

# **Una nueva metodología para el soporte de las estructuras de procesos y productos en el marco de una gestión de la producción adaptativa, prospectiva y conducida por la demanda**

por

Ramón Herrán Elorza  
Ingeniero Industrial

## **Resumen**

*Dentro de los sistemas de información, las aplicaciones de gestión para la empresa industrial aportan a la organización servicios de elevado nivel de integración como son la planificación, la programación, el control y el análisis de la producción, entre otros.*

*Para que esto sea posible, es imprescindible poder plasmar los procesos de producción de forma rigurosa, recogiendo todos los recursos implicados en ella, así como la manera en que ha de llevarse a cabo, siendo el sistema de estructuras de producción el encargado de gestionarlo.*

*Los métodos en los que puede apoyarse este último sistema establecen una clara diferencia entre la producción discreta y la de proceso, debiéndose optar forzosamente por uno de ellos. Sin embargo, las maneras de producir de las empresas son muy diversas e incluyen con frecuencia modelos híbridos que están a caballo entre uno y otro.*

*Se propone un nuevo método para definir y gestionar las estructuras de producción con un amplio espectro de actuación, capaz de dar soporte a una gran variedad de procesos industriales y aportar un elevado nivel de flexibilidad a la gestión de la empresa de fabricación.*

## **1.- Las estructuras de los procesos y la gestión de la producción**

Atendiendo al objeto de su negocio, las empresas producen bienes, servicios o proyectos y todas ellas tienen en común que añaden valor, en mayor o en menor medida, en cada una de las etapas de sus procesos de producción.

El conjunto de actividades desarrolladas en la producción suele tener la complejidad suficiente como para necesitar ser gestionado con aplicaciones informáticas. Estas aplicaciones necesitan apoyarse a su vez en métodos concebidos específicamente para lograr los objetivos de gestión propuestos.

En las aplicaciones de gestión para empresas industriales los procesos productivos quedan definidos por las estructuras de producción, que son precisamente objeto de análisis en este trabajo.

Estas estructuras han de incluir los muy diversos recursos que intervienen en cada una de las etapas del proceso, tales como materiales, mano de obra, máquinas, energía, costes estructurales, etc., además de las relaciones que existen entre ellas.

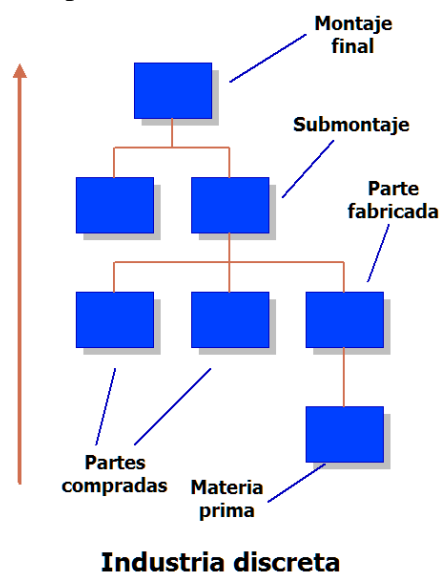
De esta manera quedan definidos la arquitectura del proceso, el flujo de materiales, las operaciones a realizar y otros factores, incluido el tiempo, que intervienen en los procesos de producción.

A partir de esta definición de las estructuras de producción y con el concurso de otros subsistemas, las aplicaciones proporcionan a la organización servicios integrados de índole estratégica, táctica y operativa.

### La empresa manufacturera y los tipos de fabricación

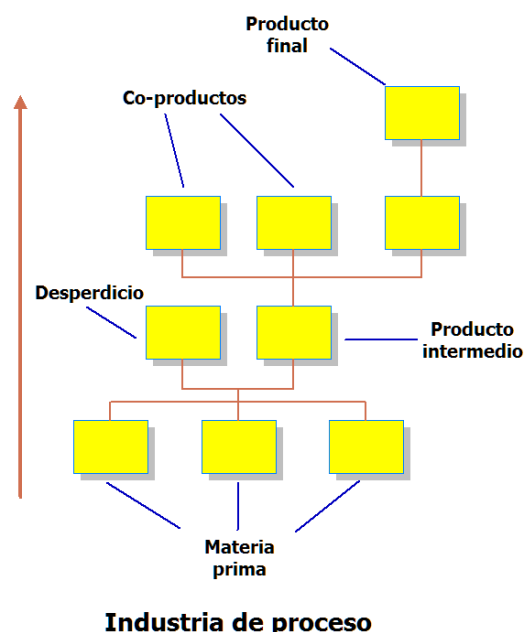
Para diferenciar las maneras de producir de las empresas con actividad de fabricación existen numerosos criterios que permiten establecer un abanico bastante amplio de clasificaciones. Sin pretender ahondar en ello, diremos que factores como el volumen de producción, la variedad de los productos o la naturaleza del proceso permiten clasificar los diferentes tipos de producción, pero todos ellos englobados en dos categorías básicas: la industria discreta y la industria de proceso.

En la industria discreta se obtiene cada vez un producto único, constituido por componentes discretos, a través de un proceso que en general puede ser reversible. Es decir, se podría invertir el proceso y obtener las partes a partir del todo.



especial importancia en él las unidades de medida, ya que los ingredientes se dosifican según su peso o volumen. Además cualquiera de las etapas del proceso de producción puede dar lugar a más de un producto (co-productos).

En la industria de proceso, por el contrario, el proceso no suele ser reversible puesto que ha mediado una transformación de la materia prima y cobran



También se da con mucha frecuencia, y sobre todo en la Pyme, un tipo de producción híbrida que está a mitad de camino entre los tipos discreto y de proceso, en la que suele darse alguna transformación y también pueden aflorar varios productos de manera simultánea (productos y co-productos).

A modo de ejemplo, citaremos sectores como el despiece de animales, la piedra natural, el oleícola, la calderería, la industria conservera, la industria de la cerámica y también cualquier otro en el que se procese una materia prima que contenga implícitas distintas calidades y que una vez tratada dará lugar a diferentes productos en el mismo proceso.

### **Las aplicaciones de gestión y los métodos de soporte de estructuras. El hueco metodológico**

Aunque pueda parecer obvio, las aplicaciones informáticas de gestión han de recoger en primer lugar y de la manera más aproximada posible el modelo de negocio de la empresa.

La versatilidad de una aplicación es una de sus mejores virtudes y guarda relación directa con su capacidad para recoger las necesidades del mayor número posible de lógicas de negocio dentro de su esfera de actuación. Es decir, le confiere horizontalidad, pero sin que por ello haya de perder características de verticalidad. Coloquialmente se diría que debe ser capaz de abarcar y apretar.

En las aplicaciones de gestión de recursos empresariales (ERP) para empresas industriales, el módulo que gestiona la producción (Manufacturing) ha de contar siempre con un sistema para definir las estructuras de productos y procesos.

Este sistema de estructuras es el punto de partida para otros procesos de gestión que van ganando en complejidad al irse haciendo cargo del modelo de negocio de la empresa y las aplicaciones informáticas que lo soportan divergen hacia soluciones específicas para fabricación discreta o de proceso. La manera de gestionar la demanda, la planificación, la programación y la ejecución de la producción o la distribución suelen diferir sensiblemente en uno y otro caso.

En cuanto a los métodos en los que se apoyan los sistemas disponibles hoy en día para definir las estructuras de producción, también se aprecia una clara dicotomía según se trate de soluciones para la industria discreta o la de proceso.

En el caso de la fabricación discreta, el método utilizado para la definición de las estructuras de producción utiliza las listas de materiales (BOM) y las listas de operaciones o rutas.

Una lista de materiales contiene todos los componentes que dan lugar a un único producto final, organizada de manera jerárquica para definir los niveles de fabricación y representando cada uno la terminación de una etapa en su elaboración.

La lista de operaciones o rutas agrupa la secuencia de operaciones que han de realizarse para obtener el producto final o un subconjunto de un determinado nivel y está directamente relacionada con la lista de materiales.

En el caso de la industria de proceso, las estructuras de producción están soportadas por las recetas (Recipes) y las fórmulas. De esta manera se define la arquitectura del proceso, los ingredientes y las proporciones en que intervienen en cada etapa, además de los productos finales, que pueden ser múltiples.

Ahora bien, como ya hemos señalado, es muy frecuente encontrarse con empresas cuya actividad se basa en todo o en parte en una producción de tipo híbrido, que posee características estructurales de tipo discreto y de proceso y que a diferencia de ellos no cuenta con el soporte de un método específico.

La empresa con producción híbrida puede presentar similitudes con la del modelo discreto en determinados aspectos de gestión como la estrategia empleada para satisfacer la demanda, el flujo de la producción o el grado de adecuación de sus productos a los requisitos de los clientes, mientras que la estructuración de sus procesos está más próxima al modelo de proceso.

Por esta razón y hasta ahora, para satisfacer las necesidades de la empresa de tipo híbrido se viene utilizando el método discreto pero con una serie de adaptaciones en aquellos sistemas que así lo permiten.

Para ello se utilizan también las listas de materiales y las rutas, pero a la hora de considerar los co-productos, éstos se han de definir como componentes con signo negativo. Es decir, tienen tratamiento de componentes, pero en este caso se obtienen en lugar de tener que aportarlos.

También es necesario el apoyo de una estructura auxiliar de reparto para poder calcular cantidades y costes y ocurre con frecuencia que el sistema, fuera de su modo natural de funcionamiento, acaba siendo desbordado por la abundante casuística de los procesos de la industria de tipo híbrido.

A esto hay que añadir lastres de tipo administrativo, como que al co-producto se le suele asignar una nueva orden de producción, desagregándolo de la de origen.

A modo de conclusión interesa resaltar que la empresa con fabricación de tipo híbrido no cuenta con un método específico que soporte estructuralmente su modelo de producción.

### **El caso de la Pyme industrial. Un hueco metodológico y funcional**

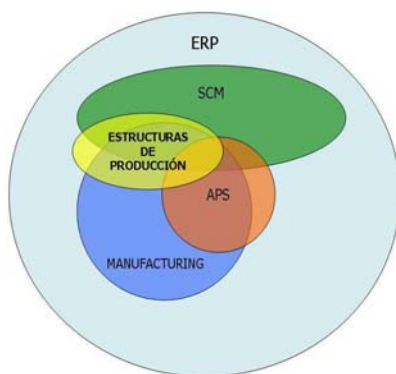
La Pyme requiere la mayor parte de la funcionalidad que necesita la gran empresa, pero carece del potencial económico que ésta tiene para acceder a las adaptaciones o los desarrollos que consiguen paliar las carencias funcionales que se dan en las aplicaciones de gestión.

En este sentido, el nivel de exigencia de la Pyme industrial ha de ser elevado. Debe extremar sus precauciones a la hora de seleccionar la aplicación de gestión integrada que satisfaga sus necesidades de negocio ya que, dada la inversión económica y de recursos que esto supone, normalmente no dispondrá de una segunda oportunidad en caso de fracasar.

También se requiere que la solución tenga un alto nivel de usabilidad, es decir, que no sea excesivamente compleja en su comprensión y explotación, dados los limitados recursos de la Pyme, incluidos los humanos.

Así pues, puede afirmarse que la Pyme con producción híbrida tiene un panorama bastante sombrío a la hora de plasmar y gestionar sus procesos productivos. No es fácil que encuentre una solución vertical que se adapte a su tipo de actividad y suele salir del paso con una solución para fabricación discreta que no refleja totalmente su modelo de producción. Como consecuencia de ello es la empresa la que se acaba adaptando a la solución, en lugar de ocurrir lo contrario.

## 2.- El entorno de actuación y sus requerimientos



**Integración en el entorno**

Un sistema de gestión de estructuras presta sus servicios sobre todo a la gestión de la producción (Manufacturing), pero también ha de integrarse con otros subsistemas como son la cadena de suministro o un sistema de tipo APS (Advanced Planning & Scheduling), siempre en el marco de una solución para la planificación de recursos empresariales (ERP).

Se pretende inscribir el nuevo sistema en un contexto capaz de aportar una solución eficiente para la problemática real de la empresa industrial y que además esté en consonancia con las tendencias actuales de gestión.

Como elementos diferenciadores de este entorno pueden destacarse:

- Adaptabilidad a los diferentes modelos y estrategias de producción
- Ser prospectivo en cuanto a la visibilidad a lo largo de la cadena de valor en lo logístico y en lo temporal
- Conceder a la demanda real un papel destacado en el gobierno de la producción

Puesto que está presente en infinidad de procesos, el sistema de estructuras ha de cumplir con los requerimientos impuestos por su:

### **Integración funcional en el módulo de Manufacturing de un ERP**

Las estructuras de producción están condicionadas por el papel que desempeñan en procesos como:

- Definición y gestión de productos y procesos. Histórico de estructuras
- Planificación. Gestión de la demanda. Simulaciones. Plan maestro. Decisiones estratégicas
- Programación de la producción
- Ejecución y control de la producción. Trazabilidad
- Enlace Administrativo-Financiero. Logística de producción. Costes
- Análisis de la producción.

### **Integración con un sistema APS**

Las estructuras de producción también colaboran estrechamente con otros subsistemas encargados de ofrecer soporte estratégico y decisional, como es el caso de los sistemas avanzados de planificación y programación (APS).

Un sistema APS posee capacidades de integración de los flujos físico, temporal y administrativo, de manera que ofrece soporte para servicios avanzados, como la planificación, la programación o las simulaciones que permiten crear escenarios de tipo “what-if”.

La tendencia actual se encamina hacia sistemas de tipo APS en lugar de los tradicionales MRP (MRPII). Al ser MRP un servicio discontinuo, no puede manejar la demanda de manera on-line y en consecuencia responder con la velocidad adecuada a sus variaciones. Tampoco está a su alcance la promoción de estrategias de producción de tipo “pull”.

Los sistemas de tipo APS son más ágiles y una herramienta más completa para la toma de decisiones. Por esta razón las estructuras de producción del nuevo sistema incluyen las características que se necesitan para responder a las solicitudes de sistemas de planificación y programación de última generación de tipo APS.

### **Integración con la cadena de suministro**

La producción es un eslabón más dentro de la cadena de suministro y es de vital importancia garantizar la visibilidad a través de ella, facilitando la toma de decisiones en tiempo real.

El diseño del nuevo sistema de estructuras debe tener en cuenta la utilización de las estructuras de producción en procesos de logística industrial como:

- Establecimiento de estrategias de SCM (ETO, MTO, ATO, CTO o MTS)
- Tipos de gestión logística “push”, “pull” y mixto
- Control del nivel de inventarios
- Situar el punto de entrada de pedido en la cadena de suministro
- Cálculo de necesidades de la demanda (independiente y dependiente)
- Gestión del aprovisionamiento

### **El modelo de gestión conducido por la demanda (demand-driven)**

El modelo de gestión demand-driven integra el flujo de la demanda en la planificación de la cadena de suministro, permitiendo responder a los requerimientos de los clientes de forma inmediata y actuando de manera directa sobre la producción.

El nuevo sistema de estructuras hace posible este modelo de funcionamiento gracias a la coordinación que aporta al hacer de puente entre el sistema avanzado de planificación y programación (APS) y la cadena de suministro (SC).

### **Nuevas tendencias en el modelo de entrega de las aplicaciones. Un paso importante hacia el modelo SaaS**

El recientemente aparecido modelo de entrega SaaS (Software as a Service), en contraste con el modelo de licencias, ofrece a las empresas aplicaciones informáticas con un bajo coste de acceso, unos tiempos de puesta en marcha más cortos, un menor riesgo en su adopción y un acceso flexible a su funcionalidad. Esta modalidad, también es conocida como de pago por uso u on-demand y está demostrando ser una alternativa eficaz y con buen futuro, especialmente para las Pymes.

La abstracción de diseño del sistema que se presenta aporta la simplicidad y la latitud conceptuales necesarias para plasmar la estructura de cualquier proceso o producto de una manera intuitiva y con un método único. Esto allana el camino para que una aplicación de back-office de elevada complejidad, como es la gestión de la producción, pueda ser ofrecida bajo el modelo SaaS.

### **3.- El nuevo método. A la búsqueda de la versatilidad y la adaptabilidad**

#### **Objetivo**

El objetivo buscado, tanto para llenar el hueco metodológico ya descrito, como para proporcionar a la empresa industrial un mejor acceso a las aplicaciones integradas de gestión, es la consecución de un sistema que gestione las estructuras de producción con unas características de versatilidad y adaptabilidad tales que le faculen para hacerse cargo tanto del tipo de producción discreto, como del de proceso o del híbrido.

Para ello la abstracción del diseño ha de cumplir con los requisitos de los extremos (discreto y proceso) y también de cualquier otro que esté entre ellos (híbrido). Además, esto último habrá de conseguirse con el grado de hibridación que imponga el modelo de negocio de cada empresa.

#### **Fundamentos**

La metodología que se propone supone un nuevo concepto para la definición y la gestión de las estructuras de procesos y productos. Se aleja de los métodos de soporte tradicionales, como son las listas de materiales y rutas o las recetas y fórmulas, y se articula en torno a la cadena de valor.

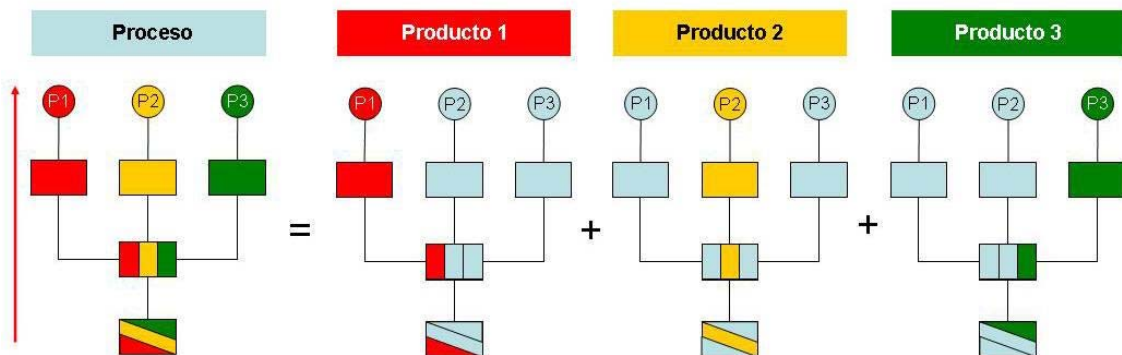
En esta nueva metodología, una estructura de producción es definida mediante un conjunto de módulos/nodos de valor añadido, interconectados entre sí formando una red no jerarquizada, debidamente secuenciados y programables en el tiempo.

Estos módulos reflejan la manera (qué, cómo, cuándo y dónde) en que se agrega valor en los procesos productivos, recogen los distintos componentes, recursos, actividades y rendimientos que se dan en cada etapa de la producción y establecen las relaciones necesarias con otros módulos de la estructura.

La estructura de producción queda definida por la topología de la red de módulos que se ha construido a la medida de las necesidades del proceso productivo que se quiere plasmar y está soportada por diferentes algoritmos que perfilan la arquitectura y los

flujos del proceso (logístico, temporal y de valor), calculando necesidades, cantidades, tiempos y costes.

En el caso de una estructura de proceso con productos múltiples, el subsistema de cálculo de cantidades y costes descompone el proceso general en tantos procesos virtuales individuales como productos finales tiene, incluyendo los semielaborados inventariables. Inversamente, si se aplica la superposición de estos procesos individuales, se obtiene el proceso completo.



### **Descomposición de un proceso de múltiples productos finales**

Con esta descomposición se consigue el tratamiento individual necesario para calcular los costes reales, para enlazar con la logística de producción o para determinar y registrar la trazabilidad de cada producto.

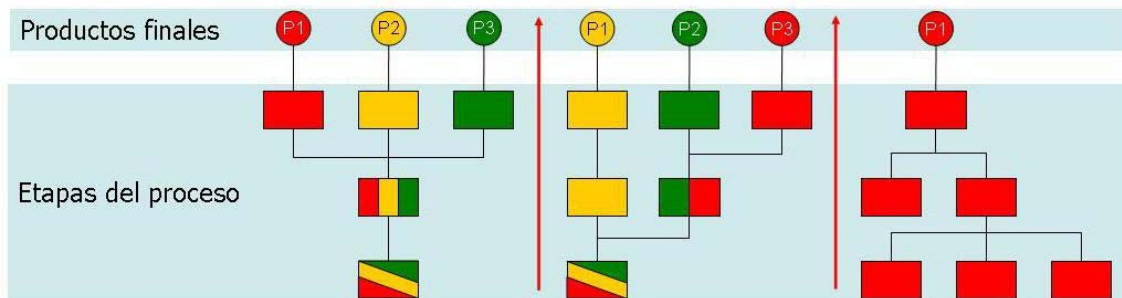
Ahora bien, para el cálculo de necesidades, la planificación, la asignación de las órdenes de producción, la programación o el backflushing, el proceso se trata como un ente único con sus partes debidamente coordinadas. Por otra parte, una orden de producción basada en una estructura de productos múltiples no necesita desagregarse en tantas órdenes como productos finales tiene.

El sistema dispone para su gestión de bibliotecas de módulos y estructuras que se van generando al plasmar los productos y procesos en el día a día de cada empresa y cuenta también con un histórico de las estructuras que realmente se han utilizado desde el diseño a la fabricación, todo ello soportado por su propia base de datos.



## Resultado y aportaciones a la empresa industrial

El resultado es un sistema de estructuras de amplio espectro que se adapta fácilmente a cualquier modelo de producción y que gestiona dinámicamente las estructuras de proceso o producto de las empresas industriales. Además lo hace de una manera conceptualmente sencilla y consistente, manteniendo un elevado nivel de control sobre los parámetros clave del negocio industrial.



## Diferentes estructuras de producción

Con el nuevo sistema, la empresa industrial recibe una serie de aportaciones que se traducen en ventajas competitivas:

- Una solución genérica para plasmar los procesos de producción de cualquier actividad que añada valor en sus diferentes etapas
- Una nueva alternativa para definir los productos y procesos en empresas manufactureras, y en especial la Pyme, con producción de tipo discreto, de proceso o híbrida de una manera sencilla y consistente
- Una completa gestión del producto o el proceso a lo largo de todo el ciclo de producción soportada por una base de datos histórica de fabricaciones reales
- Favorece la accesibilidad de la Pyme industrial a soluciones de tipo ERP
- Elimina la necesidad de realizar adaptaciones a la hora de captar el modelo de producción de las empresas
- Facilita el camino para poner el modelo SaaS de entrega de aplicaciones a disposición de la Pyme de fabricación