

Planificación basada en *Lean Production*: estudio empírico en una empresa del sector del corcho

Rodolf de Castro Vila, Geresa Giménez Leal

Área de Organización de Empresas. Escuela Politécnica Superior. Universidad de Girona. Avenida Lluís Santaló, s/n. 17071 Girona. rudi.castro@udg.es, geresa.gimenez@udg.es

Resumen

Cuando una fábrica decide mejorar su sistema de planificación implícitamente debe cuestionarse el estado del sistema de información sobre el que basa sus decisiones. Por este motivo, muchas empresas han optado por los sistemas ERP como sistemas integrales de la planificación de la producción considerando todas las áreas funcionales de la empresa (compras, ventas, fabricación, administración, gerencia, etc.). Los programas estándar ERP (SAP, Baan, JD Edwards, etc.) asumen esta concepción integradora por lo que se podría decir que dan por recorrido un camino antes de haberlo andado. El principal obstáculo de estos programas es su personalización en la empresa y su coste económico, ya que resulta habitual que el coste de su compra sea mucho inferior al coste real de su implantación. Además, los directores de fábrica son reticentes a pensar que su proceso productivo es adaptable a dichos programas estándares ya que sus particularidades los hacen de difícil adaptación. En esta comunicación se analiza el caso de una empresa del sector del corcho, siguiendo la metodología del caso (Voss, Tsikriktsis y Frohlich, 2002).

Palabras clave: ERP, *Lean Production*, Cadena de Valor (Value Stream), Capacidad Finita

1. Introducción

El corcho, debido a su facilidad de conformación en forma de aglomerado, ha sido la opción escogida tradicionalmente en la fabricación de tapones, flotadores de pesca, placas aislantes, etc. Actualmente la utilización de materiales plásticos para estas funciones ha generado una fuerte competencia y ha obligado a éstas industrias a especializarse y a mejorar sus procesos productivos. Así, la potente industria del corcho de la provincia de Girona se dedica a la elaboración exclusiva de tapones para cava y vinos espumosos. Esta especialización ha generado una fuerte competencia, repercutiendo en una mejora y rigor en la calidad del producto y los procesos.

La empresa que nos ocupa se ha visto en la necesidad de replantear su sistema de planificación de la producción, ya que debido a la importancia capital en la entrega de sus pedidos a los clientes en las fechas y calidades exigidas, se había producido una acumulación de estocs, un aumento de la no calidad de su producto y un problema en la nivelación de las cargas de producción. Debido a unas características de proceso y de producto muy particulares, la empresa ha optado por un sistema de planificación de la producción absolutamente personalizado y basado en los principios de la Producción Nivelada, en adelante *lean production*.

2. Objetivo y Metodología

El objetivo de esta comunicación es presentar la solución adoptada para el nuevo sistema de planificación de la producción de la empresa. El desarrollo e implantación se han llevado a cabo sobre el proceso real de la empresa por lo que se tendrán en cuenta las características propias de su funcionamiento. Se analizará el sistema de planificación actual mediante técnicas del *Value Stream Management, VSM* (Hines *et. al.*, 2000), y bajo el enfoque de los principios de *Lean Production* se aportarán las bases del nuevo sistema de planificación basado en el paradigma *pull*. Mediante la modelización basada en programación lineal se determinarán las órdenes de fabricación del sistema productivo a capacidad finita.

La metodología seguida en el presente estudio consta de tres etapas básicas. Inicialmente, se ha llevado a cabo el estudio del proceso de fabricación, mediante la herramienta llamada por la empresa Toyota “Cartografía de la cadena de valor”, o más comúnmente, Mapping del flujo de material e información (Rother y Shook, 1999). Posteriormente se ha aplicado una de las siete herramientas de VSM, la *Decision point analysis*, (Hines y Rich, 1997), para determinar las fases de producción que marcaran el ritmo de fabricación y establecen la diferencia entre el sistema *Push* y *Pull*. Por último, en la fase final del estudio se lleva a cabo la modelización, basada en la programación lineal, del sistema de planificación a capacidad finita, con el fin de determinar las órdenes de fabricación, a partir de las variables de decisión destacadas en el análisis anterior.

3. Descripción del proceso de producción actual

El proceso de producción que seguía hasta ahora la empresa se basaba en la previsión de la demanda a corto plazo, es decir, generalmente inferior a tres meses. Las previsiones de demanda las realizaba el departamento Comercial o bien, se realizan con históricos de años anteriores, y a partir de estas previsiones se determinaban las órdenes de producción (sistema *push*). Cabe destacar que esta manera de planificar la producción es bastante estable, debido a que se planifica a meses vista y no se le da demasiada importancia a los niveles de inventario en la fábrica, ya que éste está sobredimensionado.

La figura 1 muestra por orden los procesos por los que pasa el producto desde el almacén de materia prima hasta el almacén de expedición. También se muestran los almacenes de estocs intermedios así como los posibles recorridos del producto.

A continuación se hace una breve descripción de cada uno de los procesos que se siguen en la fabricación de tapones.

3.1. Encolado y Horneado

En este proceso se unen, a través de cola, el mango con el disco o los discos, formando el tapón. Este proceso es continuo y se realiza de forma automática. El siguiente proceso es el de Horneado. Consiste en que los tapones permanecen en el horno durante una semana. El proceso es discontinuo.

Cuando los tapones salen de este proceso aún no tienen las dimensiones necesarias ya que se dotan en el siguiente proceso.

3.2. Esmerilado y lavado

Es este proceso se da el acabado geométrico al tapón, determinando así su diámetro final. A continuación, los tapones pasan por una operación de lavado. Estas operaciones se realizan de forma continua, siendo un proceso automatizado. Al final de este proceso el tapón tiene una denominación de “TAP en RAÇA” (clasificado en tres categorías: BO, 3 y 4) en función de la calidad de la materia prima de la se compone. No obstante esta clase, no corresponde directamente con la que se comercializa ya que falta el siguiente proceso de selección.

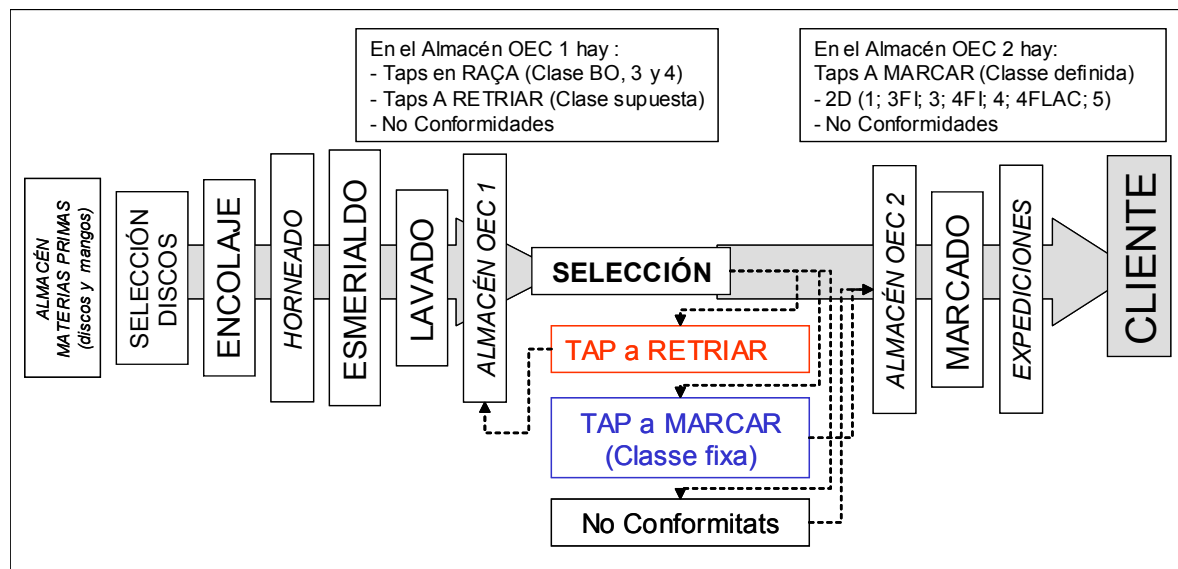


Figura 1. Esquema del proceso de producción actual

3.3. Selección

En esta operación se seleccionan los productos en grupos según su calidad. Esta selección se realiza en primera instancia de forma automática, para pasar a realizarse una segunda selección de modo manual, donde los operarios clasifican visualmente los tapones. Si algún tapón no es clasificado en este primer proceso de selección, estos son llevados a una nueva selección, donde vuelven a pasar por el proceso de selección, hasta ser clasificados en alguna categoría. Al final de esta fase los tapones ya tienen la clase de calidad que se comercializará, serán “TAP a MARCAR” (clasificados en 7 categorías: 1, 3FI, 3, 4FI, 4, 4Flac y 5).

En este proceso de selección aparecen los “TAP a RETRIAR” que son los tapones que aún no tienen la clase del todo definida, por ejemplo que han pasado la selección automática pero no la manual.

3.4. Marcado

Una vez clasificados los productos según su clase, éstos ya están en disposición de ser marcados según los pedidos confirmados de los clientes. El proceso se realiza de forma continua y automatizada.

De la figura 1 se desprende el flujo de producto que hay dentro de la fábrica, pero para mejorar el sistema de planificación de la producción era necesario analizar el flujo de

información. En el siguiente apartado se analiza el proceso de planificación que seguía hasta ahora la empresa, mediante la Cartografía de la Cadena de Valor.

4. Cartografía de la Cadena de Valor

Una cadena de valor es el conjunto de acciones que se necesitan para mover un producto a través de los principales flujos (producción y diseño). En este estudio nos centramos en el flujo de producción, desde la demanda del consumidor hacia atrás, hasta la materia prima, que es el flujo relacionado con la *lean production*; donde el flujo de información se considera tan importante como el de material.

La metodología del mapa o cartografía de la cadena de valor es una herramienta que ayuda a ver y comprender el flujo de material e información mientras el producto pasa por la cadena de valor, y ayuda a gestionar el proceso de cambio. A continuación, la figura 2 muestra el estado actual de la cartografía de la cadena de valor de la empresa en estudio.

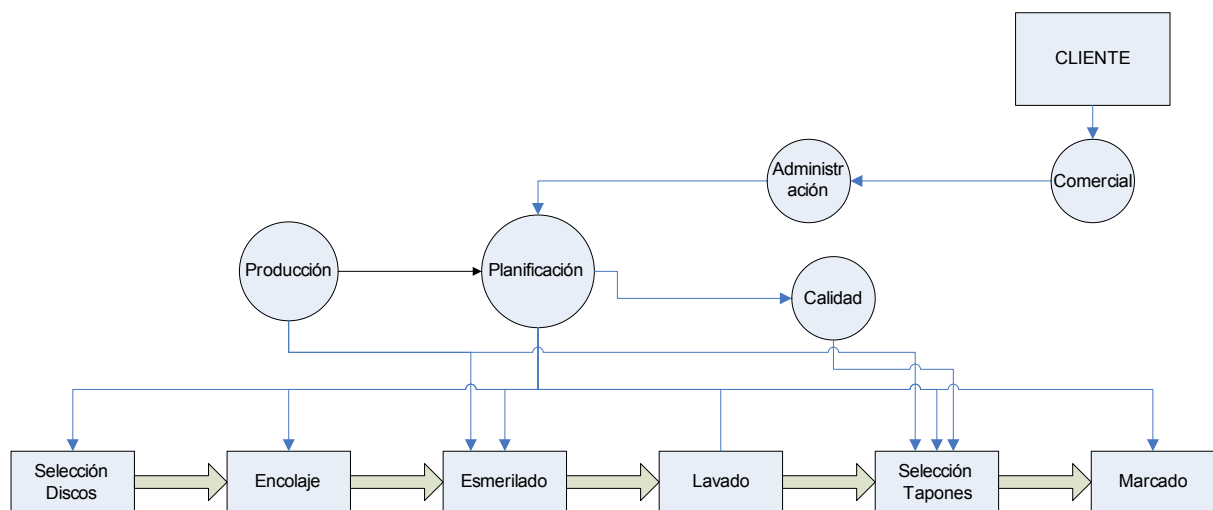


Figura 2. Cartografía de la Cadena de Valor

El estado actual de la cadena de valor de la empresa ilustra los problemas fundamentales de la producción en serie. En la empresa, cada proceso de la cadena de valor funciona como una isla, que produce un lote y lo empuja hacia delante conforme a la programación que recibe del Departamento de Producción, sin tener en cuenta las verdaderas necesidades del proceso “cliente” situado más adelante. Como estos tapones todavía no se necesitan, hay que manipularlos, contarlos y almacenarlos. Este exceso de producción es el origen de todo tipo de pérdidas: hay que almacenar lotes de tapones, lo que exige espacio; y manipularlos, para lo cual se precisa personal y equipo. Además, los defectos quedan escondidos en el inventario hasta que aparecen de repente, cuando se inicia el proceso Marcar. Así, el problema se agrava y es más difícil de detectar. Por lo tanto, aunque el tiempo correspondiente al valor agregado de fabricar un tapón es relativamente corto, el tiempo que tarda el tapón en atravesar la fábrica es muy largo, prolongando los plazos de entrega, lo cual limita su flexibilidad para atender a la demanda de los clientes.

La finalidad perseguida en la *lean production* es configurar una cadena de valor, de tal manera que cada proceso fabrique solamente lo que necesita el proceso de adelante, cuando lo necesita. Se trata de conectar los procesos hacia atrás desde adelante, a lo largo de un flujo uniforme y recto que favorezca plazos de entrega más cortos, mejor calidad y coste mínimo.

5. Decision Point Analysis

La *decision point analysis* es una de las siete herramientas que actualmente se utilizan para analizar la cadena de valor de un producto (Hines y Rich, 1997). Esta herramienta tiene su origen en la respuesta eficiente al consumidor, que es el principal objetivo de la empresa de estudio.

El *decision point* es el punto de inflexión entre los sistemas *push* y *pull*, es decir, el punto donde la demanda de productos coincide con la demanda real de los clientes para pasar a producir conforme a previsiones de demanda (Hoekstra y Romme, 1992). A continuación, la figura 3 muestra el resultado de este análisis en la empresa, que ha determinado el cambio de filosofía de *push* a *pull*.

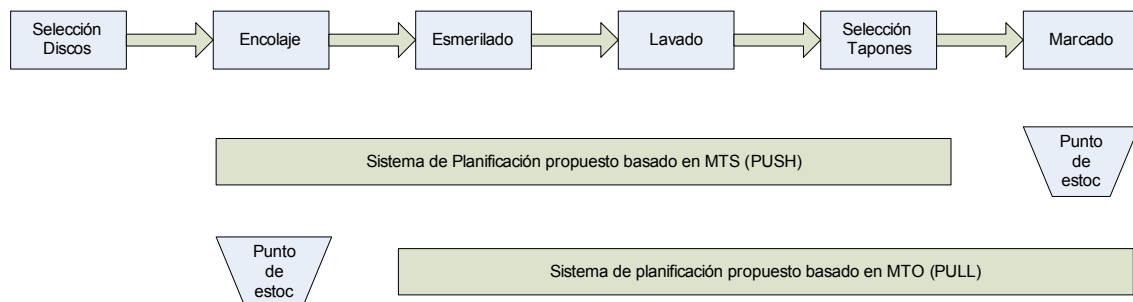


Figura 3. Representación gráfica del Decision Point Analysis

El principal objetivo es producir, de la manera más ajustada posible sobre los requerimientos directos del cliente y mantener el sistema productivo restante dependiente de esta decisión. Hasta el momento la decisión se tomaba sobre los tapones que se debían encolar basándose en previsiones históricas e informes del personal comercial. Por lo tanto la decisión se tomaba en zonas lejanas a los requerimientos del cliente final.

A partir del punto de encolado la producción se empujaba hasta la fase final de marcado pero se provocaba una gran cantidad de material en curso e inventario acumulado a lo largo del proceso de fabricación.

A partir del nuevo paradigma que se propone se toma la decisión en un punto mucho más cercano al cliente final, es más, en base a las órdenes reales del cliente por lo que se busca minimizar el estoc que pudiera aparecer por el hecho de producir en base al encolado.

6. Modelización basada en la programación lineal

Con el fin de poder tomar la decisión de la planificación de la producción en un punto más cercano al cliente final implica una serie de implicaciones que requieren un modelo más amplio de gestión.

En el caso que se estudia implica crear un vínculo más estrecho entre las etapas de fabricación. De este modo para poder controlar el flujo de producto es necesario asegurar que la capacidad de fabricación de las etapas posteriores aseguran los requerimientos de producción de las etapas finales. Además se debe contemplar la temporización del sistema.

6.1. Sistema de planificación deslizante en el tiempo

Hasta el momento gran parte de las decisiones de programación de las operaciones, se ha llevado a cabo a nivel de encargado de sección. Es política de la empresa seguir en esta dinámica por lo que obliga al sistema de planificación a ser lo bastante flexible para dejar las decisiones más operativas en manos de los encargados, lo que se traducirá en un margen de decisión elevado aunque acotado.

Dado que el tiempo de estancia del producto en el sistema es dos semanas, se consideró el horizonte de planificación en dos semanas. La primera para las etapas de encolado, horneado, esmerilado y lavado, y la segunda para el proceso de selección. El modelo debe considerar la capacidad de encolar y de seleccionar; la satisfacción de los requerimientos de material; la continuidad de la producción y, finalmente, las condiciones óptimas de decisión. Por tanto, el sistema de planificación de la producción que se propone es deslizante con un horizonte de dos semanas.

A partir de órdenes de los clientes de la semana $t+2$ se determinarán las órdenes de la fase de Selección de la semana $t+1$ y las órdenes de la fase de Encolado de la semana t . El sistema debe asegurar que el proceso fluya de forma continua sin interrupciones, y esto es cuidar por los niveles de estoc requeridos, la capacidad de los recursos y la alimentación de la fase de Marcado (personalización del producto).

En el proceso de producción existen, como ya se ha presentado, diferentes tipos de estocs. No obstante, interesa sólo incidir en algunos de ellos ya que la voluntad es que algunos de ellos tiendan a desaparecer o que su control sea innecesario. Los estocs que se tendrán en cuenta son:

- Estoc del producto A MARCAR (EM), es el estoc del producto que alimenta la fase de MARCAR. La principal característica de este producto es que ya tiene la calidad del producto asignada. Se consideran 7 tipos de producto (1, 3FI, 3, 4FI, 4, 4Flac y 5) en función de la calidad del mismo.
- Estoc del producto A RETRIAR (ERE), es el estoc intermedio entre el producto EN RAÇA i el producto A MARCAR. Siempre se tendrá producto A RETRIAR aunque a efectos de cálculo de producto se propone incluirlo al estoc del producto a MARCAR con un suplemento de recurso de la fase de TRIA. Así pues, este tipo de producto se contabilizará como producto A MARCAR pero cargándoles horas de la fase de TRIA, ya que realmente aún no son producto A MARCAR reales pero sí en el camino de serlo.
- Estoc del Producto EN RAÇA (ER), es el estoc que alimentan la fase de TRIA (además del producto A RETRIAR). se consideran 3 tipos de calidad de este producto (BO, 3 y 4) en función de la calidad de los componentes que lo forman. A partir de la experiencia se ha podido hallar una relación entre los productos EN RAÇA i A MARCAR, que determinarán los requerimientos de la fase de TRIA.

El número de referencias que habrá de los estocs de productos a MARCAR y productos en RAÇA, será igual al número de medidas que en ese momento esté confeccionando la fábrica a petición del departamento Comercial.

El sistema parte que el estoc de producto A MARCAR y de producto EN RAÇA es conocido. Este estoc de EN RAÇA es previsible debido al estricto control de las entradas/salidas. También se realiza un recuento mensual para reducir los errores que se acumulan a lo largo del tiempo.

Para garantizar la continuidad del producto se prevé y asegura que la cantidad de tapón EN RAÇA es suficiente para que se consiga la cantidad de producto A MARCAR requerida. No obstante el sistema no considera el estoc de tapones A RETRIAR pero asegura los requerimientos de tapones A MARCAR. De este modo, El sistema pretende simplificar el problema agregando la planificación al nivel de semanas y dejar la ejecución de la programación diaria a los encargados de sección.

El ritmo de producción, siguiendo los puntos marcados por la aplicación de la metodología y buscando cumplir los puntos del *lean production*, lo marcará las necesidades de productos A MARCAR, que dependen directamente de las órdenes de los clientes. Estas deben provocar una demanda de producto EN RAÇA, por lo que estirará todo el proceso de producción anterior

Así pues, el sistema se basará en un SISTEMA PULL, a partir de les órdenes confirmadas de los clientes en un plazo mínimo de dos semanas, aunque como se verá posteriormente será necesario ampliar el horizonte hasta 2 meses para poder planificar ajustando tanto los estocs.

En el sistema en primer lugar se introducen la órdenes de los clientes y se determinan las necesidades netas (habiendo considerado el estoc de seguridad) de productos A MARCAR. En segundo lugar, mediante la aplicación de la Programación Lineal para gestionar la capacidad de producción, se debe resolver las necesidades de producto EN RAÇA. A partir de estas órdenes es PUSH en la medida que debe marcar el proceso de proceso para conseguir los requerimientos en el tiempo de dos semanas para el proceso 1 y el proceso 2. Sin embargo, el sistema PUSH ya tiene asegurada la capacidad, mediante la programación a capacidad finita calculada con la programación lineal, para poder cumplir con las expectativas creadas.

6.2. Descripción del proceso de Planificación propuesto

En el horizonte de planificación de la semana t se debe considerar las necesidades de tapones A MARCAR de la semana $t+2$ del producto j .

6.2.1. Objetivo de tapones A MARCAR

$EM(j, t+2)$ es el estoc A MARCAR del producto j en las semana 2. En principio se deseará que este tenga un valor mínimo (en función de cada clase de producto). A partir de las órdenes de los clientes de la semana $t+2$ es posible saber las necesidades de cada tipo de producto que se requieren en la setmana $t+1$.

Seguidamente se detalla como a partir de estas necesidades se pueden determinar los requerimientos de la Selección de la semana $t+1$ para que al final de la semana $t+1$ el estoc $EM(j, t+2)$ cumpla con el deseo mínimo y las necesidades de los tapones A MARCAR.

6.2.2. Objetivo de los productos de la etapa de Selección

En este momento ya se tiene conocimiento del objetivo de A MARCAR pero se debe calcular las cantidades de productos EN RAÇA que se requieren al inicio de la semana t+1 (En función de las diferentes variedades, j).

En esta etapa, hay muchos factores que pueden influir en la decisión de las necesidades por lo que se debió plantear una Función de Conversión que plasmase con el máximo rigor el sistema real. Tal como muestra la figura 4 los porcentajes que se conocen en base a la experiencia son los de pasar de tapones EN RAÇA a Tapones A MARCAR. De este modo a partir de un número determinado de tapones EN RAÇA tipo BO, es posible conocer el resultado de tapones que se seleccionaran de 1-2, de 3FI, 3, etc...; así como una previsión del tiempo que permanecerán en la sección ya que se poseen datos históricos del número de veces que deben pasar hasta ser totalmente clasificados.

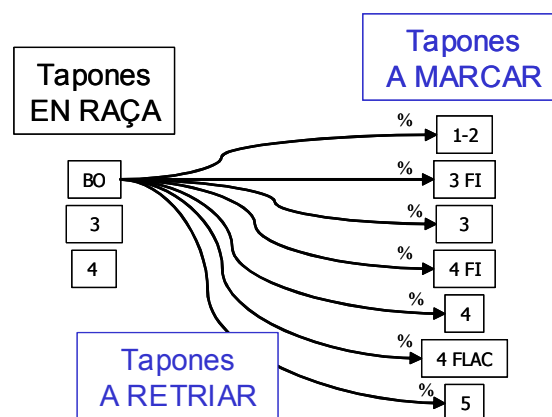


Figura 4. Diagrama representativo de la función de Conversión

Para aplicar la Función de Conversión se debe conocer:

- La Matriz de porcentajes para cada uno de los tipos de tapones (EN RAÇA x A MARCAR)
- Las preferencias de la empresa a fabricar un u otro tipo de tapón EN RAÇA, debido a la diversidad de materia prima
- Restricciones de capacidad de los procesos
- Número de iteraciones que necesita cada tapón EN RAÇA para ser clasificado a tapón A MARCAR con una clase determinada. Esta restricción será originada debido al estoc de Tapón A RETRIAR.
- Capacidad de aprovisionamiento de tapones EN RAÇA
- Capacidad de las Máquinas MARCADORAS

6.2.3. Objetivo de la sección de Encolaje

Finalmente cuando se obtienen las cantidades de productos EN RAÇA que se desean para el inicio de la semana t+1, corresponderán con las órdenes de encolaje para la semana t. De esta forma se concluye la función de cálculo que enlaza las órdenes del cliente con la las órdenes del encolaje.

6.3. Aspectos a considerar

A continuación se destacan los aspectos que no quedan resueltos mediante la planificación así como las debilidades del sistema. La estructura de la planificación implica no aceptar órdenes de clientes dentro de las dos semanas siguientes ($t+2$), aceptando sólo órdenes a partir de la semana $t+2$. La implantación del sistema debe ser lo bastante flexible para dar una solución factible a estas órdenes de última hora.

Para poder dar cabida a las órdenes de los clientes que requieran mucha capacidad se ha implementado una herramienta para estabilizar el sistema, es decir, poder avanzar los tapones de órdenes suficientemente grandes y de esta forma mantener un ritmo nivelado de producción a lo largo del proceso.

7. Conclusiones

Mediante la aplicación de la metodología VSM a un caso real se ha podido corroborar la necesidad de establecer un sistema de planificación de la producción basado en la filosofía de la *lean production*. El estudio de la cadena de valor del producto tapones ha evidenciado el hecho de que debe de estar estructurada con la finalidad de servir al cliente con el menor plazo de entrega posible, el menor coste, la más alta calidad, y la expedición más fiable.

No obstante, al realizar los cambios técnicos sugeridos con esta nueva visión, surgirá también la necesidad de que los responsables de la cadena de valor evolucionen. Es evidente que si las relaciones entre los empleados y dirección no son buenas, los esfuerzos para poner en práctica la cadena de valor se verán entorpecidos y la jerarquía tradicional no será coherente con una producción verdaderamente *lean*. Es importante en este aspecto no confundir el respeto por los trabajadores con el respeto por los modos tradicionales de trabajar. Así, establecer cadenas de producción lean puede ser un trabajo difícil, ya que implica cambiar hábitos de trabajo, pero los beneficios que se pueden obtener recompensa ampliamente el esfuerzo realizado. Estos beneficios pueden presentarse en varias formas: una mayor competitividad de la empresa, un mejor ambiente de trabajo, una mayor confianza entre la dirección y los empleados y una mayor satisfacción de los clientes.

En el caso de la empresa de estudio el proceso de análisis previo antes de la formulación de la programación matemática que sustenta una planificación a capacidad finita. Ha servido para poder personalizar la aplicación y poder adaptar el sistema de planificación al proceso de fabricación particular de los tapones de corcho.

Asimismo, hemos valorado muy positivamente que los investigadores se enfrenten a los problemas reales, interactuando con el personal a todos niveles de la organización, en variados contextos, enriqueciendo así el proceso de la investigación (Meredith, 1998).

Agradecimientos

Este trabajo se ha llevado a cabo dentro del convenio de colaboración entre el Grupo de Investigación en Ingeniería del Producto, Proceso y Producción, GREPP, de la Universidad de Girona y la empresa Francisco Oller, SA, en el marco del Proyecto CICYT DPI – 321-34687. Los autores quieren agradecer la colaboración de la empresa Francisco Oller, SA, en este estudio.

Referencias

- Hines, P.; Nick, R. (1997). The seven value stream mapping tools. *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 17, No. 1, pp. 46-64.
- Jick, T.D. (1979). Mixing qualitative and quantitative methods: triangulation in action. *Administrative Science Quarterly*, Vol. 24, pp. 602-11.
- Meredith, J. (1998). Building operations management theory through case and field research. *Journal of Operations Management*, Vol. 16, pp. 441-54.
- Rother, M.; Shook, J. (1999). *Observar para crear valor*. The Lean Enterprise Institute, Inc.
- Voss, C.; Tsikriktsis, N.; Frohlich, M. (2002). Case research in operations management. *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 22, No. 2, pp. 195-219.