

Capítulo 1 Dirección de operaciones. Concepto y enfoque

1.1 Conceptos

La labor de producción suele involucrar un gran número de actividades que deben contemplarse al mismo tiempo, bien porque se ejecutan simultáneamente, bien porque la situación temporal de las mismas está dentro de un intervalo razonablemente corto de tiempo y ello implica posibles interrelaciones. Dichas actividades afectan a un número también elevado de recursos de diversos tipos. Por otra parte gran cantidad de restricciones, principalmente de tipo tecnológico, condicionan la organización de las actividades y la utilización de los recursos. Finalmente, y no como aspecto menos importante, la dinámica cambiante del entorno y del propio sistema productivo hace que las solicitudes a producción y la disponibilidad de los recursos vayan modificándose en el tiempo. Todo ello contribuye a que el trabajo de los responsables de la función producción sea extremadamente complejo, especialmente en unos tiempos en los que los clientes exigen mayor calidad, menores plazos, más variedad y personalización, y menor precio. Por tanto, podemos considerar que la dirección de operaciones es un tema importante y complejo. Su plasmación en el diseño, construcción e implantación de un sistema de gestión de producción en una empresa acostumbra a ser uno de los proyectos industriales más difíciles de desarrollar con éxito hasta su término.

La finalidad marcada a la dirección de operaciones es la de contribuir a alcanzar los objetivos fijados al sistema productivo (que son la traducción de los objetivos generales de la empresa al área de producción) en la forma más eficiente posible, mediante la adopción de las políticas, estrategias, decisiones y acciones oportunas. Generalmente los objetivos del sistema productivo estarán centrados en aspectos de cantidad, calidad, plazos y coste, mientras que la eficiencia se referirá al consumo de recursos.

En algunas circunstancias, pocas, podremos traducir la medida en que se alcanzan los objetivos en unidades monetarias (por ejemplo, asociando un coste a la "distancia" entre los resultados alcanzados y los resultados ideales) y análogamente el consumo de los recursos realizado para lograr dichos resultados lo podremos también traducir en un coste.

En dicho caso podremos definir formalmente la finalidad de la dirección de operaciones como la minimización de dicho coste, respetando las restricciones impuestas por el sistema físico, las políticas de la empresa, etc.

Más generalmente, no será posible reducir todos los objetivos del sistema productivo a una medida monetaria simple, por lo que deberemos describir la finalidad de la dirección de operaciones como el mantenimiento de ciertos indicadores (representativos de algunos de los objetivos) dentro de unos límites preestablecidos minimizando el coste correspondiente al consumo de recursos y a la satisfacción de los objetivos que permitan la traducción a coste, respetando las restricciones.

En el presente capítulo se pretende comunicar tres ideas:

- concepto de dirección de operaciones, sus características, problemas, y técnicas,
- influencia del sistema físico sobre la estructura del sistema de dirección de operaciones,
- organización de este volumen.

1.1.1 Introducción: Núcleo de la dirección de operaciones

La dirección de operaciones, tal como se ha indicado en el apartado anterior, tiene por objeto la planificación y el control de las actividades del sistema productivo (o sistema físico). Para aclarar los conceptos puede ser interesante considerar primero la estructura de dicho sistema físico.

Un esquema genérico, pero útil, del sistema físico es el representado en la *figura 1.1.1.1*, que se centra en el flujo de materiales desde el proveedor hasta el cliente, y las distintas fases que lo componen. El flujo de materiales se inicia en los proveedores, de los que parte la materia prima, y todos los materiales de procedencia exterior, y a través de la fase de aprovisionamiento se encaminan hacia el sistema productivo, en donde inicialmente constituyen el stock de materia prima. Esta materia, a través de diversas transformaciones, que denominamos *fabricación*, se convierte en componentes y piezas que alimentan el stock correspondiente. Hemos indicado el aprovisionamiento directo a dicho stock desde los proveedores de aquellos componentes precisos para la fase posterior de transformación, pero que no son elaborados en la fase fabricación. Esta nueva transformación, que denominamos *montaje*, permite pasar de los componentes a productos terminados, que alimentan el correspondiente stock de productos terminados. Los productos terminados constituyen el nivel último de transformación física en el sistema productivo y constituyen los bienes que solicitan los clientes. El flujo de materiales se prolonga con el recorrido desde el sistema productivo hasta los clientes, que puede constar de un solo tramo,

entrega directa, o bien de varios, si existen varios escalones de distribución. En el esquema se han representado dos escalones o niveles intermedios entre el stock o almacén de productos terminados y el cliente, los centros de distribución y los almacenes locales. Aunque los sistemas reales pueden diferir del esquema indicado, por existir más o menos niveles de aprovisionamiento, de fabricación, de montaje o de distribución, por ejemplo, éste es lo suficientemente característico como para servirnos de referencia.

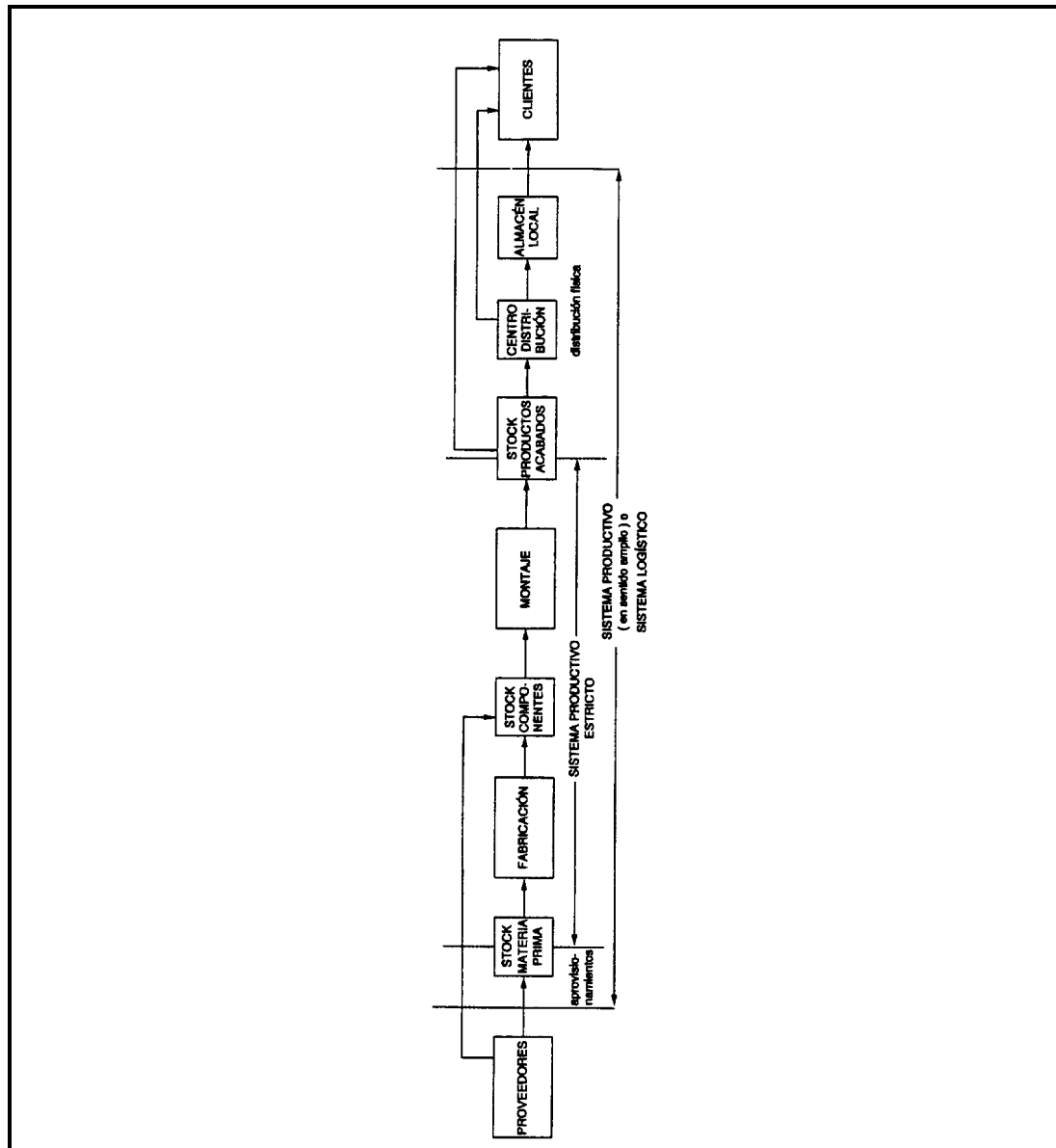


Fig. 1.1.1.1 Flujo de materiales tipo en un sistema productivo

La dirección de operaciones se interesa por todos los elementos operativos (transportes, almacenajes, fabricaciones y montajes) del sistema productivo comprendidos desde la adquisición de las materias primas y los materiales de procedencia exterior hasta la entrega de los productos terminados a los clientes. Designaremos estos elementos operativos genéricamente como *operaciones*. Existen tres tipos de enfoque elemental posible al considerar la problemática de las operaciones:

- el enfoque flujo de materiales a través del sistema,
- el enfoque conjunto de actividades u operaciones de proceso que transforman los productos al ser realizadas simultánea o sucesivamente,
- el enfoque utilización de la capacidad limitada de los recursos productivos del sistema.

La dirección de operaciones debe tener en cuenta estos tres enfoques, que están, como es obvio, altamente correlacionados. La dirección de operaciones es la gestión simultánea del flujo de materiales, de las actividades de proceso y de la capacidad de los recursos productivos, estableciendo un equilibrio adecuado entre los tres aspectos gestionales en función de los objetivos de la empresa. Es peligroso primar un enfoque respecto a los demás pues puede hipertrofiarse un aspecto de las operaciones en detrimento de los demás, y por tanto suboptimizar, abandonando la eficiencia global en aras de una eficiencia local. Desde un punto de vista conceptual, no obstante, cada uno de los enfoques nos permite hacer aflorar características y problemas específicos que pueden ser enriquecedores en esta presentación.

El concepto flujo de materiales es útil para adquirir una idea intuitiva de las transformaciones de los materiales dentro de un mismo flujo a medida que avanza el proceso productivo, de las convergencias de varias ramas del flujo en una sola cuando varios materiales o componentes distintos se engarzan entre sí, e incluso de las divergencias que pueden producirse cuando un material se transforma en varios diferentes. La representación de la topología de los flujos de materiales conducirá a una estructura de grafo, generalmente sin bucles ni circuitos, en ocasiones tan simple como un árbol, que mostrará la composición productiva de los productos de la empresa (más adelante, en el **capítulo 4**, exploraremos esta idea al tratar de la **lista de materiales**).

Los flujos se moverán a una cierta velocidad (o gasto), que expresaremos habitualmente en tasas de producción (número de unidades de componente o producto por unidad de tiempo). Es clara la diferencia entre dicha tasa y el plazo de fabricación, tiempo que media entre la entrada de los materiales de procedencia exterior en el sistema productivo y la salida de los mismos transformados en productos, a pesar de su evidente relación. El plazo será mayor cuanto mayor sea el camino que debe recorrer el flujo entre la entrada y la salida antes aludidas, como consecuencia de la tradicional *espacio igual a velocidad por tiempo*. Este espacio a recorrer está ocupado mayoritariamente por materiales a medio transformar en productos, es decir, por el tipo de stock denominado *obra en curso*. Esta

obra en curso puede estar circulando (transformándose) o detenida en remansos o stocks intermedios. A igual tasa de producción, la obra en curso total, medida en una unidad adecuada, es proporcional al plazo total, por lo que habrá que reducir éste para hacer lo propio con aquélla.

Las detenciones temporales indicadas de los flujos de materiales constituyen stocks y suelen servir para regular las fluctuaciones diferentes de dos tramos del flujo, el tramo de entrada al stock y el tramo de salida; la gestión de los stocks intermedios implica la gestión de los flujos y viceversa.

El flujo de materiales sugiere, adicionalmente, la conexión estrecha entre las diferentes fases del sistema productivo y la repercusión de las decisiones adoptadas en una respecto al comportamiento y las prestaciones obtenidas en las demás. Por ejemplo, para obtener una cierta tasa en el flujo de salida de los productos terminados será preciso imponer una tasa adecuada tanto en los flujos de entrada de materiales de procedencia exterior como en las diversas ramas del flujo interno del sistema productivo. Esta imposición puede resultar de un encadenamiento formal de los flujos (tal como el procedimiento Kanban que veremos en el **capítulo 5**), de una planificación centralizada (tal como el procedimiento MRP que veremos en el **capítulo 4**), o de otros métodos de regulación menos explícitos (como algunos procedimientos de gestión de stock que veremos en el **capítulo 5**).

En cualquier caso, las repercusiones que pueden producirse aconsejan que los aspectos gestionales en cada fase se establezcan teniendo en cuenta su influencia en las fases anteriores y siguientes o, lo que es lo mismo, que la dirección de operaciones contemple globalmente el conjunto de los problemas adoptando un enfoque sistémico. Esta es la razón última de que empleemos habitualmente los términos *sistema de dirección de operaciones* o *sistema de gestión de producción*, puesto que promocionamos el que todos los aspectos gestionales sean elementos o piezas de un esquema general, y que se hayan concebido, diseñado, construido e implantado en función del mismo (lo que no significa que se construyan e implanten a la vez).

El enfoque operaciones de proceso nos acerca, a través de las ligaduras, especialmente las de precedencia entre operaciones, a los conceptos tratados en el **capítulo 7** del **volumen I**, cuando estudiábamos la planificación de proyectos. El proceso de fabricación o ruta de fabricación es la sucesión de operaciones (similar en idea al esquema representado mediante un grafo PERT o ROY) necesarias para pasar de los materiales a los productos. La estructura de convergencias y divergencias deberá ser similar a la existente en la lista de materiales, por lo que en la práctica la ruta global se describe por tramos o rutas parciales que contienen las operaciones que significan una transformación con cierta entidad dentro del proceso productivo. Componiendo todos los grafos PERT de las rutas parciales obtendríamos el grafo PERT del proceso de fabricación, y eventualmente su camino crítico, que nos indicaría el tiempo operatorio mínimo estrictamente necesario para fabricar un producto partiendo de cero.

Las operaciones consumen tiempo de proceso, y las diferentes actividades que concurren a un resultado común deben armonizarse (para que los caminos subcríticos no se conviertan en críticos). Un alto nivel de eficiencia exige la coordinación y sincronización de las operaciones, a través de programas en los que se establezca la temporización de las mismas.

El enfoque gestión de recursos está ligado necesariamente a las restricciones impuestas por la capacidad limitada de los mismos y por la idea de *cuello de botella*. El elemento del sistema productivo que más limitaciones marque al flujo de materiales o a la realización de operaciones definirá la tasa máxima de producción del sistema. Si esta tasa máxima está a poca distancia de la tasa necesaria para satisfacer los objetivos del sistema, la utilización de los elementos de menor tasa del sistema es un aspecto crítico de la gestión. Los cuellos de botella pueden ser intrínsecos al sistema productivo (lo que paradójicamente puede simplificar la gestión) o bien tributarios del programa productivo (variedad de productos) que se desea realizar. En cualquier caso la máxima "una hora perdida en un recurso crítico es una hora perdida para el sistema productivo, una hora perdida en un recurso no crítico no repercute necesariamente en el sistema" constituye una verdad universal que no siempre es asumida por los responsables de producción.

La evolución del entorno del sistema productivo y de las solicitudes que transmite al mismo, a la que se ha aludido ya, exige la evolución del propio sistema productivo así como de su sistema de gestión. Por consiguiente, nunca podrá considerarse definitivamente establecido ni el uno ni el otro. Un concepto asociado, que ha adquirido creciente difusión en los últimos años, es el correspondiente a la denominada a veces *mejora continua*. El sistema productivo y su gestión deben considerarse sometidos a una perpetua evaluación para detectar las disfunciones y los puntos débiles, y determinar las acciones de cambio que lo vayan conduciendo hacia un sistema ideal, tal vez inalcanzable, pero paulatinamente más cercano.

1.1.2 Tipología de las decisiones de dirección de operaciones

En general puede considerarse en todo sistema de gestión de producción una jerarquía de decisiones (con diversas frecuencias de revisión en el tiempo) a varios niveles que permiten reducir la variedad y por tanto aumentar la facilidad de control. Un modelo de referencia muy útil nos permite establecer tres niveles jerárquicos de toma de decisiones, de acuerdo con lo que se describe en la *figura 1.1.2.1*. Estos niveles, que responden aproximadamente a una toma de decisiones a largo, medio y corto plazo (relativamente entre sí), corresponden a las siguientes funciones:

PLANIFICACIÓN DE OPERACIONES
CÁLCULO DE NECESIDADES
PROGRAMACIÓN DE OPERACIONES

En cada uno de los niveles las decisiones deben adaptarse a la orientación y las posibilidades de variación señaladas por el nivel anterior y fija las de los siguientes.

Además, y como función complementaria, pero estrictamente necesaria para cerrar el ciclo de gestión, existe en todo sistema la función:

SEGUIMIENTO Y CONTROL

Es posible imaginar y construir el sistema de gestión de producción tratando cada uno de estos niveles aisladamente, aunque estrictamente las interrelaciones existentes en los mismos exigirían su consideración simultánea en cada una de las decisiones adoptadas.

1.1.3 Planificación de operaciones

La planificación de operaciones tiene por objeto realizar la distribución de los recursos productivos, en principio escasos o limitados, entre las diferentes actividades de producción que compiten por los mismos, con el fin de cumplir los objetivos fijados por la empresa al sistema logístico producción/ventas. Su resultado se materializa habitualmente en un plan maestro o director de producción factible, que indica directamente (en la mayoría de los casos) las cantidades de productos terminados a producir en cada uno de los intervalos del horizonte de planificación. Dicho plan estará asociado a un plan maestro de ventas y, en su caso, a un plan maestro de stocks de productos terminados que los conecta. Puesto que para poder garantizar la factibilidad del plan maestro de producción deberán haberse adoptado decisiones relativas a la asignación de recursos, asociada a la relación de cantidades de productos está la de las modalidades precisas de utilización de los recursos críticos para obtener dicha producción.

La planificación se alimenta de lo que genéricamente hemos llamado aquí informaciones comerciales, y que puede asimilarse a lo que habíamos denominado previsión de la demanda (**Volumen I, Capítulo 1**), a la que se añaden los datos disponibles sobre la cartera de pedidos existente. De acuerdo con las políticas fijadas por la dirección, y en base a las disponibilidades de recursos críticos, se adoptan las decisiones oportunas en cuanto a la cantidad de productos terminados a fabricar en cada uno de los intervalos. Normalmente se utiliza un horizonte de un año, dividido en doce intervalos de un mes. La frecuencia de actualización del plan suele ser mensual. El plan maestro puede reflejar sensibles diferencias respecto a la demanda tal como la define la información comercial.

Si existen stocks de productos terminados como regla comercial para un mejor servicio, el departamento comercial atenderá preferentemente la demanda a partir de éstos, con lo que la producción se orientará a satisfacer los aspectos de la demanda no solubles

mediante el stock y a preparar la futura composición de dicho stock de productos terminados.

Las limitaciones en los medios productivos pueden obligar a que las cantidades o la composición de la producción no sigan exactamente el esquema de la demanda. Esto ocurrirá, por ejemplo, si los productos se producen en lotes, en cuyo caso entrarán en un almacén de productos terminados a partir del cual se irá atendiendo la demanda cuya distribución será más o menos regular en el tiempo. En la tecnología tradicional la producción alcanza su plena eficiencia cuando es homogénea, uniforme y permanente, lo que aconseja una producción continua de los productos de gran demanda o por lo menos la producción en lotes muy grandes. Esto no es posible siempre ya que la variedad que el mercado exige cada vez más a los productos lleva a la atomización de la demanda de los mismos, y por consiguiente a lotes de producción muy pequeños de algunos de ellos, que sin embargo son capaces de atender la demanda durante períodos largos. Hasta el momento en que la nueva tecnología de los sistemas productivos los convierta en lo suficientemente flexibles como para fabricar indistintamente un producto u otro, en cantidades grandes o pequeñas, sin pérdida de eficiencia, los lotes de fabricación de productos terminados, que se traducirán en un stock de los mismos, marcarán una distorsión entre el plan y la previsión.

Otro efecto de las limitaciones de los medios de producción es el de que la capacidad productiva, en volumen y variedad, también está limitada. En caso de gran variabilidad o estacionalidad de la demanda, o incluso de la oferta (no se olvide que los avances sociales se traducen en la extensión de los períodos de vacaciones por lo que las posibilidades productivas de los diversos meses son muy diferentes) el sistema productivo habitualmente no puede seguir el ritmo de la demanda en los períodos de demanda alta, teniendo sobrecapacidad en los períodos de demanda baja. Por ello, además de la posibilidad de no atender toda la demanda existente, lo que marcaría ya una diferencia entre producción y demanda, circunstancia que no suele ser del agrado de la dirección, existen otras alternativas posibles para la adaptación oferta/demanda. Una de ellas vuelve a ser la constitución de stocks de productos terminados, alimentados en los períodos de demanda baja para hacer frente a los picos de demanda, pero existen otras, relacionadas con la modificación de la capacidad productiva a lo largo del tiempo, como son la subcontratación, el empleo de trabajo temporal, utilización de horas extra o turnos extra, etc.

Todos los procedimientos mencionados anteriormente tienen ventajas e inconvenientes, tanto económicos como de otra índole, por lo que la medida más satisfactoria será una combinación adecuada de todos ellos. La elección de la combinación de los mismos que mejor se adapta a los objetivos empresariales puede ser una decisión delicada y muy importante. En cualquier caso todos los procedimientos tienen algo en común: la decisión respecto a los mismos debe tomarse con la debida antelación respecto a las circunstancias a las que deben hacer frente. Por ello el horizonte de planificación debe estar adecuadamente dimensionado.

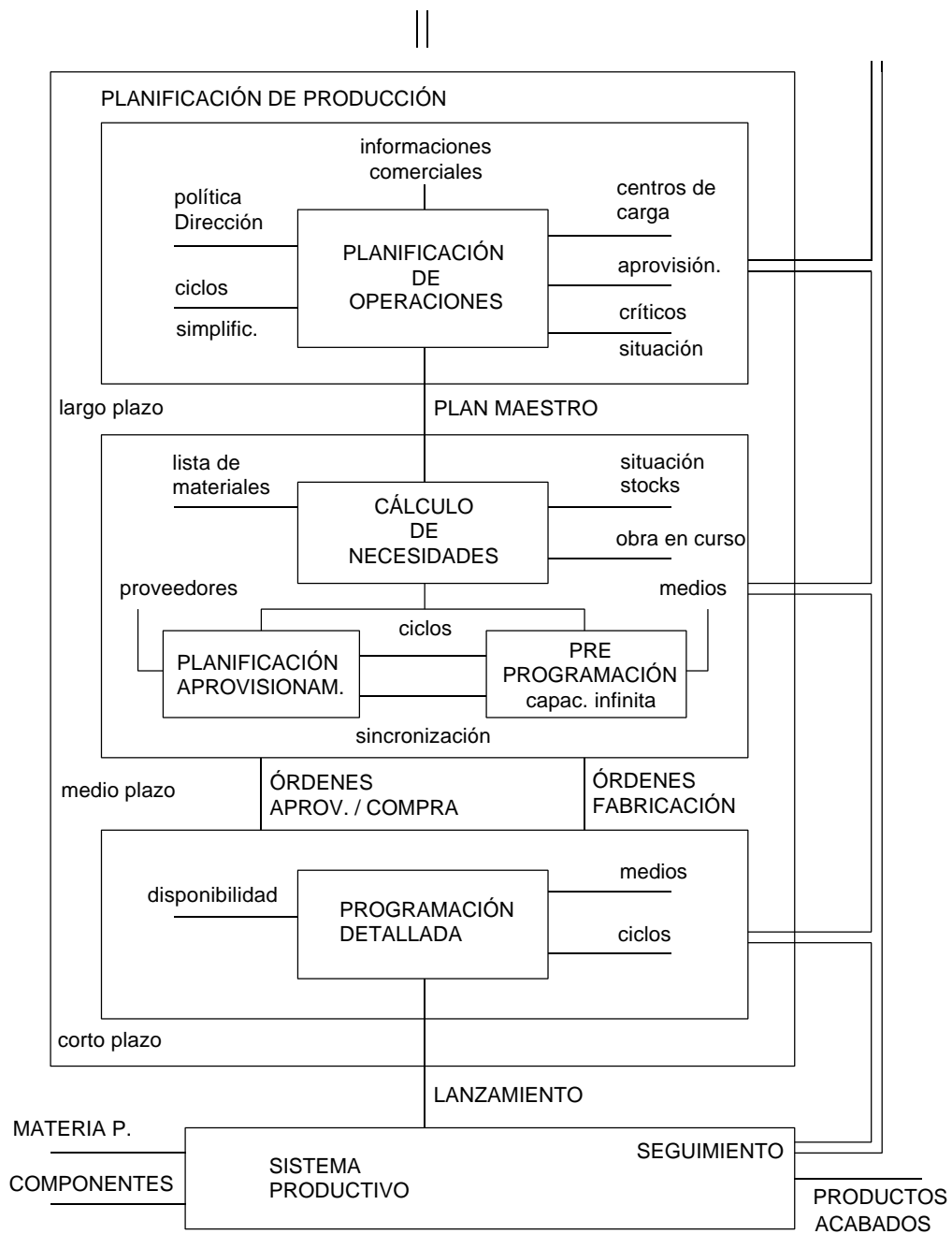


Fig. 1.1.2.1 Tres niveles de planificación de la producción

Generalmente la planificación de operaciones se desarrolla a dos niveles (por lo menos). El primero conduce a la obtención del denominado plan maestro (agregado) de producción en el cual se recogen las cantidades a producir de los diferentes productos agrupados en grandes clases (familias de productos) en todos los intervalos de un horizonte medio (doce meses, con intervalos mensuales). El segundo nivel, de horizonte menor, típicamente cuatro meses y división más fina en intervalos, típicamente semanas, desagrupa las familias en clases más reducidas, con la finalidad de poder determinar las necesidades de componentes exteriores y la carga de las líneas de producción.

En algunas circunstancias el plan maestro se establece en artículos diferentes de los productos terminados, lo que lleva a complementarlo mediante un plan de montaje final (FAS = *Final Assembly Schedule*)

El **capítulo 3** de este texto está destinado a estudiar más a fondo la planificación de operaciones, aunque algunos aspectos de la planificación detallada aparecen en el **4**.

1.1.4 Cálculo de necesidades

Una vez adoptada la decisión básica relativa a la cantidad de productos terminados a fabricar en cada intervalo de tiempo, es preciso establecer qué comporta la misma en cuanto a actividades de aprovisionamiento y fabricación; debe transformarse el plan maestro en las órdenes de producción y de aprovisionamiento que conducirán a su realización. Para ello debe realizarse en primer lugar el cálculo de las necesidades, efectuando la *explosión* de los productos terminados del plan maestro en las operaciones que deben realizarse para fabricarlos y en los materiales (subconjuntos, semi-elaborados, componentes, materia prima, etc.) que se van a consumir. Este cálculo de necesidades suele realizarse en dos fases. Primero se determinan las necesidades brutas, independientemente de las disponibilidades en stock y de las órdenes en curso ya lanzadas en firme. A continuación las necesidades netas, teniéndolas en cuenta.

Estas necesidades netas se someten a las reglas de producción y se transforman en órdenes, que según el origen de los artículos a que hacen referencia, se clasifican en órdenes de aprovisionamiento y órdenes de producción, habitualmente administradas por departamentos diferentes. Puesto que las órdenes no son independientes entre sí, ya que la realización de algunas está condicionada a que antes se hayan cumplimentado otras, es preciso establecer muy cuidadosamente un procedimiento de sincronización de las mismas.

Asociado al cálculo de necesidades de materiales suele realizarse un cálculo de necesidades de recursos de fabricación, que determina el consumo de éstos periodificado en el tiempo en virtud de las órdenes planificadas por el sistema (planificación a capacidad infinita). En caso de desajuste entre la necesidad y la disponibilidad se deberán realizar las

modificaciones necesarias, bien sea en el plan maestro detallado, bien en la ubicación temporal de las órdenes de producción (planificación a capacidad finita o preprogramación). Una orden de producción (o de aprovisionamiento) queda así definida por el código del artículo al que hace referencia, la cantidad necesaria a producir y la fecha de vencimiento o límite de cumplimiento en la que la orden debe estar realizada por ser necesario disponer del artículo.

Las actividades de cálculo de necesidades suelen desarrollarse con un horizonte menor que la planificación, normalmente de diez a dieciocho semanas, los intervalos en que se divide el horizonte, por lo menos los más inmediatos, son semanas y se realizan las actualizaciones con una frecuencia semanal. La utilización para el cálculo de necesidades de las técnicas conocidas bajo las siglas MRP I (*Material Requirements Planning* = planificación de necesidades de materiales) y MRP II (*Manufacturing Resource Planning* = planificación de recursos de producción) es el objeto de la última parte del **capítulo 4**.

1.1.5 Programación de operaciones

La programación consiste en establecer detalladamente dónde y cuándo va a realizarse cada operación en que se descompone una orden dada; un programa indica qué operación específica se va a realizar en un medio específico durante un intervalo de tiempo concreto. Esta actividad tiene aparentemente cierta similitud con la planificación de operaciones, salvo que el objeto sobre el que actúa, las órdenes de producción, constituyen una descomposición más fina de la actividad productiva. Existen otras diferencias que conviene tener en cuenta. La planificación de operaciones, debido a que opera con un horizonte extenso, se desarrolla a nivel agregado y considera habitualmente tasas de producción medias. La programación debe desarrollarse a un nivel más concreto, y por consiguiente debe trabajar con valores reales de las tasas e incorporar todas las incidencias reales que se van produciendo. Por ello el tipo de enfoque a utilizar desde el punto conceptual es distinto, pasando del campo de lo continuo al de lo discreto.

Teóricamente el problema de la programación es de una gran complejidad, que suele ser manejada en la práctica a través de dos procedimientos: el sobre-equipamiento, con lo que desaparecen muchas de las incompatibilidades que complican la determinación de un programa; y la jerarquización, estableciendo el programa definitivo por etapas, cada una de las cuales se encuentra con una problemática que exige más concreción (y por tanto más difícil) pero en un ámbito más reducido (lo que la hace abordable).

La materialización del programa, mediante órdenes, al sistema productivo se realiza a través de la función lanzamiento. La programación detallada tiene habitualmente un horizonte de unos pocos días, sus intervalos se miden en horas, y la actualización se realiza con frecuencia diaria. La programación de operaciones es el objeto del **capítulo 6**.

1.1.6 Seguimiento y control

Hasta el momento hemos pasado revista a las actividades de gestión relacionadas con la preparación de las órdenes a transmitir al sistema productivo. La ejecución de las mismas puede coincidir con las previsiones efectuadas, pero en algunos casos se producirán desviaciones, que convendrá conocer y, en su caso, corregir. De ello se encarga la función seguimiento y control (tratada más extensamente en el **capítulo 8**), que a su vez puede descomponerse en las subfunciones que se detallan a continuación.

1.1.6.1 Recogida de datos

Para conocer la situación exacta de la realización es preciso obtener informaciones, lo más directa y puntualmente posible, del comportamiento del sistema productivo. De estas informaciones algunas serán regulares, es decir, se comunicarán al sistema informativo en todas las ocasiones, y otras tendrán un carácter singular, por corresponder a situaciones de excepción.

Entre las informaciones regulares cabe citar el cumplimiento de las acciones programadas, las llegadas de los aprovisionamientos, el comienzo y la terminación de operaciones, etc. Entre las singulares, la avería de una instalación o máquina, tiempos de preparación superiores a los acostumbrados, fallos de calidad, etc.

1.1.6.2 Evaluación de la ejecución

Se compara la ejecución con lo programado, detectando las desviaciones. Dichas desviaciones pueden ser no significativas, puesto que los sucesivos valores de las mismas se compensan y se mantienen dentro de un margen aceptable. Es importante llegar a identificar las desviaciones significativas que responden a un comportamiento del sistema productivo netamente diverso del previsto en la programación.

1.1.6.3 Acciones correctivas

Las acciones correctivas tiene por objeto volver a obtener la coherencia entre los planes y programas y la realidad. En ocasiones actuarán sobre dicha realidad, en otras sobre los planes y programas correspondientes a los nuevos ciclos de planificación y programación. Según su ámbito de actuación las acciones correctivas pueden ser a corto, medio o largo plazo.

Las acciones correctivas a corto plazo suelen adoptarse informalmente por los responsables

directos de la buena marcha del sistema productivo. Si por la mañana a primera hora no se ha recibido un aprovisionamiento crítico necesario para la producción del día, el responsable del aprovisionamiento en cuestión contactará directamente al proveedor, y buscará la solución más conveniente dentro de los resortes que corresponden a su nivel. Si una máquina sufre una avería el encargado lo comunicará inmediatamente al departamento de mantenimiento, etc. Si la corrección de la incidencia se produce en un plazo razonable, las informaciones relativas a la misma circularán por el sistema informativo establecido (si circulan) sólo "a posteriori".

A medio plazo las distorsiones permanentes de la realidad respecto a planes y programas provocarán que las condiciones iniciales en los nuevos ciclos de planificación o programación difieran, ligeramente o no, de las tenidas en cuenta en los planes y programas del ciclo anterior. Dichas condiciones iniciales aportarán a los nuevos planes las correcciones necesarias, por lo que los nuevos planes y programas, en ocasiones, se apartarán significativamente de lo señalado en forma indicativa en los anteriores. En condiciones excepcionales podrá ser necesario realizar una actualización de los programas o de los planes fuera del ciclo regular, lo cual no deberá considerarse un fallo del sistema sino una de sus posibilidades mientras la proporción de ciclos en que esto ocurra sea todo lo reducida que corresponde a una excepción.

A largo plazo, la continuidad de las distorsiones puede llevar a poner en duda los procedimientos y, o bien a modificar los valores de los parámetros considerados en la planificación y la programación, o incluso a modificar los mismos procedimientos utilizados en la realización de los planes y programas.

1.1.7 Influencia del sistema productivo sobre el sistema de gestión

Aunque las funciones y subfunciones descritas anteriormente pueden identificarse en cualquier sistema de gestión de la producción, la naturaleza del sistema productivo y de las solicitudes de su entorno influyen en su plasmación concreta y en su importancia relativa.

En la *figura 1.1.7.1* se representan cuatro situaciones distintas en la relación entre el plazo de entrega exigido por el mercado y el plazo de fabricación + aprovisionamiento propio del sistema productivo, centrándonos en productos bien definidos que los clientes solicitan de un catálogo. En la *situación 1*, el primero es igual o superior al segundo, lo que permite planificar a partir de los pedidos, salvo desajustes entre la capacidad de producción disponible y la necesaria. En la *situación 2*, es preciso cubrir mediante previsiones la fase de aprovisionamiento de algunos materiales, mientras que la fabricación y el montaje pueden planificarse a partir de los pedidos. La *situación 3* sólo permite definir el montaje a partir de los pedidos, lo que llevará a realizar previsiones para el aprovisionamiento y la

fabricación y, en su caso, a establecer stock de los subconjuntos y componentes que entran en el montaje. Finalmente, en la *situación 4*, el plazo de entrega reducido exige una planificación basada en previsiones de todas las actividades productivas.

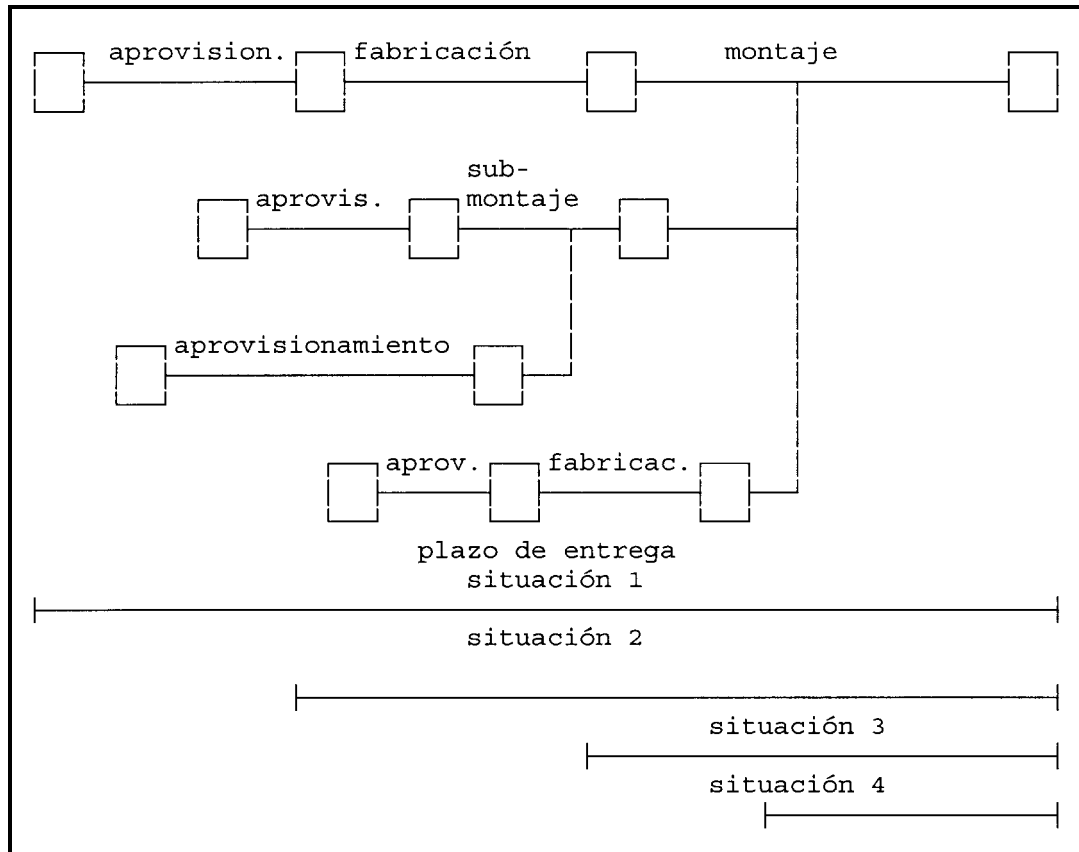


Fig. 1.1.7.1 Relación entre el plazo de entrega aceptado por el cliente y el plazo de fabricación + aprovisionamiento

Veamos algunos ejemplos típicos de sistemas productivos que pueden ilustrar la variedad de situaciones que se presentan en la realidad:

- a) *Hornos para cerámica*: cada instalación suele ser de características diferentes y exige una labor de diseño especial, previa a la fabricación y eventualmente al aprovisionamiento, aunque muchos de los subconjuntos sean comunes.

Excepto los componentes básicos, como chapa y perfiles, los demás deben

aprovisionarse exclusivamente para cada pedido. La fabricación de muchos componentes exige el estudio y el diseño de las operaciones a realizar. La planificación se aplicará a la cartera de pedidos con lo que se determinará los requerimientos necesarios, y se incrementará el grado de detalle a medida que se concretan los diseños.

A un horizonte mayor que el de la cartera de pedidos sólo puede estimarse la carga y necesidad de compra de hierro, basándose en coeficientes extraídos de los datos históricos.

El peso fundamental de la dirección de operaciones estará en la programación, en donde la situación tipo será la de programar y seguir un conjunto de proyectos individuales que comparten los recursos.

Este tipo de comportamiento es el habitual en todas las empresas que fabrican grandes conjuntos que representan los medios de producción de otras industrias.

- b) *Fabricación de tejidos*: existe un catálogo de tejidos que pueden producirse en la temporada, pero no se conoce inicialmente cuál va a ser la aceptación del mercado, lo cual se concreta a la recepción de los pedidos. Las materias primas son relativamente pocas (algodón, poliéster, etc.), y las características de los productos son conocidas al editar el catálogo.

La compra de materias primas no depende tanto de la variedad de los pedidos que se reciban, como del número total de metros encargados. Basándose en previsiones y sobre todo en la situación de precios en el mercado, se procede a la compra de hilos.

La estimación de la carga de producción es también fundamentalmente función de los metros totales a producir, teniendo en cuenta que por tratarse de artículos de temporada no puede jugarse con el stock. Lo que se produce se entrega lo más rápidamente posible.

A la llegada de los pedidos se programa su ejecución en los telares correspondientes y se adjudica fecha de entrega.

- c) *Fabricación de electrodomésticos*: existe un catálogo de artículos que se producen en grandes series. Existen familias de artículos, cada una de ellas con una determinada estacionalidad (neveras, calefactores, refrigeradores, etc.) y con un mercado muy competitivo, por lo que hay que entregar los pedidos con un plazo muy corto.

En este tipo de producción la planificación juega el papel más importante dentro de la dirección de operaciones, puesto que la demanda de artículos debe ser obligatoriamente provisional, el aprovisionamiento de materiales y la carga de medios productivos se harán de acuerdo con la planificación de las series.

El cálculo de necesidades y la gestión de materiales jugarán un papel muy importante, tanto a nivel de producto acabado como de productos intermedios, puesto que pueden establecerse series de fabricación de componentes comunes a varios artículos de la misma familia y aun de otras. Estando la estructura del producto bastante definida, puede llegarse a un elevado grado de detalle.

- d) *Fabricación de automóviles*: existe un catálogo, a veces informal, de artículos posibles que se apoya en aspectos combinatorios (variantes). Cada automóvil individual queda definido por unas características básicas (modelo, número de puertas, motor, suspensión, etc.), características de acabado (color exterior, color interior, tipo de tapizado, etc.) y opcionales (aire acondicionado, luneta térmica, radio, etc.). Por consiguiente es necesario articular la lista de materiales en forma de módulos que se combinan entre sí, y las descripciones del producto en función de los mismos.

La planificación de operaciones basada en previsiones sobre los módulos tiene por objeto el equilibrado de las líneas de montaje y de fabricación de subconjuntos, y el cálculo de necesidades de materiales. En este tipo de industrias el interés de la función aprovisionamiento se centra en lograr un flujo de materiales adecuado más que en garantizar niveles de stocks.

La programación de operaciones se establece a partir de los pedidos concretos de los concesionarios en los que se detallan individualmente los automóviles solicitados, y tiene por objeto facilitar el lanzamiento que suele realizarse asignando cada carrocería a un pedido y controlando, en las sucesivas fases, que se van incorporando las características requeridas. La secuenciación en el lanzamiento es fundamental por cuanto en una misma cadena circulan artículos con cargas de trabajo distintas.

- e) *Fabricación de máquinas herramientas portátiles*: en la mayoría de los casos se trata de industrias de montaje que compran los componentes (motores, cables, tornillos, etc.) a otras industrias. Disponen también de un catálogo de productos sobre el que se recibirán los pedidos correspondientes.

Es difícil obtener previsiones detalladas sobre la demanda dada la cantidad de variantes que tienen los productos básicos; sin embargo, sí pueden realizarse previsiones para tipos que pueden facilitar una planificación de la carga de trabajo para la línea de montaje y una planificación de los stocks de los materiales básicos. El problema fundamental es dimensionar correctamente las líneas de montaje.

El aprovisionamiento de materiales correspondientes a las variantes se realiza a la vista de los pedidos. La función lanzamiento deberá garantizar la existencia de todos los materiales necesarios antes de ordenar la realización de la serie.

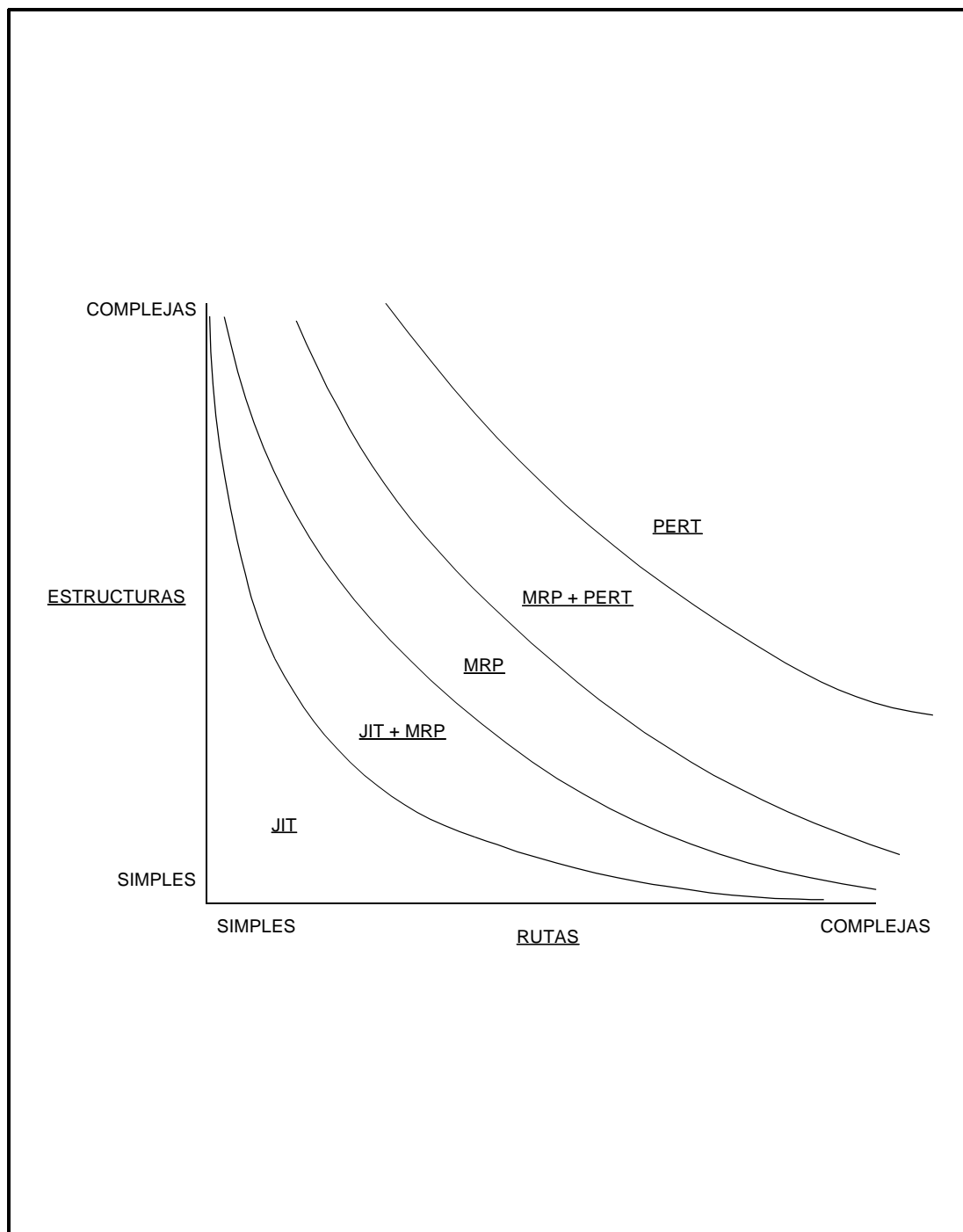


Fig. 1.1.7.2 Tipología del sistema de gestión de la producción en función de la complejidad de rutas y estructuras

Se han realizado diversos intentos para relacionar las características de la empresa con la tipología del sistema de gestión de producción más adecuado, sin que los resultados obtenidos sean enteramente satisfactorios, generalmente a causa de que es difícil, mediante pocos parámetros, caracterizar en forma definitiva la problemática de una empresa. Por ello hemos adoptado como ilustración una clasificación inspirada en Axsäter (*fig. 1.1.7.2*) en la que los parámetros elegidos son la complejidad de las estructuras (composición de los productos) y la complejidad de las rutas (secuencias de operaciones para pasar de la materia prima a los productos). Ello conduce a cinco zonas; las tres más definidas son:

Zona 1: estructuras y rutas sencillas; suele corresponder a la fabricación en líneas dedicadas de productos con pocos componentes; su gestión podrá utilizar técnicas asociadas con procedimientos de flujos regulares o JIT que se describirán en el capítulo 5.

Zona 3: estructuras y rutas de complejidad media; suele corresponder a la fabricación de productos con cierto número de variantes a partir de un número importante de componentes; su gestión podrá utilizar técnicas similares a las descritas en el **capítulo 4** en los apartados relativos al MRP.

Zona 5: estructuras y rutas complejas; suele corresponder a la realización de un conjunto singular (proyecto singular) y la gestión de la producción podrá inspirarse en las técnicas descritas en el **capítulo 7** del **Volumen I**.

Las fronteras corresponden a otras zonas que hemos denominado:

Zona 2: JIT + MRP

Zona 4: MRP + PERT

por cuanto la complejidad de la gestión exige utilizar técnicas mixtas.

1.1.8 Organización del presente volumen

La naturaleza de algunos capítulos del presente volumen ha sido indicada ya en los párrafos anteriores. En forma de síntesis podemos indicar:

Capítulo 2: Proyección y previsiones. Se estudian diversos procedimientos para proceder a la estimación de la demanda futura a partir de datos históricos sobre la misma. Cierra el capítulo un panorama relativo a la previsión tecnológica.

- Capítulo 3:** Planificación agregada. Se analizan los problemas que presenta la planificación así como algunas de las técnicas utilizables. En particular se indican los procesos de agregación y desagregación necesarios para la planificación jerárquica.
- Capítulo 4:** Planificación detallada. Se analizan algunos aspectos específicos de la planificación detallada, así como del cálculo de necesidades. El capítulo termina con una descripción del procedimiento conocido como MRP (*Material Requirements Planning*).
- Capítulo 5:** Gestión de stocks. Se estudian los procedimientos aptos para la gestión de stocks de artículos con demanda independiente (la demanda dependiente ha sido tratada en el capítulo anterior). Finalmente se hace una descripción de la filosofía japonesa de gestión de producción dada su vocación de trabajar sin stocks, o por lo menos con los stocks reducidos a su mínima expresión.
- Capítulo 6:** Programación de actividades. Partiendo de la situación establecida en el **capítulo 4** tras el cálculo de necesidades, se analiza su repercusión en el consumo de recursos y se estudia diversos casos de secuenciación de operaciones (problema del taller mecánico). Se incluye una descripción de la técnica conocida como OPT (*optimized production technology*).
- Capítulo 7:** Diseño y equilibrado de líneas de producción y de montaje. Se incluye en este capítulo tanto la problemática del equilibrado de las líneas de producción y de montaje como la de la secuenciación de unidades en las líneas mixtas.
- Capítulo 8:** Lanzamiento y control. Se analiza la problemática del lanzamiento y del control, así como los principios para el diseño, construcción e implantación de un sistema de planificación y control de la producción.
- Capítulo 9:** Distribución. En este capítulo se extiende al ámbito de estudio a la problemática de la distribución física de los productos acabados desde la fábrica hasta el cliente. Se incluye una descripción de la técnica denominada DRP (*distribution requirements planning*).
- Capítulo 10:** Renovación y mantenimiento. Utilizando algunos conceptos vistos en el **capítulo 12** del **volumen I**, se analiza la problemática referente a la renovación de los equipos industriales y a su mantenimiento.

1.2 Bibliografía

- [01] BUFFA, E. S; SARIN, R. K. *Modern Production Management*. Wiley (8ª edición, 1987).
- [02] CHASE, R. B; AQUILANO, N. J. *Dirección y administración de la producción y de las operaciones*. Addison Wesley Iberoamericana (traducción de la 6ª edición, 1994).
- [03] DERVITSIOTIS, K. N. *Operations Management*. McGraw-Hill, 1981.
- [04] FOGARTY, D. W; HOFFMANN, Th. R. *Production and Inventory Management*. South-Western Publishing Co., 1983.
- [05] LARRAÑETA, J. C; ONIEVA, L. *Métodos Modernos de Gestión de la Producción*. Alianza Editorial, 1988.
- [06] McLEAVEY, D. W; NARASIMHAN, S. L. *Production Planning and Inventory Control*. Allyn & Bacon, 1985.
- [07] MIZE, J. H; WHITE, C. R; BROOKS, G. H. *Planificación y Control de Operaciones*. Prentice-Hall Internacional, 1973.
- [08] SCHROEDER, R. G. *Administración de operaciones*. McGraw-Hill (3ª edición, 1992).
- [09] TERSINE, R. J. *Production/Operations Management: concepts, structure & analysis*. North Holland, 1980.
- [10] VOLLMAN, T. E; BERRY, W. L; WHYBARK, D. C. *Manufacturing Planning and Control Systems*. Dow Jones-Irwin, 1984.
- [11] WATERS, C. D. J. *An introduction to operations management*. Addison Wesley, 1991.

Comentarios

El texto que más ha influenciado nuestra concepción sobre la dirección de operaciones es [07]; desgraciadamente, con los años ha envejecido notablemente y los autores no han procedido a ninguna actualización.

La visión sobre la gestión de la producción de la influyente APICS (*American Production and Inventory Control Society*) está recogida en [04], [06] y [10]. Las tres obras son muy interesantes, especialmente la última.

La actualización de textos clásicos, con inclusión de desarrollos recientes, ha proporcionado [01] y [02], dos textos traducidos que conviene conocer. Asimismo, es muy interesante el libro escrito por dos profesores de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de Sevilla, [05].