

2018

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA



Ignacio Gil Pechuan

Llanos Cuenca; Andrés Boza APUNTES FOE

2012 UPV. Revisada Ignacio Gil Pechuan

FEBRERO 2018

26-2-2018

Contenido

INTRODUCCIÓN.....	3
CLASES DE DECISIONES DE PRODUCCIÓN	3
TIPOS DE PROCESOS PRODUCTIVOS	4
PRODUCCIÓN POR PROYECTOS	5
LA PRODUCCIÓN TIPO TALLER.....	5
LA PRODUCCIÓN EN LÍNEA	6
LA PRESTACIÓN DE SERVICIOS.....	6
MODELOS Y TÉCNICAS BÁSICAS DE PLANIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN	7
GESTION DE INVENTARIOS Y DE LA CAPACIDAD PRODUCTIVA	9
CANTIDAD ECONÓMICA DE PEDIDO O MODELO DE WILSON (EOQ ECONOMIC ORDER QUANTITY).....	11
<i>Gestión de Stock con Demanda Independiente</i>	<i>11</i>
<i>Modelo Básico de Cantidad Fija de Pedido.....</i>	<i>11</i>
<i>Ejemplo EOQ</i>	<i>13</i>
MRP. GESTIÓN DE STOCK CON DEMANDA DEPENDIENTE.	14
<i>Entradas del sistema MRP</i>	<i>15</i>
<i>Cálculo del MRP.....</i>	<i>16</i>
<i>Salidas del sistema MRP.....</i>	<i>17</i>
<i>Ejemplo MRP.....</i>	<i>17</i>
<i>Cálculo del MRP</i>	<i>18</i>
GESTIÓN Y CONTROL DE CALIDAD: EL CONCEPTO DE CALIDAD TOTAL	21
BIBLIOGRAFIA.....	22

INTRODUCCIÓN

El acercamiento al estudio de la empresa como organización nos lleva a aceptar que la empresa es un sistema complejo y abierto (relacionado con el entorno), cuyos rasgos conceptuales están basados en el enfoque de sistemas.

Tradicionalmente, se ha entendido la empresa como aquel ente que transformaba materias en productos. En realidad, el desarrollo de la actividad productiva constituye una de las funciones principales de la empresa; si bien el enfoque de sistemas nos explica que en este proceso de transformación entran datos, dinero, trabajo personal, tecnología, energía y materiales, entre otros; mientras salen, tras ese proceso, los productos o servicios, resultados financieros e información, entre otros. Para que la empresa (sistema) funcione bien, es necesario que las partes que la integran (subsistemas) funcionen de forma conjunta para conseguir objetivos comunes. No obstante, cada uno de estos subsistemas tiene sus propias responsabilidades y modos de actuación, razón por la cual suelen estudiarse como disciplinas separadas.

Siguiendo a Bueno (1993) podemos definir la producción como **“el conjunto de procesos, procedimientos, métodos y técnicas que permiten la obtención de bienes y servicios, gracias a la aplicación sistemática de unas decisiones que tienen como función incrementar el valor de dichos productos para poder satisfacer unas necesidades”**.

Su misión es la obtención de los bienes y servicios que deberán satisfacer las necesidades detectadas por el subsistema comercial y/o las generadas por el departamento de investigación y desarrollo. Dicha misión es común a las empresas de fabricación y las de servicios, dándose en ambas un proceso de conversión (producción) de inputs (recursos) en outputs (bienes y/o servicios) de acuerdo con los objetivos empresariales.

A nivel **estratégico** en el área de producción se toman decisiones, generalmente poco estructuradas, sobre productos, procesos e instalaciones que tienen efectos a largo plazo sobre la actividad de la organización. Su importancia es tal que deben tomarse de forma coordinada con el resto de áreas funcionales: marketing, recursos humanos, finanzas, etc. Entre las decisiones estratégicas podemos encontrar las relativas a seleccionar el producto o servicio que se va a producir y seleccionar la localización. A nivel **táctico** se trata de decisiones más estructuradas, rutinarias y repetitivas. El objetivo es planificar la producción para satisfacer la demanda del mercado y, de este modo, maximizar los beneficios de la organización. Entre las decisiones tácticas se encuentra, la planificación a medio plazo indicando cuanto, cuando y donde producir. A nivel **operativo** se concretan los planes previstos en niveles anteriores y se llevan a cabo teniendo en cuenta la planificación de materiales y las restricciones de capacidad, asignando prioridades de fabricación, así como en compras de materias primas u otros componentes adquiridos del exterior. Entre las actividades llevadas a cabo se encuentran el control físico de stock (recuento de almacén) y la secuenciación de las operaciones.

CLASES DE DECISIONES DE PRODUCCIÓN

En el diseño básico del sistema de producción, las decisiones principales a largo plazo del sistema de producción se relacionan con el diseño del mismo, y a su

vez, éstas condicionarán las relacionadas con las operaciones corrientes del sistema a corto plazo. En la siguiente tabla veamos algunas de ellas.

	Decisiones de diseño a LP	Decisiones operativas a CP
PRODUCTO	Selección de productos a fabricar según estudio de mercado	Cantidad a producir según demanda esperada e inventarios acumulados
PROCESO	Selección del proceso productivo y clases bienes de equipo	Análisis de flujos de trabajo
CAPACIDAD	Determinar capacidad productiva e inversiones en bienes de equipo e instalaciones técnicas	Programación de la producción. Control de costes.
INVENTARIOS	Fijación del nivel general de inventarios y diseño de su control y conservación	Control de inventarios. Flujo de materiales
LOCALIZACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE PLANTA	Determinación de la localización y distribución física de la planta (layout)	Análisis de flujos de trabajo
TAREAS Y PUESTOS	Diseño de tareas y puestos. Valoración y sistemas de remuneración	Control de productividad y motivación.
CALIDAD	Plan de mejora de la calidad	Control de calidad
MANTENIMIENTO	Plan de prevención y renovación de equipos	Control de costes. Control de averías

Fuente: "Curso básico economía de la Empresa" Eduardo Bueno Campos

TIPOS DE PROCESOS PRODUCTIVOS

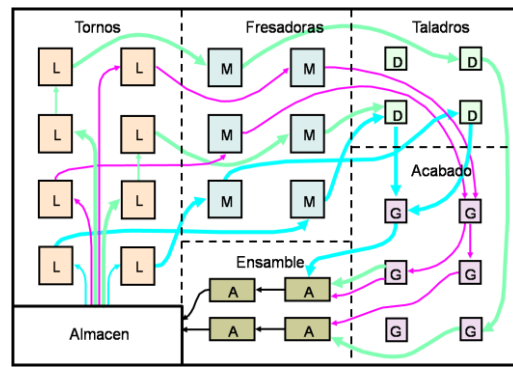
Siguiendo la clasificación dada por Alcaín (1989), podemos decir que los procesos productivos se clasifican en:

PRODUCCIÓN POR PROYECTOS

Este es el tipo de producción característico en la construcción, en la industria naval y, en general, en el sector de bienes de equipo especiales. La característica fundamental de este tipo de producción es que la gestión gira alrededor de un **producto final único**: una casa, una urbanización, un barco o una central eléctrica, es decir, un proyecto determinado.

Este tipo de producción también es aplicable a los servicios y a la organización de algo nuevo y complejo dentro de una empresa; por ejemplo, la informatización de una empresa no mecanizada, el lanzamiento de un nuevo producto, un programa de investigación y desarrollo con objetivos precisos. En definitiva, allí donde hay algo cuya gestión es **compleja** y que tiene un comienzo y un final bien determinados se puede hablar de un «proyecto».

El objetivo básico de la gestión de un proyecto es conseguir que este finalice en el **plazo y coste** previstos. Para conseguirlo se hace preciso prever las distintas operaciones a realizar, así como los recursos necesarios y su plazo de realización. En definitiva, se trata de establecer una **red de operaciones** para poderlas coordinar. Hay que tener en cuenta que, en muchos casos, el coste y plazo de un proyecto pueden ser enormemente sensibles a una buena o mala coordinación. Un adecuado seguimiento permite detectar a tiempo los retrasos y evitar la generación de esos costes. El puesto de trabajo suele ser de posiciones variables, según el proceso y el producto (un proyecto que se desarrolle por varias empresas, cada una puede desarrollar su parte del proceso en un lugar distinto).



LA PRODUCCIÓN TIPO TALLER

Es la producción que se realiza en talleres organizados por **funciones**: corte, soldadura, prensas, tornos, fresadoras, ajuste y otros, y que en terminología inglesa se denomina job-shop. Es característico de los talleres de servicio, por ejemplo, de reparación de automóviles: sección de chapa, electricidad, motores, ruedas.

Es también típico en la mayoría de los talleres mecánicos que realizan una producción de piezas **muy variadas** y de **series cortas** o unitarias.

La disposición funcional de los puestos de trabajo se refleja en la figura, cada línea indica la secuencia o ruta de fabricación a seguir por cada artículo. Esta disposición permite, generalmente, una mejor utilización de la maquinaria cuando los procesos son muy variados y la producción no es estable. La contrapartida es que se suelen producir colas de espera y, en algunos puestos, cuellos de botella y, por tanto, **ciclos de fabricación largos** con fuertes stocks en curso. Por tanto, la gestión se orienta a controlar la producción tratando de lograr diferentes objetivos: máxima utilización de las máquinas y plazos cortos de fabricación. Para ello es preciso funcionar con **reglas de prioridad** adecuadas.

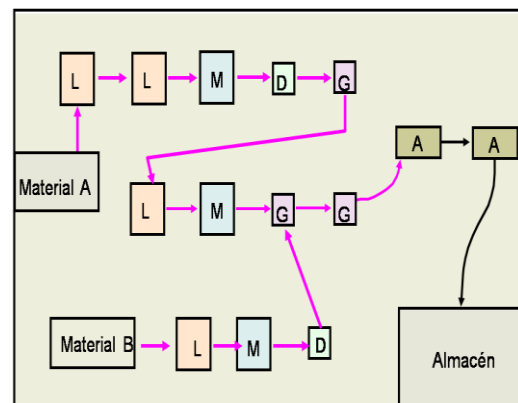
LA PRODUCCIÓN EN LÍNEA

Se llama producción en línea a la que se realiza en un sistema productivo en que los **puestos de trabajo** o maquinas están **dispuestos en el mismo orden que las operaciones** a realizar en los productos. Esto permite que las piezas pasen inmediatamente, una a una o en pequeños lotes, de un puesto al siguiente. Con ello, el ciclo de producción se reduce considerablemente, ya que, si la línea está bien equilibrada, no hay colas de espera.

El equilibrado de una línea consiste en determinar el número de puestos y su capacidad para conseguir un flujo continuo, a un ritmo de producción determinado, con la mejor utilización posible de cada puesto. Como las distintas operaciones de un proceso pueden tener tiempos muy distintos, y es el tiempo más largo el que marca el ritmo. El **ciclo de producción** es aproximadamente **igual a la suma de tiempos** de trabajo de una pieza o del lote de tránsito. Además, esta forma de producción consigue productividades más altas debido a la especialización de los puestos de trabajo. Esta es una forma de producción típica de las **series largas**, como las de la industria de los electrodomésticos, del automóvil, las herramientas, la cerámica o las artes gráficas. Cuando se trata de productos del flujo continuo, como cemento, petróleo, aceites, cerveza o papel, este tipo de producción se llama continua y lo que tiene importancia es el mantenimiento de los equipos.

LA PRESTACIÓN DE SERVICIOS

Es el tipo de producción de un hospital, un hotel, una escuela, una línea de autobuses o un supermercado. Un taller de reparaciones de automóviles corresponde a un sistema productivo de prestación de servicios, aunque se le podría calificar también dentro del sistema tipo taller. En realidad, el sistema de prestación de servicios se caracteriza por unos **medios y unos servicios que se ofrecen a unos clientes**. Los medios y servicios son limitados: camas, plazas de autobús o de escuela, número de asistentes sanitarios o cajas de salida en un supermercado. El **proceso** de producción, o sea, la forma en que se realiza el servicio puede ser del tipo **flujo** (línea de autobús) o del tipo **funcional**: taller de reparaciones, hospital. La **gestión** se orienta aquí a conseguir la **máxima utilización** posible de los medios disponibles, compatible con una **calidad razonable**, con la consiguiente **satisfacción de los clientes**. Los costes unitarios —por unidad de servicio— aumentan exponencialmente con la capacidad no utilizada, aunque entonces la satisfacción y calidad pueden ser altas: todos los medios y servicios para pocos clientes. Inversamente, cuando la utilización es máxima (autobús u hotel llenos) los costes unitarios son mínimos pero las colas de espera, las apreturas o las deficiencias del servicio pueden llegar a ser importantes.



El problema característico de este tipo de producción es que la **utilización es muy variable** y, generalmente, estacional (horas punta o temporada alta). Por ello, lo ideal es poder ampliar los medios de forma puntual en los picos de trabajo. En realidad, el elemento clave de la gestión es la reducción de los costes fijos al mínimo. En este tipo de producción lo conveniente sería que la mayor parte de los costes fuera variable, adaptándose entonces el coste total a la demanda. Pero lo normal es lo contrario: casi la totalidad de los costes de un hospital, un hotel o una línea de autobuses son fijos, independientes de la mayor o menor ocupación.

MODELOS Y TÉCNICAS BÁSICAS DE PLANIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN

La planificación de la producción tiene por objeto relacionar la demanda de productos con la oferta del sistema productivo en un horizonte temporal a corto y medio plazo (normalmente hasta los 18 meses)

Los elementos que componen el plan de producción son:

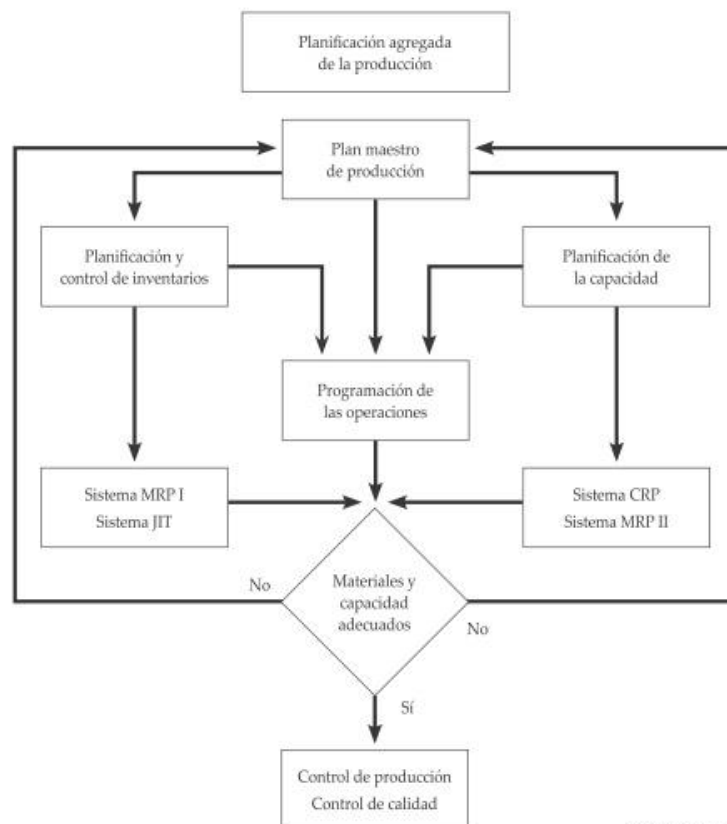
1. Horizonte de planificación: a corto y medio plazo.
2. Capacidad de producción instalada (costes fijos y variables)
3. Cantidades a fabricar en cada período para satisfacer la demanda.
4. Nivel de inventarios.
5. Objetivo global: maximizar margen de explotación o rendimiento del proceso o minimizar costes de producción en el nivel de satisfacción de la demanda y logrando maximizar la calidad de los productos.

El proceso que encierra la planificación de la producción se expone en la figura siguiente, en la que se observan los elementos que se citan a continuación:

- Planificación agregada de la producción. Indica el nivel agregado de decisión, en la que se configura una mezcla de factores bajo condiciones generadas y deseables con el fin de obtener un *output* de productos derivados de los procesos técnicos. Busca optimizar la capacidad productiva teniendo en cuenta los inventarios existentes, los recursos disponibles y la demanda prevista. Así, se convierte en un planteamiento global para una línea de producción.
- Plan maestro de producción. Partiendo de la planificación agregada se deben especificar los productos que serán fabricados, las cantidades y los periodos. Todos estos datos se recogen en el plan maestro, determinando las diferentes cargas de trabajo de los centros de coste, las horas de trabajo, materiales necesarios, etc. Para este fin se usan modelos y técnicas operativas o cuantitativas que faciliten la articulación de la «programación de la producción».
- Planificación de la capacidad. Dada la capacidad instalada total, es preciso determinar el conjunto de necesidades de recursos, buscando el equilibrio existente entre las líneas de fabricación y la capacidad que ostenta cada centro de trabajo o dispositivo, haciendo que el plan maestro cumpla su propósito y tratando de evitar incidencias negativas. En este

sentido, destacan los sistemas denominados CRP (*Capacity Requirement Planning*) y el MRP II.

- Planificación y control de los inventarios. Partiendo del plan maestro, se requiere la planificación y control de las necesidades sobre los diferentes materiales, teniendo en cuenta la minimización de los *stocks* y, por ende, de los costes de almacenamiento. En este caso, los sistemas más utilizados son el EOQ, el MRP I y el JIT.
- Programación de las operaciones. Se ciñe al conjunto de modelos y técnicas operativas, analíticas y gráficas que ponen en marcha el plan maestro, tanto de forma parcial como agregada, combinando los requerimientos de materiales y las limitaciones de capacidad de las partes del sistema; así se asegura el siguiente paso a la formulación del programa de producción.
- Control de la producción. Actividad estrechamente vinculada a la tarea de planificación, acaparando la labor de vigilancia del cumplimiento del plan maestro y del control de costes además de los rendimientos del proceso productivo, complementado así el control de calidad.
- Control de calidad. Representa el seguimiento de las especificaciones de la funcionalidad y atributos de los productos, siguiendo ciertos estándares de certificación, persiguiendo el «cero defectos» y tratando de evitar los costes y daños de la «no calidad».



Fuente: Bueno (2004)

GESTION DE INVENTARIOS Y DE LA CAPACIDAD PRODUCTIVA

Los inventarios o stock representan una de las inversiones más importantes de las empresas, con relación al resto de su activo. Al abordar el problema de la gestión de stock se pueden encontrar intereses distintos dentro de la propia empresa, por una parte, los financieros prefieren mantener los niveles de inventario bajos porque así pueden derivar capital hacia otros usos, y por otra parte comercial y producción desean unos niveles de inventario altos para asegurar el suministro a los clientes y a la propia producción.

Los stocks permiten absorber las altas y bajas que se producen en las ventas, si no existieran los stocks, el departamento de producción debería absorber las variaciones en la demanda para que no se produjera un retraso en el nivel de servicio al cliente. Por otra parte, los stocks ayudan a soportar los distintos ritmos de fabricación, evitando paradas inoportunas.

De lo que se deduce que la gestión de los inventarios es por tanto una tarea compleja y de vital importancia en las empresas.

¿Cómo pueden ser analizados desde un punto de vista global? Se debe encontrar un equilibrio en el nivel de stock de manera que se cumplan tres objetivos contradictorios, nivel de servicio, inversiones mínimas de stock, eficiencia en la fabricación.

Las dos preguntas básicas en la gestión de stock son:

¿Cuándo pedir? en qué momento realizar los distintos pedidos y ¿Cuánto pedir? cual debe ser el tamaño de lote a pedir.

La respuesta a estas dos cuestiones tiene su base en tres factores fundamentales: La Demanda, Los Costes y Los Plazos.

- **La Demanda**

Demanda Independiente: es la que proviene directamente del mercado y que por tanto no puede ser controlada directamente por la empresa, sino solo prevista.

Demanda Dependiente: es la que deriva de las necesidades del proceso productivo una vez establecido el plan maestro de producción, en el que se indica la cantidad que hay que obtener de cada producto final, así como las fechas de entrega de estas.

Dependiendo de como sea la demanda (dependiente o independiente) hacen aconsejable la utilización de uno u otro método de gestión de stock.

- **Los Costes**

Es evidente, que mantener productos almacenados en la empresa supone un coste para la misma pero también la falta de estos provoca costes en la empresa.

La clasificación de estos costes en el ámbito de la gestión de stock son los siguientes:

Coste de Posesión, cp: hace referencia a la existencia misma de los stocks y su permanencia misma en el almacén. Dentro de él puede considerarse los

costes financieros, costes derivados de impuestos, seguros, etc. El coste de posesión se considera proporcional al nivel de inventarios.

Coste de Emisión, ce: agrupa todos los costes que se producen cada vez que se realiza un pedido. Se incluyen en él los costes referentes a documentación necesaria, transporte, etc. Cuando el pedido se realiza dentro de la empresa hay que tener en cuenta también la preparación de las máquinas y/o herramientas necesarias, en este caso se denomina coste de lanzamiento, en general el coste de emisión suele considerarse independiente del tamaño de lote del pedido y proporcional al número de estos.

Coste de ruptura, cr: se produce cuando se necesita un ítem (ya sea artículo, componente o de cualquier otro tipo) y no hay existencias de este. En el caso de suministros internos da lugar a paradas en la fabricación, cuando se trata de pedidos de clientes se producen pérdidas en ventas.

Coste de adquisición, ca: es el relacionado con la compra o fabricación de ítems. Suele ser independiente del tamaño y número de lotes a considerar, aunque puede no ser así, como en el caso de descuentos por cantidad, etc.

• Los Plazos

Otro aspecto de vital importancia en la gestión de stock es el plazo o tiempo de suministro, T_s , definido como intervalo de tiempo que transcurre entre el momento en que se solicita un pedido y el instante de su llegada, entendiendo esta como el momento en que está disponible para ser utilizado, tras inspección y almacenamiento.

El tiempo de suministro puede descomponerse en los siguientes tiempos: tiempo empleado en trabajos administrativos, tiempo de tránsito de la orden de pedido hasta el proveedor, tiempo empleado por el proveedor, tiempo de tránsito del pedido, tiempo que transcurre entre la recepción del pedido y su disponibilidad.

Por lo tanto, comprobamos que el objetivo de la gestión de inventarios es mantener los stocks en unos niveles óptimos que permitan un equilibrio entre las necesidades de los procesos y los costes que suponen su inversión y mantenimientos técnicas más utilizadas son:

- Cantidad económica de pedido o modelo de Wilson (EOQ economic order quantity)
- Planificación de necesidades de materiales (MRP materials requirement planning o MRP-I)
- Planificación de recursos de fabricación (MRP-II manufacturing resources planning)
- Sistema de inventario “casi a tiempo” (JIT just in time)

Vamos a detenernos en dos de las técnicas sobre gestión de inventarios.

CANTIDAD ECONÓMICA DE PEDIDO O MODELO DE WILSON (EOQ ECONOMIC ORDER QUANTITY)

Gestión de Stock con Demanda Independiente

Se aborda la problemática de la gestión de stock en las empresas, y un método que la resuelve, el de cantidad fija de pedido. Los modelos de gestión de stock se pueden clasificar deterministas y probabilistas dependiendo de si la demanda y el tiempo de suministro es conocida o aleatoria. En el presente apartado se tratará únicamente el modelo determinista de cantidad fija de pedido.

Modelo Básico de Cantidad Fija de Pedido

En los modelos deterministas se asumen que las variables que intervienen son constantes y conocidas. Por otra parte, se dan otras hipótesis de partida:

- La demanda del artículo es constante en el tiempo (por ejemplo 10 unidades por día).
- Coste de Almacenamiento será proporcional a la cantidad almacenada.
- El reaprovisionamiento se hace de forma que los envíos llegan exactamente cuando el nivel de inventario es cero.
- Tiempo de entrega para cada pedido es constante.
- Se considera un solo artículo, por lo que los pedidos de diferentes artículos son independientes de los demás

Este tipo de modelo se caracteriza por:

- Siempre se pide la misma cantidad Q^* , conocida como lote económico
- Los pedidos se emiten cuando en el almacén se alcance un determinado nivel de inventario, denominado punto de pedido, P_p .

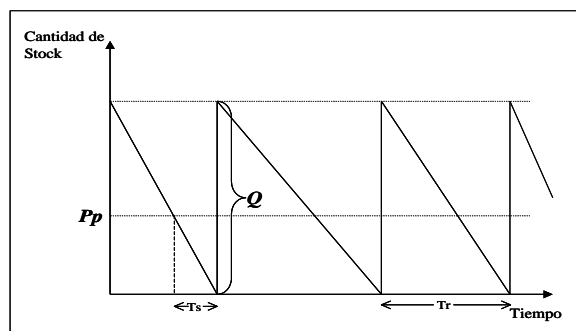


Figura Representación gráfica del Modelo Básico de Cantidad Fija de Pedido

Este modelo, aunque originariamente fue desarrollado por Harris en 1915, un consultor llamando Wilson fue quien extendió su uso, de ahí que este método sea conocido como fórmula de Wilson.

En el modelo básico se asume que la recepción del material se realizará cuando el nivel de inventarios sea cero, por lo que no se permiten roturas de stock.

La cantidad a pedir Q^* , es aquella que minimiza los costes de emisión, posesión y adquisición.

Cálculo del Coste Total de Emisión, C_e : es igual al *coste unitario de emisión ce multiplicado por el número de pedidos* a realizar durante el horizonte de planificación.

Como siempre se pedirá la misma cantidad Q , el número de pedidos a realizar será igual a (D/Q) . Siendo por tanto inversamente proporcional al tamaño del lote a pedir. $C_e = ce * \frac{D}{Q}$

Cálculo del Coste Total de Posesión, C_p : es igual al *producto del coste unitario de posesión cp por el stock medio*, que ha existido durante el horizonte temporal ($Q/2$). Siendo, por tanto, directamente proporcional al tamaño de lote a pedir.

$$C_p = cp * \frac{Q}{2}$$

Cálculo del Coste Total de Adquisición, C_a : es el *producto del coste unitario de adquisición ca , por el número de unidades, D , que se va a consumir*.

Por tanto, no depende del tamaño de lote a pedir. $C_a = ca * D$

El **Coste Total** viene dado por la suma de los tres costes anteriormente calculados.

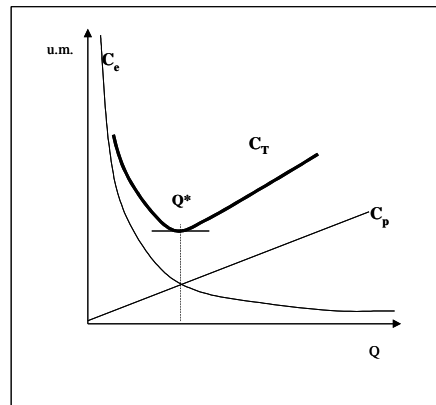
$$C_t = C_e + C_p + C_a$$

Sustituyendo:

$$C_t = ce * \frac{D}{Q} + cp * \frac{Q}{2} + ca * D$$

Hay que minimizar la expresión anterior para obtener el valor del lote económico Q^* , para ello se deriva respecto a Q y se iguala a cero, obteniendo el siguiente resultado.

$$Q^* = \sqrt{\frac{2ceD}{cp}}$$



Una vez obtenido el valor de Q es necesario calcular el nivel de Punto de Pedido, lo que permitirá saber cuándo deben realizarse los pedidos.

El **punto de pedido** suele definirse de **dos formas distintas**, según la relación existente entre el tiempo de suministro, T_s , y el tiempo de reaprovisionamiento, T_r . (Definiendo este como el tiempo que transcurre entre la llegada de dos pedidos consecutivos).

En este libro solo se verá la primera situación.

Si $T_s \leq T_r$, el punto de pedido se define como el nivel de inventario necesario para soportar la demanda durante el tiempo de suministro, T_s . Es decir, tiempo de suministro por demanda diaria.

$$Pp = T_s * \frac{D}{t} + ss$$

El término ss hace referencia al Stock de Seguridad.

El tiempo de suministro suele ser un valor dado, en función de una serie de factores, ya sean internos o externos, dependiendo de donde se realice el pedido.

La frecuencia es el número de pedidos al año siendo $f = \frac{D}{Q}$

Ejemplo EOQ

Ordenat S.A., es una empresa que se dedica a la fabricación de ordenadores, entre sus artículos se encuentran tarjetas aceleradoras de gráficos. Dicha empresa instala en sus equipos 500 tarjetas por mes. Dichas tarjetas no se fabrican sino que se compran directamente a un proveedor externo, con un plazo de entrega de 20 días, teniendo un coste fijo por pedido de 30.000 u.m. y siendo su precio de 8.500 u.m. El coste de tener una tarjeta en el almacén durante un año es de 1275 u.m.

- Obtener el tamaño óptimo de cada pedido y número de pedidos al año*
- Calcular el nivel de inventario necesario en el momento de hacer el pedido*
- ¿Cuál es el coste anual de almacén?*
- ¿Cuál es el coste total anual?*

SOLUCION: Datos de entrada:

Demanda, $D = 500$ ud / mes, 6000 ud/año

Coste de Emisión, $ce = 30.000$ u.m./ud

Coste de Adquisición, $ca = 8.500$ u.m./ud

Coste de anual posesión, $cp = 1.275$ u.m./ud

$T_s = 20$ días

a) ¿Obtener el tamaño óptimo de cada pedido y el tiempo entre pedidos?

El tamaño óptimo de cada pedido es,

$$Q^* = \sqrt{\frac{2ceD}{cp}} = \sqrt{\frac{2 * 30.000 * (500 * 12)}{1.275}} = 531$$

$Q^* = 531$ tarjetas por pedido

El tiempo entre pedidos es,

$$f = \frac{D}{Q} = \frac{6000}{531} = 11'2$$

b) Calcular el nivel de inventario necesario en el momento de hacer el pedido. Es decir el nivel de punto de pedido.

$$Pp = Ts * \frac{D}{t} = 20 * 16.43 = 328.76 \sim 329 \text{ ud.}$$

c) ¿Cuál es el coste anual de almacén? Aplicando la fórmula correspondiente:

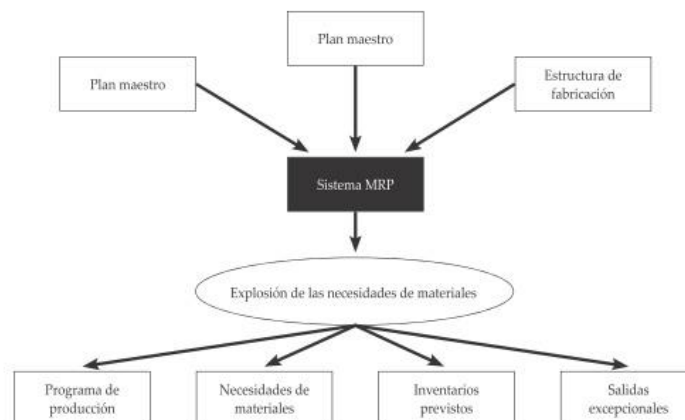
$$Cp = cp * \frac{Q}{2} = 1.275 * \frac{531}{2} = 338.512$$

d) ¿Cuál es el coste total anual? Aplicando la fórmula correspondiente:

$$Ct = ce * \frac{D}{Q} + cp * \frac{Q}{2} + ca * D = 30.000 * \frac{6000}{531} + 1275 * \frac{531}{2} + 8.500 * 6000 = 51.674.512$$

MRP. GESTIÓN DE STOCK CON DEMANDA DEPENDIENTE.

Por su parte, el sistema **MRP I** gira alrededor de los procesos productivos intermitentes o cuya demanda es dependiente, discontinua e irregular, siendo desarrollado a finales de los años cincuenta. Esta estructura busca la coordinación de los diferentes materiales, pedidos y entregas previstas en **el plan maestro**. Integra todas las partes de este y **las listas de materiales**, en **virtud del nivel de inventario**, para establecer claramente las necesidades de material de todos los elementos que intervienen en el sistema de producción, determinando una secuencia concreta de órdenes de suministro a la vez que de prioridades internas y externas. En la siguiente figura se exponen estas ideas que giran alrededor de las entradas o *inputs* del sistema, además de las salidas a partir de los datos e información recopilada a través de sistemas informáticos, cuya aplicación sobre el sistema gestiona flujos e incidencias.



Fuente: Bueno (2004)

El Sistema **MRP II** resulta una versión avanzada del MRP I, incorporando un módulo analítico sobre las limitaciones de la capacidad productiva. Desde sus

orígenes en la compañía Honeywell, estos sistemas presentan un alto grado de informatización y proveen un esquema de apoyo a la planificación y al control de la producción, a partir de una base de datos que integre los diferentes flujos de información requeridos. La gestión se dispone en tres niveles, a saber, plan maestro, programación de las necesidades y control de la planta de fabricación, siempre contando con un esquema equilibrado de las capacidades en las secuencias del proceso productivo.

En este capítulo veremos el MRP **IIa lista de materiales** *que es la estructura de los componentes de un producto* y **el inventario disponible** *existencias en el almacén*. A partir de estas entradas, el programa informático procesa la información y genera una serie de salidas u output, entre las que podemos señalar: el inventario previsto, el plan de órdenes de fabricación o compras, y los informes secundarios.

Entradas del sistema MRP

El programa maestro de producción (PMP) que es un plan de producción futura de los artículos finales durante un horizonte de planificación a corto plazo que, por lo general, abarca de unas cuantas semanas a varios meses. A partir del PMP, el sistema MRP realiza la explosión de necesidades de los distintos materiales y componentes necesarios. Si dichas necesidades no pueden ser satisfechas con la cantidad disponible en el inventario y no hay tiempo suficiente para realizar nuevas órdenes de pedido o de fabricación, el PMP deberá ser modificado, con lo que se modificará también la explosión de necesidades realizada por el MRP.

Además de la demanda de productos finales, los clientes a menudo piden partes o componentes del producto (como repuesto o para reparaciones) que no se reflejan en el PMP, sino que se incorporan directamente al programa MRP en el momento apropiado.

Lista de Materiales o estructura de fabricación: Indica los distintos materiales y componentes que integran cada producto final, su secuencia de montaje y las cantidades necesarias de cada uno de ellos. Dentro de la lista de materiales se pueden distinguir distintos tipos de elementos. En primer lugar, se denomina elemento final al producto terminado que se vende directamente al cliente. Se llama elemento intermedio a aquel que forma parte de otro elemento y a su vez esta formado por distintos elementos o componentes. Finalmente, los elementos de base o comprados son aquellos que no tienen ningún componente.

Es posible que un componente forme parte de distintos elementos, es decir, que existan partes comunes a diferentes elementos, esto conlleva notables reducciones de costes, por lo que en la actualidad es práctica habitual en la mayor parte de fabricantes.

Estado de inventario: Refleja la cantidad almacenada de cada material, componente o producto final, y es mantenido al día gracias a la contabilización de las recepciones de pedidos, vales de material, etc. Además, el estado de inventario recoge información relativa al tamaño de lote de cada artículo, los tiempos de suministro y/o fabricación, los niveles de stock de seguridad, las tasas de desperdicio, etc.

La información que aparece en el estado o registro de inventario suele estar compuesta por los siguientes elementos:

- **Necesidades brutas (NB):** demanda total proveniente de todos los planes de producción de los que forma parte el elemento en cuestión, más la demanda externa directa de dicho elemento.
- **Disponibilidad (D):** se trata de una estimación de la cantidad de inventario disponible cada semana o periodo. El saldo del inventario al final de periodo se calculará restando al inventario disponible inicialmente las necesidades brutas de esa semana, y añadiéndole las recepciones programadas.
 - $$\text{Disponibilidad}_{\text{periodo } i} = \text{Disponibilidad}_{\text{periodo } i-1} + \text{Recepciones programadas}_{\text{periodo } i-1} + \text{Recepciones de pedidos planificados}_{\text{periodo } i-1} - \text{Necesidades brutas}_{\text{periodo } i-1}$$
- **Recepciones programadas (RP):** pedidos que fueron emitidos en su momento, pero aun no se han recibido (también se denominan pedidos abiertos u órdenes abiertas).
- **Necesidades netas (NN):** Serán las necesidades brutas a servir más el stock de seguridad a cubrir menos el disponible y las recepciones programadas.
 - $$\text{Necesidades netas}_{\text{periodo } i} = \text{Necesidades brutas}_{\text{periodo } i} - \text{Disponibilidad}_{\text{periodo } i} - \text{Recepciones programadas}_{\text{periodo } i} + \text{Stock de seguridad}_{\text{periodo } i}$$
- **Lanzamientos de pedidos planificados (PPL):** corresponde a la cantidad a pedir para hacer frente a las necesidades netas en el periodo que corresponda según el tiempo de suministro y en la cantidad que corresponda según el tamaño de lote.
 - **Ejemplo:** si las NN=150 unidades y el tamaño de lote es igual a 80, se deberán pedir dos lotes (160 unidades) para poder servir las NN. Por tanto, PPL=160. La diferencia entre las PPL y las NN se acumularán al Disponible en el periodo siguiente, (en este caso 160-150=10).
- **Recepciones de pedidos planificados (RPPL):** Corresponde a la llegada de los pedidos planificados.

Cálculo del MRP

A partir de la información contenida en el PMP se determinan las cantidades necesarias de cada artículo en cada periodo de tiempo. A continuación, se realiza la explosión de necesidades brutas de los distintos materiales y componentes requeridos para fabricar cada artículo en función de la información contenida en la lista de materiales. El siguiente paso sería calcular las necesidades netas de cada periodo teniendo en cuenta el estado de inventario.

Si las necesidades netas son mayores que cero, se procede a emitir la orden de pedido/fabricación en el periodo de tiempo que permita que el material esté disponible en el momento en que se requiera para comenzar la fabricación del producto correspondiente.

Salidas del sistema MRP

Como resultado de este proceso los sistemas MRP emiten una serie de salidas.

Previsión de inventario: actualizado en función de los pedidos emitidos y las recepciones planificadas de los mismos, resultado de la explosión de necesidades. **Plan de órdenes de fabricación/compras:** Indica la cantidad cada material que se va a pedir en cada periodo de tiempo, siendo la base utilizada por el departamento de compras para emitir las correspondientes ordenes de pedido a cada proveedor, y por el departamento de producción para lanzar las correspondientes ordenes de fabricación a cada centro de trabajo e **Informes secundarios:** Como complemento de las anteriores salidas, los sistemas MRP también proporcionan una serie de informes secundarios muy útiles para la toma de decisiones.

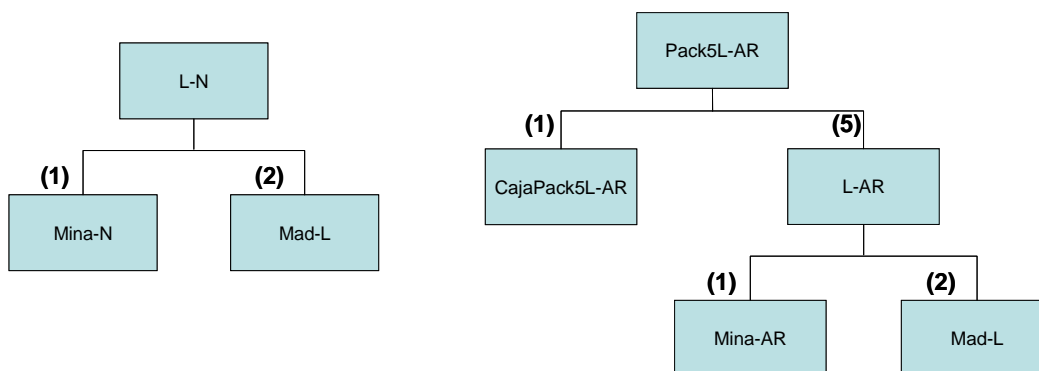
Ejemplo MRP

A continuación, se presenta un ejemplo de MRP para el caso de una empresa fabricante de lápices. La empresa Lape S.A. fabricante de lápices necesita planificar su necesidad de materiales para las próximas 8 semanas.

Su plan maestro de producción (PMP) indica la siguiente información

Código /Periodo	1	2	3	4	5	6	7	8
Pack5L-AR					30		20	
L-AR				10	10	20		
L-N						50		

Según la información anterior se deduce que la empresa vende Pack5L-AR, L-AR y L-N. El artículo L-AR tendrá por tanto demanda dependiente por formar parte del Pack5L-AR y demanda independiente dada por el plan maestro.



Los datos relativos a stock de seguridad (SS), tiempo de suministro (TS), tamaño de lote de lanzamiento (LOTE), disponibilidades (D), recepciones programadas (RP), vienen dados en la siguiente tabla:

ITEM	SS	TS	Lote	D (periodo 1)	RP
Pack5L-AR	0	1	1	7	
CajaPack5L-AR	0	2	1	12	8 (en la semana 5)
L-AR	0	2	20	12	
L-N	0	2	20	0	
Mina-AR	0	1	1	3	
Mad-L	40	2	1	284	
Mina-N	0	1	1	0	

Cálculo del MRP

Las necesidades brutas de un artículo final (en este caso Pack5L-AR) vienen determinadas por el plan maestro, en este caso 30 unidades en el periodo 5 y 20 unidades en el periodo 7. La disponibilidad inicial según la tabla anterior es 7 unidades.

En el periodo 5 hay necesidades netas, sustituyendo según la fórmula anterior:

$$\text{Necesidades netas}_5 = 30 - 7 - 0 + 0 = 23$$

El lanzamiento (PPL) se realizará en la semana 4 porque el tiempo de suministro es uno. La cantidad a pedir es 23 porque el tamaño de lote es uno.

Al inicio del periodo 6 las disponibilidades son cero:

$$\text{Disponibilidad}_6 = 7 + 0 + 23 - 30$$

Una situación similar ocurre en el periodo 7.

Código		1	2	3	4	5	6	7	8
Pack5L-AR	NB					30		20	
SS: 0	D	7	7	7	7	7	0	0	0
Ts: 1	RP								
Lote: 1	NN					23		20	
	RPPL					23		20	
	PPL				23		20		

Las NB de un componente son los lanzamientos del artículo de nivel superior multiplicado por el número de veces que aparece en la lista de materiales más la demanda independiente que indique el plan maestro, en el caso de que exista.

Para el artículo CajaPack5L-AR serán los lanzamientos de Pack5L-AR * 1

En el periodo 4 hay necesidades netas, sustituyendo según la fórmula anterior:

$$\text{Necesidades netas}_4 = 23 - 12 - 0 + 0 = 11$$

Para esta NN el lanzamiento (PPL) se realizará en periodo 2 porque el tiempo de suministro es dos. La cantidad a pedir es 11 porque el tamaño de lote es uno.

Código		1	2	3	4	5	6	7	8
CajaPack5L-AR	NB				23		20		
SS: 0	D	12	12	12	12	0	8	0	0
Ts: 2	RP					8			
Lote: 1	NN				11		12		
	RPPL				11		12		
	PPL		11		12				

Las necesidades brutas del artículo **L-AR** son:

En el periodo 4: 23×5 (por formar parte de **Pack5L-AR**) +10 (del plan maestro)

En el periodo 5: 10 del plan maestro (no hay demanda dependiente de **Pack5L-AR**)

En el periodo 6: 20×5 (por formar parte de **Pack5L-AR**) + 10 (del plan maestro)

En el periodo 4 hay necesidades netas, sustituyendo según la fórmula anterior:

$$\text{Necesidades netas}_4 = 125 - 12 - 0 + 0 = 113$$

Para esta NN el lanzamiento (PPL) se realizará en periodo 2 porque el tiempo de suministro es dos.

La cantidad a pedir es 120 porque el tamaño de lote es 20. Se obtiene según los siguientes cálculos $113/20=5,65$; se deben pedir lotes completos por lo que redondeando hacia arriba serán 6 lotes, que corresponden a $6 \times 20=120$ unidades.

Código		1	2	3	4	5	6	7	8
L-AR	NB				125	10	120		
SS:0	D	12	12	12	12	7	17	17	17
Ts: 2	RP								
Lote: 20	NN				113	3	103		
	RPPL				120	20	120		
	PPL		120	20	120				

Código		1	2	3	4	5	6	7	8
L-N	NB						50		
SS: 0	D	0	0	0	0	0	0	10	10
Ts: 2	RP								
Lote: 20	NN						50		
	RPPL						60		
	PPL				60				
Código		1	2	3	4	5	6	7	8
Mina-AR	NB		120	20	120				
SS: 0	D	3	3	0	0	0	0	0	0
Ts: 1	RP								
Lote: 1	NN		117	20	120				
	RPPL		117	20	120				
	PPL	117	20	120					

El artículo **Mad-L** forma parte de dos listas de materiales **Pack5L-AR** y **L-N**, lo que debe ser tenido en cuenta en el cálculo de las necesidades brutas.

En el periodo 2 el cálculo es el siguiente: 120×2 (del **L-AR**)

En el periodo 3 el cálculo es: 20×2 (del **L-AR**)

En el periodo 4 el cálculo es: 120×2 (del **L-AR**) + 60×2 (del **L-N**)

En este artículo hay que tener en cuenta que existen 40 unidades de SS, lo que se tiene en cuenta en el cálculo de las necesidades netas.

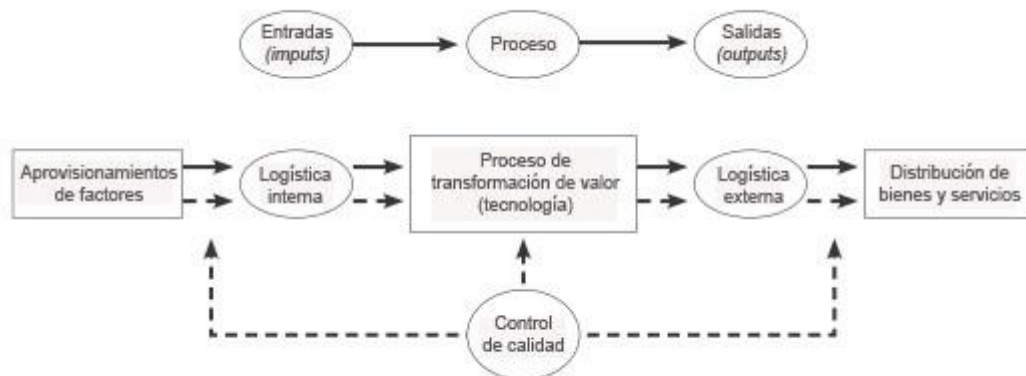
Para el periodo 3: $\text{Necesidades netas}_3 = 40 - 44 - 0 + 40 = 36$

Cálculos similares se aplican en el resto de periodos.

Código		1	2	3	4	5	6	7	8
Mad-L	NB		240	40	360				
SS: 40	D	284	284	44	40	40	40	40	40
Ts: 2	RP								
Lote: 1	NN		0	36	360				
	RPPL			36	360				
	PPL	36	360						

Código		1	2	3	4	5	6	7	8
Mina-N	NB				60				
SS: 0	D	0	0	0	0	0	0	0	0
Ts: 1	RP								
Lote: 1	NN				60				
	RPPL				60				
	PPL			60					

GESTIÓN Y CONTROL DE CALIDAD: EL CONCEPTO DE CALIDAD TOTAL



Fuente: Bueno (2004)

La evolución del concepto y de la práctica de la calidad ha pasado del ámbito de la supervisión y de la inspección, en el que aparecen diversidad de métodos estadísticos de muestreo que controlan la salida del *output*, para concentrarse en un terreno de la prevención aplicado no solo al producto sino a todas las áreas y procesos de la organización.

El análisis de los costes de la «no calidad» ha ido expandiendo su alcance, aplicándose al conjunto de tareas que lleva a cabo la empresa en todas sus áreas o funciones, por lo que va más allá de las especificaciones técnicas o estándares de los productos y servicios para adentrarse en cualquier proceso de la compañía. Así, la calidad total es un concepto global integrando las dos perspectivas clave:

- Calidad como satisfacción del cliente.
- Calidad como salida u *output* de una actividad de la empresa.

En el primer caso, se refiere al cliente externo, por lo que se alude al final de la cadena de valor, siendo el segundo un planteamiento para el denominado «cliente interno», es decir, la persona o actividad que utiliza el *output* del anterior,

asegurando continuamente los estándares de calidad dentro del conocido como plan de gestión de la calidad cuyo valor gira alrededor de los siguientes aspectos:

- Aspecto material: hacerlo bien a la primera.
- Aspecto objetivo: hacer bien lo que se hace.
- Aspecto subjetivo: hacerlo a satisfacción del cliente (externo o interno).
- Aspecto económico: hacerlo de forma rentable.
- Aspecto social: satisfacción de hacerlo bien a la primera (motivación personal).

En este sentido, el desarrollo del plan de mejora de la calidad, conocido por el término *kaizen* (cambio y bondad en japonés) consta de cuatro elementos:

- **Estrategia de calidad.** Establecimiento de objetivos, indicadores, parámetros y estándares de calidad, así como de las formas de implantar sus mejoras.
- **Comités de calidad.** Grupos de directivos y empleados que deben evaluar sistemáticamente las mejoras de calidad y el seguimiento de los indicadores y estándares fijados.
- **Compromiso de la dirección.** Ejercicio del liderazgo en la gestión de la calidad, formalización de los indicadores y su comunicación.
- **Formación.** Plan de sensibilización sobre la calidad y explicación del plan y de las técnicas de seguimiento y de funcionamiento de los grupos.

Dada la comprensión y aceptación del enfoque de calidad total en la empresa actual, se abre un escenario de propósitos o beneficios derivados de las siguientes consecuencias:

- Porque incorpora nuevos valores para entender la competitividad actual.
- Porque estabiliza y mejora los resultados.
- Porque facilita el desarrollo corporativo o de la organización.
- Porque integra a las personas en la cadena de la calidad y les permite adaptarse a los cambios actuales.

BIBLIOGRAFIA

Alcain Partearroyo, R.. IMPI 1989 Como gestionar la producción

APICS "American Production and Inventory Control Society" (Asociación Americana de Control de Producción e Inventarios), Diccionario 7ª Edición, 1994.

Bueno E. Curso básico de economía de la empresa. Ed. Pirámide, Madrid 2004

Cuervo A. Introducción a la administración de empresas.

Laudon K. y Laudon J., Sistemas de Información Gerencial. 1996

Prida Romero, Bernardo; Gutierrez Casas, Gil; Logística y Aprovisionamientos; McGraw-Hill (1996)

Ramos Díaz R. Cómo gestionar los stocks. 1984

Suñé Torrents A. ,Ignacio Arcusa Postils,Francisco Gil Vilda. Manual práctico de diseño de sistemas productivos, 2004.

Vicens Salort E., et al. Apuntes de gestión industrial en sistemas de producción inventario. SPUPV-9939