen un almacenamiento separado.
  - c) la lista de los estupefacientes, que deben guardarse en un local particular, bajo llave y provisto de un sistema de seguridad.
- Los artículos que pasan la aduana, ya sea en tránsito o a la espera de formalizar el pago de los derechos de aduanas.
- Los artículos que precisan condiciones ambientales especiales (temperatura, higrometría, etc.).
- Los alcoholes.
- Ciertos productos frigoríficos.

Existen otra serie de productos no incluidos en esta lista que tienen un tratamiento particular.

En cuanto a la **cuarentena**, con ella nos referimos al tiempo necesario para efectuar los controles que permiten decidir si un producto es o no utilizable. Esta exigencia es frecuente en industrias farmacéuticas y agroalimentaria. La cuarentena también es aplicable a productos acabados.

De esta forma, un producto en cuarentena, aunque físicamente presente, no está disponible hasta superar los controles. De esta forma, al definir la parte estática del almacén, se ha de determinar los productos que han de someterse a cuarentena y los tiempos necesarios para los controles, así como las condiciones de accesibilidad a esos artículos.

### **Otros criterios.**

Existen otra serie de conceptos en los que basar las clasificaciones, tales como el valor económico de los artículos, su accesibilidad, etc.

### **a. Los envases de los artículos.**

#### **a.1. Envases unitarios.**

Algunos almacenes pueden recibir piezas a granel en contenedores, de forma que antes de darles entrada al almacén será necesario acondicionar cada artículo en un embalaje unitario tipo bláster u otro.

Además puede que sea necesario realizar un etiquetaje de los mismos identificándolos con un código de barras y/o un precio de venta.

#### **a.2. Envases colectivos.**

### **Los palets.**

Uno de los acondicionamientos para almacenamiento colectivo más universales son los palets, sobre todo el palet europeo (800x1.200 mm.), que corresponde a un poco menos de la mitad del ancho máximo de los camiones, reglamentado por el código de carretera (2,5 m.), lo que racionaliza las tasas de llenado de los vehículos.

El diseñador del almacén debe definir los planes para la puesta en palets de los artículos según las diferentes dimensiones de los mismos, eligiendo la distribución que ofrece una tasa de llenado más alta, con un menor riesgo de desbordamientos y mejor estabilidad de las cargas por la alternancia de las diferentes capas.

Es importante no escatimar en la calidad de los palets, los cuales suelen ser de madera, teniendo bastante en cuenta la sequedad de la misma.

Los palets han de cumplir varias normas existentes (AENOR, DIN, ISO), además de la ficha 435.2.0 de la Unión Internacional de Ferrocarriles.

El medio palet, de 600x800 mm., también es muy utilizado en la distribución en grandes superficies.

### **Otros envases.**

Además de los palets, existen muchos otros tipos de acondicionamientos colectivos, entre los que se pueden mencionar los cartones, las cubas, los contenedores...



Estos otros tipos de almacenamiento pueden responder a distintas condiciones: la venta, el transporte...

Cabe mencionar asimismo los carros de los supermercados, los cuales pueden ofrecer muchos servicios a otros tipos de actividades.

### **b. La temporalidad de los artículos.**

Los stocks en almacén son dependientes de los flujos de entrada y salida. Cuando estos stocks están sujetos a fenómenos de temporalidad, la capacidad del almacén ha de tenerlo en cuenta.

Las variaciones de flujos, y de esta forma la capacidad, tienen diferentes **frecuencias**:

- **Variaciones anuales**; puede deberse a diferentes causas: fabricación en esencia temporal, anticipación de cierre por vacaciones, variación respecto a la demanda (moda de temporada, artículos temporales, etc.)...
- **Variaciones mensuales**; ligadas a condicionantes comerciales que hacen que si la mercancía se entrega a principio o a final de mes las fechas de facturación y pago no son las mismas.
- **Variaciones semanales**; se pueden deber a los programas de las rondas de entrega semanales.
- **Variaciones diarias**; pueden ser provocadas por la diferencia de horarios entre los talleres de fabricación y el almacén, por las horas de llegada de los pedidos cuando uno está comprometido a hacer la entrega al día siguiente, por los horarios de salida de los transportistas, etc.

Estas variaciones diarias no deberían tener incidencia en la magnitud del stock, sino más bien en las superficies adicionales de retención.

### **c. La evolución futura de los artículos.**

Es necesario realizar una previsión para que el almacén sobreviva a los futuros cambios previsibles. Estas variaciones pueden ser en el volumen del stock, en el número de referencias, en los acondicionamientos, en las características de los pedidos, en la tasa de rotación, en la ubicación de una parte de la producción, etc.

Todos estos aspectos deben ser considerados y definidos por parte de la dirección general de la empresa.

### **9.2.2. Análisis dimensional dinámico.**

El tráfico existente en un almacén será el aspecto a tratar en este apartado. De esta forma puede existir un almacén grande que acoja una gran cantidad de artículos pero siendo ese stock inmóvil, mientras que un almacén de tamaño más modesto puede ser escenario de un flujo constante.

De esta manera se han de determinar los traslados necesarios y la manera en la que deben llevarse a cabo.

### **9.2.2.1. Los flujos, definición y magnitud.**

En un almacén existen numerosos tipos de movimientos, entre los que podemos destacar:

#### **El flujo de llegada.**

La procedencia de los flujos entrantes puede ser del exterior (componentes y materias primas destinadas a la fabricación) como tener por origen una unidad de producción de la propia empresa (productos acabados destinados a su comercialización).

En cuanto a los productos acabados, se pueden encontrar artículos elaborados in situ y artículos salidos de otra unidad de producción. Así, en los flujos internos es posible controlar parámetros como los horarios y la calidad del acondicionamiento colectivo, mientras que en los otros casos habrá de tenerse en cuenta los condicionamientos del transporte y sus imprevistos.

Las condiciones de llegada deben definirse para cada uno de los medios de transporte empleados:

- Horarios de llegada,
- Número de entregas simultáneas,
- Número de artículos,
- Tiempo de estacionamiento admisible,
- Acondicionamientos colectivos, etc.

Muchas de estas condiciones habrán de ser negociadas con los proveedores.

En relación a estos flujos ha de tenerse en cuenta la **preparación de los pedidos**, que es resultado de los siguientes parámetros:

- El número de pedidos que hay que preparar en una unidad de tiempo.
- El número de líneas por pedido.
- El número de envases diferentes, guardados en zonas diferentes y por línea.
- El número de artículos por zona y por línea.

Una línea corresponde a un cierto número de artículos que tienen la misma referencia.

De esta forma cada pedido podrá necesitar una consolidación si las diferentes referencias y los diferentes envases que lo componen están almacenados en lugares alejados unos de otros, y no pueden por lo tanto ser tratados por un solo operador o por un solo medio de manipulación. Cada línea provocará el desplazamiento del operador hacia el artículo o a la inversa.

Cada artículo precisará una operación de carga, de ahí la importancia de los envases colectivos, de forma que favorecer comercialmente los pedidos que comportan números enteros de envases colectivos es una vía para reducir los tiempos de preparación.

Se ha de considerar el plazo impuesto entre la recepción de una orden y su envío. Un plazo corto perjudica, ya que impone un exceso de personal y el correspondiente exceso de inversión en material para responder a un único período punta. Además al reducirse el número de pedidos sobre los que se podrían optimizar los desplazamientos, la optimización es menos eficaz.

El diseño del almacén para recoger los recortes en los plazos originados por motivos comerciales conlleva unos sobrecostes que el departamento de marketing ha de justificar.

### **El flujo saliente.**

Se han de definir los horarios imperativos de salida debidos a los horarios de los transportes (avión, ferrocarril...), así como las rondas terrestres de mensajería. Estas condiciones se añadirán a los condicionantes señalados anteriormente con respecto a la preparación de los pedidos.

### **Los flujos internos.**

Los flujos internos dependen de la organización que se elija. Entre esos movimientos se pueden mencionar la colocación en stock, el reacondicionamiento en el interior del almacén, el traslado de un eventual stock de masa hacia la zona de carga, etc.

### **Los flujos adicionales.**

Entre estos flujos adicionales se cuentan los correspondientes a las operaciones de inventario.

Los movimientos especiales también han de ser considerados, aunque sean poco numerosos, los cuales hacen referencia a controles inesperados, pedidos que deben servirse con urgencia, o cualquier otra circunstancia difícilmente previsible.

### **Los litigios.**

Aunque este flujo es muy escaso, ha de ser considerado ya que se producirá a contracorriente y exigirá trámites especiales y lugares de almacenamiento específicos.

#### **9.2.2.2. La clasificación ABC.**

Los flujos de entrada y salida deben aplicarse a todos los artículos enumerados en la parte estática, sea cual sea su clase. Cada una de estas clases será a su vez objeto de una clasificación ABC, factor básico en la búsqueda de la productividad de un almacén.

En casi todos los almacenes, el 80% de la actividad corresponde sólo al 20% de las existencias, el siguiente 12% corresponde al 30% de las referencias, mientras que el 8% restante se basa en la otra mitad de los artículos. Esta es una ley casi constante, con aproximaciones en los porcentajes, que permite realizar una optimización importante del almacén.

De esta manera, los artículos de clase A, correspondientes al primer grupo, se guardarán de tal manera que los trayectos que haya que cubrir para alcanzarlos sean mínimos, mientras que las referencias que se mueven muy poco, C, ocupen las direcciones de almacenamiento de peor acceso.

La clasificación ABC ha de basarse en un tratamiento informático, mediante una comparación estadística de los pedidos sobre un período de tiempo significativo, no demasiado largo para tener en cuenta variaciones del mercado, ni demasiado corto para que sea suficientemente significativo.

Con esta nueva clasificación, la colocación de referencias en el almacén por orden alfabético, numérico o cualquier otro procedimiento nemotécnico desaparece, con lo cual los preparadores tendrán más dificultades para encontrar el artículo buscado. Las fichas deberán indicar claramente, por lo tanto, la dirección física del almacén donde se guarda el artículo.

#### **9.2.2.3. El envío de muestras.**

En almacenes de productos terminados, el envío de muestras a clientes puede presentar una serie de inconvenientes:

- Generalmente no se facturan al destinatario.
- Comportan gran número de líneas.
- Cada línea tiene muy pocos artículos.
- Los artículos pueden requerir un "marcaje" especial.
- En las industrias que tienen colecciones, esta actividad intensa sólo se ejerce durante un corto período.

#### **9.2.2.4. Las variaciones de flujo.**

Al igual que sucedía con el volumen estático de un stock, los movimientos de entrada y salida pueden estar sujetos a variaciones. Si los flujos de entrada y los de salida se equilibran y varían con una simultaneidad rigurosa, el stock se mantendrá constante, al tiempo que la actividad podrá evolucionar de manera considerable.

Las variaciones de flujo pueden ser diferentes en volumen o por naturaleza. Las primeras tienen una influencia directa sobre la actividad en el muelle. Los cambios de naturaleza de los pedidos pueden tener una influencia contradictoria sobre la actividad de preparación, así, la preparación podrá reducirse cuando los flujos crezcan si el tamaño de los pedidos crece y su número decrece.

Se han de tener en cuenta coeficientes de evolución para los volúmenes y para la naturaleza de los flujos. La tendencia actual a disminuir los stocks a lo largo de la cadena, de la fabricación al consumo, lleva a que los pequeños pedidos se multipliquen en un plazo muy corto y disminuya el número de líneas y el número de artículos en ésta. Esto se ha de tener en cuenta en el diseño del almacén para que éste no quede inoperante en poco tiempo.

#### **9.2.3. Organización y disposición del nuevo almacén.**

Tras determinar las diferentes necesidades y cuantificar los flujos comienza el proyecto en sí del almacén.

##### **9.2.3.1. La zona de retención entre producción y almacén.**

Si el almacén a proyectar se destina a alojar artículos que se han fabricado por la misma empresa en un local anexo, hay que elaborar un plan para sincronizar los flujos de llegada y los flujos de colocación en el almacén.

De esta manera, los palets o contenedores entregados al almacén no son almacenados inmediatamente, por lo que es preciso prever una zona de retención donde guardarlos temporalmente.

Este volumen de retención se agudiza cuando los horarios del almacén y de la producción no coinciden (producción en 2 o 3 turnos y explotación del almacén en sólo un turno de 8 horas) o cuando los productos antes de pasar al almacén deban ser sometidos a ciertos controles.

De esta manera hay que determinar el volumen de este stock para definir la superficie a reservar. En una primera aproximación, para palets situados en el suelo, se calcula una superficie de 1,5 veces la superficie neta de los palets, para considerar el espacio necesario para el paso de las máquinas de manipulación.

La importancia de este stock y las características de las cargas pueden inducir a soluciones como:

- El apilamiento de los palets si éstos lo permiten.
- La colocación de estantes para palets o estantes adecuados para esta función.
- La instalación de transportadores automáticos de acumulación.

#### **9.2.3.2. Los muelles de llegada.**

##### **Los muelles terrestres.**

La definición de las superficies que hay que reservar en los muelles afecta tanto al interior como al exterior del edificio.

La parte exterior comprende las vías de acceso, llegada y salida, las zonas de maniobra y las del muelle en sí. Estas zonas a menudo condicionan la ubicación general del edificio en la parcela, considerando además la posición de las vías públicas de circulación.

Generalmente se adoptan los valores siguientes:

- Ancho de una vía de circulación para un semirremolque: 5 metros.
- Radio de una curva de giro: 30 metros.
- Espacio libre delante del muelle para las maniobras: 35 metros.
- Eje mínimo para dos posiciones consecutivas de camiones simultáneos en el muelle: 3 metros.
- Situar el muelle a la misma altura que la plataforma de camiones y remolques: aproximadamente 1,20 metros.

La disposición más clásica y económica del muelle es aquella en la cual los camiones aparcen perpendicularmente al mismo, aunque en terrenos más escasos se puede ganar espacio aparcando en batería.

Los muelles se equiparán con rampas de carga ajustables que permitirán completar la nivelación del muelle y de los vehículos y dejar paso a las carretillas o transtockeurs, rampas que no deberán tener una inclinación superior al 4 o 5%.

En lo que concierne a las superficies de los muelles previstas en el interior del edificio hay que prever, como en el caso de las llegadas directas de la producción, zonas de retención para la desincronización entre la entrega y la entrada efectiva en el almacén, para los controles y eventualmente para el pago de los derechos de aduana.

##### **La descarga global.**

Si hay flujos de entrada importantes que tienen el mismo origen es conveniente considerar la solución de carga-descarga global. Esta técnica permite reducir a 5 minutos la carga o descarga completa de los 28 palets de un semirremolque, mientras que la misma operación realizada con transtockeurs eléctricos puede exigir alrededor de media hora.

El equipo del muelle exige como mínimo una superficie equivalente a la de un remolque, aumentada por las posiciones de enlace en el extremo del dispositivo de descarga, armarios eléctricos y automatismos, y dispositivos de seguridad que protejan la zona en conjunto.

##### **Los muelles destinados a los vehículos ligeros.**

Cualquiera que sea la actividad principal del almacén, se aconseja prever un espacio con suficiente longitud de muelle que permita alojar entregas efectuadas por camionetas o furgonetas. La altura de este muelle debe ser del orden de 50 centímetros.

### **Los muelles raíl.**

Los muelles destinados a recibir vagones de ferrocarriles dejan menos libertad a la imaginación del diseñador. El muelle estará paralelo a la vía, protegido por un tejadillo y a la altura de la plataforma, es decir, 1,15 m. por encima del nivel de los raíles.

### **9.2.3.3. Las zonas de control.**

Los tipos de controles a los que puede ser sometido un producto antes de introducirse en el almacén son los siguientes:

- **Controles cuantitativos.** Además de las zonas de retención entre la producción y el almacén, en el caso de llegadas procedentes del exterior hay que confrontar la relación entre la entrega y el pedido que se espera, así como comprobar la entrega. En esta zona se realizarán también las primeras operaciones de identificación.
- **Controles cualitativos.** Algunas industrias, como la farmacéutica, suelen requerir acondicionamientos especiales, situando en la proximidad de los muelles de llegada salas de carga de muestras y un local de diagnóstico.

Los controles cualitativos implican mayores condicionantes cuando se trata de líquidos o de productos polvorientos que se entregan en cisternas o a granel, ya que no se podrá empezar a descargar hasta que los controles sean definitivamente positivos.

- **Controles administrativos.** La actividad del almacén y los acuerdos con la administración correspondiente pueden llevar a tener una zona reservada al pago de los derechos de aduana.

### **9.2.3.4. La zona de envasado o reenvasado.**

En los almacenes que exigen un envasado unitario, un reenvase o un simple etiquetaje, hay que prever zonas destinadas a esa actividad. Estas zonas podrán alojar el almacenamiento provisional de estos artículos pendientes de reenvasar y de los equipos especializados: ensacadoras, embarquilladoras, etiquetadoras, máquinas de "blisterizar", etc.

### **9.2.3.5. Las zonas de cuarentena.**

La cuarentena es un estatuto que no afecta a todos los almacenes. En aquellos en los que se debe tratar este problema existen dos soluciones que tratan de impedir que se pueda acceder a los productos afectados por descuido:

#### **La cuarentena física.**

Exige una zona bien delimitada en la que los artículos se almacenen hasta que se dicte su salida.

#### **La cuarentena informática.**

Autoriza el almacenamiento de los artículos afectados en cualquier lugar del almacén. El sistema informático, al no dar una orden de salida para los productos afectados, será el que prohíba que esos productos se toquen hasta recibir autorización. Este procedimiento tiende a

reemplazar al anterior, ya que no exige una superficie o un volumen complementario. Por otro lado, exige que el sistema informático sea totalmente fiable y que el personal demuestre el rigor necesario.

#### **9.2.3.6. El stock de masa.**

En algunos almacenes se divide el stock total en dos partes, un stock de masa y un stock "picking" o de consumo. El stock de masa se conoce también como zona de reserva.

Dicho stock puede presentar inconvenientes:

- Crea movimientos suplementarios, ya que es necesario trasladar los artículos del stock de masa hacia el stock de consumo.
- Precisa equipos estáticos y dinámicos particulares, así como los correspondientes pasillos.

Estos inconvenientes han de ser justificados por las ganancias que se producen en la zona "picking", la cual ha de ser más compacta, disminuyendo los trayectos y especializando los equipos, de manera que los tiempos se acortan.

Cuanto más importante sea el número de accesos correspondiente a un envase de entrada, más fácil será justificar el stock de masa. Cuanto menos numerosas sean las referencias y mayor sea el número de artículos almacenados, más compacto será el stock y, por tanto, más rentable.

La justificación económica de un stock de masa se hace comparando los costes completos de los traslados de los artículos (de la zona de reserva hacia la zona de preparación) con la disminución de los costes de cargas.

Por costes completos entendemos la suma de los siguientes costes elementales:

- **En inversión:**
  - a) Superficies suplementarias de pasillos que conllevan un sobrecoste del edificio.
  - b) Equipos de almacenamiento y de mantenimiento.
  - c) Equipos de seguridad (protección contra incendios, etc.).
  - d) Materiales informáticos y programas suplementarios.
- **En explotación:**
  - a) costes de explotación de los equipos.
  - b) costes de mano de obra.

Aparte de las ganancias puramente económicas, en el aspecto comercial y de marketing se pueden apreciar mejoras en los plazos de entrega.

En cuanto a las superficies, volúmenes y costes de un stock de masa, éstos varían en proporciones importantes según la naturaleza de los artículos. Como es necesario conservar el acceso a todas las referencias, la diversidad de éstas y la importancia del stock para cada una de ellas determinarán las alturas de apilamiento y el número de pasillos.

Para este tipo de stocks se pueden justificar equipos especiales, sobre todo almacenamientos dinámicos y estantes móviles, que reduzcan las superficies de los pasillos, siempre que el número de accesos lo permita.

#### **9.2.3.7. La definición de los volúmenes de estante para palets.**

El primer paso, sabiendo el volumen que ocupan los palets, es elegir su orientación en el estante: colocar de cara al pasillo el largo o el ancho del palet. Cuando tratamos con el stock de reserva se impone colocar el ancho de cara al pasillo. También es aconsejable cuando las cargas son poco complicadas o poco numerosas. Colocar el palet con la parte larga de cara al pasillo facilita el "picking", pero exige un volumen aproximadamente del 20% superior.

El siguiente paso es definir las holguras laterales. La holgura entre los palets y los bastidores del estante para palets a menudo es de 75 a 100 milímetros, valor que depende de varios factores:

- La calidad de los palets.
- La calidad de la paletización con o sin desbordamiento.
- La destreza y la responsabilidad de los carretilleros.
- La altura del almacenamiento.
- El medio de transporte.

El aumento de la holgura necesaria disminuye la capacidad de almacenamiento.

También es necesario definir el espacio vertical entre la cumbre del palet más alto y la tabla superior. Se aconseja un espacio entre 150 y 200 milímetros, valor que se aumentará en caso de que se vayan a cargar artículos sueltos aparatosos en cartones o en cajas americanas.

El último espacio a definir es el que separa a los palets por detrás, cuyo valor está comprendido entre 100 y 150 milímetros.

Otras consideraciones a tener en cuenta son los espacios que ocupan la estructura del estante para palets y si es obligatorio o no disponer de un sistema de extinción contra incendios por agua pulverizada.

#### **Optimización de la tasa de ocupación.**

El volumen del stock de masa depende de cómo se gestionen las direcciones físicas de almacenamiento, existiendo dos posibilidades:

##### **a. Gestión manual.**

Impone destinar de manera casi definitiva una dirección a una referencia para saber rápidamente cómo acceder a ella. Esta asignación se suele realizar según un listado alfanumérico creciente o decreciente de las referencias.

Esto presenta dos inconvenientes:

- Los volúmenes de almacenamiento sólo suelen estar ocupados en un 50%, ya que con cada referencia tiene asignada una única dirección, la superficie de esta dirección está calculada para alojar el valor máximo del stock de esta referencia. Una vez se haya completado el stock, la dirección en cuestión estará totalmente ocupada. Posteriormente los traslados sucesivos hacia la zona de picking la irán vaciando progresivamente, por lo cual sólo estará ocupada a medias.
- La asignación de las direcciones siguiendo criterios nemotécnicos impide que los artículos que se solicitan con más frecuencia (la clase a) estén en los espacios de más rápido acceso.



## **b. Gestión informática.**

Una gestión de este tipo de las direcciones físicas procede de este modo: el almacén se divide en tres grandes zonas (A, B y C) según los tiempos de acceso que éstas imponen a los equipos de manipulación y a los preparadores.

El sistema informático conoce en todo momento y en tiempo real el estado de cada dirección: libre u ocupada y, si está ocupada, por qué referencia.

Cada vez que llega un artículo, el sistema informático le atribuye la primera dirección disponible en la zona en que se encuentre este tipo de artículo. Todos los emplazamientos pueden por tanto utilizarse para cualquier referencia de la zona. La tasa de llenado con este método puede alcanzar el 90%.

De esta forma se podría resumir que la gestión manual de las direcciones físicas conlleva volúmenes de almacenamiento casi dobles de los que permite la gestión informática. Además, la gestión manual implica una mayor inversión en equipos móviles, ya que aumentan los trayectos y éstos no están optimizados.

## **La definición de los pasillos de servicio.**

El volumen de los pasillos en el almacén tiene una especial importancia, llegando en algunos casos a alcanzar el mismo volumen que el de almacenamiento propiamente dicho.

El ancho de los pasillos de servicio depende de los medios de manipulación previstos y de la orientación de los palets. Para una explotación con transtockeurs automáticos o con conductor, hay que contar con 1-1,4 metros según la orientación de los palets. Para una explotación con carretillas de gran altura hay que prever de 1,5 a 1,9 metros, según la altura y la orientación de los palets. Si se usan carretillas equipadas con dirección por cable hay que prever que el ancho de los pasillos aumenta aproximadamente 10 centímetros. Carretillas del tipo mástil retráctil necesitan pasillos de 2,5 a 3 metros, mientras que con carretillas convencionales los pasillos pueden alcanzar los 3,5 metros.

Las particularidades de la actividad de ciertos almacenes llevan a dedicar un pasillo de cada dos al suministro del stock y el siguiente a la preparación de pedidos. La importancia de los movimientos justifica esta organización ya que evita el entrecruzamiento de flujos y máquinas, aunque exige superficies suplementarias.

## **La elección de una altura de almacenamiento.**

Puede venir impuesta por condicionamientos externos: la superficie disponible para la construcción del almacén puede ser limitada, la altura máxima de construcción puede estar fijada por reglamentos urbanísticos, etc. En este caso, conociendo el volumen y una dimensión, las otras dimensiones se calculan de manera automática.

Si no existen condicionantes externos, la decisión se realiza a partir de valores técnicos y económicos. Un coste óptimo de almacén equivale a la suma de cómo mínimo cuatro funciones:

- El coste del terreno por unidad de almacenamiento, el cual decrece directamente cuando la altura aumenta.
- El coste del edificio, que crece con la altura más allá de una altura aproximada de 12 metros.
- El coste de los equipos de manipulación aumenta con la altura.
- Los costes de explotación, que dependen directamente de los equipos elegidos, y por

tanto de la altura.

En lo concerniente a los equipos, cada familia tiene su radio de maniobra:

- Las carretillas frontales hasta 6 metros.
- Las carretillas con mástil retráctil hasta 7 metros.
- Las carretillas con horquillas tridireccionales hasta 12 metros.
- Los transtockeurs de 10 a 40 metros.

#### **9.2.3.8. Las zonas de carga.**

Es el denominado stock de consumo o zona de "picking".

Existen varios esquemas para organizar la carga en la preparación de los pedidos:

##### **El preparador se desplaza hasta los artículos.**

El desplazamiento puede ser por sus propios medios o a bordo de la máquina apropiada. Los criterios de esta elección son la extensión del almacén, las características de los artículos y los pedidos, etc.

El desplazamiento del preparador frente a los casilleros no precisa ningún equipo, salvo una carretilla de mano o un transtockeur eléctrico sobre el que se reunirán los artículos que se vayan cargando durante la ronda.

Este tipo de organización es apto para pedidos que afectan a pocos artículos de tamaño y peso modestos, almacenados en muebles de tamaño apropiado. Es frecuente adoptarla en una zona del almacén expresamente definida para alojar cierta categoría de artículos.

La altura aconsejada para la carga no debe exceder los 1,60 metros. El ancho del pasillo, si no está determinado por las máquinas que abastecerán al almacén, será como mínimo de un metro para una organización que no considere la posibilidad de que dos preparadores trabajen en el mismo pasillo. En caso contrario habría que prever 2 metros para posibles cruces.

Se puede dedicar un pasillo únicamente a cargas si las tasas de rotación de esa categoría de artículos son altas, si las líneas de pedido comportan por término medio pocos artículos en relación con los envases de origen, y si los horarios de entradas y salidas son los mismos. El abastecimiento se hará entonces por el pasillo situado detrás, disposición que es adecuada en casilleros de almacenamiento dinámico.

Los casos en los que el preparador se desplaza a bordo de la máquina se adaptan a todos los casos en que el tamaño de las cargas es sensiblemente inferior al tamaño del envase de entrada en el stock. Este tipo de organización se impone si los palets que entran en el almacén se componen de una veintena de cajas de cartón, mientras que la línea de pedidos correspondientes tienen por término medio una sola caja de cartón.

Los equipos destinados a este tipo de actividad son muy numerosos:

- Cochechillos eléctricos y carretillas preparadoras sin elevación para todas las cargas que deban efectuarse hasta 1,60 metros.
- Carretillas preparadoras de baja elevación para llegar a alturas de 2,5 a 3 metros.
- Carretillas preparadoras de alta elevación que permiten cargas a más de 10 metros.
- Carretillas combinadas o 'combis' destinadas a la manipulación de palets y operaciones de picking a gran altura, pasando de los 10 metros.
- Transtockeurs 'manuales' para alturas de 15 a 30 metros.

El ancho de los pasillos correspondiente a los diferentes equipos es variable: de 3 a 4 metros para carretillas de baja elevación que vayan a cruzarse y den media vuelta en un pasillo, de 1,7 a 1,9 metros para las carretillas de alta elevación o combis que circulen por pasillos estrechos y de 1,3 a 1,4 metros para los transtockeurs.

### **Los artículos se desplazan hasta el operador.**

Este tipo de organización es conveniente en almacenamientos muy densos. En este caso, los palets, contenedores o cajones se desplazan automáticamente. Se presentan delante del preparador, que está en un puesto fijo y, una vez las cargas se han efectuado, regresan a su posición de almacenamiento para dejar sitio a nuevos artículos. Los equipos diseñados para esta actividad se adaptan al tamaño y al peso de los artículos.

Entre los equipos estándar existentes se encuentran:

- Los armarios rotativos para los objetos pequeños.
- Los carruseles de ejes verticales para elementos del mismo tipo o un poco más voluminosos.

Los equipos en los que sólo los artículos afectados se desplazan son principalmente:

- Los mini transtockeurs para todo lo que puede almacenarse en cajones o en cubas de 50 a 150 decímetros cúbicos.
- Los transtockeurs automáticos para todo lo que está almacenado en palets o en contenedores de un bulto equivalente.

Adoptar este tipo de organización implica que el tiempo de presentación de los artículos ante el preparador debe ser compatible con la actividad normal de este último. A continuación se confían al preparador las tareas complementarias de control de calidad, embalaje y etiquetaje.

Asimismo es importante que las actividades del operador y del equipo estén desincronizadas.

Hay que señalar que las cargas en un puesto fijo facilitan en gran medida la instalación de periféricos del sistema informático en cuanto a la gestión del almacén.

Tanto si el preparador se desplaza o si son los artículos los que lo hacen, el sistema informático de gestión del almacén tiene un papel importante en la optimización de los movimientos.

Agrupando en secuencias óptimas los pedidos que se trabajarán en el mismo espacio de tiempo, se pueden disminuir de manera sensible los desplazamientos de hombres y equipos. Se trata de agrupar en una misma ronda los pedidos que afectan a artículos almacenados en una misma dirección o próximos unos a otros.

Esto presenta dos dificultades: el contenido de los pedidos es aleatorio (aunque inicialmente una aproximación estática batará para delimitar el número de hombres o equipos necesarios) y cuanto más largo sea el plazo acordado para preparar los pedidos más posibilidades de optimización.

Existen también dos modos de traslados hacia el muelle de salida:

### **Traslado manual.**

En las instalaciones más simples el preparador puede acompañar los artículos hasta la zona de

embalaje o salida. Se debe prever un simple pasillo de circulación entre las zonas afectadas, cuyo ancho se ajustará a los equipos utilizados, considerando las necesidades de cruces o adelantamientos.

#### **Traslado automático.**

Puede tratarse de una red muy simple de transportadores automáticos en los que se coloquen las preparaciones y que termine en un tramo de acumulación situado en la zona de salida o embalaje. También puede tratarse de sistemas más complejos en los que las cubas asignadas a un pedido se detendrán automáticamente en cada uno de los puestos de preparación afectados por el pedido en cuestión, pasando esas cubas a continuación hacia una zona de embalaje particular o hacia un determinado muelle de salida.

Por lo general la tecnología empleada en esta función se basa en los transportadores automáticos de carga, diseñados para transportar cubas o palets. Si el trayecto es largo y el tráfico abundante podría justificarse la utilización de carretillas autoguiadas (sin conductor).

El despliegue por el almacén de la red de transportadores automáticos puede llevarlos incluso al interior de los estantes para palets. Esto disminuye los volúmenes reservados al almacenamiento y evita que el operador deba desplazarse varias veces por hora hasta el final del pasillo para depositar sus preparaciones. La comparación entre costes de amortización y de explotación permitirá considerar esta posibilidad.

#### **9.2.3.9. La zona de consolidación.**

Es la zona destinada a reagrupar el conjunto de operaciones que corresponden a un mismo pedido. Algunos almacenes no disponen de esta zona ya que si la mayoría de los pedidos tratados sólo forma una línea, se puede decidir que cuando un pedido comporte varias líneas el cliente recibirá varios paquetes separados. También se puede decidir que sean los transportistas los que realicen esta tarea de reagrupación.

#### **9.2.3.10. Las zonas de embalaje.**

Cuando el embalaje es necesario, puede realizarse en la zona de consolidación precedente. El embalaje puede ser totalmente manual, asistido por algunos equipos o automatizado. Las superficies que hay que prever dependen de la solución adoptada.

En cualquier caso debe tenerse en cuenta la importancia de que el almacenamiento se halle cerca de los artículos de envasado, al igual que los periféricos informáticos destinados a la edición de etiquetas y, eventualmente, de los diferentes listados.

#### **9.2.3.11. Las zonas de control de salida.**

El control de los envíos consiste en comprobar:

Una forma de facilitar este control sería el control del peso. El sistema informático calcula el peso del paquete final sumando los pesos unitarios de cada artículo y el peso del envase. Una vez que el paquete está terminado, el controlador lo pesa y compara el peso leído con el peso calculado. Esta comparación puede automatizarse si la báscula está conectada al ordenador. Este método no detecta todos los errores, ya que si los pesos coinciden subsiste la posibilidad de un error al poder haberse intercambiado artículos de referencias diferentes pero de pesos idénticos.

Otra forma sería la identificación automática de los artículos. Si cada uno está provisto de una etiqueta de identificación con código de barras, el controlador puede tomar estas

informaciones con un lector. Este lector está conectado al ordenador, que compara la lista de los artículos identificados con la lista de los artículos esperados. Este tipo de control detecta todos los errores posibles.

Para saber qué superficie hay que reservar a esta función es necesario tener en cuenta una zona de amortiguación que permita desincronizar la llegada efectiva de los artículos procedentes del almacén y el control propiamente dicho. Las mesas de trabajo, las básculas y los periféricos informáticos no deben olvidarse.

#### **9.2.3.12. Las zonas de espera de salida.**

Los imprevistos que pueden sobrevenir durante la preparación obligan a contar con un margen de seguridad, además existen los imprevistos que puedan sufrir los transportistas y sobre todo la necesidad de perfeccionar la actividad de los preparadores. Para ello los márgenes horarios reservados a la preparación podrán ser sensiblemente distintos de los reservados a la carga, más largos y retrasados.

La superficie de la zona de espera corresponderá a las superficies de las plataformas de los vehículos. Estas superficies están separadas de las zonas de circulación.

Si el tamaño de los muelles lo permite, durante los períodos de preparación podrán ponerse remolques en el muelle. De esta manera lo que se prepara se cargará en los remolques cuando esté disponible. Así se ocupa una parte del muelle, pero se liberan las superficies interiores y se evita volver a cargar.

#### **9.2.3.13. Los pasillos de circulación.**

Los pasillos destinados a la circulación de hombres y máquinas simultáneamente deben tener un ancho mínimo que asegure la seguridad de las personas. En caso de que haya de pasar una sola máquina, el ancho del pasillo debe ser igual al ancho de la máquina más un metro. Si se van a cruzar dos máquinas, el ancho del pasillo debe ser igual a la suma del ancho de los dos aparatos más 140 centímetros.

La seguridad en la circulación puede imponer condicionantes que sean importantes en el diseño del almacén.

#### **9.2.3.14. Los almacenes de tavés y los muelles de salida.**

En algunas ocasiones los muelles de salida pueden ser diferentes a los muelles de llegada, lo cual está justificado cuando se prohíbe que los artículos de entrada que aún no han pasado los controles precisos estén en contacto con los artículos de salida.

Una distribución del flujo en línea recta (llegada, stock de masa, stock adelantado y salida) no está justificada en ningún caso. Esto es debido a que tanto la entrada como la salida exigen el mismo tipo de medios, y no está justificado tener por duplicada la maquinaria ni dedicarse a hacer idas y venidas estériles entre las zonas de llegada y las de salida.

En el almacén de través las ganancias en desplazamientos esperadas por una distribución en zonas por clases ABC se reducen, ya que para todos los artículos la suma de los trayectos de entrada y los de salida es prácticamente constante.

En vez de en línea recta, el almacén será en forma de 'U'. Hay que señalar que cuando el almacén necesita ocupar diversas posiciones en los muelles, los que están a un lado pueden dedicarse permanentemente a las llegadas, los del otro lado a las salidas, y los de en medio alternativamente a una actividad u otra de acuerdo con las horas y necesidades.

#### **9.2.3.15. Los locales técnicos.**

Entre las superficies anexas a un local cabe destacar:

- Local para la carga de baterías.
- Local de mantenimiento.
- Local informático.
- Local eléctrico.
- Local de los equipos de seguridad.
- Compactador.
- Varios.

#### **9.2.3.16. Las oficinas.**

Hay que contar con cierto número de despachos próximos al almacén y si es posible en el mismo edificio, que deberán alojar normalmente a:

- El responsable.
- Los almaceneros encargados de tareas administrativas.
- El adjunto al responsable.
- La secretaria.
- Los representantes enviados por los transportistas.

Las superficies se pueden considerar entre 9 y 12 m<sup>2</sup> por persona.

#### **9.2.3.17. Los locales sanitarios y sociales.**

Será conveniente e incluso a veces obligatorio disponer de:

- Comedor eventual.
- Vestuarios.
- Duchas y servicios.
- Sala de reuniones.
- Sala de descanso.

### **9.3. El flujo físico: los medios.**

#### **9.3.1. Los equipos estáticos.**

9.3.1.1. Los suelos.

9.3.1.2. Los estantes para palets.

a. Dispositivos de seguridad.

9.3.1.3. El almacenamiento de cargas largas.

9.3.1.4. Los casilleros.

9.3.1.5. El almacenamiento móvil.

9.3.1.6. El almacenamiento dinámico.

9.3.1.7. Los equipos de seguridad.

#### **9.3.2. Los equipos móviles.**

9.3.2.1. Los transtockeurs.

a. Tipos de transtockeurs.

b. Ciclos.

9.3.2.2. Las apiladoras con brazos de carga.

9.3.2.3. Las carretillas.

a. Las carretillas elevadoras con horquillas frontales.

b. Las carretillas con mástil retráctil.

c. Las carretillas con horquillas tridireccionales.

d. Las carretillas de preparación.

e. Las carretillas combinadas.

9.3.2.4. Las máquinas de preparación de pedidos.

9.3.2.5. Los transportadores automáticos.

9.3.2.6. Las máquinas de clasificación.

9.3.2.7. Las máquinas de embalaje.

9.3.2.8. El dispositivo de carga global.

#### **9.3.3. El cálculo de los tiempos operacionales.**

### 9.3.1. Los equipos estáticos.

9.3.1.1. Los suelos.

9.3.1.2. Los estantes para palets.

a. Dispositivos de seguridad.

9.3.1.3. El almacenamiento de cargas largas.

9.3.1.4. Los casilleros.

9.3.1.5. El almacenamiento móvil.

9.3.1.6. El almacenamiento dinámico.

9.3.1.7. Los equipos de seguridad.

#### 9.3.1.1. Los suelos.

Tienen gran importancia sobre todo en los almacenes de gran altura y en los pasillos estrechos y de posicionamiento automático o semiautomático.

Las condiciones de calidad impuestas al suelo provienen de las características de los estantes para palets y de las carretillas de gran altura.

Los problemas son menores cuando se trata de transtockeurs: los defectos del suelo pueden corregirse con un apuntalamiento del raíl único.

La publicación de la Federación Europea de Mantenimiento de almacenes, FEM 9.831, recapitula todas estas exigencias.

- **Resistencia a las presiones.** Tanto los estantes para palets, que descansan sobre el suelo en las patas de los bastidores, como las carretillas tridireccionales desequilibradas descansando su peso sobre un solo rodillo, como otra serie de equipamientos, ejercen unas presiones sobre la solera que hay que considerar.

Las resistencias exigidas a la presión varían, según los constructores, de 40 a 70 kg/cm<sup>2</sup>.

- **Llanura.** Las exigencias de los constructores de carretillas y de los proveedores de estantes para palets son las mismas: ningún desnivel superior a 2 milímetros por cada 2 metros.
- **Horizontalidad.** Los proveedores de estantes para palets reclaman diferencias de altura inferiores o iguales a 2 milímetros por 2 metros en todas las direcciones, con una inclinación máxima de 1 milímetro por metro. Los constructores de carretillas y estantes para palets exigen desigualdades inferiores de 10 a 20 milímetros por pasillo.
- **Mantenimiento.** En el suelo hay que tener en cuenta sobre todo las marcas dejadas por las ruedas de los equipamientos.

#### 9.3.1.2. Los estantes para palets.

Están formados por bastidores verticales sobre los que se enganchan las tablas horizontales. Las pocas diferencias entre los diferentes modelos radican en:



- Los perfiles de los bastidores, que tienen más o menos contrachapado para asegurar más o menos rigidez.
- Las durezas y los espesores de los aceros utilizados.
- Los agujeros para enganchar las tablas.
- El modo de unir los bastidores, por soldadura o por fijación con pernos.

Para realizar un primer cálculo de los volúmenes del almacén habría que tener en cuenta los siguientes valores: espesor de los bastidores del orden de 100 milímetros (80-120) y espesor de las tablas de 50 a 160 milímetros, en función de los modelos, de la carga y de la anchura de los alveolos.

Los bastidores deben entablillarse a partir de cierta altura. La dimensión máxima viene impuesta por el tamaño de las instalaciones de pintura y los medios de transporte. Los catálogos ofrecen anchuras de bastidores y longitudes de tablas estándar que no habrá que respetar en la fase de realización, salvo cuando haya sobrecostes difíciles de justificar.

En referencia a las instalaciones de gran altura, exigen un control exhaustivo, puesto que son el resultado de numerosos **márgenes de tolerancia**:

- Lo plano que sea el suelo.
- La horizontalidad del suelo.
- La precisión en las perforaciones y en la colocación de los bastidores.
- La precisión en la fabricación de las tablas.
- Las espigas de las tablas.
- El respeto de las cotas de los palets.
- Las espigas de los palets.

Por otro lado también es necesaria una **identificación de las direcciones**, cualquiera que sea el grado de automatización del almacén: hay que identificar pasillos, muebles, niveles y columnas.

En los pasillos y los muebles las indicaciones se colocarán altas. Para paneles situados a seis metros hay que colocar letras de al menos 20 centímetros. Los paneles en 'V' permiten una visualización correcta desde todos los puntos.

En los almacenes automatizados las indicaciones destinadas a los operadores estarán duplicadas por un código de barras reservado a los flujos de informaciones.

Por otro lado, en el extremo del estante para palet, en el pasillo de circulación, en cierto tipo de actividades, es conveniente prever **plataformas** para depositar palets. En estas plataformas las carretillas frontales depositarán palets a fin de que los equipos que trabajan en el pasillo puedan tomar fácilmente.

También son usados a veces unos topes traseros o topes de protección, que se suelen usar para impedir que los palets se adentren demasiado en el estante para palets, lo que podría provocar la caída de los mismos.

#### **a. Dispositivos de seguridad.**

- **La estabilidad**; los estantes deben soportar las cargas previstas, solíéndose emplear en su diseño coeficientes de seguridad de alrededor del 30%.
- **El desenganche de las tablas**; una falsa maniobra de las horquillas de una carretilla no debe poder desenganchar la tabla superior. Esto se puede conseguir con un pasador

o una chaveta de seguridad, que impide que la tabla se mueva accidentalmente hacia arriba, con una resistencia mínima.

- **La caída de los palets;** además de los topes traseros, hay que prever que los bastidores de los extremos serán más altos que el último nivel de la carga en al menos 3/5 de la altura de los palets o un metro.

En el caso de un mueble que se halle dispuesto a lo largo de un pasillo de circulación, la parte trasera de este mueble deberá estar equipada con una reja de protección. Por otro lado, si la calidad o las dimensiones de los palets lo precisan, habrá que prever la colocación de un enrejado entre las tablas.

- **Los espacios de funcionamiento;** es recomendable poner espacios mínimos entre cargas y estructuras. Los valores mínimos son de 75 milímetros en espacio horizontal y 100 milímetros en espacio vertical, aunque lo deseable es que sean superiores.
- **La protección de los estantes para palets contra los choques;** se recomienda poner blindajes metálicos, o mejor de madera, para proteger las patas de los estantes para palets de los choques de las carretillas. En los pasillos estrechos, los raíles de conducción aseguran parte de esta protección.
- **La visualización de las cargas máximas;** debe existir un letrero que informe al personal acerca de las características del estante para palets.
- **La iluminación;** se pueden tener en cuenta estos valores:
  - a) 50 lux para las partes totalmente mecanizadas sin trabajador.
  - b) 150 – 200 lux para los pasillos de circulación.
  - c) 500 – 1.000 lux para las zonas donde el trabajo exige lectura de documentos.
- **El mantenimiento;** recomendándose inspecciones semanales.

#### **9.3.1.3. El almacenamiento de cargas largas.**

Algunos almacenes deben alojar cargas cuya longitud es importante y variable. El almacenamiento se efectuará entonces en estanterías de brazo voladizo, góndolas o cantiléver.

#### **9.3.1.4. Los casilleros.**

Se trata de estantes destinados al almacenamiento de productos poco aparatosos y en pequeña cantidad. Estos equipos pueden utilizarse para guardar los artículos del stock 'picking' de consumo. La identificación de los casilleros es comparable a la de los estantes para palets.

#### **9.3.1.5. El almacenamiento móvil.**

En muchas ocasiones los pasillos de servicio pueden representar una superficie igual a la que ocupan los muebles de almacenamiento. Eso es cierto también en términos de volumen. Sin embargo, cuando los stocks se mueven poco, los pasillos son poco frecuentados. Una solución para mejorar la estructuración del almacén sería que los muebles para guardar cosas fuesen móviles y dedicar un solo pasillo para cada 5 – 8 muebles.

El almacenamiento móvil o compacto está formado por estantes para palets o casilleros que pueden desplazarse lateralmente. Cuando se desee acceder a una casilla o a un alveolo, se

desplazará una parte de los muebles para que el pasillo se abra hacia la dirección de almacenamiento que nos interesa. El desplazamiento de estos muebles puede ser motorizado en el caso de cargas pesadas o cuando una automatización se demuestra necesaria; si no es el caso los movimientos los efectuarán los almaceneros girando un volante o manivela.

La justificación para elegir este tipo de equipo se hará comparando el número de referencias que hay que almacenar con el número de accesos correspondientes, ya que los tiempos para acceder a una referencia aumentan debido al tiempo que el pasillo necesita para abrirse. El tiempo para acceder a una referencia en un estante compacto puede superar en un 50% al tiempo de acceso en un estante estático.

#### **9.3.1.6. El almacenamiento dinámico.**

Este tipo de almacenamiento responde a la misma motivación que origina el almacenamiento móvil, pero con una solución diferente. En esta solución no se desplazan los muebles sino las cargas que se hallan en el interior de los muebles. La idea es realizar alveolos profundos y de través para que los artículos puedan introducirse por un extremo y extraerse por el otro.

Normalmente los artículos se meten en estos alveolos un tanto particulares, en forma de túneles o pasillos, por simple gravedad, sobre rampas con rodillos, pero pueden utilizarse también dispositivos mecánicos más complejos. Cuando este movimiento está asegurado por las propias máquinas de manipulación se habla de almacenamiento por acumulación (horquillas con doble extensión, transtockeur de zorro o de hurón).

Para saber si este tipo de equipos está justificado, se comparará el número de referencias que hay que almacenar y el número de artículos correspondiente. Esta solución se adopta en los almacenes donde los artículos de una misma referencia son numerosos y las tasas de rotación son altas. Hay que señalar que permite evitar fácilmente los cruces de flujos, ya que las entradas en stock tienen lugar en un pasillo concreto y las salidas en otro.

#### **9.3.1.7. Los equipos de seguridad.**

Existen dos naturalezas de riesgos diferentes, según tratemos con productos explosivos o inflamables o con productos que sean tóxicos o peligrosos.

- **El riesgo de incendio.** El primer paso es dividir los locales de almacenamiento en células inferiores a 4.000 metros cuadrados por paredes cortafuegos. A continuación se pueden tomar tres medidas: una instalación de detección automática (que sirve como método de alarma), una red de bocas de incendio equipadas (eficaz si existe personal para intervenir) y una instalación de extinción automática del tipo rociadores (sprinklers) (instalación esta última totalmente automática). Este tipo de inversiones suelen ser importantes pero necesarias, alcanzando a veces el 15% de la inversión total.
- **Los productos peligrosos.** Cada producto de este tipo presenta sus exigencias particulares, pero todas precisan medidas para la recolección y retención de los productos en caso de degradación de los contenedores. Se trata de canales, cubas y fosas.

Existen estantes para palets contruidos en hormigón para minimizar el riesgo de hundimiento de la estructura. El almacenamiento de productos explosivos puede obligar a tener instalaciones eléctricas especiales.

#### **9.3.2. Los equipos móviles.**

##### **9.3.2.1. Los transtockeurs.**

- a. Tipos de transtockeurs.
- b. Ciclos.

9.3.2.2. Las apiladoras con brazos de carga.

9.3.2.3. Las carretillas.

- a. Las carretillas elevadoras con horquillas frontales.
- b. Las carretillas con mástil retráctil.
- c. Las carretillas con horquillas tridireccionales.
- d. Las carretillas de preparación.
- e. Las carretillas combinadas.

9.3.2.4. Las máquinas de preparación de pedidos.

9.3.2.5. Los transportadores automáticos.

9.3.2.6. Las máquinas de clasificación.

9.3.2.7. Las máquinas de embalaje.

9.3.2.8. El dispositivo de carga global.

### **9.3.2.1. Los transtockeurs.**

Son aparatos de transporte destinados a los traslados horizontales de las cargas sobre palets o en contenedores.

Es una máquina concebida para obtener gran productividad en los pasillos muy estrechos. Está construido a partir de un travesaño que rueda sobre un único raíl horizontal, en el suelo, con ayuda de 2 rodillos, uno de los cuales es motor. Fijado al travesaño, un mástil vertical tiene en la cabeza otros 2 rodillos que circulan por un raíl de conducción horizontal, paralelo al anterior, e instalado en la parte alta del almacén. A lo largo del mástil pueden desplazarse las horquillas. Estas horquillas son telescópicas y pueden desplegarse por un lado y por el otro para almacenar o desalojar cargas.

No están diseñados para trabajar fuera de los pasillos del estante para palets, aunque algunos modelos se diseñan para cambiar de pasillo.

Los transtockeurs están provistos de cierto número de **dispositivos de seguridad**:

- Dispositivo de seguridad en los extremos de los pasillos, que ordena reducir la velocidad y detenerse.
- Dispositivo de seguridad de 'casilla llena', que impide almacenar una carga si el desplazamiento no está libre.
- Control de no desbordamiento de las cargas.
- Control de la velocidad en bajadas.
- Dispositivo paracaídas en caso de rotura del cable de movimiento vertical.

Para transmitir la **energía** a los equipos móviles existiendo tecnologías, las guirnaldas, que están formadas por cables muy ligeros y normalmente planos, y los frotadores, que exigen una alineación muy precisa de los raíles de conducción.

En cuanto a las tecnologías empleadas para el intercambio de **información**, existen varias soluciones:

- Intercambios de información en puestos fijos en los extremos de los pasillos.

- Superposición de las señales y de la energía para la utilización de frecuencias adecuadas, en los mismos conductores.
- Utilización de frotadores específicos.
- Utilización de guirnalda específicas.
- Anillas inductivas.
- Transmisión por señales de radio.
- Transmisión por señales infrarrojas.

#### **a. Tipos de transtockeurs.**

##### **Transtockeurs manuales.**

Disponen de un timón que permite accionar una pequeña bomba hidráulica que ordena el levantamiento de la carga y la conducción de la máquina. Este tipo permite el transporte de palets de hasta 3 toneladas, según el modelo, aunque no permite franquear las rampas con carga.

Los que llevan el conductor a bordo no sobrepasan una altura de carga del orden de 15 metros. Las velocidades máximas de traslación son del orden de 10 kilómetros por hora, las velocidades en la toma de materiales del orden de 60 metros por minuto y las velocidades de desplazamiento de las horquillas de 25 metros por minuto. El ancho de los pasillos va de 1 a 1,2 metros.

Los rendimientos en las cargas por hora dependen de las características del transtockeur elegido, pero también de la morfología del almacén, de la altura del mueble de almacenamiento y de la longitud del pasillo, y por supuesto del número de artículos por línea de pedido, así como del número de regresos necesarios al punto de origen.

##### **Transtockeurs eléctricos o automáticos.**

Están provistos de un motor eléctrico de traslación, de un motor de bomba para el levantamiento de la carga y de una batería. Pueden soportar una carga útil del orden de 3 toneladas y desplazarse a velocidades de entre 3 y 11 kilómetros por hora. Algunos modelos permiten franquear rampas del 15% sin carga y del 10% con carga.

Las alturas alcanzadas pueden llegar a los 45 metros. El ancho de los pasillos va de 1,2 a 1,5 metros.

Las variantes son numerosas: modelos bimástil para cargas pesadas, modelos con varias horquillas, modelos designados para cambiar de pasillo, modelos con horquillas específicas...

Estos transtockeurs pueden disponer de:

- Conductor – acompañante, y en ese caso la velocidad de desplazamiento está limitada a 6 kilómetros por hora.
- Conductor a bordo, en los que el mismo puede estar de pie en una pequeña plataforma o sentado.

Un transtockeur automático exige palets en los que la carga no se desborde. Esta exigencia se justifica en ausencia de operador en la estrechez de los pasillos y en las altas velocidades de desplazamiento. El control puede hacerse desde un puesto fijo más allá del lugar de carga del transtockeur: ni demasiado lejos para que el palet no se dañe, ni demasiado cerca para que el acceso sea fácil si hay que arreglar la carga en el palet. Esto se hace utilizando células fotoeléctricas estándar o bien células fotoeléctricas de barrido.

### **Transtockeurs para la acumulación.**

En lugar de estar equipados con las clásicas horquillas, poseen una pequeña carretilla capaz de separarse lateralmente del transtockeur y de desplazar una carga en el interior de los alveolos en forma de pasillo, como en el caso del almacenamiento dinámico. Esta carretilla (robot de transferencia, hurón o zorro) está unida al transtockeur a través de un cordón umbilical encargado de llevarle la energía eléctrica. La profundidad de los alveolos puede llegar a los 10 metros.

Se utilizan en producciones en masa con pocas referencias y un tráfico medio.

#### **Los mini transtockeurs.**

Existen modelos reducidos de las gamas anteriores pensados para cargas inferiores a los 50 kilogramos. Trabajan hasta alturas de 5 a 6 metros y en pasillos de 60 a 80 centímetros, con velocidades comparables a las de los transtockeurs mayores.

Son ideales para piezas pequeñas de las industrias mecánicas y electrónicas y para archivos en uso, como bibliotecas.

#### **b. Ciclos.**

Los transtockeurs cumplen, según los períodos de explotación, los 4 ciclos siguientes:

- Almacenamiento.
- Desalojo.
- Ciclo combinado encadenando una operación de almacenamiento y otra de desalojo.
- Permutación de carga en el interior del estante para palets.

Un ciclo simple de almacenamiento comprende las operaciones elementales siguientes:

- Posicionamiento en el punto de origen.
- Desplazamiento hacia la dirección de almacenamiento, aceleración, frenado y posicionamiento preciso.
- Descarga, salida, descenso y retorno.

### **9.3.2.2. Las apiladoras con brazos de carga.**

Las apiladoras tienen una morfología similar a la de un transtockeur eléctrico que estuviera equipado con un mástil; tienen brazos de carga bajo las horquillas que se elevan a lo largo del mástil. La capacidad de estas máquinas va de 1 a 2 toneladas y la altura de carga puede sobrepasar los 6 metros. Algunos modelos están equipados con horquillas telescópicas cuya longitud hace posible colocar la carga en alveolos de profundidad doble. Los brazos de carga evitan o disminuyen el mal asentamiento de las cargas, la ausencia de contrapesos implica un bulto mínimo.

#### **9.3.2.3. Las carretillas.**

##### **a. Las carretillas elevadoras con horquillas frontales.**

Son las más corrientes y se encuentran en casi todos los almacenes. Este tipo de carretilla permite trabajar hasta alturas de unos 6 metros. Si las carretillas van a trabajar en el interior del estante para palets, los pasillos deberán tener un ancho de 3 a 3,5 metros.

Las velocidades de traslación con carga varían de 10 a 15 kilómetros por hora. Las velocidades de levantamiento suelen llegar a 20 centímetros con carga.

Además de las horquillas para la manipulación de palets se les pueden colocar otros equipos, como pinzas para la fijación, cajas o bobinas de chapa o de papel.

El levantamiento libre es la facultad que tienen las carretillas para levantar sus horquillas a cierta altura con el mástil inmóvil, lo cual es interesante cuando las carretillas deban moverse bajo techos en locales de poca altura o cargar camiones cubiertos.

Por otro lado, la capacidad de levantamiento depende de la posición del centro de gravedad de la carga sobre las horquillas.

### **b. Las carretillas con mástil retráctil.**

Es un término medio entre la carretilla con horquillas frontales y la apiladora con brazo de carga, teniendo las ventajas de ambas. En ella el conjunto de horquillas y mástil pueden desplazarse adelante y atrás dentro de los brazos de carga. La toma de un palet se efectúa avanzando el mástil y las horquillas por delante de las ruedas delanteras. A continuación el palet es levantado por encima de los brazos de carga y llevado hacia atrás por la retirada del mástil. Los trayectos se efectúan con el palet por encima del polígono de soporte formado por las ruedas, con grandes condiciones de seguridad.

La colocación del palet en el estante para palets se hará con la maniobra inversa, sin desplazamiento de la carretilla en sí misma. No necesita pasillos de servicio de más de 2,5 a 3 metros. Puede trabajar hasta alturas de 10 metros. Existe modelos de conducción frontal o lateral.

Los rendimientos en velocidad y en capacidad de levantamiento son comparables a los de las carretillas con horquillas frontales.

### **c. Las carretillas con horquillas tridireccionales.**

Se las conoce también como horquillas en C, horquillas pivotantes o de horquillas multidireccionales. Estas horquillas están montadas sobre un eje vertical alrededor del cual pueden pivotar. Este eje puede desplazarse transversalmente. Estas horquillas pueden cargar un palet en el suelo, darle la vuelta y depositarlo a derecha o a izquierda sin que el carro se mueva. Pueden pues almacenar y desalojar cargas a ambos lados del pasillo.

Algunas carretillas están equipadas con un automatismo que controla la rotación de las horquillas y la traslación del eje simultáneamente, lo cual es útil si se prevén casos en los que es necesario trasladar palets de un lado a otro, ya que permite realizar esta operación sin necesidad de salir del pasillo y sin riesgo de colisión con otros palets. El ancho del pasillo debe calcularse teniendo en cuenta esta necesidad para que pueda caber la diagonal de un palet.

Este tipo de carretillas permite alcanzar niveles de hasta 12 metros para una capacidad del orden de 1 tonelada y precisa un ancho de pasillo de 1,6 a 1,8 metros. La velocidad de levantamiento va de 25 a 40 centímetros por segundo.

Para grandes alturas se recomienda tener un automatismo que ayude al posicionamiento.

Para moverse en pasillos estrechos sin riesgo de chocar con cargas ya almacenadas o con el propio estante de palets, estas carretillas cuentan con dispositivos de conducción, bien mecánica o bien con dirección por cable.



#### d. Las carretillas de preparación.

- **Las carretillas de preparación de baja elevación.** Tienen una morfología semejante a los transtockeurs con el conductor a bordo. La plataforma sobre la que se encuentra el preparador puede levantarse a una altura de hasta 1,10 metros. Permite cargas ergonómicas hasta una altura de 2,7 metros. Las velocidades de traslación pueden rebasar los 10 kilómetros por hora. Algunos modelos disponen de una elevación complementaria de las horquillas, que evita que el preparador tenga que inclinarse cuando empieza a cargar un nuevo palet.
- **Las carretillas de preparación de media y alta elevación.** Están destinadas a cargas hasta una altura de 10 metros. El preparador se halla a bordo de una cabina elevable. El palet está delante de la cabina, sobre horquillas frontales que pueden ser verticalmente móviles para que sea más fácil depositar los artículos cargados.

Las velocidades de traslación dependen de los constructores y de la reglamentación, que impone límites dependiendo de la altura de la cabina si la carretilla está en el pasillo, o de la altura de la cabina y el ángulo de dirección si la carretilla ha salido del estante para palets.

Las velocidades del desplazamiento vertical van de los 14 centímetros por segundo para el levantamiento con carga a los 30 centímetros por segundo para el descenso con carga.

#### e. Las carretillas combinadas.

Están destinadas para permitir tomar materiales manualmente en altura, simultáneamente, para asegurar el almacenamiento y el desalojo de palets en el estante para palets. El movimiento de los palets se efectúa con la tecnología de las carretillas con horquillas tridireccionales o con ayuda de horquillas telescópicas comparables a las que llevan los transtockeurs.

Suelen exigir pasillos de unos 5 metros de ancho. Sus rendimientos son parecidos a los de las carretillas preparadoras de alta elevación, aunque su precio es aproximadamente el doble.

#### 9.3.2.4. Las máquinas de preparación de pedidos.

Están construidas alrededor de un transportador automático y horizontal con cintas. Los cargadores se distribuyen a un lado y a otro del transportador. Estos cargadores contienen artículos almacenados en pilas y en su base tienen un extractor.

Primero el automatismo asigna un pedido a una zona del transportador. Cuando este tramo del transportador pasa delante del cargador que contiene una referencia de una línea de ese pedido, el automatismo acciona el extractor tantas veces como artículos hay en la línea. Esta operación se repite por cada referencia. Cuando la zona asignada llega al extremo del transportador, todos los artículos se juntan. Basta con ponerlos en una cubeta o en una caja y llevarla a la zona de envíos. En cuanto salga, una nueva cubeta la sustituirá para alojar los artículos del pedido siguiente, y así sucesivamente.

Los operadores se hallan repartidos alrededor de la máquina para completar los cargadores a medida que se vacían. Lo más frecuente es que dispongan de dispositivos de almacenamiento dinámico detrás de ellos. Este tipo de equipos da grandes rendimientos, pudiendo preparar de 10 a 20 pedidos por minuto. El número de líneas de pedido es indiferente.



#### 9.3.2.5. Los transportadores automáticos.

##### El transporte automático de los palets.

Si el desplazamiento de los palets se hace a lo largo, se utiliza un transportador automático de rodillos. Si el desplazamiento debe ser a lo ancho se utilizan transportadores automáticos con cadenas.

Es frecuente que el transportador deba formar montones. Para ello se puede dividir el transportador en módulos, cada uno con su propia motorización. Los palets avanzan así de un lugar a otro. El automatismo debe permitir el avance de trenes incompletos cuando haya que vaciar el transportador o al final del día.

##### El transporte automático de paquetes y cubetas.

- **Las cintas deslizantes.** Se utilizan para artículos ligeros y con forma variable. se adaptan bien a los tramos rectilíneos pero necesitan modificaciones para los cambios de dirección, los sistemas de agujas divergentes y convergentes y los amontonamientos.
- **Los transportadores automáticos de rodillos.** Exigen cargas con la base plana y de cierto tamaño para que se carguen sobre varios rodillos a la vez. son más ruidosos que las cintas deslizantes.

##### Los transportadores automáticos aéreos.

Presentan la ventaja de dejar el suelo despejado y el espacio también durante los períodos en los que no hay tráfico; en cambio las cargas van suspendidas y por tanto resulta más difícil su descarga.

Existen dos **tipos**:

- **Los transportadores con cadenas.** Se adapta a los tráficos densos. Las cintas con cadenas son de vía simple o doble. en el primer caso los ganchos o barras que aguantan las cargas están unidos a la cadena. Por lo tanto no pueden producirse desviaciones o acumulaciones. En el segundo caso existe una vía que aguanta la cadena y otra que aguanta las carretillas. La cadena está equipada con 'dedos' que arrastran los tacos plegables de las carretillas. Al quitar los tacos, la cadena se separa de las carretillas, lo que posibilita desviaciones y acumulaciones.
- **Las carretillas automotrices.** Se adapta a traslados menos numerosos pero en distancias más importantes pero con recorridos complejos.

#### 9.3.2.6. Las máquinas de clasificación.

Pueden cumplir dos **funciones** en los almacenes:

- Reagrupar los diferentes artículos de un mismo pedido.
- Reagrupar los diferentes pedidos que tengan un mismo destino.

Presentan varias **tipologías**:

- **Máquinas con pulsadores.** Es el método más rústico y económico. Pulsadores neumáticos distribuidos a uno de los lados de la cinta transportadora. En frente de cada pulsador, al otro lado del transportador automático principal, se halla un transportador automático secundario por gravedad o simplemente deslizante. Cada vez que un

paquete pasa a la altura de la salida a la que está destinado, el pulsador es accionado y lleva el paquete hacia la cinta deslizante.

Es sim sistema simple pero poco rápido, no aconsejable en ritmos superiores a 1.000 y 2.000 paquetes por hora.

- **Máquinas con cintas.** Estas máquinas sustituyen a los pulsadores por cintas que se colocan cruzadas al transportador automático principal antes de que llegue la carga. El paquete se acerca a la cinta y al resbalar sobre ella se desvía hacia la salida. Las máquinas más rápidas tienen cintas motorizadas. Los ritmos de esta máquina son superiores a los de la precedente.
- **Máquinas con bandejas basculantes.** Están construidas alrededor de un transportador automático de cadenas que soporta bandejas portacargas que pueden bascular de lado cuando están sueltas. El balanceo de la bandeja lleva los paquetes hacia la salida que les corresponde. Algunas máquinas están equipadas con bandejas susceptibles de bascular de un lado al otro. El modelo más alto de la gama alcanza ritmos del orden de 10.000 paquetes por hora.
- **Máquinas con tacos móviles.** Este modelo permite a la vez grandes ritmos y un gran respeto por los artículos manipulados. Los ritmos se sitúan entre los 8.000 y los 14.000 paquetes por hora.

Los objetos que hay que clasificar se introducen en un transportador formado por múltiples cintas deslizantes transversales y yuxtapuestas, de manera que forman una verdadera alfombra. Cada una de estas cintas deslizantes está provista de un taco que puede desplazarse a lo largo de ésta. Al principio de la máquina, todos los tacos están guardados en el lado opuesto a las salidas. Cuando el paquete está a punto de llegar delante de la salida que tiene destinada, se formará una rampa que obligará a los tacos a resbalar hacia el lado opuesto, llevando con ellos, y de manera muy progresiva, el paquete hacia su salida.

Existen modelos con mejoras, tales como que la salida se efectúe por ambos lados de la máquina, o la adopción de un paso variable que permita reducir los espacios entre artículos (el automatismo deberá entonces medir la longitud del paquete y asignarle el número exacto de tacos requeridos).

#### **9.3.2.7. Las máquinas de embalaje.**

Con frecuencia los almacenes deben efectuar entregas de artículos al por menor. La cantidad de estos artículos será inferior a la cantidad requerida por el envase colectivo estándar. El almacén debe, por tanto, abastecerse, almacenar y utilizar envases adecuados al envío.

- **Características de los envases:**
  - a) Los paquetes deben ser lo suficientemente consistentes para que los artículos lleguen a su destino en buen estado.
  - b) Deben poder apilarse fácilmente para facilitar la tarea de los transportistas.
  - c) Su formato debe ser óptimo: lo suficientemente pequeño para disminuir los stocks y facilitar la mecanización de la confección y el cierre, y lo suficientemente grande para adaptarse a los tamaños de los pedidos y no dar lugar a transportes 'vacíos'.
  - d) Deben tener en cuenta la organización adoptada para las operaciones de envasado.
  - e) Deben ser baratos.

- f) Deben satisfacer las exigencias de las leyes antipolución promulgada en Alemania, que sirve de referencia en buena parte de Europa.

- **Los diferentes tipos de envases disponibles.**

Las cajas de cartón son las más utilizadas. La caja americana es muy utilizada, por su excelente relación superficie de cartón – volumen útil. Las cajas telescópicas ofrecen la ventaja de tener un volumen variable, lo que permite disminuir el número de tamaños diferentes necesarios, pero no protegen el contenido contra aplastamientos, por lo que se reservan a artículos poco frágiles

Existen otros dispositivos que envasan los artículos con un plástico termosoldable o termorretráctil.

### **9.3.2.8. El dispositivo de carga global.**

Con este método se ha desarrollado el traslado de 26 o 28 palets de un semirremolque en 5 o 6 minutos, cuando con carretillas o transtockeurs hacen falta entre 30 y 40 minutos.

La utilización de este dispositivo exige un equipo en el muelle de envíos, pero a menudo también que el vehículo disponga de un equipo específico.

El equipo del muelle comprende una plataforma extremadamente baja sobre la que se acumularán los palets progresivamente. El equipo del vehículo consta de soportes sobre los que el cargador podrá colocar los palets y que, a continuación, permitirán su desalojo. Es evidente que el camión debe estar perfectamente alineado antes de realizar el traslado. El espacio necesario para realizar las maniobras no deberá subestimarse; se instalarán guías y controles por células.

Por otra parte debe existir un control riguroso del tamaño de los palets. Se hará necesaria una salida de emergencia para evacuar los palets defectuosos.

Todo esto implica que este tipo de organización sólo puede ponerse en marcha por medio de flujos que unan siempre los mismos puntos de partida y de llegada. Puede ser el caso de una fábrica de producción y de una plataforma de distribución situada a algunos kilómetros. Además estos flujos deben ser lo suficientemente importantes para justificar a la vez la inversión y la utilización permanente de al menos un remolque.

### **9.3.3. El cálculo de los tiempos operacionales.**

Calcular los tiempos dedicados a las diversas operaciones del almacén es primordial para comparar las diferentes soluciones y para calcular y luego justificar la inversión. Este cálculo es interesante tanto en lo que se refiere a las actividades del personal como de los equipos.

Cifrar los tiempos asociados a los hombres es una operación delicada, ya que la formación, la edad, la motivación, la remuneración conllevan diferencias grandes de productividad.

En el caso de la rehabilitación de un almacén ya existente, será indispensable hacer estadísticas para tener en cuenta los ratios habituales de la empresa.

En el caso de un almacén nuevo, será preciso aumentar el ritmo para paliar los tiempos de aprendizaje de los equipos y los tiempos de rodaje de los mismos. Si los flujos deben acercarse pronto a los flujos esperados, habrá que prever un transitorio exceso de personal o bien horarios adaptados.

- **Desglose de tareas.**

No hay que caer en la tentación de realizar una enumeración excesivamente detallada ni generalizaciones excesivas, pues ambas conducen a errores. Un buen cálculo consiste en considerar todas las tareas:

- a) Los tiempos administrativos (toma de instrucciones, informes, etc.).
- b) El desplazamiento sin carga.
- c) La toma de cargas.
- d) El desplazamiento con cargas.
- e) La descarga.

Los desplazamientos se podrán desglosar en verticales y horizontales si los equipos lo justifican.

- **Unidades de tiempo.**

El uso del segundo como unidad de tiempo permite conservar un control intuitivo de los cálculos y facilita el diálogo con las otras partes implicadas en el proyecto que no tienen costumbre de tratar con otras unidades inferiores poco habituales.

- **Coeficientes.**

A los tiempos unitarios o tecnológicos se les corrige aplicándoles un coeficiente denominado de productividad, que varía entre 0,65 y 0,85.

## **10. La gestión del almacén.**

---

10.1. Diferenciación gestión de stocks – gestión del almacén.

10.2. La gestión de los datos.

10.2.1. La configuración física del almacén.

10.2.2. Los equipos.

10.2.3. Las gamas.

10.2.4. Los artículos.

10.2.5. Los envases.

10.2.6. Los transportistas.

10.4.3. La gestión de la actividad global.

10.4.1. El control de la actividad.

10.4.2 El rastreo de la actividad.

10.4.4. La gestión de entradas en el almacén.

10.4.1. El registro de entradas.

10.4.2. Asignación de las direcciones de almacenamiento.

10.5. La gestión de los emplazamientos.

10.5.1. Correlación direcciones – artículos.

10.5.2. Estado estadístico del stock.

10.5.3. La gestión de los pedidos en curso.

10.5.4. La gestión de los palets prisioneros.

10.6. La gestión de los movimientos internos.

10.6.1. Los traslados hacia el stock.

10.6.2. Los traslados del stock de masa hacia las zonas de carga.

10.6.3. La reclasificación del stock.

10.6.4. Los controles periódicos.

10.6.5. Los inventarios.

10.7. La gestión de preparación de pedidos.

10.7.1. La recepción de los pedidos.

10.7.2. Tratamiento de los pedidos.

10.7.3. Elección de las direcciones de carga.

10.7.4. Constitución de las rondas.

10.7.5. Las excepciones.

10.7.6. La determinación de los artículos de envase.

10.7.7. La transmisión de las instrucciones de 'picking'.

10.7.8. El acta de buena ejecución.

10.8. La gestión de las salidas.

10.8.1. Consolidación de los envíos.

10.8.2. Controles.

10.8.3. Marcaje.

10.8.4. Embalaje.

10.8.5. Etiquetaje.

- 10.8.6. Definición de las zonas.
- 10.8.7. Anulación de un pedido tardío.
- 10.8.8. Gestión de las cargas.
- 10.8.9. Generación de los documentos de envío.
- 10.8.10. La prefacturación.
- 10.8.11. Las salidas excepcionales.

## **10.1. Diferenciación gestión de stocks – gestión del almacén.**

### **La gestión del stock.**

La gestión del stock permite decidir ciertos principios tales como:

- Determinar los artículos que hay que tener en el almacén y en qué cantidades.
- Elegir los modos y plazos de reabastecimiento.
- Optar por una manera de valorar el stock.

También es la encargada de ciertas tareas como:

- Grabar todos los movimientos de entrada y salida.
- Conocer permanentemente el estado del stock (inventario permanente).
- Vigilar el nivel de los stocks y compararlo en los puntos de pedidos o fabricación.
- Comprobar la procedencia de un pedido.
- Reservar los artículos asignados a un pedido.
- Administrar las entregas parciales.
- Elegir la fuente de abastecimiento y realizar los pedidos.
- Elegir el tipo de inventario que se realizará, sobre qué referencias y en qué fechas.

En resumen, la gestión de los stocks es responsable del 'qué', 'cuándo', 'cuánto' y 'a qué precio'.

### **La gestión del almacén.**

La gestión del almacén tiene como función esencial optimizar los flujos físicos que le vienen impuestos del exterior. El almacén sólo controla los flujos internos: reenvasado y reabastecimiento en las zonas de preparación a partir del stock de masa.

La gestión del almacén depende de la dirección logística, cuando ésta existe en la empresa, y si no de la dirección general.

### **Intercambios entre la gestión del stock y la gestión del almacén.**

Los intercambios de la gestión de los stocks hacia la gestión del almacén son los siguientes:

- Ficheros de las entregas esperadas del exterior o de la producción.
- Fichero de los pedidos a ejecutar.
- Información de cambio de estatuto, exención de cuarentena.
- Solicitud de inventario.

Los intercambios de información de la gestión del almacén hacia la gestión de los stocks son los siguientes:

- Fichero de las entradas reales.

- Fichero de las salidas ejecutadas.
- Recuento de inventarios.
- Fichero de anomalías: pérdida o destrucción de artículos, no disponibilidad debida a error de inventario, clientes no previstos, litigios...

## **10.2. La gestión de los datos.**

Un programa de gestión del almacén debe poseer una base de datos técnicos (artículos, gamas, nomenclaturas y medios) a los que pueda recurrir constantemente para su buen funcionamiento.

### **10.2.1. La configuración física del almacén.**

Se deberán conocer los siguientes datos físicos del almacén:

- Los diferentes edificios existentes si fuera el caso.
- Las diferentes zonas funcionales de estos edificios: zonas de retención, zonas de salida, stock de masa, stock de consumo, etc.
- La asignación de estas zonas a los diferentes tipos de productos y a las diferentes clases de rotación.
- La morfología de estas zonas: pasillos, altura de almacenamiento, tamaño y peso máximo admisibles de los alveolos.
- El modo de localización asociado a la utilización de sistemas automáticos de identificación.

### **10.2.2. Los equipos.**

Se deben tener agrupados los datos técnicos que afecten a los medios y equipos, para designar cuáles serán los adecuados para asignar a las tareas:

- Un estatuto: disponible o no.
- Una asignación a un tipo de actividad.
- Una pertenencia a una zona si existen varias en el almacén.
- Una capacidad (altura de levantamiento o capacidad de carga).
- Indicadores de rendimientos o de tiempos operacionales para calcular eventualmente los tiempos necesarios para efectuar las tareas que le son confiadas.

### **10.2.3. Las gamas.**

Es indispensable conocer las operaciones elementales que conllevan las diferentes tareas a fin de calcular los tiempos necesarios para su cumplimiento.

### **10.2.4. Los artículos.**

- La referencia.
- La indicación del lote.
- Las zonas donde el artículo puede ser almacenado.
- Las cantidades almacenadas.
- Los emplazamientos en los que el artículo está actualmente en stock.
- La clase de rotación de la referencia.
- La capacidad de los envases estándar.
- El apilamiento de estos envases, en cuántos niveles.
- Los volúmenes.
- Los pesos.
- Las fechas de entrada.

- Las fechas de caducidad.
- Las fechas de salida.

#### **10.2.5. Los envases.**

Se deben conocer los diferentes embalajes disponibles para elegir el formato correspondiente al pedido. Esta elección implica conocer las características en cuanto a dimensiones, peso admisible, adecuación a las diferentes clases de artículos (frágiles, líquidos, etc.).

#### **10.2.6. Los transportistas.**

Deberán estar clasificados según:

- Sus zonas de actividad y los horarios de salida correspondientes, lo que será útil para tener en cuenta las prioridades en las preparaciones de artículos.
- Sus condiciones tarifarias, para efectuar la prefacturación.

### **10.3. La gestión de la actividad global.**

La especificidad de la actividad del almacén y la importancia del coste logístico en el precio total de un producto justifican plenamente la gestión global.

#### **10.3.1. El control de la actividad.**

##### **Plan de actividad.**

Este plan se construirá teniendo en cuenta dos tipos de operaciones:

- El tratamiento de los pedidos que llegan del servicio comercial.
- Las acciones que son de responsabilidad local, como las reorganizaciones o las acciones de mantenimiento.

##### **Estado de progreso.**

Debe ser posible seguir el avance de las tareas programadas anteriormente. Estas se clasificarán en tres categorías:

- Las tareas programadas y no empezadas.
- Las tareas que se están efectuando.
- Las tareas ya finalizadas.

Este control debe disponer de entradas que informen del inicio y del fin de las actividades.

Si los pedidos comportan generalmente gran número de líneas, el control podrá ser más preciso y dar el avance detallado no ya de los pedidos sino de las líneas.

Habrà que decidir en qué punto se considerará finalizado, si al final de la preparación, al final del envasado, al final del control... Cuanto más al final se sitúe este punto, más imprevistos eventuales se podrían solucionar con el control de progreso.

##### **Cálculo de indicadores y control de umbrales.**

En función del carácter específico de cada local, se definirán indicadores particulares adaptados a las condiciones concretas. Podrán hacer referencia a:



- Un número de artículos preparados.
- Un número de líneas.
- Un número de pedidos.
- Una capacidad.
- El adelanto de las diferentes rondas.

Será sensato elegir estos valores de manera que sirvan también como indicadores de productividad.. Estos indicadores se utilizarán para medir los progresos conseguidos y para situar los rendimientos alcanzados en relación con los que en general se observan en el sector.

### **El control de la calidad.**

Es importante poder controlar la calidad del servicio del almacén. Pueden darse confusiones en las referencias, inexactitudes en las cantidades o errores en el destino. Todo esto debe reducirse al mínimo: los buenos almacenes consiguen índices de calidad del orden de 3 errores por cada 10.000 envíos.

### **La ayuda en el mantenimiento.**

Se debe disponer de un programa que considere el calendario de las operaciones de mantenimiento preventivo, mantenimiento y controles periódicos.

### **Diario de a bordo.**

El conjunto de estos indicadores se anotará en un diario de a bordo que el responsable del almacén podrá consultar cuando sea necesario.

### **Generación de relaciones.**

Se puede efectuar una síntesis de las informaciones que figuran en los diarios de a bordo a fin de presentarla a la dirección logística o industrial. Estos documentos permitirán controlar la actividad global del almacén, controlar su productividad y reflexionar acerca de la conveniencia o no de una reorganización o de una nueva inversión.

### **Colocación de carteles.**

Puede ser conveniente colocar carteles sinópticos en los pasillos principales, en la zona de preparación y en los muelles. De este modo, se podrá anunciar cómo progresa la preparación de los pedidos en general o para un destino determinado.

#### **10.3.2. El rastreo de la actividad.**

Es importante tener en memoria cierto tiempo pasado, incluso todas las informaciones que tengan que ver con las operaciones realizadas.

La norma internacional ISO 8402 define el rastreo como la aptitud para encontrar el historial, la utilización o la localización de una entidad por medio de identificaciones grabadas.

Se pueden distinguir dos tipos de rastreo:

- **Rastreo ascendente.** Designa la aptitud para identificar los componentes de un producto terminado y para encontrar su origen y su currículum vitae. Lo más frecuente es que este rastreo sea responsabilidad de la fabricación. No es menos cierto que el almacén de materias primas es un lugar de paso obligado de los componentes y que el

almacén deberá poder transmitir todas las informaciones útiles de que dispone para alimentar los ficheros de la producción.

- **Rastreo descendente.** Permite saber dónde se ha enviado un artículo determinado. Es responsabilidad de la actividad logística y es competencia del almacén tener los ficheros históricos correspondientes. Este interés histórico puede movilizar medios informáticos potentes, lo que deberá tenerse en cuenta cuando se defina el sistema informático.

#### **10.4. La gestión de entradas en el almacén.**

##### **10.4.1. El registro de entradas.**

- Entradas procedentes de producción.
- Entradas procedentes del exterior.
- Creación de nuevas referencias.
- Devoluciones.

##### **Entradas procedentes de producción.**

Si el almacén se ha previsto para almacenar productos terminados fabricados en el mismo local, los programas de gestión del almacén y de la producción deben estar conectados. Así, las llegadas podrán conocerse con anticipación, lo que permitirá al responsable del almacén prever su volumen de trabajo.

El traslado en los locales de producción presenta dos ventajas. Si aparece un conflicto sobre las cantidades o sobre las referencias esperadas, las comprobaciones serán más rápidas y más cómodas. Además, cuanto antes se declare que la mercancía está disponible para el almacén, antes podrá enviarse a los clientes. En algunos casos podrá evitarse o reducirse el agotamiento de existencias. En otros los productos no precisarán entrar y salir de los equipos de almacenamiento: serán dirigidos inmediatamente hacia una zona de retención o hacia los muelles de envío.

##### **Entradas procedentes del exterior.**

Si el almacén recibe productos del exterior, materias primas o artículos de comercialización, tendrá obligatoriamente un registro de entradas. El procedimiento será comparable al de una entrada interna. Se trata de comparar lo que se espera, en cantidad y calidad, con lo que efectivamente se entrega.

El registro de las entradas, tras el control, permitirá conocer qué productos están disponibles en el almacén, el retroceso de las informaciones hacia el servicio de compras podrá desencadenar también los procedimientos de pago de proveedores.

##### **Creación de nuevas referencias.**

Tanto si se trata de productos procedentes de la unidad de producción anexa o del exterior, siempre aparecen referencias nuevas. Será necesario introducirlas en el fichero de los artículos, que además de la referencia en sí registrará el resto de datos complementarios: peso, dimensiones, volúmenes...

##### **Devoluciones.**

Si existe devolución, lo más frecuente es que haya habido un conflicto: productos dañados en el transporte de ida o con defectos de calidad... Cada caso particular exige un examen, un peritaje, una actualización de los documentos comerciales, contables y de gestión, y a veces un nuevo envío.

#### **10.4.2. Asignación de las direcciones de almacenamiento.**

- Asignación según la clase de producto.
- Asignación por el tipo de rotación.
- Asignación a partir de los artículos vecinos.
- Entrega inmediata.
- Completar un pedido retenido.

##### **Asignación según la clase de producto.**

Determinadas clases de productos pueden ser asignadas a un edificio en particular o a una zona determinada. Esto es válido para productos peligrosos, por ejemplo, los cuales necesitan condiciones de almacenamiento especiales. La localización de los artículos puede depender también de sus características físicas, peso o volumen, que los destinen a emplazamientos precisos.

##### **Asignación por el tipo de rotación.**

En el interior de una zona, la elección de un emplazamiento dependerá del tipo de rotación del artículo; la clase A se guardará, por ejemplo, lo más cerca posible de la salida para minimizar los tiempos totales de desplazamiento.

##### **Asignación a partir de los artículos vecinos.**

La optimización de la toma de las cargas puede llevar a almacenar ciertos productos juntos o bien separados.

En el primer caso puede ser interesante agrupar artículos que normalmente van juntos o que son opciones posibles de la referencia principal.

En el segundo caso, para evitar la fácil confusión por parte del almacenero encargado del 'picking', se puede querer separar artículos que se parecen y cuya referencia sólo se diferencia por un sufijo.

##### **Entrega inmediata.**

Un agotamiento de existencias que haya llevado a retrasar una entrega, o el pedido urgente de un producto que en principio estaba destinado al stock, pueden dictar la decisión de que los artículos en cuestión transiten sin entrar físicamente en stock.

##### **Completar un pedido retenido.**

Pedidos importantes y especiales, para la exportación por ejemplo, requieren tratamientos particulares. Generalmente, como la preparación de estos pedidos es larga y viene a sumarse a la de los pedidos habituales, empezarán a prepararse aunque todos los artículos no estén todavía disponibles. En cuanto se registren las referencias en la entrada del almacén, el programa deberá indicar la zona de retención o el muelle de salida como destinos inmediatos.

#### **10.5. La gestión de los emplazamientos.**

Una vez los artículos han entrado en el almacén constituyen lo que se denomina el stock. La cuestión primordial ahora es saber dónde encontrarlos.

Cada dirección elemental de almacenamiento debe ser conocida por el programa de gestión del almacén. Cada uno de estos emplazamientos puede estar libre u ocupado. Si está ocupado, su ocupación debe conocerse cualitativa y cuantitativamente. Esto es válido para todos los tipos de almacenamiento: de masa, a granel, zonas de anticipación o de retención, etc.

Cualitativamente significa conocer la referencia completa de los artículos, con su número de lote y las diferentes fechas a gestionar.

Cuantitativamente se deberá tener en cuenta no sólo el número de artículos presentes sino también los eventuales envases colectivos. A partir de estos datos, si el almacén contiene alveolos de almacenamiento de diferentes tamaños, se calculará el volumen ocupado. Este tratamiento permitirá desplazar artículos que se mueven poco y en pequeñas cantidades hacia emplazamientos de dimensiones más apropiadas.

#### **10.5.1. Correlación direcciones – artículos.**

El estado del almacén se puede consultar de las dos formas siguientes:

- **Consulta a través de las direcciones.** Definiendo una zona dada o una dirección de almacenamiento más precisa, debe ser posible saber qué artículos están depositados allí. Estos artículos se anunciarán por sus referencias, pero también por sus atributos.
- **Consulta a través de los artículos.** Registrando la referencia de un artículo, completada eventualmente por alguno de sus atributos, se debe poder saber en qué direcciones está almacenado y en qué cantidad.

#### **10.5.2. Estado estadístico del stock.**

Estos procesos deben alimentar reflexiones no sólo sobre la gestión del stock, sino también sobre la asignación de las zonas o de los equipos de almacenamiento.

#### **Clasificación ABC de los artículos 'en dinámico'.**

El análisis de los movimientos de preparación y de salida es primordial. Permitirá conocer el 20% de referencias que constituyen el 80% de la actividad. Estas referencias deben ser particularmente 'mimadas' en la asignación de las zonas y de los equipos.

Este análisis será lo suficientemente preciso como para poder estudiar por separado los pedidos de los envases completos y los pedidos sueltos, ya que los tratamientos físicos de estos pedidos pueden diferir sensiblemente y ocurrir en zonas distintas.

La pertenencia de los artículos a las clases ABC varía con el tiempo. Esta variación es el resultado de varios fenómenos:

- El carácter aleatorio de la llegada de los pedidos y su tamaño.
- La temporalidad.
- Las evoluciones más lentas y más significativas debidas a la moda o a productos que se queden obsoletos.

En los almacenes que trabajan con numerosas referencias es aconsejable que el análisis no se centre únicamente en tres clases. Desglosar la clase A en clases AA, AB y AC puede ser muy

útil. La existencia de una clase D, para los artículos que no se han movido en 6 ó 12 meses, puede llevar a decisiones estratégicas: mudanza, destrucción, saldos, etc.

### **Clasificación de los artículos 'en estático'.**

Este análisis debe permitir conocer el volumen ocupado por las clases anteriores.

#### **10.5.3. La gestión de los pedidos en curso.**

- **El estatuto 'reservado'.** Cuando la gestión del almacén trata un pedido, al organizar las rondas decidirá las direcciones de donde deben tomarse los artículos. A partir del momento en que se toma esta decisión, estos artículos, aunque todavía estén presentes físicamente en esa dirección, ya no deben estar disponibles para los pedidos siguientes: están 'reservados'.
- **El control de los pedidos en curso.** Entre la llegada de los artículos al almacén y la ocupación de su lugar de almacenamiento, hay que conocerlos y controlarlos de tal manera que uno pueda encontrarlos en todo momento.

La misma necesidad existe para los productos que han salido del stock de la masa para unirse al 'picking' y para aquellos que están siendo preparados en la zona de embalaje o en el muelle de salida, pero que todavía no son responsabilidad del almacén.

#### **10.5.4. La gestión de los palets prisioneros.**

En algunos almacenes, los palets prisioneros tienen etiquetas electrónicas, las cuales permiten memorizar informaciones muy diversas, como:

- El número de identificación del palet.
- La fecha de su último mantenimiento, o de su último lavado.
- La fecha de su última carga.
- La naturaleza de la carga.
- El estado, en cuarentena o control favorable.
- El número de lote del producto cargado.
- La cantidad de origen.
- La fecha de las diferentes cargas.
- Las cantidades cargadas correspondientes.
- La cantidad restante.

Si este control se demuestra necesario, el programa de gestión del almacén debe poder dialogar con los puestos de escritura y de lectura de las etiquetas electrónicas y gestionar las informaciones que contienen.

#### **10.6. La gestión de los movimientos internos.**

El almacén, aunque a merced de numerosas contingencias para la entrada de productos, es totalmente dueño de sus movimientos internos, entre los cuales se pueden mencionar:

##### **10.6.1. Los traslados hacia el stock.**

- Traslados desde los muelles de llegada.
- Traslados desde la zona de control.
- Traslados desde la cuarentena.

### **Traslados desde los muelles de llegada.**

Una vez hechas las operaciones de entrada y una vez asignadas las direcciones a los artículos, el traslado físico hacia el stock propiamente dicho puede no hacerse instantáneamente. No obstante, este plazo nunca es demasiado largo, ya que la superficie de los muelles siempre es limitada, pero si los artículos se necesitan con urgencia, este plazo puede suponer un problema. Es por lo tanto indispensable controlar este traslado.

### **Traslados desde la zona de control.**

El control, según la organización de la sociedad, puede ser competencia del almacén o de un laboratorio externo. Si es de competencia externa, será necesario efectuar una transacción adicional para advertir al laboratorio de qué controles deben realizarse. Más tarde éste deberá dar el resultado de los análisis.

Si el espacio lo permite, será interesante guardar los artículos cerca de los muelles para evitar idas y vueltas inútiles en caso de control con resultado negativo que provoque la inmediata devolución de los artículos al proveedor.

### **Traslados desde la cuarentena.**

Si la organización del almacén exige todavía una cuarentena física, estamos en el caso anterior, pero esta vez los controles serán relativamente largos y los artículos no podrán permanecer en la zona del muelle de llegada.

Si la organización del almacén y de su sistema informático están lo suficientemente desarrollados y se acepta la 'cuarentena informática', no habrá traslado físico, bastará con un simple registro.

### **10.6.2. Los traslados del stock de masa hacia las zonas de carga.**

El programa de gestión del almacén deberá vigilar permanentemente los umbrales de reabastecimiento del stock en consumo. Lo más frecuente es que el reabastecimiento tenga lugar durante las horas de poca actividad, a fin de que la capacidad de este stock sea suficiente para asegurar una cierta autonomía.

Cualquiera que sea esta capacidad, se deberá afrontar el inevitable agotamiento de existencias y ordenar el reabastecimiento sin demora. Estas tareas de reabastecimiento se tratarán como pedidos ordinarios y serán objeto de los mismos cálculos de optimización.

### **10.6.3. La reclasificación del stock.**

Generalmente una referencia cambia de tipo de rotación a lo largo de su existencia.

Estos movimientos en el interior del almacén no tienen carácter urgente. El procedimiento propuesto es el siguiente:

- El sistema propone cambiar la clase de los artículos.
- Aceptación o no por parte de un responsable: la clasificación se realiza analizando el pasado y la reclasificación se hace para el futuro.
- Solicitud de traslado para cierto número de artículos: si la reclasificación debe hacerse en una sola operación, todos los traslados se solicitarán simultáneamente.
- Edición de los traslados, que se efectuarán con las direcciones de origen y las nuevas direcciones de almacenamiento.
- Validación por parte del almacén de los traslados realizados.

En realidad, un traslado de este tipo corresponde a una salida seguida inmediatamente de una entrada, pasando por el estado de reservado.

#### **10.6.4. Los controles periódicos.**

Algunos tipos de artículos no tienen una fecha precisa de caducidad, pero deben ser objeto de exámenes o de análisis a intervalos regulares. En general, estas operaciones no se fijan para hoy ni para la semana próxima. Esta oportunidad se aprovechará para regularizar la carga del almacén.

#### **10.6.5. Los inventarios.**

El inventario es una enumeración precisa de lo que contiene el almacén. Esta operación es indispensable en las sociedades que deben saber con precisión de qué disponen: vienen asimismo impuesto por la ley en las profesiones que tienen una actividad comercial, al menos una vez por año.

El inventario puede realizarse de varias maneras:

- El inventario intermitente.
- El inventario permanente.
- El inventario en movimiento.

##### **El inventario intermitente.**

Consiste en movilizar una parte del personal y contabilizar todo lo que existe en el stock. Esto significa parar la actividad de la empresa durante este período. Las cantidades que se obtienen en el momento se compararán con los valores de los ficheros.

Si existen discordancias, se habla de 'desviaciones de inventario' y se realiza un segundo recuento. Esto es frecuente, ya que el inventario físico es una operación engorrosa y por ello fuente de numerosos errores. Si los dos recuentos dan el mismo resultado se considerarán válidos.

Las causas de las desviaciones reales son múltiples: errores en las cantidades de entrada, errores en las cantidades cargadas, artículos deteriorados durante su paso por el almacén, descuentos conocidos, errores.

El uso de la identificación automática hace que este inventario sea infinitamente más rápido y más seguro.

##### **El inventario permanente.**

Este inventario, también llamado 'inventario informático', consiste en contabilizar permanentemente las entradas y las salidas: permite así conocer el stock de que se dispone. Actualmente todos los stocks se gestionan de este modo, lo que no excluye las desviaciones citadas anteriormente.

##### **El inventario en movimiento.**

Consiste en confrontar a lo largo del año el recuento físico y el recuento real. Cada día o semana, el almacén contabilizará cierto número de referencias. Salvo incidente particular, iniciar una operación de inventario es responsabilidad de la gestión de los stocks, aunque sea el personal del almacén el que realice los recuentos físicos.

## 10.7. La gestión de preparación de pedidos.

### 10.7.1. La recepción de los pedidos.

- **El canal de llegada.** En algunos establecimientos, los pedidos llegan directamente al almacén. Esta no es la solución más eficaz. Es deseable que el servicio comercial registre los pedidos procedentes de los clientes exteriores. El pedido será aceptado una vez que la gestión de los stocks haya comprobado la disponibilidad de los artículos en cuestión. En caso de que se agoten las existencias, el comercial podrá negociar un plazo de entrega suplementario o proponer un producto que sustituya al agotado. De este modo desempeñará su función plenamente.
- **Los plazos.** La búsqueda constante del plazo cero en todas las actividades impone al almacén reducir sistemáticamente el plazo entre la llegada de un pedido y su envío.

El responsable del almacén deberá analizar los sobrecostos debidos a plazos de preparación muy cortos para que el servicio de marketing y el servicio comercial hagan sus cálculos. Esto puede llevar a una facturación especial para los pedidos urgentes. El responsable del almacén buscará también negociar con esos mismos servicios cierto número de pedidos a largo plazo que permitan regularizar la actividad.

- **Los medios de transmisión.** Los pedidos pueden llegar del exterior por diversos canales: correo, fax, Internet, correo electrónico, teléfono... Para no reducir aún más los tiempos concedidos al almacén para las preparaciones, es indispensable diseñar un medio de transmisión rápido desde el servicio comercial.

### 10.7.2. Tratamiento de los pedidos.

- **Clasificación de los pedidos.** Uno de los mejores métodos para obtener mayor productividad consiste en optimizar las rondas de preparación. Para ello es necesario operar sobre un número de cargas significativo. Si tuviéramos que tratar las cargas una por una, no existiría optimización. Y a la inversa, no sería realista hacer esperar los pedidos demasiado tiempo para mejorar la optimización. Es necesario por lo tanto constituir conjuntos razonables de pedidos para tratarlos simultáneamente.

Los pedidos llegan generalmente de manera aleatoria pero se rigen por la ley de las grandes cantidades. Un análisis rápido de las leyes de llegada permitirá determinar la periodicidad adecuada para la constitución de estos conjuntos de pedidos. Ésta puede ser variable: por ejemplo, media hora al principio del día y sólo diez minutos cuando se acerca la hora de salida de los transportistas.

- **División de los pedidos.** La siguiente tarea del programa será dividir los pedidos para constituir a continuación las rondas. Esta operación debe realizarse en dos etapas: la primera consiste en descomponer los pedidos en líneas y la segunda en descomponer, si es necesario, las líneas en zonas de carga.

### 10.7.3. Elección de las direcciones de carga.

#### Los criterios de elección.

Si la referencia solicitada sólo se halla en un emplazamiento no existen problemas, pero esto rara vez ocurre. Lo más frecuente es que el almacén deba elegir una dirección entre las varias que siempre alojan los mismos artículos.



El almacén puede también tener que elegir artículos que llevan la misma referencia pero que poseen algunas características diferentes, como la fecha de entrada en stock o un número de lote, si éste no está controlado por la gestión de stocks.

### **Productos idénticos.**

Si una misma referencia se halla en varias direcciones diferentes y todos los envases están completos, se elegirá la dirección que se haya ocupado primero.

Si en uno de los emplazamientos ya se han efectuado cargas, se pueden dar dos casos según que la cantidad de artículos a cargar sea superior o inferior a la cantidad restante: si la cantidad a cargar es inferior o igual a la que queda, la nueva carga se efectuará en esa misma dirección; en caso contrario se elegirá una dirección que aloje una cantidad igual o superior a la solicitada (si se da prioridad a la reducción de los tiempos de 'picking') o bien (si se prefiere privilegiar la tasa de llenado del almacén) habrá que efectuar dos cargas: la primera para vaciar la dirección empezada y la segunda, en una nueva dirección, para completar el pedido.

### **Productos con características diferentes.**

Las características variables en una misma referencia son innumerables y dependen en gran medida de la industria a la que pertenece el almacén. Entre las más frecuentes se hallan:

- La fecha de entrada en el almacén.
- La fecha límite de venta (flv).
- La fecha límite de utilización óptima (fluó, best before).
- La fecha de caducidad.
- La próxima fecha de control periódico para ciertos productos farmacéuticos.

Estas características diversas dan lugar a reglas de gestión adaptadas a los artículos en cuestión, como por ejemplo:

- **La regla FIFO** (del inglés, First In, First Out: último en entrar, primero en salir): esta regla a menudo se aplica para evitar que los productos se queden obsoletos.
- **La regla LIFO** (del inglés, Last In, First Out: último en entrar, primero en salir): se utiliza en los alimentos frescos. Los estudios de marketing han mostrado que el estado óptimo de estos productos es un argumento importante de venta y que es preferible que los productos que no se vendan sean los más antiguos. Este tipo de organización a veces viene impuesta por la estructura misma de almacenamiento (en los pasillos sin salida, por ejemplo).
- **La regla FEFO** (del inglés, First Expired, First Out: primero en caducar, primero en salir).

Estas reglas pueden aplicarse de manera más o menos estricta. Algunos almacenes aceptan, por ejemplo, tolerancias a la regla FIFO a fin de entregar un pedido homogéneo, si los artículos que han entrado primero son insuficientes en número para satisfacer dicho pedido.

#### **10.7.4. Constitución de las rondas.**

Una vez que se han determinado todas las direcciones que hay que visitar, la próxima operación consiste en reagruparlas de modo sensato para formar las rondas de carga.

Los factores de reagrupamiento más importantes son:

- El volumen y el peso del conjunto de las cargas de la ronda.
- La pertenencia de los artículos a una misma zona de almacenamiento.
- La accesibilidad a partir de un mismo sistema de manipulación.
- Las horas de salida próximas.
- El reagrupamiento de transportistas.

### **Optimización de las rondas.**

La constitución de la ronda debe haber tenido en cuenta la zona de carga, la cual ha de ser lo más pequeña posible.

Una segunda optimización consistirá ahora en minimizar los desplazamientos necesarios para cargar los artículos de la ronda: se trata de definir el orden de las cargas en el interior de la zona definida anteriormente.

### **Ciclos combinados.**

Una forma un poco peculiar de optimizar las rondas es gestionar ciclos combinados. El programa deberá reagrupar de dos en dos las tareas de entrada y las tareas de salida de tal manera que, en un ciclo combinado, las dos tareas afecten a las direcciones lo más próximas posible. A menudo las salidas son prioritarias por lo que se reservará cierto número de entradas para tener cierta libertad en las elecciones.

#### **10.7.5. Las excepciones.**

Todo lo anterior no tiene en cuenta la obligación que a veces existe de que un pedido lo prepare un único preparador, cualesquiera que sean las líneas de ese pedido y su emplazamiento en el almacén.

Este tipo de obligación tiene su razón de ser en la búsqueda de calidad por responsabilidad única. Limita también mucho el ámbito de las posibles optimizaciones.

#### **10.7.6. La determinación de los artículos de envase.**

Si la actividad del almacén incluye el tratamiento de artículos de artículos sueltos que es necesario embalar antes de su envío, el programa de gestión del almacén debe determinar el tamaño de los envases que se utilizarán.

El resultado de este cálculo puede figurar en las instrucciones del 'picking' pero puede también, en el caso de una unidad fuertemente automatizada, ser transmitido directamente a una máquina automática de confección de cartones.

#### **10.7.7. La transmisión de las instrucciones de 'picking'.**

El resultado de la formación de rondas debe llegar a los preparadores para que puedan efectuar su trabajo. Para ello existen varias soluciones:

- Un documento específico que recapitule por orden las diferentes cargas de la ronda bajo la forma de un listado informático.
- Las etiquetas de envío de los artículos en las que se habrá añadido las indicación de las direcciones de carga.
- Los terminales informáticos locales.
- Los microterminales.

- Instrucciones transmitidas por radio a un microterminal embarcado en los equipos destinados a cargas, carretillas u otros.

#### **10.7.8. El acta de buena ejecución.**

Para poder seguir el avance de la preparación de pedidos y conocer la disponibilidad de los almaceneros encargados de ello, éstos deberán entregar un acta de buena ejecución al final de cada ronda.

La transmisión de esta información dependerá del canal de envío de las instrucciones de carga: lista de 'picking', recibo en la consola o recibo en el terminal de a bordo.

#### **10.8. La gestión de las salidas.**

Una vez preparados los pedidos, éstos deben salir del almacén y dirigirse al local del destinatario.

##### **10.8.1. Consolidación de los envíos.**

- **Reagrupamiento de líneas y pedidos.** El reagrupamiento de todas las líneas de un mismo pedido puede venir impuesto por la naturaleza de los artículos o exigida por el cliente, que no desea hacer el reagrupamiento él mismo y que quiere estar seguro de que recibirá todos los artículos simultáneamente. Puede venir estimulado por las tarifas del transportista, que tendrá que hacer más manipulaciones. Reunir los diversos pedidos de un mismo cliente puede responder a idénticas motivaciones.
- **Reagrupamiento por destinos.** Reagrupar los envíos destinados a una misma región permite obtener tarifas de transporte que justifiquen a veces invertir en máquinas de clasificación. Esto es válido para envíos en grandes cantidades. A veces se ponen en práctica soluciones mixtas, como el reagrupamiento, por grandes destinos, de líneas de pedidos separadas.

##### **10.8.2. Controles.**

Existen varios métodos de control:

- Control por identificación automática.
- Control del peso.

El sistema informático calcula el peso teórico del paquete a partir de los elementos de su base de datos: peso de los artículos y peso del envase. Compara en tiempo real, este peso con el peso real medido por una báscula electrónica a la que está conectado. Este método no permite descubrir si se ha producido alguna confusión entre dos artículos de pesos comparable.

##### **10.8.3. Marcaje.**

Algunas industrias de lujo a veces piden que los artículos se marquen antes del embalaje. Este marcaje consiste en una codificación invisible o criptográfica que permitirá seguir el rastro de los productos que han dejado fraudulentamente los circuitos de comercialización convenidos.

Los clientes pueden también pedir un marcaje con códigos propios o precios de venta al menor personalizados.

Todas estas necesidades son muy específicas. Una reflexión indicará si es sensato que estas tareas las ejecute el sistema de gestión del almacén o un sistema especializado.

#### **10.8.4. Embalaje.**

Si es preciso embalar los artículos antes del envío, o incluso sólo alguno de ellos, el sistema de gestión del almacén será el encargado de definir el envase requerido. En las grandes instalaciones donde se justifica la automatización, se puede pedir al sistema informático que dirija directamente las operaciones de confección y encolado de los fondos de los cartones mediante una conexión directa con las máquinas.

El embalaje cubre también la carga en el palet y en ese caso la gestión del almacén deberá controlar los palets. En caso contrario, se deberán identificar los palets prisioneros y actualizar su estado poniéndolo al día. Los palets destinados a salir del almacén, tanto si son propiedad del almacén como si pertenecen a una comunidad, deberán contabilizarse.

#### **10.8.5. Etiquetaje.**

Si no se ha hecho antes la generación de las etiquetas de envío deberá hacerse en el puesto de embalaje después de identificar el pedido. Esto es válido para todos los envases: cartones, palets, contenedores, etc.

Las etiquetas a veces deben responder a exigencias muy estrictas de los clientes destinatarios. El sistema de gestión del almacén debe encargarse de la edición de las diferentes etiquetas.

#### **10.8.6. Definición de las zonas.**

- **Zonas de retención.** En los almacenes de cierta importancia, se debe gestionar las zonas de retención. A cada contrato que lo precise le asignará una zona de retención con una superficie acorde a las necesidades, como se realiza en la asignación de los lugares de almacenamiento. Cuando el pedido salga de la zona, tras la validación de los almaceneros, quedará libre.
- **Los muelles.** Hay que planificar la ocupación de los muelles de salida. En las unidades muy grandes, el sistema dirige el telepantecarte que guía los vehículos desde el puesto de guardia en la entrada del local hasta el muelle que les ha sido asignado.

#### **10.8.7. Anulación de un pedido tardío.**

A veces se anulan pedidos cuando ya están programados, incluso en curso de preparación o ya preparado. Se deben admitir este tipo de anulaciones y reaccionar de forma rápida. El registro, por un responsable del almacén, debe ser único: no deben intervenir en múltiples ficheros para que éstos queden actualizados. Las operaciones que aún no se hayan efectuado deberán ser interrumpidas o anuladas: los artículos, devueltos al stock, y la facturación y la prefacturación del transporte, anuladas.

#### **10.8.8. Gestión de las cargas.**

Si es necesario se puede diseñar un plan para cargar los camiones. Si éstos deben hacer entregas a diversos clientes en una misma ronda, los pedidos destinados al cliente que sea servido el último deben cargarse primero al fondo del vehículo, y así sucesivamente con los siguientes.

La carga de los vehículos puede dar lugar a un último control. Este control pueden efectuarlo simultáneamente el almacenero y el transportista. Esta operación se verá facilitada en gran medida por la utilización de la identificación automática y evitará cierto número de conflictos posteriores.

#### **10.8.9. Generación de los documentos de envío.**

Entre los documentos que acompañarán al envío pueden destacar:

- Los albaranes de envío (o albaranes de entrega), documentos que el transportista deberá firmar al margen; estos documentos pueden afectar a los envíos de varios vehículos y de alguna manera formalizan una transferencia de responsabilidad; estos documentos a veces pueden entregarse, ventajosamente, en soportes magnético.
- Los albaranes de envío que acompañan a los paquetes y que deben entregarse a los destinatarios.
- Los recibos de transporte, deben hacerse delante del transportista; son recibos de recepción y deben ser firmados por los destinatarios.
- La carta de porte para que el chofer pueda efectuar sus propios controles.

#### **10.8.10. La prefacturación.**

Algunos programas informáticos permiten grabar las condiciones tarifarias de los transportistas habituales de la sociedad, lo cual ayuda a resolver dos tipos de problemas diferentes:

- **La simulación.** La coincidencia de las condiciones de facturación y de las características de los pedidos (destinos, pesos y volúmenes) permite calcular los precios que propondrían los proveedores catalogados.
- **La comprobación.** Para un único transportista elegido permite conocer, con anterioridad, el importe de la factura que se recibirá posteriormente. La comparación del importe previsto y del importe presentado hace muy fácil y rápido el control de las facturas.

#### **10.8.11. Las salidas excepcionales.**

Cualquiera que sea la calidad del estudio de diseño del almacén, siempre se producirán casos excepcionales para los que no se habrán previsto soluciones. Por ello, la plataforma personalizada debe llevar consigo la activación de un proceso de desarrollo que, aun estando bloqueado por una consigna, autorice registros imprevistos y actualizaciones incómodas.

## 11. La mejora del almacén existente.

---

- 11.1. Inicio del proyecto.
- 11.2. Racionalización del stock.
- 11.3. La validación de los datos.
- 11.4. Optimización de los trayectos.
- 11.5. Mecanización y automatización.
- 11.6. La toma de decisiones.

Existen almacenes cuyo rendimiento es inferior al posible, sobre los cuales se pueden realizar acciones para la mejora de su eficacia, sin cuestionar los edificios e instalaciones existentes.

El método a emplear seguirá los siguientes pasos:

- Racionalización del stock.
- Optimización de los trayectos.
- Automatización, si es necesaria.

### 11.1. Inicio del proyecto.

En esta etapa la dirección de la empresa mostrará a todos su compromiso con el proyecto, reuniéndose todas las partes implicadas:

- El comité de pilotaje, que aportará la crítica en las etapas de validación.
- Los corresponsales, que deberán aportar los datos necesarios del estudio.
- El equipo de proyecto propiamente dicho, formado por personas próximas al almacén actual.

En esta reunión previa se han de fijar los plazos temporales para la consecución de los objetivos.

### 11.2. Racionalización del stock.

- **Análisis de las existencias actuales.** En esta operación, que ha de realizarse en presencia de los responsables de la gestión de los stocks y de la dirección comercial, nos podemos encontrar con que el almacén tiene referencias alojadas obsoletas. Un almacén sufre las consecuencias de un stock mal gestionado:
  - a) Emplazamientos ocupados por referencias inmovilizadas,
  - b) Aumento inútil de los trayectos,
  - c) Necesidad de recurrir a otros almacenes por desbordamientos, etc.
- **Aplicación de la filosofía "justo a tiempo".** Sin caer en excesos, se ha de hacer un análisis de las referencias que podrían no pasar por el almacén si se gestionaran mejor los plazos de abastecimiento y la colaboración con proveedores y clientes.

Si se trata de materias primas o componentes destinados a la fabricación, el servicio de compras y la producción deberán participar en la reflexión. Para los productos terminados se recurrirá a la dirección comercial y de marketing.

- **Especialización retrasada.** Si hay artículos que se pueden personalizar en el momento de salir del almacén, el número de referencias en stock disminuirá. Además, como los márgenes de seguridad ya no se multiplicarán, a calidad de servicio igual, el

volumen de stock bajará. Para explotar esta posibilidad hace falta que no conlleve un sobre coste superior a las cifras planteadas.

- **Otras evoluciones.** Se han de anotar todas las evoluciones que puedan tener influencia sobre el contenido del almacén o sobre sus flujos de entrada y salida, tales como decisiones de vender a través de una red de mayoristas, el traslado de un cliente importante, etc.

### 11.3. La validación de los datos.

En una segunda reunión con el comité de pilotaje se han de fijar, ante todo el mundo, los datos del problema. El equipo del proyecto, tras la validación o corrección de los datos, podrá comenzar su trabajo de diseño sin otras reservas adicionales.

### 11.4. Optimización de los trayectos.

- **Supresión de las tareas inútiles.** Se han de enumerar todo lo que no aporta cierto valor añadido al producto, de manera que evitemos perder tiempo. Nos interesaremos sobre todo por los trayectos en los que vuelven de vacío los hombres y las máquinas y por todas las operaciones que se hacen dos veces o incluso más (puede tratarse de registros en el ordenador, trasposos intermedios, controles redundantes, etc.).
- **Asignación de las zonas ACB.** Una vez 'depurado' el stock, realizamos esta nueva clasificación. Cada clase se traducirá en volumen de almacenamiento, a los cuales se les asigna una zona de almacén, siendo la clase A la zona de acceso más rápido. Esta nueva distribución debe traer consigo una mejora considerable de la gestión del almacén.
- **Planificación de los trayectos.** En esta etapa se han de definir las rondas: primero hay que determinar la frecuencia de la constitución de las mismas, de manera que cuanto más baja sea esa frecuencia, más eficaz será la optimización; en segundo lugar se determinará cómo encadenar, de manera óptima, los desplazamientos elementales de las rondas que se han formado.

Cómo último paso se ha de verificar si es posible crear ciclos combinados y la manera de hacerlo. Esto es válido para los almaceneros a pie, las carretillas o los transtockeurs.

### 11.5. Mecanización y automatización.

- **Nuevos materiales.** Entre estas opciones cabe destacar los dispositivos de dirección por cable o de posicionamiento automático de las horquillas en las carretillas, así como una carretilla de preparación de alta o media elevación que permitirá hacer "picking" en varios niveles del estante para palets.
- **Informatización.** Si el local ya cuenta con un programa de gestión del almacén, se ha de estudiar la ayuda que aporta a la gestión de las direcciones físicas y la planificación de tareas de los almaceneros.

Si el almacén no está informatizado, existe un gran filón de productividad por explotar. Se han de considerar, en este caso, las necesidades, redacción de un pliego de condiciones de consulta y lanzamiento de las licitaciones.

- **Los terminales móviles.** Permiten poder recibir instrucciones y dar cuenta de su ejecución sin desplazamientos lo que permite ganancias interesantes de tiempo, eliminando recorridos inútiles.

Si en los terminales existe un sistema de identificación automática, se producen ganancias también en el control del inventario.

Los terminales móviles pueden equipar tanto carros, de cualquier tipo, como almaceneros a pie.

- **La identificación automática.** Se han de considerar las opciones de codificación de artículos, de documentos y de emplazamientos de almacenamiento. Estas acciones deben reportar ganancias de tiempo, ganancias directas por la supresión de anotaciones manuales y ganancias indirectas por mejora de la calidad.

#### **11.6. La toma de decisiones.**

Todas las acciones examinadas han de llevar consigo unos ahorros esperados, unos costes de puesta en funcionamiento y un calendario de operaciones, de manera que con todos estos datos aportados la dirección ha de tomar la decisión de actuar en un sentido u otro.



## **12. La subcontratación del almacén.**

---

- 12.1. Estimación del coste de las prestaciones internas.
- 12.2. Estimación de la calidad del servicio.
- 12.3. Redacción del pliego de condiciones.

El almacenamiento y la preparación de pedidos pueden ser considerados como un oficio totalmente dependiente de la logística de distribución y hay cierto número de profesionales que trabajan en ello de forma exclusiva. Por otra parte, existen empresas que desean dedicarse únicamente a su actividad de fabricación o de montaje.

Las motivaciones son variadas y unas no excluyen a las otras: deseo de concentrarse en su oficio, deseo de no invertir, falta de superficies necesarias, necesidad de crear nuevas estructuras jerárquicas, etc.

Lo primero que hay que hacer es argumentar la decisión de subcontratar. Para ello será preciso comparar prestaciones internas y prestaciones confiadas al exterior. Estas prestaciones deberán ser evaluadas. La segunda etapa consistirá en elegir un socio. Esta vez se compararán los datos técnico-económicos de varios prestadores de servicios.

### **12.1. Estimación del coste de las prestaciones internas.**

Para poder tomar una decisión adecuada de subcontratación habrá que controlar que el cálculo sea exhaustivo, lo cual es complicado. Se han de tener en cuenta los siguientes puntos:

- Edificio y comunicaciones:
- Equipos técnicos.
- Gastos de personal.

#### **Edificio y comunicaciones:**

- Coste directo (alquiler o arrendamiento o anualidades de reembolso, amortización).
- Calefacción y climatización.
- Iluminación.
- Mantenimiento.
- Seguros.
- Cargas fiscales.

#### **Equipos técnicos.**

Son necesarios para los:

- Materiales de almacenamiento.
- Materiales de manipulación.
- Materiales informáticos.
- Equipos de seguridad.

Será preciso evaluar los costes correspondientes a:

- La amortización o el alquiler o las anualidades.
- La energía consumida.
- La manipulación.

- Los seguros.

### **Gastos de personal.**

Para el personal del almacén, pero también para la parte proporcional correspondiente a los servicios generales, se evaluarán:

- Salarios.
- Seguridad social.
- Otros gastos sociales.
- Gastos de guardia, si está subcontratada.

### **12.2. Estimación de la calidad del servicio.**

Si el estudio se realiza para un local nuevo, es evidente que esta estimación no podrá llevarse a cabo. En el caso contrario, se recogerán datos acerca de:

- Retrasos de envío.
- Litigios sobre las referencias.
- Litigios sobre las cantidades.
- Litigios para referencias llegadas en mal estado.
- Desviaciones de inventario de responsabilidad del almacén (degradaciones, pérdidas, ausencia de marca, etc.).

### **12.3. Redacción del pliego de condiciones.**

La obtención de un coste de una prestación exterior y posteriormente la firma de un contrato sólo pueden realizarse con la mediación de un pliego de condiciones.

En el pliego de condiciones se expresan las necesidades. Debe ser exhaustivo y no contener ambigüedades. El pliego de condiciones de consulta que servirá para la convocatoria de ofertas debe procurar no enunciar soluciones. El pliego de condiciones que acompañará al pedido podrá hablar de soluciones y de medios a poner en práctica.

A continuación se define un sumario propuesto para el pliego.

#### **Exposición del objetivo.**

Este primer capítulo será corto y contendrá la razón de este pliego de condiciones, de manera que el dirigente de la empresa consultada pueda saber rápidamente si el tema puede interesar a su sociedad y decida a qué miembro de su equipo confiará el dossier.

#### **Presentación de la sociedad.**

Este título indicará especialmente la forma jurídica, la actividad general, el volumen de esta actividad, la disposición de la nave o naves, el nombre de los responsables encargados de seguir el negocio, sus señas de contacto y todas las informaciones que puedan ser útiles a un futuro socio.

#### **Definición de los artículos.**

Esta primera parte técnica describirá las referencias que deberán almacenarse. Como en un estudio interno, los artículos se clasificarán según su tamaño, peso y envase para cada una de las claves referenciadas. Las temporalidades, si existen, se detallarán. A este nivel, es posible

dar promedios. Las informaciones se destinan únicamente a estimar los volúmenes necesarios de depósito y el modo de almacenamiento que se podrá poner en práctica.

### **Definición de los flujos de entrada.**

Aquí se darán las leyes de llegada: frecuencia de entregas, volúmenes entregados, modo de transporte elegido o a elegir, horarios definidos o a definir, origen de las entregas si se conocen con anterioridad, etc. si es preciso, se indicarán las temporadas. se indicará asimismo con cuánto tiempo se anuncian las llegadas.

### **Definición de las preparaciones de pedidos y de los flujos de salida.**

Este apartado corresponde a los gastos de mano de obra más importantes, los condicionantes serán pues particularmente detallados.

Como mínimo se indicarán:

- El número medio de pedidos por día.
- El número medio de líneas de pedido.
- El número medio de artículos por pedido.

Si las medias no son significativas, se completarán con una tipología, por ejemplo pedidos sueltos y pedidos al mayor.

De todos modos se agradecerán curvas de reparto para cada uno de los tres indicadores precedentes, que permitirán aprehender mejor la actividad.

- Las variaciones por estaciones, semanas y días.
- Se concederá una atención particular a los condicionantes de tiempo (condicionantes de llegada de las órdenes y exigencias en cuanto a las horas de salida).
- El modo de envasado para los pedidos sueltos.
- Los modos de transporte si vienen impuestos.

### **Exposición de condicionantes particulares.**

El pliego de condiciones indicará en este punto todas las exigencias particulares: la conformidad farmacéutica, los umbrales de temperatura e higrometría a respetar, la gestión de la habilitación del personal que tiene acceso a un stock (en especial para stocks de archivos), el apilamiento de los palets, las reglas de explotación, FIFO estricto o flexible, los contratos de seguros particulares, la especialización retardada, el etiquetaje, etc.

### **Límites de la prestación.**

Si los límites de suministro esperado en lo que concierne a los flujos físicos son relativamente evidentes, en lo referente a los flujos de informaciones la cosa cambia totalmente.

Los interrogantes que se plantean son numerosos:

- ¿Quién recibirá los pedidos de los clientes?
- ¿Quién se responsabilizará de la gestión informática del almacén?
- ¿Se subcontratará una parte de la gestión de los stocks?
- ¿Cuáles deberán ser las conexiones entre los sistemas informáticos del subcontratante y los de la empresa?
- ¿Quién será el responsable de dirigir los inventarios físicos?
- ¿Quién editará los documentos de envío?

- ¿Cuáles son las obligaciones de utilizar el EDI?
- ¿Quién llevará los litigios y cuáles?

Todas estas preguntas deberán hallar respuestas que se expresarán en este capítulo del pliego de condiciones.

### **Procedimientos que deben aplicarse.**

El inventario completo de las tareas que incumben a los dos socios se ha expuesto anteriormente. Este apartado indicará los procedimientos adoptados para intercambiar informaciones que son indispensables en el cumplimiento de las tareas.

### **Medidas de la calidad.**

Los indicadores de calidad mencionados anteriormente se evaluarán con ayuda de valores internos si existen, o fijándose objetivos en caso contrario.

El pliego de condiciones propondrá compensaciones financieras por parte del subcontratista en caso de no respetar objetivos de calidad y exigirá los procedimientos que el subcontratista piense aplicar en un caso semejante para restaurar el nivel requerido.

### **Calendario.**

Se anunciarán las fechas principales del proyecto: fecha de remisión del dossier, fecha de decisión, fecha de inicio de las operaciones, duración prevista del contrato, vencimiento de la renegociación.

### **El marco de la respuesta.**

Se propondrá un marco que facilite los análisis y las comparaciones. Este marco será concebido con un doble objetivo:

- Descubrir eventuales malentendidos.
- Decidir qué tareas sería posible realizar en la empresa.

### **13. Control de Caja y Diferencias de Inventario**

---

#### 13.0. Introducción

#### 13.1. Método de robo por parte de los empleados y estándares de prevención

- 13.1.1. No registrar ventas en la caja registradora
- 13.1.2. Registro incorrecto del precio de un artículo
- 13.1.3. Falsificar anulaciones y devoluciones de mercancía
- 13.1.4. Robo de dinero de la caja registradora por el empleado
- 13.1.5. Colusión con un proveedor
- 13.1.6. Colusión con amigos o familiares
- 13.1.7. Robo de mercancía durante el turno de trabajo
- 13.1.8. Llevarse mercancía de la tienda sin pagarla
- 13.1.9. Regresar a la Estación después del cierre
- 13.1.10. Falsificar la cantidad de dinero transferida de la caja registradora a la caja fuerte

#### 13.2. Estándares básicos de prevención del robo de los empleados

#### 13.3. Métodos de robo de los proveedores y estándares de prevención

- 13.3.1. Contar rápido
- 13.3.2. Contar de dos en dos o de tres en tres
- 13.3.3. Contar en círculo
- 13.3.4. Cambiar en el albarán la cantidad de producto entregado después de contar
- 13.3.5. Colocar mercancía que ya está en la tienda y hacerla figurar como producto que se está entregando
- 13.3.6. Intercambio de mercancía
- 13.3.7. Sacar mercancía de la tienda en cajas de entrega vacías
- 13.3.8. El suministrador tiene un ayudante
- 13.3.9. Si dos suministradores entregan producto al mismo tiempo
- 13.3.10. las entregas se realizan en las horas punta del día

#### 13.4. Estándares básicos de revisión de suministradores

#### 13.5. Métodos de robo de los clientes y estándares de prevención

- 13.5.1. Clientes que entran en la tienda en parejas o grupos
- 13.5.2. Clientes que visten prendas grandes y abultadas
- 13.5.3. Clientes que deambulan por la tienda
- 13.5.4. Estándares básicos de prevención de robos de clientes

#### 13.6. Errores de empleados

#### 13.7. Procedimientos de control de caja

- 13.7.1. Caja registradora
- 13.7.2. Cambios de turno
- 13.7.3. Auditorías periódicos de la caja registradora
- 13.7.4. Entrega del 100% de los tickets de compra
- 13.7.5. Depósitos bancarios

#### 13.8. Estándares de inventario y control de caja

#### 13.9. Atracos

- 13.9.1. Si hay un atraco

### 13.10. Robos

#### 13.10.1. En caso de robo

### **13.0. Introducción**

Hay cuatro áreas importantes en las cuales pueden darse las diferencias de inventario negativas.

- Robo de empleados
- Robo de proveedores
- Robo de clientes
- Errores de empleados

En el negocio de tiendas de conveniencia, se estima en base a la experiencia que el 70% de las pérdidas de inventario son causadas por el robo de empleados.

El robo de proveedores es la segunda causa de las pérdidas de inventario.

La tercera y cuarta causa son el robo de clientes y los errores de empleados respectivamente.

El control de las pérdidas de inventario supone un compromiso para seguir con fiabilidad buenos procesos de auditoría, fuertes políticas de personal, control de suministradores y dando una atención especial a los clientes.

Es algo que supone un enorme consumo de tiempo, y es la parte más insatisfactoria M negocio de Retail, pero es algo absolutamente necesario para lograr unos beneficios aceptables.

Controlar las pérdidas de inventario es posible sin necesidad de tratar a cada cliente, empleado o proveedor como si se tratase de un ladrón. Para ello, es necesario un conocimiento exhaustivo de las auténticas causas de la pérdida de inventario y una aplicación estricta de las políticas que se establecen en este Cuaderno.

### **13.1. Me todos de robo por porte de los empleados y estándar de prevención**

Se utilizan muchos métodos de robo por parte del personal de las tiendas de conveniencia para robar a sus empleadores.

Los métodos más comunes son:

#### **13.1.1. No registrar ventas en la caja registradora**

El empleado abre la caja registradora tecleando un NO VENTAS, realiza la transacción con el cliente y se guarda el dinero.

No existe un registro de la transacción y el Informe de Turno no reflejará la diferencia de caja.

La diferencia de inventario aparecerá sólo cuando se realice un inventario físico.

En vez de abrir la caja registradora registrando un no ventas, el empleado puede dejar abierta la caja de la venta anterior, y realizar la transacción con el cliente sin registrarla en la caja

registradora. El resultado será el mismo, una pérdida de inventario.

Este método de robo se conoce normalmente como el de operar con el cajón abierto.

### **Métodos de Prevención**

El empleado debe dar a todos y cada uno de los clientes su ticket.

Utilizar compradores misteriosos para asegurarse de que todos los empleados entregan a los clientes el recibo de compra.

Utilizar el Análisis de Tendencia para detectar un número excesivo de no ventas realizado por un determinado empleado. Preguntar a los empleados sobre un número excesivo de no ventas. Es bueno que los empleados sepan que el encargado está al tanto de este problema.

Utilizar el Informe de Tendencia para detectar cualquier descenso anormal en un determinado turno.

Estar al tanto de los empleados que tengan hábitos que indiquen posibles problemas:

- Mala actitud hacia el trabajo.
- Nivel de vida por encima de sus posibilidades.
- Excesivo nivel de créditos.
- Afición al juego.
- Abuso de bebidas alcohólicas.
- Consumo de drogas.

Estar al tanto de cualquier empleado que esté registrando ventas en un trozo de papel o con una calculadora cerca de la caja registradora.

### **13.1.2. Registro incorrecto del precio de un artículo**

El empleado registra 100 pts. en la caja correspondiente a un artículo cuyo precio es de 200 pts. Cobra 200 pts. del cliente pero sólo ingresa 100 pts. en la caja, guardándose las otras 100 pts.

Como sólo se han registrado 100 pts. en la caja registradora, el informe de Turno no reflejará ninguna diferencia de caja, y la disminución de inventario solo se detectará cuando se realice un inventario físico.

Muchos clientes no prestan atención a lo que se registra en la caja registradora, lo cual permite a los empleados experimentados utilizar este sistema. Este método es más difícil de utilizar cuando existe escáner, pero también con escáner, los empleados son capaces de anular el escáner.

### **Métodos de Prevención**

- Requiere que todos los empleados entreguen un recibo a cada cliente.
- Dudar de un empleado si algún cliente se queja de haberle cobrado de más.
- Marcar claramente todos los productos.

### **13.1.3. Falsificar anulaciones y devoluciones de mercancía**

## **Métodos de Prevención**

Las anulaciones y devoluciones se registrarán en el informe de anulaciones y devoluciones. La fecha, cantidad, descripción de la anulación o devolución, y la firma del cliente, tienen que registrarse en el informe.

### **13.1.4. Robo de dinero de la cola registradora por el empleado**

#### **Métodos de Prevención**

- Los empleados están obligados a completar el Informe de Turno, en el que se indican las ventas registradas por un lado y el dinero recogido por otro, para cada turno de trabajo.
- El encargado revisará diariamente cada Informe de Turno para verificar si es correcto.

### **13.1.5. Colusión con un proveedor**

El empleado autoriza a un proveedor a cargar en la factura un importe superior al de las mercancías realmente entregadas y recibir él una parte de ese sobrecargo.

La pérdida de inventario no se detectará hasta que no se realice un inventario físico.

Utilizando otro sistema, el empleado destruye un albarán de entrega no entregándolo al encargado. De esta forma, como la mercancía no se introduce en el inventario de tienda a nivel contable, el empleado puede robar mercancía por el importe del albarán, y la diferencia de inventario no aparecerá en el momento de realizar el inventario físico.

Esta diferencia, solo aparecerá cuando el proveedor presente la factura al cobro y se realice una reconciliación de facturas entre el encargado y el proveedor.

Esto puede tener lugar dos o tres meses después de que los hechos se hayan producido.

#### **Métodos de Prevención**

- Exigir a todos los proveedores que envíen a la oficina todas las facturas para su pago.
- Reducir al máximo los pagos en metálico, y si es posible eliminarlos completamente.
- Vigilar a los empleados que llegan a convertirse en amigos íntimos de los proveedores.
- No permitir que los empleados acepten regalos de los proveedores.
- Exigir a todos los proveedores que firmen el Informe de Mercancía Entregada en tienda cuando realicen una entrega. Comparar los albaranes recibidos con los que figuran en dicho informe.
- Si se presenta al cobro una factura correspondiente a un albarán perdido, interrogar al empleado que estaba de turno cuando se realizó la entrega.

### **13.1.6. Colusión con amigos o familiares**

El empleado cobrará de menos a familiares y amigos por las compras realizadas.



A veces también permitirá que no paguen nada. La pérdida de inventario resultante, sólo se conocerá cuando se realice un inventario físico.

### **Métodos de Prevención**

No permitir a los familiares y amigos deambular por la tienda mientras el empleado está en su turno de trabajo.

#### **13.1.7. Robo de mercancía durante el turno de trabajo**

El empleado consume mercancía durante su turno de trabajo, sin pagarla. La pérdida de inventario sólo se descubrirá cuando se realice un inventario físico.

### **Métodos de Prevención**

- Obligar a todos los empleados a guardar su recibo por cualquier artículo que consuman en la tienda durante su turno de trabajo.
- Si un empleado compra un artículo durante su turno de trabajo, hacer que sea otro empleado quién registre la venta.
- Utilice la Hoja de Control Permanente de Inventarios, incorporando a ella artículos susceptibles de ser consumidos durante el turno (patatas fritas, tabaco, etc.).

#### **13.1.8. Llevarse mercancía de la tienda sin pagarla**

El empleado cogerá mercancía de la tienda, una vez terminado su turno de trabajo y se irá sin pagarla.

Otro sistema consiste en dejar la mercancía metida en una caja en la parte posterior de la tienda al lado de la basura. Una vez finalizado el turno de trabajo, el empleado la recogerá.

### **Métodos de Prevención**

- Obligar a todos los empleados a guardar su recibo por cualquier artículo que se lleven de la tienda.
- Si un empleado compra un artículo, obligar a otro empleado a registrar la venta.
- Hacer que todos las cajas se rompan antes de tirarlos a la basura.

#### **13.1.9. Regresar a la estación después del cierre**

El empleado regresa a la Estación después M cierre o entrega las llaves a un cómplice, llevándose mercancía de la tienda.

### **Métodos de Prevención**

- Tener un control estricto de las llaves de la tienda. Permitir tener las llaves a los empleados que lleven un tiempo suficiente trabajando en la Estación.

- Si se pierde un juego de llaves cambiar de inmediato las cerraduras.
- Si se despide a un empleado que tiene un juego de llaves, cambiar inmediatamente las cerraduras.

#### **13.1.10. Falsificar la cantidad de dinero transferida de la caja registradora a la caja fuerte**

El empleado registrará, en el Informe de Transferencia de fondos de la caja registradora a la caja fuerte, más dinero del que se transfiere en realidad. 53~ el encargado no revisa los sobres transferidos en cada turno y sus cantidades, existirá una diferencia de caja al final del día, pero no será posible saber en que turno de trabajo se ha producido la diferencia.

##### **Métodos de Prevención**

- Al realizar cada transferencia de fondos, anotarla en el Informe de Transferencia.
- El encargado revisará cada sobre transferido con lo que figura en el Informe de Transferencia.

#### **13.2. Estándares básicos de prevención del robo de los empleados**

- El control efectivo del robo de empleados tiene que empezar en el proceso de selección de personal, entrevistas y contratación.
- Hay que eliminar personas que tengan un historial de trabajo inestable o que demuestran hábitos que pueden indicar problemas potenciales.
- Estar al tanto de aquellas personas que puedan resultar problemáticas.
- Mala actitud hacia el trabajo.
- Nivel de vida por encima de sus posibilidades.
- Excesivo nivel de créditos.
- Afición al juego.
- Abuso de bebidas alcohólicas.
- Consumo de drogas.

##### **Métodos de Prevención**

- Cuidar especialmente la preselección y la contratación de empleados.
- Para controlar con efectividad el robo de empleados, es necesario tener buenas políticas de personal con los empleados existentes. Un empleado bien informado y con motivación es menos propenso al robo que un empleado insatisfecho.
- Mantener con frecuencia reuniones para discutir problemas operativos, resultados y estrategias futuras.
- Realizar revisiones periódicas. Del desempeño con cada uno de los empleados.

#### **13.3. Métodos de robo de los proveedores y estándares de prevención**

Después del robo de empleados, el robo de proveedores es la segunda causa de las pérdidas de inventario.

Los empleados necesitan un entrenamiento en los procedimientos de como tratar con un

suministrador y seguir dichos procedimientos.

Nunca deje a un empleado sin experiencia revisar una entrega de un suministrador sin la correspondiente supervisión. los métodos más comunes de robo por los proveedores son:

#### **13.3.1. Contar rápido**

El suministrador cuenta tan rápido el número de artículos entregados, que es muy difícil que el empleado pueda seguir dicho conteo. Esto permite al suministrador saltarse números mientras cuenta, por lo que se facturará a la tienda por mas mercancía de la que efectivamente ha sido entregada.

##### **Métodos de Prevención**

- No permitir que los empleados estén detrás U mostrador mientras el suministrador cuenta la mercancía que está entregando.
- Los empleados deben de ir al área de entrega de la mercancía y tocar físicamente el producto mientras cuentan cada producto.

#### **13.3.2. Contar de dos en dos o de tres en tres**

Es muy difícil de seguir un conteo que se llama "Contar por dos o tres" y en el que es muy fácil al suministrador inflar artificialmente la cantidad de producto entregada.

##### **Métodos de Prevención**

- El empleado realizará el conteo.

#### **13.3.3. Contar en círculo**

El suministrador contará todo cada vez que realiza una entrega parcial de la mercancía.

##### **Métodos de Prevención**

- Exigir al suministrador que sitúe en la tienda el total de la mercancía a entregar antes de que el empleado cuente el producto.

#### **13.3.4. Cambiar en el albarán la cantidad de producto entregado, después de contar.**

El vendedor cambia en el albarán la cantidad entregado y factura a la tienda por más cantidad de la que realmente ha sido entregada.

##### **Métodos de Prevención**

- Una vez que el empleado ha verificado la cantidad de artículos, no devolver el original del albarán al suministrador.

#### **13.3.5. Colocar mercancía que ya está en la tienda y hacerlo figurar como producto que se está entregando.**

Es una práctica habitual en sistemas autoventa.  
Se está facturando a la tienda por mercancía que ya le pertenece.

#### **Métodos de Prevención**

- El suministrador entregará la mercancía en un área neutral de la tienda situada lejos de la zona en la que se encuentran situados sus productos.

#### **13.3.6. Intercambio de mercancía**

El suministrador intercambia mercancía que tiene que ser abonada por mercancía nueva. Esto puede causar un problema marginal, ya que los productos pueden tener el mismo precio de venta pero diferentes precios de coste.

#### **Métodos de Prevención**

- Todo la mercancía que tiene que abonarse se sacará de la tienda antes de que se entregue el producto nuevo, y el suministrador debe de utilizar un albarán de abono diferente.

#### **13.3.7. Sacar mercancía de la tienda en cajas de entrega vacías**

#### **Métodos de Prevención**

- Romper todas las cajas antes de que el suministrador abandone la tienda.

#### **13.3.8. El suministrador tiene un ayudante**

El suministrador distraerá al empleado conversando mientras que el ayudante robará el producto.

#### **Métodos de Prevención**

- No permitir al suministrador o su ayudante entrar en el almacén sin que esté presente el empleado.
- Desconfiar de los suministradores que acuden a la tienda con un ayudante.

#### **13.3.9. Si dos suministradores entregan producto al mismo tiempo**

Un suministrador distraerá al empleado revisando la entrega, mientras que el otro roba producto.

#### **Métodos de Prevención**

- Permitir la entrega solo a un suministrador en cada momento.

#### **13.3.10. Las entregas se realizan en las horas punto del día**

El empleado esta ocupado atendiendo a los clientes y no puede revisar adecuadamente la

entrega.

### **Métodos de Prevención**

- Exigir al suministrador que espere hasta que el empleado tenga tiempo de revisar correctamente la entrega o que el suministrador realice la entrega durante los momentos de menor afluencia de clientes U día.

### **Importante**

Es absolutamente necesario entrenar a todos los empleados para seguir los estándares básicos de revisión de suministradores que aparecen a continuación.

### **13.4. Estándares básicos de revisión de suministradores**

- Las horas de entrega deben restringirse a las horas normales de operación. No realizar entregas durante las horas punta de venta.
- Solo un suministrador entregará producto en cada momento.
- No se permiten las entregas en el almacén a no ser que un empleado esté presente mientras que el suministrador está en el almacén.
- No se permite a los empleados aceptar mercancía gratis de los suministradores.
- Los albaranes deben completarse y totalizarse por el suministrador antes de comenzar a revisar una entrega el empleado.
- Se requiere la firma del empleado que revisó la entrega en todas las facturas. Aquellas facturas sin la firma del empleado, no se considerarán válidas.
- La revisión de todas las entregas se realizará en un área neutral designada por el encargado (no contar dulces al lado de los dulces).
- Tiene que realizarse el conteo de todos los artículos entregados, por uno de los empleados de la Estación.
- Hay que colocar la totalidad de la entrega, tiene que colocarse en un área neutral de la tienda antes de contarse. Contar las unidades una a una.
- Toda la mercancía caducada tiene que retirarse de la estantería y ser abonado por el suministrador si el acuerdo comercial así lo estipula antes de colocarse la mercancía fresca.
- Caso de que la mercancía sea abonada, el abono se realizará en un albarán aparte.
- los cambios en el P.V.P. de cualquier artículo serán decididos y autorizados por el encargado.
- Estándares básicos de revisión de suministradores.
- Los cambios en el precio de coste serán efectivos una vez que el encargado tenga notificación de dicho aumento.

- Los nuevos productos o categorías de productos tienen que ser autorizados con anterioridad a colocarse en la tienda.
- No devolver nunca el original de un albarán una vez que se ha realizado la revisión de la entrega.
- Exigir que todas las cajas en las que el suministrador realiza las entregas se rompan antes de que el suministrador abandone la tienda con ellas.
- Todos los clientes tienen prioridad sobre cualquier entrega de cualquier suministrador.
- Los suministradores tienen que aparcar su vehículo en la zona designada por el encargado.
- Revisar a todos los suministradores a la salida para asegurarse de que no han robado nada de la tienda.
- Los suministradores que continuamente traten de robar mercancía en sus entregas se les pedirá que dejen de suministrar a la Estación.

### **13.5. Métodos de robo de los clientes y estándares de prevención**

La mayoría de los clientes son honestos, pero el robo de los clientes es todavía un serio problema en las tiendas de conveniencia. Estas son particularmente vulnerables por el escaso número de personas que atienden el negocio y el gran número de actividades que ocupan la atención de los cajeros.

El método más efectivo para prevenir el robo de los clientes es un empleado observador que saluda a los clientes al entrar en la tienda, y que prevé problemas potenciales con los clientes al hablar con ellos.

Algunos de los métodos más comunes de robo por parte de los Clientes son:

#### **13.5.1. Clientes que entran en la tienda en parejas o grupos**

Rápidamente se dispersan por la tienda, lo que hace difícil al empleado observar a todo el grupo al mismo tiempo.

##### **Métodos de Prevención**

- Saludar a los clientes al entrar a la tienda. Hágales notar que usted es consciente de su presencia.
- Si hay más de un empleado en el turno, el segundo empleado debe circular por el área de ventas cuando hay grupos de personas en la tienda.

#### **13.5.2. Clientes que visten prendas grandes y abultados**

Las prendas grandes y los bolsos grandes, ofrecen la oportunidad de esconder productos robados.

##### **Métodos de Prevención**

- Si se sospecha que un cliente esconde mercancía en la ropa o en cualquier otro sitio: bolso, periódico, etc., preguntarle si hay alguna otra cosa que desearla pagar. Esto le hará pensar que sabemos que está robando y probablemente lo pagará.

### **13.5.3. Clientes que deambulan por la tienda**

Clientes que deambulan especialmente por zonas de la tienda que no pueden ser fácilmente observadas por el cajero.

#### **Métodos de Prevención**

- Saludar al cliente cuando entra en la tienda.
- Preguntarle si se le puede ayudar a encontrar algo.

### **13.5.4. Estándares básicos de prevención de robos de clientes**

- Utilizar estanterías bajas para aumentar la visibilidad en la tienda.
- Colocar las estanterías en ángulo para aumentar la visibilidad de los dos lados de las estanterías y aumentar también la visibilidad del cooler.
- Colocar aquellos artículos de robo elevado en las áreas más seguras de la tienda.
- Cigarrillos detrás del mostrador de caja.
- Pilas y carretes de Fotos detrás del mostrador de caja.
- Vinos y licores detrás o cerca del mostrador de caja.
- Los artículos de perfumería en un lugar visible desde el área de caja.
- Gafas de sol encima del mostrador o cerca de él.
- Mantenga buenas relaciones con la policía y haga que visiten con frecuencia la Estación.

### **13.6. Errores de empleados**

Las pérdidas de inventario y de caja pueden suceder por errores involuntarios.

Es importante que todos los empleados tengan un entrenamiento adecuado de como manejar el inventario y la caja y que estos empleados realicen su trabajo de una forma profesional.

Errores descuidados en el manejo del inventario y la caja pueden tener repercusiones muy serios en el negocio.

No sólo se pierden beneficios por los errores, sino que también la moral de los empleados e puede verse afectada negativamente ya que, cuando existen pérdidas de caja e inventario, Se sospecha de todos los empleados de la Estación.

Algunos de los errores más comunes son los siguientes:

- Dar mal el cambio: el empleado entrega mal el cambio a un cliente, creando así una diferencia de caja.
- Marcar la mercancía por debajo del P.V.P. correcto, lo que crea una pérdida de inventario.
- La mercancía no está marcada, y el empleado "adivina" el precio al marcarlo en la caja registradora. El precio registrado está por debajo del precio correcto, lo cual resultará en una pérdida de inventario.
- Introducir información incorrecta de un albarán en el ordenador. Esto supone crear una cifra errónea de inventario contable, con lo que tendremos una información de inventario inadecuada.
- No registrar adecuadamente aumentos/disminuciones de precios, o mercancía en mal estado. Esto puede ocasionar resultados de inventario falsos, con la consecuencia de que existan sospechas de robo sobre empleados honestos.

### **13.7. Procedimientos de control de caja**

El encargado debe utilizar los siguientes procedimientos para el control diario de caja.

#### **13.7.1. Caja registradora**

Comparar el número de clientes con el del mismo turno/día en semanas anteriores.

- ¿Es razonable?
- ¿Hay un número excesivo de No Ventas?
- ¿Hay excesivos Anulaciones?
- ¿Hay excesivos Devoluciones de mercancía?
- ¿Están las anulaciones y devoluciones convenientemente registradas en su correspondiente informe?
- ¿La tinta de los tickets de venta es legible?

#### **13.7.2. Cambios de turno**

- ¿La información recogida en el Informe de Turno es correcta?
- ¿Hay diferencias importantes de caja?
- ¿Se ha realizado la última transferencia de fondos a la caja fuerte?
- ¿Se han registrado correctamente las transferencias de fondos a la caja fuerte?
- ¿Se realiza el Control Permanente de Inventarios?

#### **13.7.3. Auditorías periódicas de la caja registradora**

Comprobar periódicamente y de una forma no regular si:

- ¿El dinero en caja coincide con la lectura de la caja registradora?
- ¿Divisas?
- ¿Monedas?
- ¿Cheques?



- ¿Tarjetas de Crédito?
- ¿Pagos?
- ¿Anulaciones/Devoluciones?
- ¿Hay mas de 100.000 Pts. en la caja registradora?
- ¿El cajero sigue los procedimientos adecuados de transferencia de fondos a la caja fuerte?

#### **13.7.4. Entrega del 100 % de los tickets de compra**

Es un estándar de gran importancia que:

- Permite al cliente verificar que la transacción es correcta.
- Elimina errores.
- Elimina quejas de los clientes.
- Mejora las relaciones con los clientes.
- Fuerza a los empleados a registrar correctamente las ventas en la caja registradora.

#### **13.7.5. Depósitos bancarios**

Reconciliar el ingreso en el banco con el Informe Diario y comprobar:

- ¿Se están realizando los depósitos diariamente?
- ¿Está la caja fuerte siempre cerrada?

#### **13.8. Estándares de inventario y control de caja**

Todos los empleados deben leer detenidamente estos estándares y firmar este documento significando que los ha entendido:

- Registrar todas las ventas en la caja registradora y entregar el ticket de cada transacción a todos y cada uno de los clientes.
- No puede retirarse ninguna mercancía de la tienda sin que previamente se pague o se haga una nota de abono por ella.
- Los empleados tienen que pagar todas las mercancías que consuman.
- Se podrá exigir el ticket de cualquier mercancía que el empleado consuma en su turno de trabajo.
- No se permite la permanencia detrás del mostrador de personal no autorizado.
- Deben revisarse y contar las entregas de todos los suministradores, siguiendo los estándares establecidos.
- No se permite tener más de 100.000 Pts. en la caja registradora. Toda cantidad que exceda esas 100.000 Pts., tiene que ser transferida a la caja fuerte.
- El encargado tiene que hacer diariamente los ingresos en el banco.
- Hay que realizar un arqueo de caja en cada cambio de turno o de operador.

- La caja fuerte tiene que estar siempre cerrada.
- Los empleados no dispondrán de crédito.
- Se dará crédito a los clientes, sólo con la aprobación del encargado o del gestor.
- He leído y comprendido esta política

### **13.9. Atracos**

Los atracos pueden suponer un grave peligro para los empleados y causar además una pérdida de caja en la Estación de Servicio. Para prevenirlos, tienen que seguirse los siguientes puntos:

- Reducir el dinero en la caja registradora a los límites establecidos tan a menudo como sea necesario.
- Guardar el dinero en la caja Fuerte.
- Realizar diariamente el depósito de dinero en el banco.
- No contar el dinero delante de los clientes.
- Asegurarse de que no hay visibilidad desde el exterior cuando se cuenta el dinero.
- No permitir que los clientes utilicen las puertas de seguridad.
- No permitir a nadie que no trabaje en la Estación estar detrás de la caja registradora.
- Tener una adecuada iluminación interior y exterior.
- Si no hay un servicio de recogida de fondos por un banco, variar la ruta y la hora diariamente al ir al banco.

#### **13.9.1. Si hay un atraco**

Manténgase en calma. Haga exactamente lo que el atracador le pida.

No trate de hacerse el "héroe".

No realice movimientos bruscos. Explique al atracador lo que va a hacer antes de moverse.

Si hay otro empleado en la Estación y no es visible para el atracador, hágale notar la presencia del mismo, de forma que no asuste al atracador cuando aparezca.

Memorice cuantos detalles pueda M atracador: pelo, cara, vestido, altura, color de los ojos, etc.

Una vez que el atracador se ha marchado:

- Llame a la policía.
- Pida a algún testigo que se quede en la Estación para hablar con la policía.
- Escriba inmediatamente todos los detalles que recuerde.
- Contacte con Shell. Siga el procedimiento que se encuentra en la Guía de Emergencias de la Estación de Servicio.

Pelo (color / corte)		Sombrero (color / tipo)		
Ojos (color)		Tez (color / aspecto)		
Gafas (forma / color)				
Tatuajes		Corbata		
Anillos		Camisa		
Reloj		Chaqueta		
Cicatrices / Marcas		Pantalones		
		Zapatos		
Altura	Complexión	Raza	Sexo	Edad
 Revolver		 Semi-automática		<input type="checkbox"/> Revolver <input type="checkbox"/> Pistola <input type="checkbox"/> Escopeta <input type="checkbox"/> Rifle <input type="checkbox"/> Cuchillo <input type="checkbox"/> Otro: _____ Color del metal: _____ Longitud del cañón: _____ Tipo de empuñadura: _____
¿Estaba el arma montada?		¿Con que mano la sostenía?		

### **13.10. Robos**

Para prevenir los robos en las Estaciones que no operan 24 horas conviene seguir los siguientes procedimientos:

- Asegurarse de que no queda nadie en la Estación al cerrar. Revisar todos los cuartos y los aseos.
- Dejar encendida una luz interior y exterior.
- Cerrar todas las puertas traseras.
- Poner la alarma.
- Cerrar la puerta principal de la tienda.
- Controlar a los empleados que tienen llaves de la tienda.
- Si cambia el encargado, o se despide a algún empleado que tenga llaves, cambiar las cerraduras.

#### **13.10.1. En caso de robo**

- Notificarlo a la policía,
- Notificarlo a Shell,
- Realizar un inventario para saber la cantidad robada,
- Notificar a la compañía aseguradora.

## **14. Control de Inventarios y Gestión de Stocks en Comercios**

---

- 14.1. Nivel de stocks
- 14.2. Necesidad de hacer inventario
- 14.3. Estándares y procedimientos de realización de inventarios
  - 14.3.1. Periodicidad
  - 14.3.2. Preparación de un inventario
  - 14.3.3. Organización U trabajo
  - 14.3.4. Antes del conteo
  - 14.3.5. Realización del conteo físico
  - 14.3.6. Después del conteo
- 14.4. Indicadores de diferencias de inventario (Alarmas)
  - 14.4.1. Del análisis de las 13 semanas
  - 14.4.2. Del análisis de tendencias
- 14.5. Procedimientos de control de las pérdidas de inventario
- 14.6. Informe de pérdidas de inventario
- 14.7. Inventario permanente
- 14.8. Entrados y salidas por traspaso
- 14.9. Productos perecederos
  - 14.9.1. Control de productos perecederos
- 14.10. Autoventa
- 14.11. Algunos consejos prácticos

### **14.1. Nivel de stocks**

Es muy importante que haya un nivel de existencias suficiente, que no sea tan bajo que:

- Se produzca una rotura de stock.
- Las estanterías estén vacías e influyan negativamente en las ventas globales de la tienda.

Por otra parte el valor de las existencias no debe ser tan alto que amenace la rentabilidad de la Estación con:

- Artículos de una baja rotación.
- Un elevado nivel de existencias, aunque los artículos tengan salida.

Por lo tanto, se tiene que mantener un nivel de inventario acorde con la disposición de la tienda y las ventas que realiza.

Como regla general:

Debemos tener existencias de todos los artículos que nos demandan con una mínima regularidad.

- Las existencias deben ser superiores al stock de seguridad.

- No debemos sobrepasar el stock máximo, salvo en casos de promociones o compras de lotes económicos.

En estos últimos casos debemos tener en cuenta los diferentes costes que están implícitos en la compra, el plazo estimado para la venta y la adecuación de las necesidades de tesorería.

El stock en su conjunto y cada referencia en particular, deben tener la mayor rotación posible.

#### **14.2. Necesidad de hacer inventario**

Normalmente usted trabaja con unos datos sobre las existencias que podemos considerar existencias teóricas.

Es necesario contrastar estas existencias realizando un inventario físico que nos dará las existencias reales.

Distinguiremos dos tipos de inventario:

- De revisión continua, para los artículos clasificados A y
- De revisión periódica.

Es conveniente realizar éste último inventario mensualmente. En el caso de que esto sea imposible, realice un muestreo de los artículos:

- De mayor rotación.
- De mayor precio.
- Que tienen un stock muy ajustado.
- Que pueden o suelen ser objeto de robos.

Como mínimo realice un inventario completo cada trimestre. No obstante, es importante realizar un inventario por importancia de los artículos. El método a utilizar es el ABC de artículos.

Determine los artículos o familias pertenecientes a cada clase y realice inventarios con la periodicidad adecuada a cada una de ellas.

Los artículos de Clase A o de revisión continua serán controlados con la hoja "Control Permanente de Inventario" que se explicará más adelante.

No olvide que por imperativo legal se debe hacer un inventario a 31 de Diciembre de cada ejercicio.

#### **14.3. Estándares y procedimientos de realización de inventarios.**

la realización de un inventario físico no recuperará la mercancía que se ha perdido debido a robo de empleados, robo de proveedores, robo de clientes, o errores de empleados,

Sin embargo, la realización de un inventario físico identificará un problema de pérdidas de inventario, de forma que pueda tomarse una acción correctiva para prevenir pérdidas futuras.

Un nivel aceptable de pérdidas de inventario estaría entre un 1 % y un 1,5% de las ventas.

Si no se mantiene un programa periódico de realización de inventarios y un sistema de gestión

de inventarios, las pérdidas potenciales debidas al robo y a los errores son financieramente desastrosas.

Realizar un inventario físico consiste en contar físicamente toda la mercancía que hay en la tienda y el almacén, valorándola a precio de venta. Comparar el total con el valor contable a precio de venta. La diferencia entre el valor teórico y el valor del inventario físico es la cantidad de inventario sobrante o faltante.

#### **14.3.1. Periodicidad**

Hace falta realizar un inventario inicial en la apertura de la tienda y posteriormente realizar un inventario físico una vez al mes,

Detectados y corregidos en lo posible las anomalías observadas y cuando hayan transcurrido al menos tres meses desde la apertura de la tienda, puede pasarse a un inventario trimestral, excluidos los artículos de clase A y B. (Ver el Cuaderno dedicado a la Gestión de Compras).

Adicionalmente, hay que realizar inventarios físicos cuando se cambia de encargado, cuando un empleado problemático deja de trabajar para nosotros, después de un robo, o cuando los Informes de Tendencia y/o Actividad indiquen un problema potencial de diferencias de inventario.0

#### **14.3.2. Preparación de un inventario**

- Determine con antelación la fecha de realización M inventario.
- Considere el horario más conveniente para realizarlo.
- Cree equipos de trabajo con los empleados. Cada uno formado por dos personas.
- Subdivida el inventario por familias o zonas y haga que cada equipo se ocupe de una.
- Asegurese que el almacén está bien organizado y todos los artículos a la vista.
- Controle la salida de artículos, mientras se inventaría.
- Saque un listado de artículos por familia y anote en él las existencias reales.
- Compruebe que los precios están actualizados.

#### **14.3.3. Organización del trabajo**

- Organice el trabajo por equipos y zonas, con la suficiente antelación.
- Cada equipo de trabajo se ocupa de una familia de artículos o una zona de la tienda o el almacén. No deben coincidir dos equipos en una zona.
- Cada equipo organiza las estanterías que va a inventariar. Un miembro "cuenta" referencias y cantidades, el otro anota en la Hoja de Inventario las existencias.
- Audite el trabajo de los equipos.

- A medida que se termina cada partida de inventario, introduzca los datos en el ordenador.
- Registre las diferencias de inventario.
- Valore cada una de las partidas.
- Imprima un listado de inventario valorado.
- Valore las diferencias de inventario.
- Contabilice existencias y diferencias de inventario, investigue las causas de estas diferencias.

Veamos a continuación todas las fases y actividades para la realización del inventario.

#### **14.3.4. Antes del conteo**

- Introducir en el ordenador todos los albaranes, aumentos de precios, disminuciones de precios, mercancía en mal estado y mercancía empleada en tienda.
- Colocar bien la mercancía para contar con exactitud.
- Identificar cualquier mercancía oculta cargada contra el inventario.
- Si se produce cualquier entrega de producto durante el conteo, no colocarla hasta que el conteo finalice.
- No se deben admitir entregas durante un inventario, pero a veces esto no se puede evitar. Recordar que no se debe incluir la mercancía entregada o el albarán en el inventario.
- Si se introduce el conteo de los artículos en el ordenador, este nos dará la valoración del stock a precio de venta y/o precio de coste, asegurarse de que los precios en el ordenador son correctos.
- Si el sistema informático genera una Hoja de Conteo, obtener los informes correspondientes del sistema.
- Si el sistema no ofrece una Hoja de Conteo, utilizar la Hoja de Conteo contenida en este Cuaderno.

#### **14.3.5. Realización m conteo físico**

Si el sistema informática que se utiliza tiene el sistema de valoración de stocks a precio de venta, sumar al stock contable la mitad de las ventas efectuadas durante el conteo, y para calcular automáticamente el valor M inventario contable y los resultados del inventario hacer lo siguiente:

- Contar todos los artículos en la tienda siguiendo la Hoja de Conteo generada por el ordenador.
- Asegurarse de que se han contado todos los artículos M almacén.
- Después de contar, introducir los artículos en el ordenador, y calcular el valor M inventario físico.



Si el sistema informática no dispone de un sistema de valoración de stocks, sumar la mitad de las ventas realizadas durante el inventario y para calcular automáticamente el valor del inventario contable y el resultado M inventario físico hacer lo siguiente:

- Anotar la cifra de inventario inicial.
- Anotar cualquier albarán y ventas que no estén incluidas en la cifra de inventario inicial.
- Anotar la fecha y hora de inicio del inventario.
- Anotar las lecturas de la caja registradora antes de empezar el inventario.
- Realizar un arqueo de caja antes de empezar el inventario.
- Asegurarse de contar las secciones de la tienda exactamente igual en cada inventario.
- Contar la mercancía en tienda por secciones.

Esto permite realizar comparaciones por secciones con inventarios previos y ayuda a identificar las secciones que se hayan podido contar mal.

Una vez finalizado el conteo, anotar las lecturas de la caja registradora y calcular las ventas realizadas durante el conteo.

Sumar la mitad de las ventas realizadas durante el conteo físico al inventario contable. la cantidad resultante es el inventario teórico, o inventario en libros.

Totalizar el inventario físico. Esta es la cantidad de inventario real.

La diferencia entre el inventario teórico y el inventario real es la diferencia d inventario (Positiva o Negativa).

#### **14.3.6. Después m conteo**

Revisar el conteo para asegurarse de que se han contado todos los artículos.

Comparar el conteo por secciones con el de inventarios previos.

Analizar la cifra del inventario contable para asegurarse de que todas las facturas cambios de precios, mercancía en mal estado y empleada en tienda, y las cifras de ventas se han calculado correctamente.

La realización de un inventario físico, supone algo más que realizar una regularización entre las cifras contables y las cifras reales. Debe de incluir un informe del estado operacional de la tienda.

Junto con la realización del inventario, hacer también el Informe de Pérdidas de Inventario que se incluye en esta sección del Cuaderno.

#### **Ejemplo:**

A continuación se explica como realizar el ajuste de un inventario en el que se obtuvieron unas pérdidas por diferencia de inventario de 50.000 Pts. a P.V.P.

Porcentaje de Conversión a Coste = 72,9%

Pérdida de Inventario a P.V.P.= 50.000 Pts.

Pérdida de Inventario a Coste =  $(50.000 \times 0,729) = 36.450$  Pts.

COSTE

<b>Inventario Inicial</b>	<b>P.V.P.</b>
2.916.000	4.000.000
Ajuste de Inventario	36.450 50.000
Inventario Final	
2.879.550	3.950.000

#### **14.4. Indicadores de diferencias de inventario (Alarmas)**

Veamos a continuación algunos indicadores que deben disparar alarmas y analizar las causas para a continuación poner remedio a las mismas.

##### **14.4.1. W análisis de las 13 semanas**

Las compras exceden a las ventas durante dos semanas consecutivas

Sí las compras a P.V.P. exceden a las ventas durante dos semanas consecutivas, sin existir una razón que lo justifique (compras de artículos en promoción, grandes compras por no tener buenos procedimientos de pedido, en cuyo caso la tienda tendría un exceso de stocks, etc.) entonces, es muy probable que exista una pérdida de inventario.

Si una tienda tiene que comprar más de lo que vende para mantener el mismo nivel de inventario, esto indica que la causa de necesitar unas mayores compras es el robo.

Cuando se da esta situación, hay que realizar inmediatamente un inventario físico.

Disminución inusual de ventas

Una disminución de las ventas en un 10% o más que no pueda explicarse, indica que un empleado no está registrando las ventas en la caja registradora (está operando con el cajón abierto), y que por tanto existe una pérdida de inventario.

##### **14.4.2. Del análisis de tendencias**

Disminución anormal por turno de las ventas, el número de clientes y la compra media por cliente.

- Aumento de las No-Ventas.
- Cambios en el comportamiento de un empleado:
- Desarrolla hábitos de trabajo pobres.
- Argumenta y está a la defensiva cuando se le pregunta sobre el desarrollo su trabajo.
- Permite que sus familiares y amigos deambulen por la tienda o estén detrás del mostrador de caja.
- Llegan a deber dinero.
- Toman drogas.
- Beben mucho.

La comunicación con los empleados y el conocimiento de sus actitudes hacia él

trabajo, son esenciales para controlar el robo.

Un empleado motivado es menos propenso a robar que uno insatisfecho.

#### **14.5. Procedimientos de control de las pérdidas de inventario**

Si una tienda tiene unas diferencias de inventario superiores al 2% de las ventas en un periodo de 30 días, deberán ponerse en práctica los siguientes procedimientos:

Utilizar el Análisis de Tendencia para analizar cada turno de trabajo.

Buscar descensos de ventas anormales, descensos en el número de clientes, y aumento de las No Ventas en comparación con las semanas anteriores para cada turno de trabajo.

Mantener una reunión con el personal explicándoles que ha habido una pérdida de inventario y que deben concentrarse en seguir todos los procedimientos de control de caja y control de inventario, así como los de recepción de mercancía.

Pedir a los empleados sus comentarios y sugerencias. Hacer del control de inventario un esfuerzo de equipo. Motive a los empleados, fije una cuantía en base a mantener las diferencias en torno al  $1\% \pm 0,5\%$ .

Revisar el formato de control de caja e inventario que cada empleado firma y verificar que todos ellos las han entendido. (Ver punto 1.8.)

Volver a entrenar, si es necesario, a todos los empleados en los procedimientos de recepción de mercancía.

¿ Hay algún empleado que haya empezado a trabajar durante el periodo en el que han ocurrido las pérdidas de inventario?. Si es así, darle entrenamiento adicional.

Mantener un conteo de seguridad por turno de trabajo en cigarrillos, licores, gafas de sol, etc. Incluir estos artículos en la Hoja de Control Permanente de Inventarios.

Realizar un inventario físico de la tienda cada dos semanas hasta que el problema se corrija.

Tomar acciones disciplinarias contra cualquier empleado que no siga las normas. La tolerancia con un empleado que roba es un mal ejemplo para el resto de los empleados que pueden relajarse en el desempeño de sus funciones.

Confeccionar el Informe de Pérdidas de Inventario.

#### **14.6. Informe de pérdidas de inventario**

Realice un Informe de Pérdidas de Inventario siempre que las diferencias excedan la cantidad permitida.

Haga un seguimiento comparando:

- Últimos tres inventarios,
- Antigüedad M personal de la Estación,
- Empleados que tienen llaves,
- Discrepancias entre compras y ventas y coincidencias en turnos específicos o con ciertos empleados.

En la página siguiente se encuentra el modelo de este documento.

<b>Informe de Pérdidas de Inventario</b>		
Este informe debe hacerse después de una pérdida de inventario que exceda la cantidad permitida		
Tienda:	Fecha de inventario:	
<b>Últimos tres inventarios</b>		
Fecha:	Fecha:	Fecha:
<b>Antigüedad del personal de la Estación</b>		
<b>Empleados que tienen llaves de la Estación</b>		
Ventas desde el último inventario		
Compras desde el último inventario		
Número de días con un descenso en las ventas superior al 10%		
¿En que turno se produce el mayor descenso en las ventas?		
¿Quién trabajó en el turno?		
¿Inventario contable verificado?	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
¿Cuento físico revisado?	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
<b>Discrepancias encontradas</b>		
<b>Acciones a emprender</b>		

### 14.7. Inventario permanente

Algunos artículos que se consideran dentro de la clase A en una clasificación ABC, deben tener un inventario permanente y un control y seguimiento diario.

Esta situación es semejante a la que se da con los carburantes y podemos decir que se trata de una gestión por nivel de importancia.

Para llevar un inventario permanente es necesario:

- Determinar los artículos que necesitan este tratamiento (ABC).
- Utilizar la hoja diseñada al efecto y que se describe en la página siguiente.
- Las salidas son registradas durante el turno en la Hoja de Inventario Permanente.

Al finalizar el turno, el empleado del turno entrante revisa las existencias para conciliarlas con los datos que ha puesto en la Hoja el Turno saliente.

**Documento :**

## Propósito

El sistema es sencillo:

Una vez confeccionada la lista se le entrega al responsable de cada turno,

Este rellenará las cantidades correspondientes a entradas, salidas y existencias finales (teóricas).

El turno entrante verificará las existencias teóricas haciendo un recuento, antes de empezar su turno y en presencia del responsable del turno anterior.

Las diferencias (faltas) se anotarán como incidencias del turno saliente que será responsable de ellas.

Este ciclo se repetirá una y otra vez de modo que, el turno entrante controla al turno saliente, el turno saliente se hace responsable de sus diferencias.

Nota: Para que el sistema sea eficaz, algunas referencias de artículos se irán cambiando como ya se ha indicado.

Los empleados además de responsabilizarse de ésta tarea, conviene que estén motivados, estudie la posibilidad de un incentivo. Esto siempre será más económico que las mermas de producto y además los empleados velarán por unos intereses que de esta forma son comunes a los de usted.

**Como se realiza**

Nº	Nombre	Descripción
1	Estación	Nombre de la Estación de Servicio.
2	Fecha	Día, mes y año en que se realiza el inventario.
3	Turno	Indicar: Mañana, Tarde o Noche (M, T, N).
4	Código	Código asignado al producto.
5	Descripción	Nombre del producto.
6	Existencias	Cantidad de artículos del producto en el momento de iniciarse el turno de trabajo.
7	Entradas	Cantidad de artículos del producto recibidos durante el turno de trabajo.
8	Salidas	Cantidad de artículos del producto vendidos.
9	Teórica	Cantidad de artículos del producto que debiera haber. Es el resultado de Existencias Iniciales + Entradas - Salidas.
10	Real	Cantidad de artículos del producto al final del turno, esto es producto de un inventario.
11	D.Inventario	Resultado de la casilla 9 (Real).menos la casilla 10 (Teórica)
12	COMPRA	Precio de compra unitario del producto.
13	V.Diferencia	Valor de la Diferencia. Resultado de la casilla 11 (Inventario) multiplicada por la casilla 12 (Precio Compra).
14	Revisado por	Firma del responsable que revisa la hoja.
15	TOTALES	Unidades, resultado de sumar todas las casillas 11 (D. Inventario).
16	TOTALES	Importe, resultado de sumar todas las casillas 13 (Valor de la Diferencia).

## **14.8. Entrados y salidas por traspaso**

En los casos en que hay más de una tienda o bien, una tienda y un servicio de engrase, se producen traspasos e artículos e unos puntos e venta a otros.

Si los puntos de venta pertenecen a diferentes sociedades o empresas, procede realizar una factura. Puede ser hecha a partir del documento de traspaso, que en este caso, haría la función de un albarán.

Cuando son dos márgenes, el taller/engrase de una Estación o entre Estaciones de una misma empresa, procede realizar:



Documento .....  
Entrados y Salidas por Traspaso.  
Código de Doc : P5 Periodicidad: Puntual.  
A cumplimentar por:  
Enviar / Archivar :  
Propósito  
Responsable del Turno.  
Archivar en Origen y Destino.

Registrar los traspaso entre Estaciones o entre la Tienda y el Taller/Engrase. Así, se anota una salida de almacén en la tienda de origen y en el almacén o lugar de destino.

Se firma por ambas partes el documento y posteriormente, se valida por el Gestor que procede a hacer los correspondientes asientos de almacén y, si procede, de contabilidad.

### **Como se realiza**

#### **W Descripción**

- 1 E/S Origen: Estación de Servicio desde donde son traspasadas las mercancías.
- 2 Fecha Día, mes y año de la operación.
- 3 E/S Destino: Estación de Servicio hasta donde son traspasadas las mercancías.  
Utilizar en caso de numerar ésta hoja o en el supuesto de que se desee
- 4 Documento usar la misma como albarán, para posteriormente facturar, caso de estaciones pertenecientes a diferentes empresas.
- 5 Código Código asignado al producto.
- 6 Producto Nombre M producto.
- 7 Unidades Cantidad de artículos del producto.
- 8 Importe Resultado de multiplicar el precio unitario del producto por la casilla 3 (Unidades).
- 9 Observaciones Indicado para apuntar cualquier comentario.
- 10 TOTALES Indicar el total de unidades que se traspasan.
- 11 TOTALES Importe total al que asciende los productos traspasados.
- 12 Autorizado Nombre de la persona que autoriza la operación.
- 13 Recibí Firma de la persona que recibe la mercancía en la E.S. de destino.

### **14.9. Productos perecederos**

Todos aquellos productos con fecha de caducidad se denominan perecederos, es conveniente fijar también un stock máximo.

Además, es preciso controlar diariamente las fechas de caducidad.

La forma más cómoda de gestionar estos artículos es comprando a proveedores con régimen de autoventa.

#### **14.9.1. Control de productos perecederos**

El margen y la gran rotación de estos productos los convierten en una categoría importante en las tiendas de conveniencia. Realice el control de stocks e inventario siguiendo las reglas siguientes:

#### **Importante:**



- Control diario de stock.
- Chequeo de Fechas de caducidad.
- Devolución a proveedores de los productos posibles.
- Promoción de los que no puedan ser devueltos.

En caso de duda, desecharlo.

Reducir pedidos, es preferible a tener pérdidas.

Un producto caducado puede producir problemas al cliente que lo compró y como consecuencia de una denuncia ante el organismo de sanidad o consumo, llegar a producir el cierre de la tienda.

#### **14.10. Autoventa**

Los artículos perecederos son comercializados frecuentemente con sistemas de autoventa.

En este caso, el vendedor del proveedor hace simultáneamente las siguientes operaciones:

- Venta de productos de nueva incorporación en su catálogo.
- Venta de los productos que consumimos habitualmente.
- Recogida de los artículos caducados o próximos a caducar.
- Entrega sobre la marcha de las referencias que necesitamos.
- Ocasionalmente, ayuda a reponer los artículos en la estantería.
- Genera el albarán de suministro.

En cada una de estas tareas debemos colaborar estrechamente, de este modo uniremos a una forma ágil de pedido, un adecuado control.

Realizado de esta forma, el sistema de autoventa presenta grandes ventajas y facilidades para la gestión de stocks. (Ver el Cuaderno "Control de Caja y Diferencia de Inventarios").

#### **Algunos consejos prácticos**

- Use las Hojas de Inventario Permanente para aquellos artículos de mayor rotación.
- No permita que los vendedores le hagan el pedido.
- Cuando exista un nivel importante de confianza en el proveedor te puede facilitar el trabajo, pero siempre bajo su supervisión.
- Cuando trabaje por primera vez un artículo, desconfíe de frases como "se vende mucho", "te lo quitarán de las manos", sea prudente y pida menos o asegúrese que le recogerán la mercancía si no tiene una adecuado salida.
- Cuidado con algunas promociones. Un artículo barato, inmovilizado más de lo debido, se convierte en un artículo caro.
- Minimice el número de proveedores con los que trabaja. Cuantos más proveedores más trabajo para usted y además aleja las posibilidades de descuentos o "rappelés".
- Compruebe los pedidos tan pronto los reciba, informe rápidamente a su proveedor si hubiera incidencias.
- Establezca un ABC de artículos.

- En artículos de Clase A utilice Hojas de Inventario Permanente.
- Compruebe los pedidos a la recepción.
- Deje constancia de los errores.
- Utilice la Hoja de Abonos cuando haya Devoluciones.

## **15. Producción y mantenimiento de equipos e instalaciones.**

---

15.1. Introducción.

15.2. Tipos de mantenimiento.

15.3. La organización del mantenimiento.

15.3.1. Componentes del sistema de organización.

15.3.2. Circuitos de mantenimiento.

15.3.2.1. Circuito de mantenimiento correctivo.

15.3.2.3. Circuito de mantenimiento preventivo.

15.3.3. La informática en el mantenimiento.

15.4. Los costes del mantenimiento.

### **15.1. 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.

## **15.2. 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.

#### 15.3. 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.

### **15.3.1. 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:

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

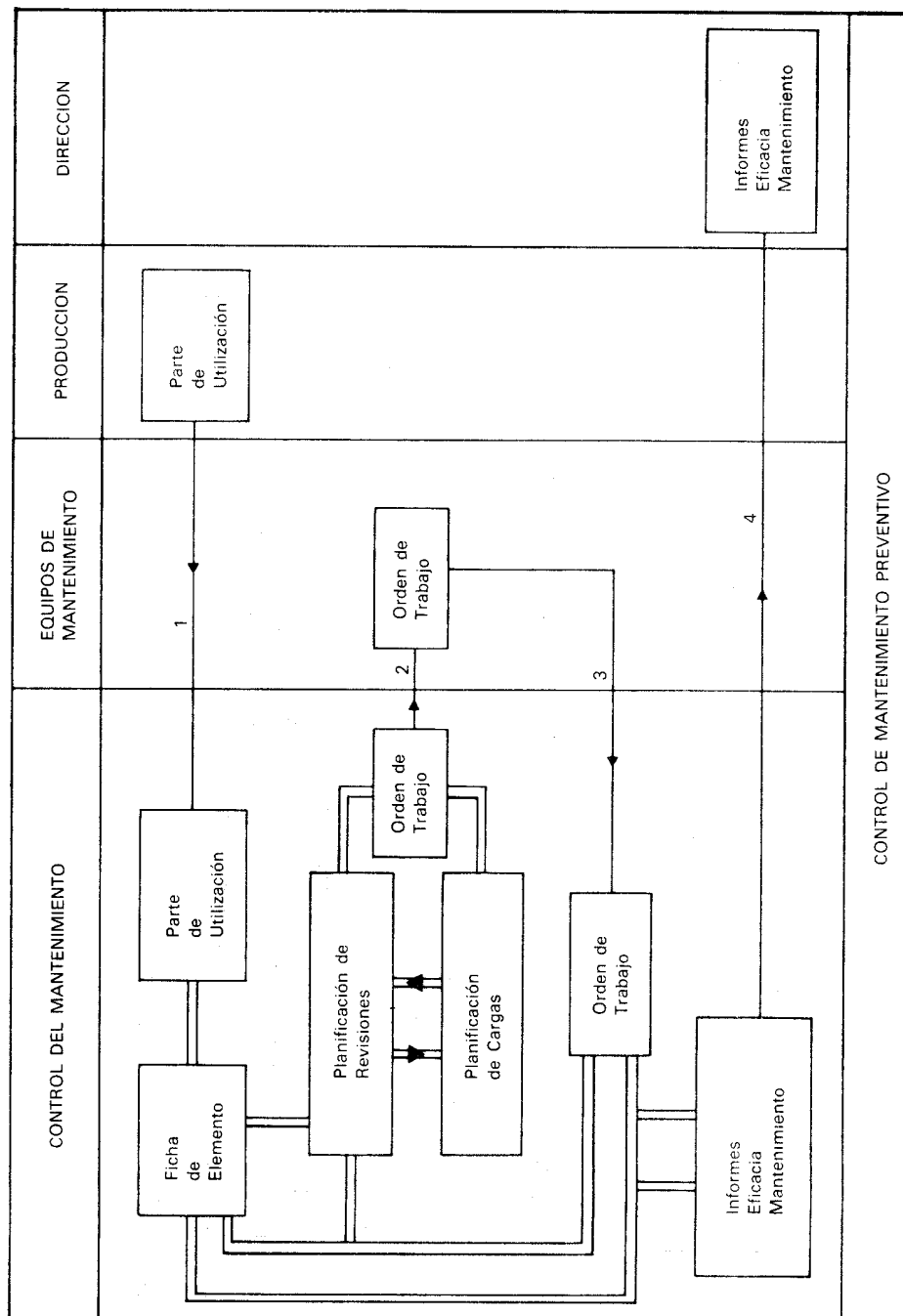




1. Averías y horas de paro por averías.
2. Horas de funcionamiento de las máquinas.
3. Planificación y cumplimentación de revisiones.

### 15.3.2.2. 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.

### **15.3.3. 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.

### **15.4. 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,

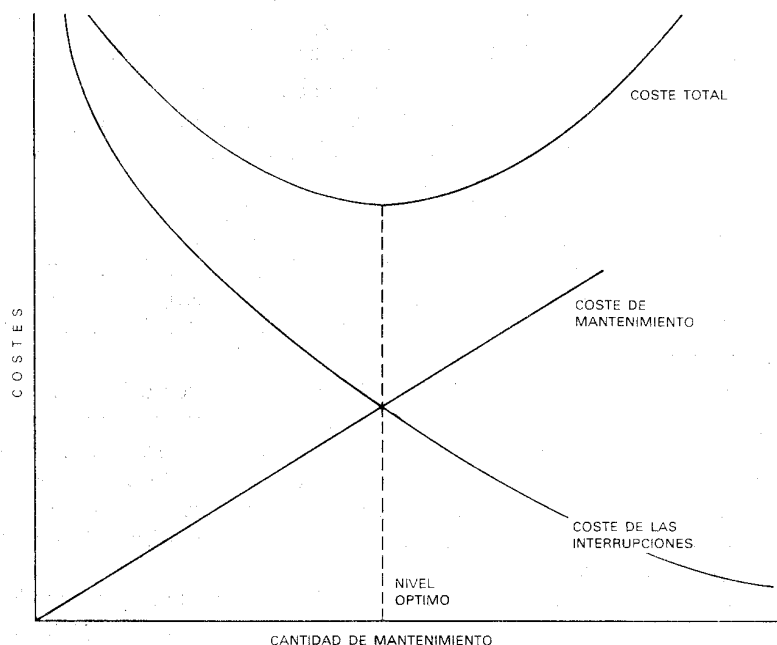
etc.

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.

## 16. Calidad.

---

- 16.1. Calidad en Logística
- 16.2. Calidad en Aprovisionamientos
- 16.3. Calidad en Producción.

### 16.1. Calidad en Logística

- 16.1.1. Planificación, servicios y documentación.
- 16.1.2. Identificación y trazabilidad de los productos.
- 16.1.3. Exigencias de calidad de la ISO 9001.
- 16.1.4. Exigencias de calidad de la ISO 9004.

#### 16.1.1. Planificación, servicios y documentación.

La planificación de las actividades del proceso empresarial es fundamental para asegurar unos costes adecuados, una optimización de las instalaciones y un adecuado cumplimiento de plazos de entrega a clientes.

El planificador debe tratar de equilibrar unos stocks mínimos con la disponibilidad de producir y entregar bienes. Para ello debe existir una conexión entre las ventas, la producción y las compras.

Si bien las teorías de gestión japonesas han apostado por los stocks cero, en la práctica en Europa esto no pasa de ser hoy en día casi una utopía. Es por eso que es mejor ser menos ambiciosos y asumir la necesidad de unos stocks mínimos.

El planificador deberá definir:

- a) **Stocks mínimos de materia prima**, considerando el histórico de ventas/producción de la empresa, ya que pocas empresas tienen un nivel de ocupación regular a lo largo del año.
- b) **Los puntos mínimos de pedido**, es decir, aquel punto por debajo del cual se genera automáticamente una orden de compra (aunque dicha orden deba ser posteriormente aprobada). Se tendrá en consideración también el periodo medio de servicio de los proveedores.
- c) **Las cantidades estándar de pedido**, asociadas a los puntos mínimos de pedido.
- d) **Los stocks mínimos de producto terminado**, con las mismas consideraciones que las indicadas en el apartado a).

Así mismo debe conocer cuál es la capacidad de producción (en unidades por unidad de tiempo) y la flexibilidad de la programación de producción.

Debe definirse el tiempo óptimo de servicio, que sirva a los comerciales para poder revisar los pedidos de los clientes. El planificador jugará con sus stocks y su capacidad de producción, en relación a las ventas realizadas y a las históricas.

Los programas de producción y las previsiones a corto y largo de las ventas deben tener la máxima difusión posible entre los responsables, así como debe estar previsto la comunicación de las modificaciones de las previsiones, especialmente de la planificación de la producción.

Especialmente crítica es esta planificación y previsión en empresas que fabrican con relativa frecuencia nuevos productos o adaptaciones de productos preexistentes.

### **16.1.2. Identificación y trazabilidad de los productos.**

La identificación (física sobre el producto o por otros medios indirectos alternativos) suele ser totalmente necesaria sobre el producto terminado y puede ser más o menos necesaria o importante sobre las materias primas/materiales, desde su entrada en fábrica hasta la incorporación al proceso de producción o incluso una vez incorporados al producto final o a productos semielaborados.

Si todos los requisitos de la norma deben ser analizados y particularizados muy específicamente para cada tipo de producto y para cada empresa, este requisito es de los que más necesidad tienen de particularización a cada caso concreto, puesto que exigencias desmedidas en este tema pueden complicar y encarecer significativa e innecesariamente el producto, mientras que exigencias demasiado pequeñas podrían ser insuficientes para prevenir ciertos problemas de calidad que se podrían derivar. Por eso la norma insiste en este apartado en frases del tipo de "cuando se estime oportuno ..." y "en la medida en que ... sea un requisito especificado ...".

Pese a lo anteriormente dicho consideramos en que el caso particular de la industria de la alimentación existen una serie de condicionantes técnicos y legales que obligan al desarrollo claro de este apartado.

#### **Factores**

La identificación, de forma independiente del sector, sobre materias primas/materiales y productos terminados será más o menos necesaria y con una mayor o menor amplitud dependiendo en cada caso de la importancia que puedan tener los tres factores siguientes:

- a. **Requisitos del cliente en cuanto a identificación del producto terminado**, para facilitar su utilización o por cualquier otra posible razón.

Pensemos en la necesidad de instrucciones claras en los platos precocinados o en las de manejo de electrodomésticos.

Los requisitos del cliente podrían ser de aplicación, en ocasiones, no sólo al producto terminado sino también a determinadas materias primas y materiales. El cliente puede querer asegurarse que se utiliza una determinada materia prima en la fabricación de su producto, por ejemplo un determinado componente electrónico en un autómata.

- b. **Prevención de errores**, en la utilización en el proceso de producción o en la entrega a clientes de elementos similares pero distintos, que no se puedan diferenciar fácilmente por su propio aspecto físico o por otros factores determinantes. Por ejemplo los compuestos químicos de aspecto semejante o medicamentos que sólo se diferencian en la concentración del principio activo.
- c. **Necesidad de tener correlacionado cada elemento con los registros de las inspecciones**, ensayos y controles que haya pasado, y con cualquier otra documentación descriptiva del mismo (trazabilidad), con objeto de poder analizar adecuadamente cualquier problema que dicho elemento pueda tener en cualquier fase del suministro, y poder así llegar a las causas del problema con una información suficiente, por ejemplo bebidas refrescantes con y sin azúcar; voltajes en equipos eléctricos, etc.

#### **Identificación del producto**

En cuanto a la identificación del producto acabado (etiquetado en general), es una exigencia reglamentaria (Ley General de Etiquetado más otros reglamentos secundarios) en el sector de cara a no confundir un producto con otro y definir sus características para información del cliente/consumidor, información a la que tiene derecho por ley.

Respecto a la identificación de las materias primas y materiales, no es necesaria una identificación suplementaria a la intrínseca de cada uno de ellos (la suministrada por el proveedor), excepto para las materias primas y materiales que no llevan ningún tipo de identificación del suministrador. En ocasiones, las materias primas son suministradas a granel (ej.: envasadores de aceite) por lo que la identificación más apropiada se realizará mediante una ubicación adecuada en silos, contenedores, etc., donde se indique el producto almacenado en cuestión, de tal manera que mediante registros se pueda conocer el proveedor, la fecha de recepción y sus controles, etc.

Debe considerarse también la identificación de los productos intermedios (bandejas, carros, tanques, etc., todos ellos soportando productos intermedios). Estos productos deben estar identificados, deben reflejar su estado de inspección y ensayo, así como cualquier tipo de limitación (como tiempos de espera, etc.). Esta identificación se realiza normalmente mediante carteles, pero también es válido el uso de códigos numéricos o códigos de barras.

### **Trazabilidad**

Una trazabilidad insuficiente o inadecuada podría convertir en ineficaz cualquier sistema de acciones correctoras en su objetivo de prevenir los problemas de calidad mediante la eliminación o atenuación de las causas que los producen.

Debido a todas las consideraciones realizadas anteriormente acerca del sistema de identificación descrito, es difícil establecer, en algunos casos, una trazabilidad directa o indirecta entre los productos terminados y las materias primas y materiales utilizados en su fabricación. Es decir, en ocasiones no es posible correlacionar con precisión las materias primas, materiales y productos con los registros que los definen, que aportan resultados de controles a que han sido sometidos, con la fecha de recepción de los productos, con el proveedor, con las máquinas que han sido utilizados, con los operarios que han intervenido en su fabricación, etc.

Cuando no se puede establecer una trazabilidad exhaustiva, se refuerza la conveniencia de unos controles muy estrictos con registro de resultados e incidencias observadas.

Siempre que sea posible el alcance de la trazabilidad debe ir desde los lotes entregados por los proveedores hasta los productos terminados. En general esta trazabilidad se consigue desde el número de lote, el cual de una manera más o menos directa nos proporciona información sobre la fecha y el turno de producción. Debe estar documentada la forma en que se conocen estos datos a partir del número de lote. Con los datos cronológicos se debe poder investigar cuáles fueron las inspecciones realizadas y las materias primas que se utilizaron, para ello deben registrarse los datos suficientes en los registros de inspección y control. Si en algún punto existe una inevitable pérdida de trazabilidad ésta debe declararse en los procedimientos correspondientes.

No es necesario llevar la trazabilidad hasta los lotes entregados a los clientes, pero si se dispone de tecnología para hacerlo puede convertirse en una herramienta de seguridad importante. Tan solo el sector farmacéutico y el de las armas de fuego, tienen obligación legal de llevar su trazabilidad hasta el cliente.

#### **16.1.3. Exigencias de calidad de la ISO 9001.**



La ISO 9001 especifica una serie de condiciones en cuanto a la manipulación, almacenamiento, embalaje, conservación y entrega de los artículos:

- **Manipulación.** El suministrador debe proveer métodos de manipulación de los productos para prevenir su daño o deterioro.
- **Almacenamiento.** El suministrador debe utilizar unas áreas o locales de almacenamiento designados para evitar el daño o deterioro de los productos que estén pendientes de uso o entrega. Se deben estipular los métodos apropiados para autorizar la admisión de los productos en estas áreas, o la salida de ellas.

Se debe evaluar, a intervalos apropiados, el estado del producto almacenado para detectar cualquier deterioro del mismo.

- **Embalaje.** El suministrador debe controlar los procesos de envasado, embalaje y marcado (incluidos los materiales utilizados) en la medida que sea necesario para asegurar la conformidad con los requisitos especificados.
- **Conservación.** El suministrador debe aplicar los métodos adecuados para la conservación y separación de los productos mientras dichos productos estén bajo el control del suministrador.
- **Entrega.** El suministrador debe establecer medidas para la protección de la calidad de los productos después de las inspecciones y ensayos finales. Cuando esté especificado contractualmente, esta protección se debe extender hasta la entrega en el destino.

#### **16.1.4. Exigencias de calidad de la ISO 9004.**

Los métodos de limpieza, conservación, y los detalles de embalaje deberían establecerse y mantenerse actualizados mediante procedimientos documentados, incluyendo la eliminación de la humedad, protección acolchada, sujeción, fijación, y empaquetado.

La manipulación del producto requiere una planificación adecuada, un control y un sistema documentado para el producto a la entrada, durante el proceso y al final; aplicándose no sólo hasta la entrega sino hasta que se pone en servicio.

Los métodos de manipulación de producto deberían señalar medios adecuados para la selección y empleo de "paletas", contenedores, cintas transportadoras y vehículos para prevenir daños o deterioros debidos a vibración, abrasión por choque, corrosión, temperatura o cualesquiera otras condiciones que ocurran durante los procesos de producción y entrega.

## **16.2. Calidad en las Compras y subcontrataciones**

### 16.2.1. Introducción

#### 16.2.2. Proveedores de productos tangibles

#### 16.2.3. Proveedores de servicios

#### 16.2.4. Selección de proveedores

- a. Características de servicio asociadas al producto
- b. Características de servicio asociadas al producto
- c. Métodos de selección inicial

#### 16.2.5. Seguimiento de proveedores

#### 16.2.6. Gestión de las compras

#### 16.2.7. Especificaciones y documentos de compras

### **16.2.1. Introducción**

En el ciclo de la calidad participan de un modo intenso los proveedores de la empresas y los productos y servicios que suministran. Parece evidente que va a ser muy difícil, por no decir imposible, suministrar un producto de calidad si no nos abastecemos de materias primas de calidad. La expresión "de calidad" no nos debe llevar, sin embargo, al error de considerar que una compra es de calidad cuando adquirimos lo "mejor" del mercado. Una compra va a ser de calidad cuando se adquiere un elemento con las características que necesitamos y sólo con las que necesitamos ni más ni menos. Ni "menos" porque ello impedirá que el producto final cumpla con sus especificaciones. Ni "más" porque estaremos cargando un sobrecoste innecesario que nos sacará del mercado, por tener un precio más elevado que nuestra competencia.

Por lo tanto, es prioritario que en una empresa con un adecuado sistema de gestión de la calidad, se compre con criterios de "coste" y no con criterios de "precio", no siempre el precio más bajo va a suponer el coste más bajo. Por eso la responsabilidad de las compras debe recaer en personas que, además de una formación adecuada, tengan una visión completa de la empresa y de sus productos.

No debemos caer en el error de considerar tan solo a los proveedores de productos tangibles o materias primas. Cada vez tienen mayor importancia y trascendencia los proveedores de servicios, tanto de servicios auxiliares (por ejemplo limpieza) como en servicios directos (maquilas o servicios de merchandising), especialmente cuando las tendencias de "outsourcing" se imponen con fuerza.

Las normas de gestión de la calidad (familia ISO 9000) exigen al menos dos aspectos con relación a las compras: la adecuada definición y documentación de las mismas y la selección y control de los proveedores.

### **16.2.2. Proveedores de productos tangibles**

Deben someterse a control y seguimiento a aquellos proveedores de productos tangibles (materias primas, materias auxiliares, productos semielaborados, etc.) cuyos suministros se incorporen a un producto terminado, al menos temporalmente.

Destacaremos entre estos proveedores lo siguientes:

- Proveedores de materias primas industriales básicas (harina, cemento, cables, etc.).
- Proveedores de materias primas industriales auxiliares (colorantes, conservantes, estabilizantes, etc.).

- Proveedores de productos intermedios o semielaborados (carburadores en automoción, vino en rama, etc.).
- Proveedores de envases, embalaje y etiquetado
- Proveedores de materias de incorporación temporal al producto (arenas filtrantes, atmósferas de nitrógeno o ácido carbónico).

Otros proveedores de productos tangibles (papel continuo para el ordenador, etc.) no es necesario incluirlos, pero sí puede ser aconsejable hacerlo, si sus suministros son capaces de condicionar de forma grave nuestro proceso. Debe atenderse en este caso a compras que tengan carácter repetitivo, ya que en las compras excepcionales (por ejemplo de maquinaria) más que una evaluación del proveedor, se realiza una evaluación del producto.

### **16.2.3. Proveedores de servicios**

Deben someterse a control a aquellos proveedores de servicios (entendidos estos como todo intangible) que participan en el proceso principal de la empresa. Al igual que en producto tangibles, es posible y en ocasiones aconsejable, someter al control a proveedores de servicios no relacionados directamente con el proceso, pero de gran trascendencia para la empresa (por ejemplo el mantenimiento informático en una empresa transformadora del sector electromecánico).

Debemos entender proceso en su sentido más amplio y no solamente en el meramente productivo, así serán sometidos a control los proveedores de servicios como:

- Transportistas (de materias compradas, si no lo pone el proveedor y especialmente de producto terminado).
- Procesos de maquila, es decir, aquellos a los que subcontratamos una parte de nuestro proceso productivo.
- Servicios de merchandising.
- Empresas de trabajo temporal.
- Profesionales liberales contratados para actividades directamente relacionadas con nuestros procesos.
- Laboratorios o similares relacionados con la inspección y ensayo.

### **16.2.4. Selección de proveedores**

No vamos a discutir la importancia de una buena selección previa de los proveedores, pero no debemos olvidar nunca que es mucho más importante el seguimiento de estos que su aprobación inicial. En un proceso de selección el comportamiento del proveedor puede (y claro está, debe) ser excepcional, pero lo que realmente nos importa en su comportamiento a lo largo del tiempo.

En la selección de proveedores se deben considerar siempre dos aspectos: la calidad de los productos que queremos que nos suministre y la calidad de su servicio (capacidad de respuesta, puntualidad, plazos, servicios de asesoría, etc.). Ambas características son necesarias, sin embargo en muchas ocasiones la segunda queda ocluida por la primera. El criterio "precio" no debe ser considerado en el proceso de selección de los proveedores, este criterio se utilizará posteriormente en la compra, pero no en la selección.

Para poder seleccionar a los proveedores necesitaremos previamente tener definidos y documentados los requisitos de producto y servicio que necesitamos. En estos requisitos no debemos incluir todas las exigencias posibles sino sólo aquellas que van a ser verdaderamente críticas para nuestro proceso. Los "excesos" de prestaciones los pagamos nosotros, no lo olvidemos.

Entre la información que debemos disponer previamente definida, debe estar:

- Características del producto
- Características de servicio asociadas al producto

Antes de abordar los métodos de selección de proveedores, debemos recordar que dicha selección de proveedores debe realizarse por productos o por familias de productos (más aconsejable este último al ser más práctico). Un proveedor puede ser bueno para proporcionar servicios de transporte en cisternas y en cambio ser problemático en el transporte en contenedores. Las familias de productos deben mantener una coherencia, así no debemos considerar como familia los "envases", sino los "envases de vidrio". En el caso de la evaluación por producto este problema de indefinición no se produce, pero el sistema puede ser innecesariamente complicado para muchas empresas.

### **a. Características del producto**

Lo más descriptivas posibles, con una expresión clara de aquellas características objetivas, que nos van a servir para reconocer y utilizar dicho producto. Como ya sabemos, las características medibles deben ir acompañadas de su correspondiente tolerancia. Unas tolerancias innecesariamente estrechas sólo harán que se incrementen los costes directos (del producto en sí) y los indirectos (aumento de no conformidades, costes de examen y disposición, etc.). La forma más adecuada de recoger estos elementos es mediante una Especificación Técnica de Compras (como un documento controlado del sistema de la calidad). En productos de los que no tengamos un conocimiento profundo puede ser útil solicitar una Especificación Técnica de Producto al proveedor y realizar, en su caso, una revisión y aprobación de la misma como un documento externo. Estas especificaciones, internas o externas, nos serán de mucha utilidad, como veremos más adelante, cuando tengamos que emitir los Documentos de Compras.

### **b. Características de servicio asociadas al producto**

Plazos de entrega, formas de entrega, documentación de acompañamiento a la mercancía, etc.

Actuación ante no conformidades de producto o servicio, cuando estas son previamente definibles.

### **c. Métodos de selección inicial**

Existen diferentes metodologías para realizar una selección inicial de proveedores, no se puede decir que unas sean mejores que otras, en cada caso y en función del producto o servicio a suministrar, de la importancia y precio de este, debemos seleccionar un método u otro, el que en cada momento se considere adecuado. Tendremos más posibilidades de éxito si combinamos varios de los métodos que vamos a explicar a continuación.

No debemos olvidar que la evaluación de proveedores es un coste de no calidad (es decir, es un coste que no se produciría si todo el mundo hiciera todo bien) y por lo tanto es necesario graduar su magnitud, la cual debe ser proporcional a los beneficios y/o problemas que se puedan derivar de la aceptación de un determinado proveedor. También debemos considerar el tamaño de nuestra propia empresa, si somos una PYME es prácticamente imposible que utilicemos una auditoría como mecanismo de evaluación de una multinacional, pues esta sencillamente, se negará a ello (eso sin considerar el coste).

Desde el punto de vista de ISO 9000 es necesario conservar registros de la calidad de las actividades de evaluación y selección de los proveedores. Un registro habitual y cómodo es la Lista de proveedores aprobados.

## **Revisión de certificados**

La extensión de los sistemas de la calidad permite establecer o al menos iniciar, relaciones de confianza con nuevos proveedores, en base a la posesión por estos de certificados relativos a sistemas de la calidad. Lo más habitual es disponer de un Registro de Empresa relativo a las normas UNE EN ISO 9001 y 9002. Cuando existe una norma internacional de referencia, podemos seleccionar proveedores que fabrican productos normalizados (lo que en AENOR se conoce como marca "N").

A la hora de valorar un certificado de Registro de Empresa debemos valorar los siguientes aspectos:

- La entidad que lo emite.
- El alcance de actividad que refleja el certificado. Es necesario que el proveedor haya certificado la actividad que realmente nos interesa y además que lo haya hecho completamente y no sólo una parte.
- El alcance geográfico que refleja el certificado (un proveedor puede tener varias fábricas y certificar sólo algunas).
- La validez o caducidad del certificado.
- Con los productos certificados (los marca "N") la cosa es mucho más sencilla, el certificado garantiza que el producto cumple con una norma internacional, sin embargo es necesario hacer al menos una consideración: Apenas hay normas internacionales de producto, con lo que apenas existen productos certificados.

## **Auditoría**

La auditoría, tanto de sistemas de la calidad como de procesos, es una muy eficaz herramienta para evaluar la capacidad de un proveedor, ya que, entre otras cosas, nos permite mantener un íntimo contacto con el subcontratista, con sus instalaciones, con su personal y con sus metodologías. Por contra presenta algunos inconvenientes que pueden ser graves:

- Para auditar de forma adecuada una empresa es necesario conocer suficientemente su producto y su proceso.
- La auditoría puede ser, en muchas ocasiones, un sistema caro, hay que disponer de personal especializado, se producen gastos de viaje y desplazamiento, etc.
- En ocasiones, si el proveedor es más poderoso que nosotros, puede negarse.
- La auditoría puede enfocarse a la evaluación del sistema de la calidad del proveedor, desarrollándose entonces como auditoría interna de sistema más, en la que lógicamente se hará incidencia en aquellos puntos que más nos interesen.

Es más habitual la auditoría de proceso, es decir, investigar los métodos de producción, los criterios de compra de materias primas, los controles que se realizan sobre el proceso, los criterios de aceptación/rechazo, la dotación dedicada a la inspección, los registros utilizados, etc. Es en este caso cuando el conocimiento del proceso del proveedor es más crítico, si carecemos de ese conocimiento no tendremos criterios para realizar dicha evaluación. En ocasiones es factible solicitar al proveedor el envío periódico de ciertos registros de la calidad, como parte de la negociación de compras.

Dada las dificultades de la auditoría es conveniente no definirla como un sistema de evaluación obligatorio, pues es poco realista en la mayoría de los casos considerarlo así, aplicándose entonces cuando las circunstancias lo aconsejen y lo permitan.

### **Análisis de muestras**

El análisis de muestras consiste en solicitar un número pequeño de unidades al proveedor, para someterlas a controles analíticos y/o dimensionales, con el fin de verificar que sus características del material se ajustan a nuestras necesidades. Para ello deben darse dos circunstancias previas:

- Las características deben estar previamente definidas en especificaciones.
- Debemos de disponer de los conocimientos y los medios necesarios para realizar los controles.

Este sistema, más que para la selección del proveedor se utiliza para el conocimiento del mismo. La información proporcionada suele ser insuficiente. Además es lógico pensar que el proveedor nos va a enviar, no unas muestras representativas sino unas muestras totalmente seleccionadas, preparadas, y por lo tanto perfectas (sería tonto no hacerlo así). El análisis de muestras debe complementarse siempre con otro de los métodos de selección, principalmente con el siguiente, la prueba industrial.

### **Prueba industrial**

La prueba industrial se asemeja mucho al mecanismo anterior, pero es más potente. Es aplicable (y aconsejable) cuando no tenemos capacidad de análisis o de control profundos. Consiste en la adquisición de un lote de materias primas, para posteriormente introducirlo en el proceso, controlando su comportamiento y las características del producto final (del que es mucho más habitual que tengamos conocimientos y tecnología para su análisis).

Es una prueba mucho más realista que el análisis de muestras ya que para el proveedor es mucho más difícil preparar todo un lote que unas pocas muestras, nos permite verificar no sólo las características del producto sino también su comportamiento real en nuestra línea de producción y por último, su juez es inapelable: la calidad del producto final.

### **Periodo de prueba**

El periodo de prueba es una prueba industrial alargada en el tiempo a varios lotes. Tiene la ventaja sobre la prueba industrial que hace imposible el maquillaje de lotes y además nos permite realizar no sólo una evaluación del producto sino también del servicio que el proveedor nos presta.

Previamente a la prueba industrial es necesario definir cuáles son los elementos que vamos a controlar y cuál es el resultado que vamos a considerar positivo.

Desde el punto de vista de ISO 9000 es necesario indicar sobre los documentos de compra que se trata de adquisiciones de carácter de prueba.

Puede entenderse el periodo de prueba como tal periodo temporal de prueba o bien como un número de pedidos o de unidades.

### **Aprobación por el grupo empresarial**

Para empresas o factorías pertenecientes a grupo es admisible disponer de proveedores evaluados y seleccionados por el propio grupo. De hecho en muchos grupos es obligatorio comprar sólo a proveedores aprobados por la central.

En este caso, confiamos en la capacidad de nuestro grupo para realizar la selección, no produciéndose esta evaluación inicial, lo que no es óbice para que, como veremos más adelante, se realice la evaluación continuada.

En situación semejante a esta se situarían los proveedores de productos o servicios en exclusiva mundial. Afortunadamente y salvo el caso de algunos monopolios estatales esta circunstancia es totalmente inhabitual.

### **Aprobación de partidas**

En algunos casos, bien de forma continuada o bien de forma ocasional, puede ser admisible prescindir de la evaluación o selección inicial y realizar lo que se denomina la "aprobación de la partida".

La aprobación de partida supone un control 100 % de las entradas, es decir, no es admisible la aplicación de planes de muestreo.

Se da de forma obligatoria en algunas empresas del sector alimentario que realizan compras de productos agrícolas. Estas compras están asociadas a campañas de recolección y las relaciones con los proveedores no son continuadas, las características de servicio no son importantes y toda la criticidad se centra en el producto. Lo que se hace en estos casos es analizar el 100 % de los envíos para aceptarlos o rechazarlos. Caso particular de esta aprobación son las azucareras, estas empresas por ley deben comprar toda la remolacha que los agricultores, cualquiera, les presente. La azucarera hace un control 100 % de los envíos, analizando calidad (fundamentalmente riqueza en sacarosa) y cantidad, pagando al agricultor en función de estos dos parámetros, el sistema se denomina "pago por riqueza". Casos similares se dan en vinos a granel y en la importación de cereales.

Se aplica también cuando un cliente nos obliga a comprar a un determinado proveedor, en este caso tiene poco sentido realizar ningún tipo de "selección" previa.

### **Los "cuestionarios"**

El desarrollo de los sistemas de la calidad no siempre ha tenido una historia gloriosa, en ocasiones interpretaciones erróneas de las normas han derivado, como en este caso, en operativas que rozan el absurdo.

Uno de estos absurdos han sido los cuestionarios como forma de evaluación de proveedores. Los cuestionarios son listados de preguntas, relacionados con los sistemas de la calidad, que se envían a los proveedores y estos devuelven cumplimentados.

Lo primero que hay que decir es que es radicalmente falso que los cuestionarios sea obligatorios para evaluar proveedores.

Los cuestionarios fallan porque solicitan información poco relevante, porque permiten al proveedor mentir descaradamente (si llega el caso), porque se usa el mismo modelo para todos los proveedores de forma independiente del producto o servicio que nos presten y porque casi nadie hace una revisión adecuada de dichos cuestionarios una vez cumplimentados.



La única ocasión en que un cuestionario sería útil se produciría cuando fuera posible hacer un cuestionario muy técnico que nos permitiera juzgar la capacidad industrial del proveedor, pero en estos casos el esfuerzo de desarrollo no se corresponde con los resultados obtenidos.

Diferente al cuestionario son las solicitudes normalizadas de información al proveedor, pero estas no forman parte de ninguna evaluación.

#### **16.2.5. Seguimiento de proveedores**

Como decíamos anteriormente, mucho más importante que el comportamiento del proveedor en las fases de selección, lo es su comportamiento a lo largo del tiempo, pues es este el que va a condicionar nuestra capacidad de proporcionar un producto de calidad y un servicio adecuado a nuestros clientes. Por lo tanto, necesitamos mecanismos que evidencien la capacidad del proveedor de mantener su nivel de calidad en el tiempo.

El seguimiento de los proveedores debe sustentarse en datos objetivos que evidencien el cumplimiento de los requisitos solicitados. Esta información debe ser proporcionada por todas las funciones de la empresa afectadas por las relaciones con los proveedores: calidad (en cuanto a calidad de producto), logística (puntualidad), compras (precios), administración (facturas correctas), etc.

El seguimiento de los proveedores se realiza mediante el seguimiento de las **incidencias** sobre las que se puede considerar que son de su responsabilidad:

- Incidencias de productos
- Incidencias de servicio

Algunas incidencias de servicio sólo pueden ser detectadas, por desgracia, mediante las reclamaciones de los clientes, con lo que el seguimiento y la experiencia acumulada se hacen más importantes.

Además debemos de considerar en qué casos son más graves o trascendentes, las incidencias de producto o las incidencias de servicio. Es también aconsejable traducir a términos económicos las incidencias causadas por los proveedores, es decir, realizar una valoración del daño económico causado.

El inicio de un seguimiento de proveedores está en comunicar en todos los casos (aunque no necesariamente en tiempo real) todas las incidencias y no conformidades (aún aceptando el producto finalmente) que le hemos detectado.

La segunda parte consiste en una cuantificación de dichas incidencias, que debe ponderarse con la gravedad de los defectos, la criticidad del producto y el volumen de compras realizadas. Estos sistemas, que utilizan algoritmos, son eficaces, si bien su principal dificultad estriba en el diseño del propio algoritmo, ya que es fácil diseñar uno que sea radicalmente injusto. El algoritmo debe aplicarse en periodos de tiempo definidos, siendo los más habituales los anuales (pero también puede asociarse a la duración de un proyecto, a la de una campaña agrícola, etc.).

Menos recomendable es asociar al resultado del algoritmo una decisión automática (por ejemplo: "si el Índice de Calidad, IC; baja del 50 % se procederá a la deshomologación") y no lo es porque en la relación con proveedores existen un buen número de variables intangibles (habla Deming de la "suposición de que sólo es necesario cumplir las especificaciones") que nos pueden llevar a tomar a una decisión que aún siendo aparentemente lógica no es contraproducente. Los índices de calidad de proveedores son una herramienta de ayuda a la hora de tomar de decisiones y son especialmente útiles para comparar proveedores



semejantes, pero las decisiones las debe tomar el empresario y no el algoritmo. En muchas ocasiones será necesario diferentes índices en función del tipo de proveedores que tengamos.

### **Incidencias de productos**

Están basadas en incumplimientos de las especificaciones.

Debe discriminarse entre los diferentes tipos de no conformidades y sus diferentes grados de trascendencia sobre el negocio y los clientes:

- Productos rechazados por el control de recepción
- Productos no conformes pero aceptados por el control de recepción
- Productos no conformes detectados en línea de producción
- Productos no conformes terminados detectados por los clientes

### **Incidencias de servicio**

Están basadas en incumplimientos de las condiciones de servicio y también deben graduarse:

- Incumplimiento en plazos de entrega (tanto en más como en menos)
- Cantidades erróneas
- Pedido equivocados
- Ausencia de documentación (por ej. boletines analíticos)
- Errores en facturación (precios, formas de pago, tributos, etc.)

### **16.2.6. Gestión de las compras**

La situación ideal es que una vez realizada una buena selección de proveedores, donde nos aseguremos el nivel de calidad que necesitamos, entre juego la competencia, con los costes más bajos (en este caso el coste es una integración de precio y financiación) y con aquellas prestaciones suplementarias que nos pueden ser realmente útiles. Calidad actuará entonces como el primer filtro antes de las compras, luego y solo luego, deben intervenir los técnicos de compras. Ya dice Deming: "Aquel que tiene como norma hacer negocios con el licitador más bajo, merece ser defraudado", ya que el precio debe ser "una medida de la calidad que se compra".

Las tendencias actuales en las grandes empresas se van acercando a la figura del proveedor único (para cada familia de productos o servicios), esto supone un reto especialmente para las PYMES pero en modo alguno supone para ellas una eliminación del mercado, el carácter de marketing de guerrilla que una PYME puede adoptar le permite competir con las grandes en muchas ocasiones, pero por desgracia no en todas.

Confiar en un solo proveedor es algo hoy por hoy, reconozcámoslo, arriesgado, nuestros niveles de calidad, la ausencia de profesionalidad tanto en la gerencia como en las compras en la empresas generan desconfianza, la ausencia casi absoluta de un adecuado control de costes, permite que los "piratas" del precio campen a sus anchas en el tejido empresarial, los objetivos internos mal definidos y en ocasiones contradictorios, permiten que los buenos proveedores terminen abandonando y echando "más agua" al producto hasta bajar el precio como su competencia.

El error puede radicar y provenir del propio consumidor ¿Leemos y comprendemos las etiquetas de los productos que compramos?. ¿Somos conscientes del coste social (traducido: impuestos) que tiene adquirir un yoghurt francés de precio más bajo? No se entienda como nacionalismo pueril todo lo anterior, entiéndase como un razonable egoísmo personal (véase "Ética para Amador" de Fernando Savater), si compro un yoghurt francés porque tiene un

precio más bajo, estoy liberando sus excesos de producción o bien estoy colaborando en un "dumping", estoy dejando de comprar el yoghurt que fabrica mi vecino del 5º que terminará en el paro con lo que me subirán mis impuestos para pagar su desempleo y además con el salario del paro no podrá venir a mi bar a tomarse un café, con lo que además bajará mi recaudación.

Llámesse microeconomía, pero es así, es la trascendencia del acto volitivo personal, que aunque no lo queramos ver, tiene trascendencia sobre lo que nos rodea y sobre nosotros mismos.

Esta microeconomía es trasladable a la empresa. Es necesario encontrar aquel proveedor que nos proporcione lo que queremos al menos coste posible, pero nunca al menor "precio" posible. En esta línea la concentración de proveedores permite economías de escala y el desarrollo de acuerdos que redundan en beneficio de todos. No olvidemos que si el motor de las personas es el egoísmo en el sentido ético del mismo, no en el cristiano, el motor de la economía es la competencia.

Los principales acuerdos con proveedores son los denominados de "calidad concertada". Estos acuerdos deben tener presente una premisa, el mundo de los negocios si bien se mueve por la competencia, esta competencia debe descansar sobre el principio del "yo gano, tú ganas", en caso contrario se hace imposible que las relaciones sean duraderas y por tanto eficaces.

Un acuerdo de calidad concertada es un contrato (jamás un acuerdo verbal) por el que un proveedor se compromete a servir una calidad (de producto y de servicio) a un cliente, tan asegurada que el cliente puede prescindir de sus costes de no calidad relativos a la inspección.

Todo contrato de calidad concertada conlleva unas cláusulas en las que se definen las indemnizaciones para los incumplimientos que se detecten, esto supera notablemente el concepto de "devolver el dinero" del que estúpidamente están tan orgullosos algunos directores de compras. Las indemnizaciones están calculadas en función del daño realizado, es decir, no sólo se incluye el material defectuoso, sino el coste del producto afectado (con todos sus costes asociados) e incluso los costes de no calidad indirectos (pérdida de imagen y generación de insatisfacción en el cliente).

El contratista debe considerar que para un proveedor será rentable un contrato de este tipo si asegura un buen volumen de ventas, con lo que la multiplicidad de proveedores es un enemigo de la calidad concertada.

El proveedor tiene que ser consciente de que ya no sólo se juega una venta, sino un volumen de dinero importantísimo si su nivel de calidad no es el comprometido. Por lo tanto la calidad se convierte en su primer motor interno.

Una técnica de gestión asociada a la calidad concertada es el denominado Just in Time (JIT). El JIT tiene su origen en los análisis financieros y se basa en considerar que los materiales no transformados y acumulados en los almacenes no son más que costes financieros inútiles. Esas materias mientras que son vendidas como producto terminado, son cantidades de dinero que deben ser financiadas por la empresa. De ahí el JIT, recibir las materias sólo cuando van a ser necesarias, de tal manera que la financiación del stock inmovilizado tienda a cero (lógicamente solo vamos a producir cuando tengamos que vender y no antes).

El JIT ha tenido un efecto saludable sobre las economías de las empresas al disminuir los costes financieros eliminando ciertas posturas cómodas de los responsables industriales. En Japón ha llegado a aplicarse de forma radical, en Europa prácticamente no ha sido así. El JIT obliga al proveedor a entregar sus mercancías en momento muy determinados y con un nivel de calidad "concertada". El sistema parece ideal para el empresario, pero choca con la tercera realidad en muchos aspectos:

- Supone una eficacia del 100% al proveedor, y esa eficacia o no existe o es muy difícil de conseguir (no olvidemos que la competencia perfecta no existe).

- Supone tener instalada una capacidad de producción capaz de adaptarse de forma flexible a cada punto de la demanda (y esto no es así casi nunca).
- Supone un incremento del riesgo de desabastecimiento con los subsiguientes riesgos de generar costes de no calidad.

El JIT, como filosofía si no de eliminación si de reducción de stocks, se ha extendido en el tejido empresarial y ha obligado a los proveedores a disponer de un servicio eficaz, flexible y preciso. En este camino se han quedado muchos incapaces de adaptarse y se han trasladado costes financieros del productor al proveedor, porque en el fondo el stock que deja de tener el fabricante, lo almacena el proveedor.

Es cierto que en base a esta filosofía se han cometido lo que podíamos llamar abusos, casos en los que en base a la potencia del comprador, se ha llegado a acuerdos (?) en lo que el proveedor deposita mercancía en los almacenes del fabricante y éste no paga nada hasta que no va haciendo uso progresivo de lo almacenado; de esta manera se elimina el riesgo de desabastecimiento y se hace el coste financiero cero.

En el tejido empresarial español se debe ser muy cuidadoso a la hora de establecer sistemas JIT, porque hemos de reconocer que el riesgo de fracaso es elevado; sí parece más lógico establecer acuerdos JIT para unos determinados tipos de materias primas, para aquellas de mayor coste y en las que podamos evidenciar la capacidad del proveedor para responder a nuestras demandas, en cualquier caso no debemos olvidar el "yo gano, tú ganas".

#### **16.2.7. Especificaciones y documentos de compras**

Las normas ISO 9000 establecen que los documentos de compra deben contener una definición inequívoca de los requisitos solicitados, además estos documentos deben ser revisados y aprobados antes de su difusión. Están afectados de la misma forma las compras unitarias y los contratos de suministro.

Las especificaciones de compras sirven para la identificación inequívoca de lo solicitado. Su ausencia implicaría que en cada pedido se anotarían todas las características del producto o servicio. Su utilización implica que, una vez definida la especificación, es enviada al proveedor, para realizar a continuación los pedidos de suministro citando el código de la especificación (pudiera ser también el código de un contrato).

Los documentos de compras son los soportes, físicos o electrónicos, utilizados para comunicar al proveedor la decisión de abastecimiento, en el que directa o indirectamente se recogen los requisitos de la calidad demanda. El sistema de la calidad debe definir qué personas tienen la responsabilidad de la revisión y aprobación de dichos pedidos y deben existir evidencias de ello.

Un pedido debe contener la siguiente información:

- Identificación de la empresa peticionaria
- Identificación de la autoridad que ha aprobado la compra
- Identificación del proveedor
- Requisitos de la calidad o referencia a la especificación de compra
- Cantidad a suministrar
- Plazo de suministro
- Documentación que debe, en su caso, acompañar a la mercancía
- Condiciones de presentación y transporte, si son de aplicación

Una buena manera de gestionar las compras consiste en firmar acuerdos anuales con los proveedores, en base a contratos, donde garantizando unas compras mínimas se consigan

precios adecuados. El contrato se ve complementado con pedidos contra dicho contrato, con sus correspondientes entregas parciales.

### **16.3. Calidad en Producción.**

- 16.3.1 Introducción. Definiciones.
- 16.3.2. Los costes del control de calidad.
- 16.3.3. El control de calidad en la producción.
- 16.3.4. Normas de calidad.
- 16.3.5. Inspecciones y ensayos.
- 16.3.6. Funciones y relaciones del sistema de control de calidad.
- 16.3.7. Control de calidad estadístico.

#### **16.3.1. Introducción. Definiciones.**

Desde un punto de vista globalizador e integrador de todas las áreas de la empresa, se define la calidad como la satisfacción de las necesidades y expectativas razonables de los clientes a un precio igual ó inferior al que ellos asignan al producto ó servicio en función del valor que han recibido y percibido.

A la anterior definición de la Calidad, orientada hacia el cliente, se ha llegado tras una evolución, cuyo desarrollo histórico puede ayudar a comprender.

El primer paso vino impuesto por las reclamaciones de clientes que compraban productos con unas especificaciones que no cumplían. Para evitar esto, las empresas desarrollaron departamentos de inspección y posteriormente de Control de Calidad, para separar los productos que no se ajustaban a las especificaciones fijadas y evitar que los errores alcanzaran a los clientes. En esta etapa, en un contexto de demanda, el control era realizado independientemente del departamento de Producción y la calidad del producto se identificaba como la conformidad con las especificaciones que lo definían.

A fin de minimizar los costes de control, se introducen herramientas estadísticas que, mediante muestreos, acotan los errores en valores máximos, tanto de los productos como de los procesos. Se establecen estándares de calidad, y aparecen las Normas de Calidad. El paradigma de la calidad sigue evolucionando hacia el Aseguramiento de la Calidad, es decir, se trata de poner de manifiesto la importancia de tener todos los procesos bien definidos y normalizados para asegurar al cliente que los productos cumplirán fielmente las especificaciones. Esta es la filosofía de las normas ISO 9000.

Las anteriores son normas internacionales de aceptación voluntaria para la gestión de una empresa, que proporcionan garantía de calidad a productos y servicios, articulando un sistema integral de acciones preventivas y correctoras para minimizar los problemas de calidad.

Cada empresa debe establecer una estructura operativa que vigile el funcionamiento y efectividad del Sistema, siendo conveniente (necesario), dado su prestigio internacional validarlo mediante el reconocimiento de un organismo independiente autorizado (Certificación).

La norma ISO 9001 es la más completa, incluyendo control pormenorizado de la fase de diseño y el servicio postventa. La ISO 9002 es la más común y se utiliza en la producción repetitiva de productos. La ISO 9003 es la norma para inspección y ensayos.

Actualmente, debido a las exigencias de un mercado cada vez más competitivo, la garantía en la calidad de un producto es casi más importante que el propio precio del mismo. Así, la supervivencia de una industria depende en gran parte de la producción de unos productos de calidad.

Por calidad podemos entender las características que ha de cumplir un determinado producto/servicio para satisfacer de manera duradera las expectativas y necesidades del

usuario al que va destinado

Antes de introducirnos en el aspecto de la calidad más relacionado con la producción, debemos aclarar varios aspectos del concepto de calidad relacionados con el proceso productivo:

- **Calidad de diseño:** también denominada calidad de concepción, o especificaciones de calidad, ya que es inherente al diseño del producto, es decir, a las especificaciones que debe alcanzar el producto. Se trata de una responsabilidad tanto del sistema comercial que mediante investigaciones del mercado determina que exigencias ha de satisfacer el producto para satisfacer el mercado o segmento del mismo al que va dirigido, así como de la oficina técnica, que incorpora al diseño del producto las características anteriores, reflejando las especificaciones correspondientes a dicho producto, en función del precio que va a tener.

Dichas especificaciones han de venir reflejadas en planos, ensayos, tolerancias, normas de inspección y control...

- **Calidad de producción:** (de ejecución o fabricación) Dicha calidad depende del grado de obtención en el proceso de fabricación de las especificaciones de calidad determinados en la fase del diseño. La responsabilidad de este aspecto recae directamente en el subsistema de producción, así como en el de aprovisionamiento. Se mide con el grado de discrepancia de las características del producto final con las especificaciones de calidad desarrolladas en la fase de diseño.
- **Calidad de entrega y servicio:** El control de calidad se ha de extender también a la distribución, instalación y utilización del producto, ya que para el cliente la calidad de un producto se basa en su correcto funcionamiento durante su utilización. Esta entrega del producto se produce tras el almacenamiento, transporte y distribución del mismo. De ahí la importancia que tiene un buen servicio postventa en la empresa, ya que esta calidad también engloba la que el producto va teniendo a lo largo de su vida útil.

Así, para un gran número de productos el sistema de control de calidad ha de extenderse a pruebas y verificaciones después del transporte, especificaciones para el mismo, así como pruebas de funcionamiento posteriores a la instalación.

De esta manera, el **control de calidad** debe:

- Establecer niveles o normas de calidad.
- Evaluar el grado de conformidad con estos niveles o normas.
- Actuar cuando se excedan estos niveles o normas.
- Planificar la mejora de estos niveles o normas.

En resumen, la función control de calidad en la producción tiene por objeto la eliminación de los costes económicos que acarrearán los defectos de los productos finales, evitando los mismos mediante la prevención, teniendo por lo tanto una importancia vital sobre la cifra de ventas y los beneficios.

Hoy día, en un contexto de oferta, el concepto de calidad deja de centrarse en el producto, para localizar la gestión desde el cliente, al cual hay que satisfacer. Este sistema de gestión pretende la competitividad por medio de la satisfacción de los clientes y evidentemente, unida a la eficiencia económica, mediante la identificación y medida de dos **elementos básicos**:

- **Áreas de insatisfacción de los clientes**, entendiendo como tales no sólo los externos (destinatarios finales del producto), sino los internos, es decir, los propios departamentos de la empresa (Calidad total).
- **Asociados a la mala calidad**, que son todos aquellos de las actividades internas que

no añaden "valor" al cliente.

Estos dos elementos, analizados convenientemente, nos proporcionarán una gran cantidad de oportunidades de mejora interna y externa.

Aprovechar las posibilidades que este **sistema de gestión** de la calidad ofrece requiere:

- **Compromiso real de la dirección de la empresa**, que se debe manifestar en todas las áreas de actividad, en los comportamientos, en un estilo de dirección participativo, en la información, etc. es decir, en un cambio de cultura de la empresa.
- **Política de RR.HH.** que motive y fomente la participación de los trabajadores en la toma de decisiones, fundamentalmente a través del trabajo en equipo, y que proporcione formación en las técnicas aplicables de mejora y entrenamiento y en las pautas de comportamiento que el enfoque de la calidad necesita.

En **resumen**, una buena gestión del sistema de calidad, tal como se ha descrito anteriormente, pasa por:

- **La creación de una visión global de la empresa**, que la dote de carácter ó identidad como suministrador fiable de productos 6 servicios. Calidad de Marca.
- **Dar servicio al cliente de manera que sus expectativas y deseos** queden satisfechos a lo largo de todas las relaciones con él, desde la preventa has a la postventa, pasando por la producción. Calidad de Servicio al Cliente.
- **Establecer políticas de precios**, que armonicen costes, características del producto o servicio y situación de los mercados.

### 16.3.2. Los costes del control de calidad.

Es importante que las inspecciones y tareas que acarrea el control de calidad en la producción no impliquen una inversión excesiva que implique costes mayores que los originados por las pérdidas que ocasionan las piezas defectuosas por falta de calidad.

Por lo tanto ha de realizarse un **estudio económico** del sistema de control de calidad que ha de considerar estos factores:

- Coste de la hora de inspección.
- Amortización de los equipos de verificación y control.
- Valor de la pieza a controlar.
- Consecuencias económicas de los defectos en los productos finales.

Básicamente estos costes se pueden agrupar en los siguientes tipos

- **Costes de prevención** (manuales de funcionamiento, formación del personal, salarios, etc.).
- **Costes de evaluación** (auditorías de proveedores, control, metrología, etc.).

De esta forma estos costes han de compararse con los costes de la no-calidad:

- **Costes de defectos internos** (valor de los productos desechados, de las reparaciones, de los productos defectuosos...).
- **Costes de fallos postventa** (reparaciones y sustituciones en garantía, reclamaciones,



servicios postventa, pérdidas de clientes disconformes...).

La calidad también implica un ahorro de costes, derivados de la eliminación de piezas y productos defectuosos, considerando no solamente los costes materiales y de tiempo medibles y valorables, sino también aquellos más difíciles de cuantificar como son el prestigio y la imagen de la marca.

De esta manera, para cada empresa existe un nivel de calidad óptimo, que es aquél que proporciona los mayores beneficios desde el punto de vista económicos.

Existen valores de la calidad superiores que, alcanzados ciertos niveles, hacen que el coste de alcanzar los mismos no compense con los beneficios producidos, al ser el valor marginal de aquél mayor.

Tampoco niveles bajos de calidad corresponden a mayores beneficios, porque el cliente demanda artículos con una mejor calidad-precio, siendo estos productos los más competitivos del mercado, y no los más baratos.

Resumiendo podríamos concluir que existe para cada empresa y cada producto un equilibrio entre calidad y coste, un nivel de calidad óptimo que ofrece los mayores beneficios económicos como diferencia entre los ingresos totales y los costes totales.

### **16.3.3. El control de la calidad en la producción.**

Por lo tanto, el control de calidad tiene un papel muy importante dentro de la fase de fabricación o producción del bien o servicio final, dividiéndose dicho control en tres **fases**:

- Inspección y control de las **materias primas** y elementos adquiridos que intervienen en el proceso de producción.
- Inspección de los productos en las diferentes fases del **proceso de fabricación** y el **control** específico de dichos **procesos**.
- Inspección y verificación de la **calidad final** cuantitativa y funcional de los **productos terminados**.

El objetivo principal del control de calidad en la producción es alcanzar la calidad deseada especificada al menor coste posible, mediante el análisis de las causas que originan los defectos.

Es obvio que cuanto mayor sea el número de controles e inspecciones, el coste del control de calidad aumenta, mientras que por otra parte, dicho control no puede limitarse a una simple inspección final para separar lo bueno de lo defectuoso.

El subsistema de control de calidad dentro de la producción no se ha de limitar a la simple inspección, sino que ha de tener las siguientes **funciones**:

- **Colaboración con la oficina técnica**, analizando planos y procesos para eliminar fuentes originarias de defectos y poder alcanzar las especificaciones de calidad determinadas en la fase de diseño, participando de esta forma en la fase de diseño.
- **Determinación de normas y sistemas de inspección** (procedimientos, frecuencias, elementos de medida, acciones preventivas, sistemas operativos para la realización de las actividades de control...).
- **Control estadístico de los resultados obtenidos**, para poder analizar los resultados



y realizar las modificaciones necesarias tanto en el diseño como en el proceso.

- **Clasificación de defectos**, en función de las consecuencias económicas de los mismos.

#### 16.3.4. Normas de calidad.

Las normas de calidad que ha de cumplir el producto, determinadas por las especificaciones de diseño, están orientadas a dos **aspectos**:

- **Normas** necesarias para el **funcionamiento** del producto de acuerdo con sus prestaciones.
- **Normas** determinadas para que el **producto** tenga características diferenciadoras en su imagen comercial.

Dichas especificaciones de calidad pueden sufrir variaciones, para adaptarse a demandas del mercado, variaciones en los medios de producción...

Las normas de calidad establecen unas tolerancias o límites de calidad, dentro de los cuales la fabricación de una pieza o artículo (o el ofrecimiento de un servicio) puede ser aceptada.

Cuanto mayor sea el margen de esas tolerancias, más fácil será que la calidad de producción se ajuste a la de diseño, mientras que cuando el margen de aceptabilidad es más rígido o cerrado, más complicado será alcanzar esos niveles de calidad.

La determinación de esas tolerancias o márgenes se ven afectadas por varios factores, entre los que se puede destacar:

- Exigencias del mercado.
- Limitaciones del proceso de producción.
- Limitaciones de tipo económico en cuanto a costes de fabricación.
- Normas legales exigibles a los productos.

#### 16.3.5. Inspecciones y ensayos.

La inspección tiene por objeto en un primer término determinar si el producto o la operación realizada debe ser aceptado o rechazado, aunque su misión más importante es la de descubrir tendencias en el proceso en cuanto a calidad, para tomar medidas preventivas necesarias para evitar y corregir desviaciones de la tendencia deseada.

Las inspecciones o pruebas no se han de limitar al producto final (pasa-no pasa), sino que ha de partir de un completo conocimiento del proceso de fabricación del producto (conociendo las líneas de montaje final y auxiliares, conjuntos, subconjuntos, piezas y elementos...), repartiendo de esta manera las inspecciones en los puntos que nos permitan detectar de forma más eficaz el origen de posibles fallos.

En cuanto al **tipo de inspecciones**, podemos destacar las siguientes:

- **Inspección y recepción de materias primas**, piezas y elementos adquiridos para la elaboración del producto final: es de vital importancia, ya que defectos en los mismos originarían que el proceso fuera totalmente inútil. Para ello se ha de estar en coordinación con compras, para verificar la identidad, cantidad y calidad de los productos recibidos.

- **Inspecciones en las líneas de montaje**, la cual se efectuará sobre los diversos elementos que se van montando a lo largo de las mismas. Tienen vital importancia estas inspecciones intermedias, pues tienen mayor capacidad para detectar el origen de los defectos, aunque su distribución debe ser cuidadosamente seleccionada para aumentar la eficacia y disminuir costes excesivos de la inspección.

Estas inspecciones tienen las siguientes **ventajas**:

- a) Evita el trabajo posterior sobre piezas o elementos defectuosos.
  - b) Evita la acumulación de trabajos inútiles o perdidos.
  - c) Descubre tendencias hacia desviaciones fuera de los límites de calidad, posibilitando la toma de medidas correctoras antes de alcanzar los defectos.
  - d) En casos concretos permite identificar qué máquinas o qué operarios tienen responsabilidad directa sobre el trabajo defectuoso.
- **Inspección final**. Se efectuarán las pruebas que sean necesarias para comprobar que el producto cumple las funciones para las que ha sido diseñado y construido.

La inspección por atributos compara la unidad de producto verificada con el diseño y especificaciones del mismo, clasificando la unidad en aceptable o defectuosas respecto a esas características de diseño.

Los **defectos** encontrados se clasifican en:

- **Defectos críticos**: son los que afectan a la seguridad, al rendimiento y al coste en forma importante.
- **Defectos mayores**: aun afectando a las prestaciones del producto, el porcentaje de unidades defectuosas no representa una disminución considerable de la calidad global de la producción.
- **Defectos menores**: son los que no afectan a la calidad o prestaciones del producto, no considerándose necesaria su eliminación.

En cuanto a las **técnicas de inspección** (dispositivos y procedimientos necesarios para el examen de las piezas o productos) son muy variadas, y su elección se realiza en función de:

- Las características del proceso productivo,
- La responsabilidad sobre la seguridad del funcionamiento,
- Los criterios comerciales,
- Los criterios económicos.

Los principales **tipos de inspección y ensayos** son:

- Inspección del utillaje a emplear, que garantiza las dimensiones de las piezas producidas.
- Inspección de prototipos de fabricaciones en serie, para detectar posibles dificultades o fallos en la cadena.
- Pruebas de laboratorio, para las propiedades físicas y químicas.
- Pruebas de desgaste, forzando el mismo para determinar qué partes han de ser reforzadas o mejoradas.
- Prueba de funcionamiento e inspección de atributos (color, acabados, dimensiones, formas, peso...).
- Inspección volante, comprobando con frecuencia aleatoria el funcionamiento correcto de las distintas fases y maquinaria del proceso.

### 16.3.6. Funciones y relaciones del sistema de control de calidad.

Las funciones, como se han venido reflejando a lo largo del apartado, han de basarse en:

- Determinar el tipo de pruebas, métodos de medida, equipos e instrumentos, así como los procedimientos de inspección y verificación en cada caso.
- Determinar las normas para el control estadístico, tamaño de las muestras y cumplimentación de gráficos e impresos.
- Análisis técnico-estadístico de los resultados para tomar las medidas correctoras necesarias.

La función de calidad por sí sola está relacionada con todas las funciones de la empresa:

- **Función compras;** al ser la receptora de materiales y artículos en cantidad y calidad, procediendo a rechazos y devoluciones de las piezas que no se ajusten a las características necesarias.
- **Función comercial;** con especial vinculación con los servicios postventa y técnico, atendiendo a las sugerencias de ambos.
- **Función producción;** relacionado directamente, intentando alcanzar las especificaciones de calidad determinadas en el diseño.
- **Función ingeniería;** al ser ésta la que determina esas especificaciones y tolerancias previstas al definir la calidad del diseño.

### 16.3.7. Control de calidad estadístico.

Debido a razones de índole económica (sería muy costoso realizar revisiones de todos los productos elaborados) el método estadístico es el usado en el control de calidad.

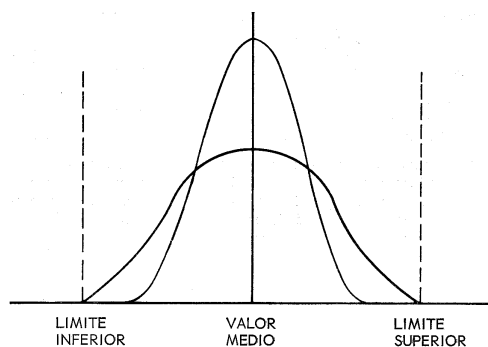
Consiste en efectuar el control sobre un determinado número de piezas y productos, extrapolando las conclusiones a la totalidad de los materiales y de la producción, con un cierto grado de garantía predeterminado.

Las **ventajas** de este método son:

- Disminuir el coste del control de calidad actuando únicamente sobre un determinado porcentaje de la producción.
- Asegurar que el número de productos defectuosos no puede exceder de un porcentaje también determinado.

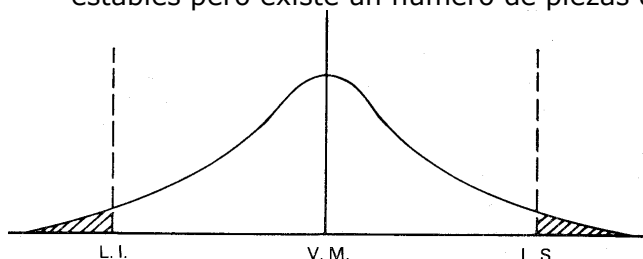
Este sistema se basa en que las especificaciones de calidad ya dan un valor ideal de la medida en cuestión así como los límites de la tolerancia (desviaciones máximas permitidas).

Si el proceso está ajustado a las mismas, la distribución de las medidas obtenidas en los productos es aproximadamente normal, no existiendo o siendo muy pequeño el número de medidas fuera de las tolerancias.

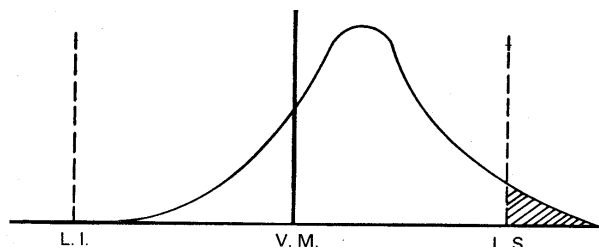


Pueden darse varios **casos**:

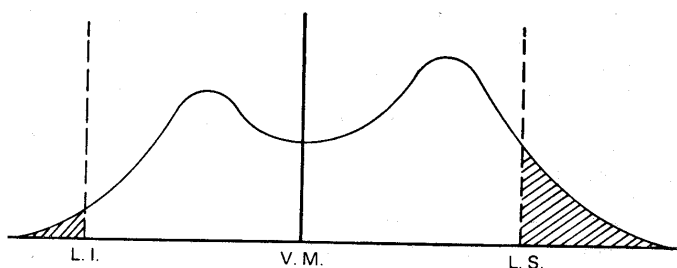
- Si la distribución sobrepasa excesivamente los límites, el proceso tiene características estables pero existe un número de piezas defectuosas demasiado alto.



- Si la curva de la normal está desplazada del valor medio, el proceso está desajustado, pudiendo tener su origen en algún elemento o equipo inadecuado.



- Si la distribución no es normal, existen desajustes y variables perturbadoras a corregir.



El tamaño de la muestra a tomar para la inspección estará en función de una garantía mínima predeterminada que nos asegure la extrapolación de resultados

El número de sistemas operativos para realizar controles de calidad estadísticos es elevado, existiendo tablas y gráficos de control basados en las distintas teorías estadísticas de distribuciones y muestreos.

## 17. Ejemplo: El caso de la pequeña y mediana empresa.

- 17.1. La gestión de la producción en la PYME.
- 17.2. Preparación del trabajo.
- 17.3. Planificación, programación y control.
- 17.4. Control de existencias.
- 17.5. Los medios de organización de la PYME.

### 17.1. 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.

## 17.2. 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.

## 17.3. 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.

#### **17.4. 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.

#### **17.5. 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.