

# Un ejemplo de actuación sobre la planificación de la producción con un enfoque de Producción Ajustada (*Lean Manufacturing*): el caso de una acería

*Ibon Serrano Lasa*  
*Edurne Sudupe Altuna*  
*Mondragon Unibertsitatea*  
*Carlos Ochoa Laburu*  
*Universidad del País Vasco*

## RESUMEN

*El presente documento muestra el proyecto realizado en una empresa dedicada a la fabricación de aceros especiales con el objetivo de planificar acciones para reducir y fijar el stock en curso entre los procesos de fusión y laminación. En definitiva, la reducción de uno de los denominados despilfarros por el modelo productivo de la Producción Ajustada o Lean Manufacturing: el inventario en exceso.*

*El método de análisis ha sido realizado en base a un innovador empleo e integración de diferentes conceptos y herramientas provenientes de diferentes ámbitos relacionados con la dirección de operaciones, como la Gestión por procesos, la Producción Ajustada, la Teoría de las restricciones (TOC), sistema ERP y la resolución sistemática de problemas en base al trabajo en equipo.*

*Los resultados principales alcanzados son:*

- Para la propia empresa: la difusión y familiarización en la empresa de los conceptos y la técnicas de lean manufacturing y especialmente el VSM, el acuerdo entre diferentes departamentos y estamentos de las causas de los problemas y sus soluciones reflejadas en los mapas de flujos.*
- De tipo académico: la integración de diferentes técnicas en principio no relacionadas para la resolución de problemas, una aplicación práctica de VSM.*

**PALABRAS CLAVE:** *Planificación de la producción, Sistemas de Información ERP, Lean Manufacturing, Value Stream Mapping, Gestión por procesos, trabajo en equipo.*

## ABSTRACT

*The paper presents a project developed in a company that manufactures special alloyed steel bars and sheets for the automotive industry. The aim of the project was to reduce and fix either the semielaborated items stock as well as the delivery time between the casting and rolling processes. We have used in a synchronized way several techniques and systems with a Lean Manufacturing focus: team work, Visual Stream Mapping, Ishikawa diagrams, process charts and ERP system, being the process by which we integrate this techniques as well as the use we do of VSM the main value of this work from our point of view.*

**KEYWORDS:** *Production Planning, ERP, Information Systems, Lean Manufacturing, Value Stream Mapping, Process Management, Team Work.*

## **Introducción**

Este trabajo presenta un ejemplo de análisis y mejora del sistema de planificación, control y programación de la producción en un caso concreto de una empresa fabricante de chapas y perfiles de acero, proveedora del sector de automoción. El objetivo del proyecto ha consistido en fijar acciones para reducir y mantener a lo largo del tiempo un nivel de stock adecuado entre dos procesos discontinuos como son la acería y la laminación.

Este caso empresarial se expone como un ejemplo de una adecuada puesta en marcha de una estrategia de mejora continua basada en el trabajo en equipo y en el empleo e integración de un amplio abanico de conceptos y técnicas de análisis y mejora disponibles.

Las principales aportaciones de este trabajo desde el punto de vista de los autores son:

- La descripción de un determinado tipo de producción y su problemática. Se presenta el caso de una empresa que fabrica productos para el sector de la automoción mediante dos procesos en secuencia, la producción de acero colado por fundición de chatarra y su posterior laminación a diferentes formas y dimensiones. El caso parece adecuado para su presentación porque, aunque el proceso resulta en principio sencillo y fácil de seguir intuitivamente, dicha sencillez no es tal; el presente trabajo trata de explicar la verdadera complejidad del sistema productivo. Asimismo, tampoco se trata de un caso extremadamente particular, sino que de una problemática común a un cierto espectro de actividades manufactureras.
- Las actuaciones se centran principalmente en la racionalización del sistema de planificación y control de la producción por modificación de diversas prácticas que se hacen en la actualidad y reasignación de funciones entre diversas secciones de la empresa. No exigen aplicación de tecnología sofisticada ni grandes inversiones, solo un proceso de análisis sistemático, racional y compartido en equipo entre miembros responsables de las diferentes secciones.
- Se presenta la aplicación de diversas teorías y técnicas, relativamente populares aunque sea a nivel de discurso más que de aplicación, de un modo sistemático e integrado. Entre las teorías o modelos se pueden citar: la Producción Ajustada, la Teoría de las restricciones (TOC) y la Gestión por procesos. Por otro lado, entre las técnicas y herramientas empleadas se pueden nombrar: el mapeado del flujo de valor o Value Stream Mapping (VSM), originaria del ámbito de la Producción Ajustada, herramientas de análisis causa-efecto (diagramas Ishikawa) y diagramas de proceso. Todo ello, apoyado en un exhaustivo análisis y tratamiento de datos productivos obtenidos a partir del sistema ERP implantado en la empresa.

El proyecto inicial perseguía un objetivo principal: el análisis y establecimiento de planes de mejora para la reducción y mantenimiento del stock en curso entre los procesos de acería y laminación a un mínimo teórico.

Este mínimo teórico habría de calcularse en base al estudio de los flujos de materiales y de información del sistema productivo, así como a un análisis de las causas que derivaban en el exceso del inventario en curso.

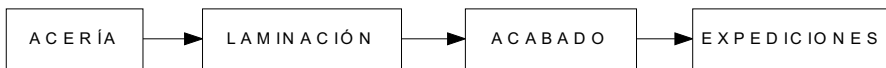
Entre otros aspectos, dicho objetivo implicaría la modificación del proceso de planificación y control de la producción en aras de buscar una correcta coordinación entre los dos procesos implicados: acería y laminación.

## ***El proceso de fabricación y su problemática***

La empresa objeto de estudio se dedica a la fabricación de aceros especiales, casi exclusivamente para el sector de automoción. Ofrece a sus clientes una amplia gama de productos de diferente composición, formato y condiciones, disponiendo hasta de 25.000 referencias de producto terminado. La fabricación de todas ellas se realiza bajo pedido.

El flujo productivo consta de cuatro procesos importantes (ver figura 1):

*Figura 1. Proceso productivo*



*Acería:* Comprende los subprocesos de fusión, afino y colada para conseguir la composición y formato del acero deseado. Este proceso se realiza en dos acerías distintas, obteniendo en cada una de ellas aceros de diferentes características.

*Laminación:* En principio es el recurso productivo crítico de la empresa. El acero obtenido en acería pasa por los trenes de laminación, con el objetivo de lograr las dimensiones y perfiles necesarios de las barras.

*Acabado:* Se aplican por un lado los tratamientos térmicos y por otro el propio acabado, enderezado y control, necesarios para que el acero obtenga las características mecánicas, superficiales, etc. adecuadas para cumplir con las necesidades del cliente.

*Expediciones:* Preparación y entrega de pedidos a clientes.

Aunque el proceso productivo básico es sencillo, son numerosos los subprocesos que conllevan a infinidad de rutas posibles para cada material. Se puede afirmar que de los 25.000 productos terminados catalogados, casi cada uno de ellos sigue una ruta diferente.

La principal problemática existente referente a la gestión de la producción en una planta manufacturera dedicada a la fabricación de aceros especiales se puede sintetizar en tres puntos:

***La fabricación a medida:*** La diferencia de actividad entre una planta de aceros especiales y una acería convencional, estriba en que ésta fabrica productos especiales dirigidos en su mayor parte al sector de automoción. Fabrica bajo pedido cualquier calidad que pide un cliente, por lo que el número de referencias que debe manipular es muy superior al de una acería convencional. En el caso del que se ocupa, son

aproximadamente 60.000 las referencias de semiproductos que están dadas de alta en el sistema, por lo que su gestión se complica de una manera importante. Se entiende por semiproducto, o producto semielaborado, al material fundido que se puede encontrar entre los procesos de acería y laminación. Este hecho también tiene una consecuencia directa en el volumen de stock de dichos semiproductos: a mayor número de referencias, mayor el stock almacenado.

***Las diferencias en las características de los procesos de acería y de laminación:*** Al estar ambos procesos formados por recursos que requieren grandes inversiones, la política de producción se basa en tratar de alcanzar la máxima productividad de cada uno de los recursos, priorizando el óptimo local de cada centros productivo en a medida de lo posible. El lote de fabricación de la laminación se debe ajustar a los pedidos del cliente; pero en cambio, el de la acería está condicionado por la capacidad de los hornos de fusión, lotes mínimos o coladas de 40Tn. y 50Tn. en cada uno de los dos hornos respectivamente. Este factor exige disponer de un stock en curso importante para poder compensar el desequilibrio existente entre los dos procesos. Estas dificultades tienen un reflejo claro en el excesivo y descontrolado stock de semielaborado, contexto donde se centra el presente caso.

***Pedidos urgentes:*** La empresa trabaja para un importante grupo de clientes del sector de automoción que exigen entregas Justo a Tiempo. Estos clientes transmiten constantes y continuos cambios en sus programas de entrega, tanto en plazos como en cantidades, motivados a su vez por la variabilidad de los programas de sus propios clientes y a las exigencia del sector en el que trabajan. Ello provoca que las labores de planificación y fabricación estén fuertemente condicionadas por esta circunstancia y dificulta la planificación y la producción del resto de los productos.

Por tanto, considerando como punto de partida que dicho stock debe existir para independizar y ofrecer disponibilidad de material a la laminación, recurso crítico del sistema productivo, la dirección de la empresa estima, que las problemáticas previamente citadas han originado que el stock intermedio se haya descontrolado durante los últimos años y que haya que abordar un proyecto de análisis de las verdaderas causas del excesivo stock, para poder lanzar acciones de mejora organizativas correctamente dirigidas que no supongan inversiones y que no menoscaben el nivel de servicio al cliente, con el objetivo previamente citado de reducir y mantener dicho stock en un mínimo teórico.

## ***Metodología***

Uno de los aspectos básicos del proyecto ha sido el trabajo en equipo (Winter, 2000). El equipo formado para el estudio ha estado formado por personal investigador universitario junto con miembros del departamento de planificación de la compañía. La dirección de la empresa ha participado en la supervisión, análisis y aprobación de los planes propuestos por el equipo responsable.

La estrategia adoptada para el seguimiento del caso por personal investigador universitario ha consistido en la denominada Investigación Activa o *Action Research*,

en la que el rol del investigador se integra y se involucra en el propio caso con el fin obtener resultados y conclusiones con la cercanía necesaria (Coughlan et al. 2002), (Eden et al., 1997). La integración del equipo investigador se ha centrado en realizar labores de obtención y tratamiento de datos productivos así como de poner a disposición del equipo las técnicas y herramientas necesarias para el correcto análisis de la problemática y de sus causas. En todo caso, las decisiones referentes a las acciones de mejora a llevar a cabo han recaído en el propio personal asignado por la empresa.

Las etapas del proceso de análisis y de aprobación y lanzamiento de mejoras se citan a continuación, el desarrollo de las mismas será descrito en el siguiente apartado número 4 referido a exponer el desarrollo del proyecto.

1. Inventario del nivel de stock inicial.
2. Cuantificación del stock teórico.
3. Análisis de los flujos de material y de información asociada.
4. Definición y estructuración de causas.
5. Planteamiento y análisis de propuestas de mejora.
6. Estructuración de propuestas de mejora aprobadas.
7. Lanzamiento de acciones de mejora.

Cada una de las fases ha sido llevada a cabo con el empleo de herramientas y técnicas puestas a disposición por el equipo investigador y provenientes de diferentes ámbitos y contextos de la gestión de la producción que han facilitado tanto la identificación como estructuración del problema y de sus causas, asimismo, han permitido una comunicación eficaz y la consecución de una gestión eficiente del trabajo en equipo con un cumplimiento de los plazos prefijados.

## ***Desarrollo de las fases***

En el presente apartado se analiza el desarrollo técnico de cada una de las fases citadas previamente y se expone el empleo realizado de los diferentes conceptos y técnicas de análisis y mejora productivas.

### **Análisis de la situación inicial**

Esta fase ha supuesto la adquisición y tratamiento de una cantidad ingente de datos e información, lo que ha sido posibles gracias al sistema ERP implantado en la empresa. El equipo ha validado el empleo de los datos del año 2003 como representativos para todo el proceso de análisis.

La consulta al ERP indica que en el parque de semiproductos se manipulan anualmente 60.000 referencias, que se diferencian según la calidad, el formato y la longitud. Este stock se traduce en el almacenamiento de una cantidad media de 16.600Tn. en la que cumple la regla de Pareto: el 15% de los materiales supone un 80% de consumo; mientras que un 50% de referencias supone el 5% del consumo.

## **Cuantificación del stock teórico**

Se ha realizado un cálculo del stock teórico suponiendo una situación bajo estas hipótesis de partida:

- Siempre se funden coladas únicas
- Las coladas no necesitan ser validadas
- Las calidades definidas se ajustan a las necesidades de todos los clientes.

Este stock teórico se calcula sobre la base de la suma del stock medio de las referencias existentes. Teóricamente, el stock medio se considera como la mitad del lote de fabricación de acería, es decir, 20 o 25Tn. según la acería. Por el hecho de producir bajo pedido no se trabaja con stock de seguridad.

Por tanto y según los cálculos realizados, el stock teórico aprobado para el parque de semiproductos es de 14.000Tn. Comparado con el volumen real de 16.600Tn., se obtiene que el stock real es superior en un 18% al óptimo calculado. Por tanto, en la medida de lo posible se tratarán de establecer planes para reducir y fijar el stock en los 14.000Tn. teóricas citadas.

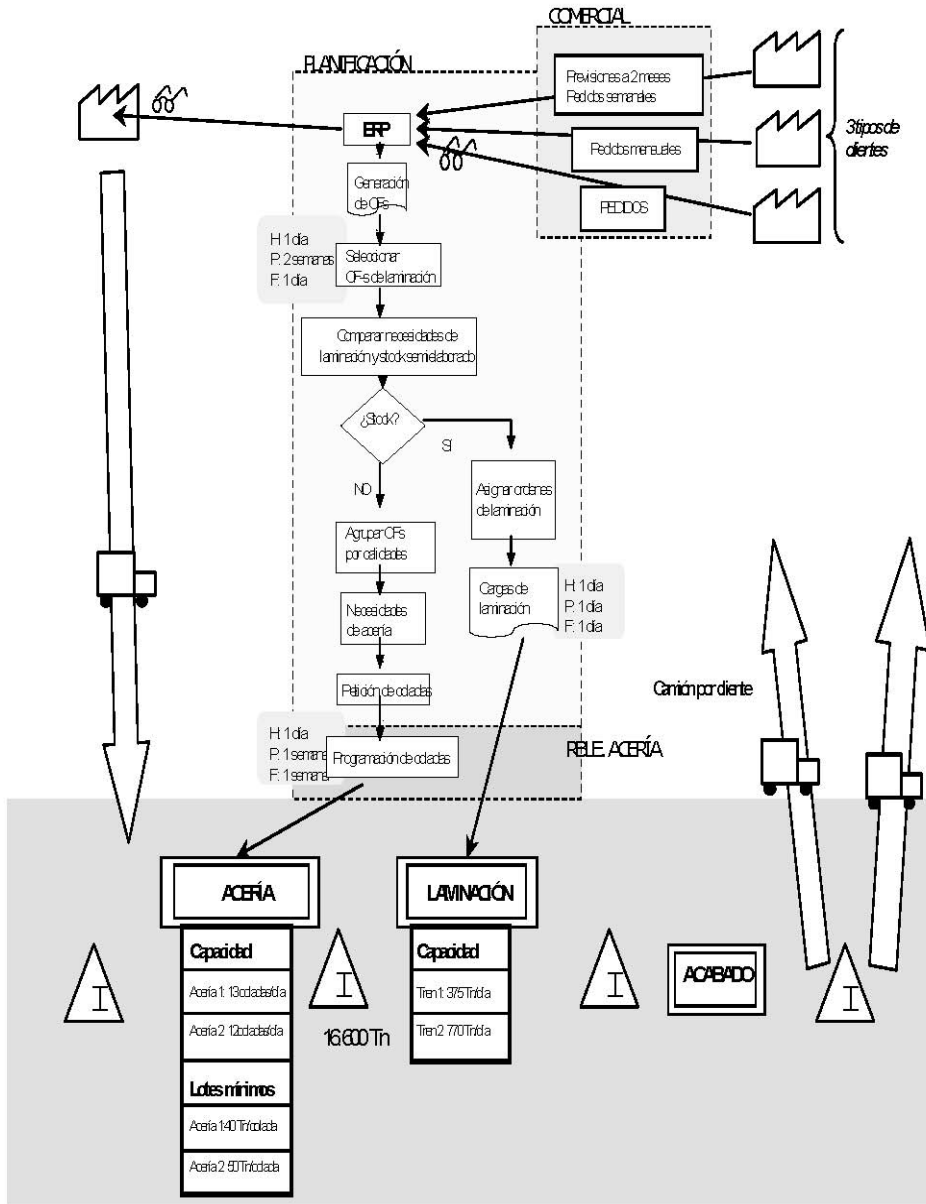
## **Análisis de los flujos de material y de información asociada**

Esta etapa ha consistido en reflejar la situación que ha conducido al exceso de stock de producto semielaborado. Para tal fin, el equipo ha determinado la realización de un mapa gráfico que manifieste el estado logístico del sistema productivo bajo una visión global.

La situación inicial se ha reflejado en un mapa que se expone a continuación (ver figura 2), realizado en base a la técnica VSM y que se muestra resumido para facilitar su lectura (Rother et al., 1998), (Duggan, 2002). El VSM es una herramienta orientada a la consecución de mejoras logísticas bajo un enfoque de Producción Ajustada, (Womack et al., 1996), se muestra a su vez apropiada para el trabajo en equipo, por mostrar con un lenguaje sencillo, claro y estandarizado los flujos logísticos de materiales y de su información asociada completamente integrados en un solo gráfico.

En el mapa se integran el flujo físico de materiales entre acería y laminación y el flujo de información asociado a la planificación de la producción. El mapa ha sido adaptado para integrar en él un diagrama de proceso que refleje el subsistema decisional que emplea en principio la empresa de cara a planificar y programar la producción de los dos procesos de acería y laminación. En el mismo, se ilustran las diferentes figuras que participan en el proceso de planificación como son: el departamento comercial, el departamento de planificación y el responsable de acería. El diagrama de proceso también muestra los diferentes horizontes, periodos y frecuencias de planificación empleados en cada centro de decisión, estos periodos vienen determinados por las limitaciones del sistema físico que obliga a agrupar pedidos con tal de optimizar la productividad de cada sección.

Figura 2. Mapa del flujo de valor inicial

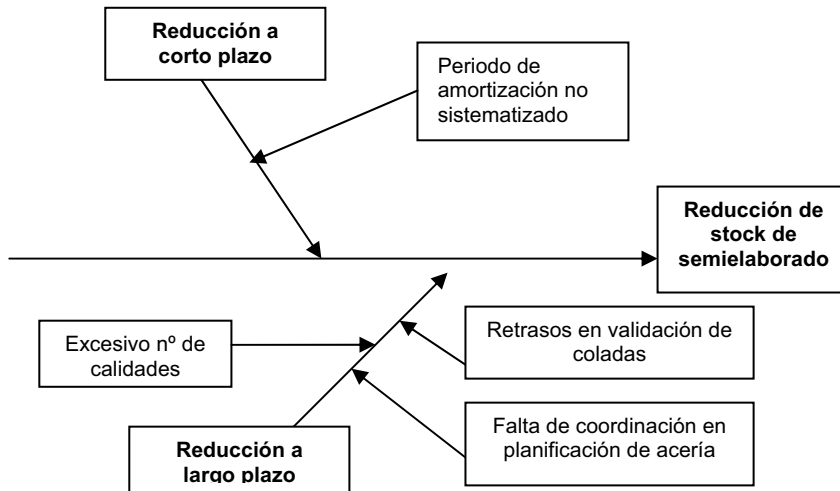


## Definición y estructuración de causas

El mapa de flujo de valor ha posibilitado que el equipo haya llevado a cabo un posterior análisis cualitativo de los diferentes factores que pueden influir en el incremento de stock de semielaborado. Éstos se han agrupado y representado mediante un diagrama causa-efecto o diagrama de Ishikawa que se expone en la figura 3 (Ishikawa, 1988).

En el mismo diagrama se han estructurado las causas principales en base a aquellas acciones de mejora que puedan abordarse en un corto plazo de tiempo por un lado y en acciones que requerirán más recursos por otro lado. Dichas causas son analizadas en detalle en el apartado 4.5. dedicado al planteamiento de las propuestas de mejora.

Figura 3. Diagrama Ishikawa. Estructuración de causas.



## Planteamiento y análisis de propuestas de mejora

El análisis de las propuestas de mejora planteadas por el equipo se expondrá en base a la estructuración de causas realizada en el diagrama Ishikawa de la figura 3.

### *Reducción del stock a corto plazo*

Una de las causas por las que el stock se acumula en el parque de semielaborado, es la no existencia de criterios para abordar la retirada de materiales que se puedan considerar obsoletos por no haber sido consumidos en su momento por la laminación. Esto es debido al exceso de material proveniente de los lotes mínimos de coladas de acería y por ser referencias que no han sido solicitadas nuevamente.

Para abordar la retirada en un corto plazo de tiempo y evitar que la excesiva acumulación vuelva a suceder, el equipo a determinado definir un periodo de amortización por cada tipo de material de semielaborado, enfrentando el coste de fabricación con el coste que supone mantener en stock dicho material. La siguiente tabla número 1 resume el resultado del cálculo del periodo de amortización. Como botón de muestra sirva decir que el 40% de las referencias podrían ser achatarradas si su estancia en el parque de semielaborados excediera de 5 años.



Tabla 1. Periodos de amortización

Nº AÑOS	% MATERIALES
5 años	40%
6 años	32%
7 años	21%
8 años	7%

A continuación, habrá de asignarse en el sistema ERP el periodo de amortización respectivo a cada tipo de material de semielaborado con el fin de que el aviso de cumplimiento del periodo de amortización se realice automáticamente y se proceda a retirar y achatarrar el producto correspondiente. De todas formas, y mientras se automatiza el proceso mediante la introducción de esta nueva información en el ERP, se ha decidido abordar un proyecto 5S de organización, orden y limpieza en el parque de semielaborado con el fin principal de detectar aquellas referencias susceptibles de ser retiradas.

En cualquier caso, estas medidas son en cierta forma acciones correctoras y contenedoras, el ataque a la causa raíz del problema se llevará a cabo cuando se modifiquen los criterios de planificación de la producción que permiten que se cree este stock de productos obsoletos, aspecto que será estudiado en el siguiente apartado 4.5.2.

### *Reducción del stock a largo plazo*

El equipo ha determinado tres causas fundamentales por las que el stock se acumula en exceso y que requieren de acciones de mejora con mayor horizonte. A continuación se analiza cada una de las causas y se desarrollan las propuestas de mejora.

### Retrasos en validación de coladas

Para cumplir con algunas de las características que exigen los clientes, es necesario realizar pruebas de validación del acero después del proceso de fusión y antes de ser laminado. Para estas pruebas, se toman muestras del acero obtenido y se analizan en el laboratorio, manteniendo la mayor parte de la colada en stock. Por lo tanto, en este parque de material fundido existe material que no puede ser consumido, ya que no está validado.

Tras la consulta de los datos históricos del año 2003, se observa que el 11,17% de las coladas han tenido que ser validadas antes de ser laminadas.

Existen 12 pruebas diferentes, y cada una de ellas tiene un período de maduración teórico distinto de la muestra que se ensaya, lo cual se refleja en los días de espera en stock de su respectiva colada. El objetivo de este primer estudio es calcular el incremento de stock que suponen los retrasos en las pruebas de validación. Para ello, se comparan:

- El volumen teórico de stock que debiera haber en espera de validación cada día, teniendo en cuenta el tiempo teórico necesario para cada prueba.
- Stock real en espera de validación en un día concreto.

De este modo y según los datos obtenidos en el estudio, se justifica la realización de un análisis a fondo de las pruebas de validación, lo que eliminará el exceso de stock y posibilitará el cumplimiento de plazos tanto ante la sección de laminación como ante el cliente final.

El volumen teórico de stock en espera de validación, se ha calculado mediante la siguiente fórmula:

$$V_{stock} = \sum_{i=1}^n C_i \cdot \left( \sum_{j=1}^m j \cdot \mu_j \right)$$

*i*: número de acería (n=2 acerías en este caso).

*C<sub>i</sub>*: producción diaria (Tn/día) de cada acería.

*j*: número de días en espera de validación (cada una de las 12 pruebas tiene una duración determinada).

*μ<sub>j</sub>*: probabilidad de que una colada se encuentre en un ensayo de validación de “j” días de espera.

Una vez validada la fórmula y realizados los cálculos, se obtiene que teóricamente el stock que debiera haber en espera de validación un día en concreto es de 930Tn, cuando en realidad y tras la consulta del ERP existen 1.440Tn, un 55% más del teórico calculado. Esta diferencia supone un incremento del stock total en un 3%. Lo cual se traduce en importantes inconvenientes y retrasos en la laminación.

Las razones de dichas desviaciones se pueden achacar a la falta de organización del proceso de ensayos y validación. Para corregir este aspecto, se plantea la ejecución de un proyecto en el que se detallará para cada una de las pruebas de validación:

- Las tareas que se deben realizar.
- El personal que realiza cada una de las tareas.
- El tiempo que necesita cada tarea.
- Prioridades del responsable.
- Causas de los retrasos.

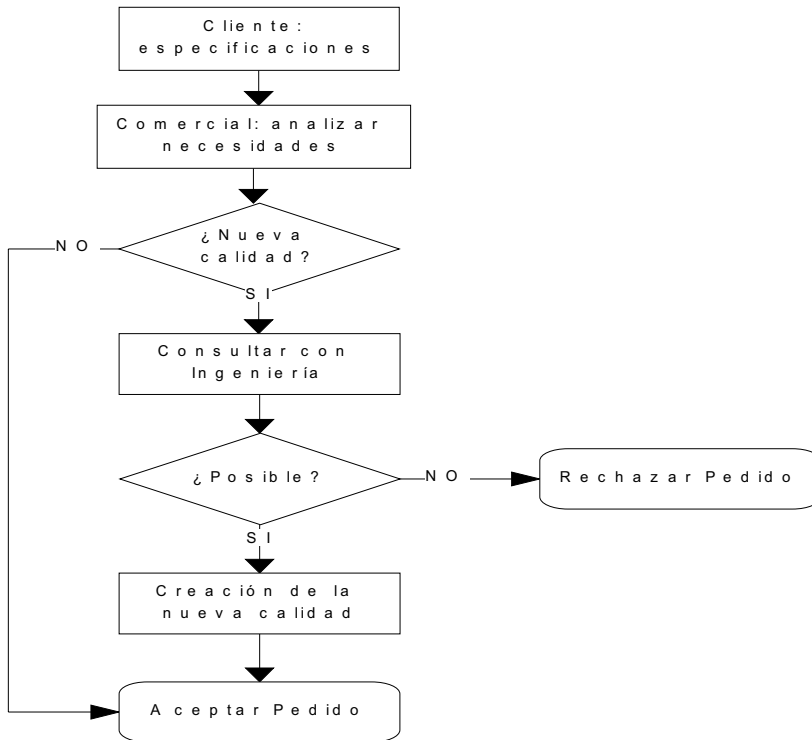
Información que servirá para poder hacer un seguimiento al proceso de validación, así como para poder modificar dicha información en el ERP si es que la realidad se aleja justificadamente de los predeterminados en el Sistema de Información.

### Excesivo número de calidades

La gran variedad de calidades diferentes de colada existentes también conduce al aumento de stock considerablemente. De las 660 calidades existentes actualmente, algunas de éstas se consumen muy poco, y hay calidades que son muy parecidas entre sí, con alguna diferencia en alguno de los componentes. Además, si no se limita la creación de nuevas calidades y si no se actualizan las existentes, esta cantidad irá aumentando a lo largo del tiempo.

Para abordar el presente problema, el equipo ha optado por analizar el proceso de creación de nuevas calidades bajo una visión de Gestión por procesos (Hammer et al., 1999), (Beltrán et al., 2003), (Pérez-Fernández de Velasco, 1999). El diagrama de procesos expuesto a continuación en la figura 4 expone de manera sintetizada el proceso inicial de creación.

Figura 4. Diagrama de proceso actual para la creación de nueva calidad

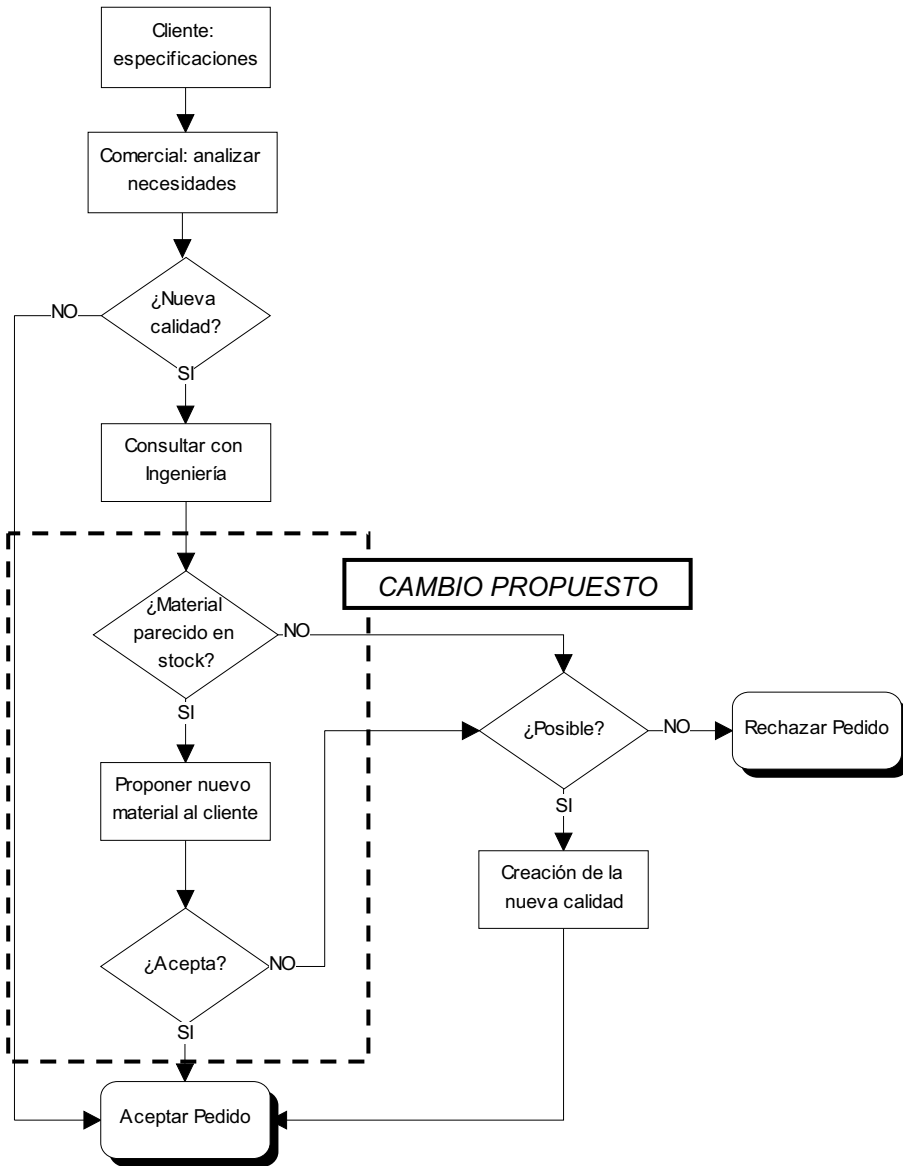


Para poder reducir el stock existente, será importante considerar la posibilidad de simplificar esta variedad y cantidad de referencias y poder limitar la creación de nuevas calidades. Con este objetivo, se plantea un proyecto de mejora en el cual se tratarán aspectos a diferentes niveles:

- Por un lado, un proyecto estratégico que no es objeto del presente estudio, en el que se plantee la reducción de calidades sin menoscabar el servicio al cliente.
- Por otro lado, un proyecto operativo con el que se propone mejorar el proceso de creación de nuevas calidades, de manera que el departamento de ingeniería, haciendo uso del ERP, disponga de una visión del stock existente y contraste la calidad deseada por el cliente con las existencias. En caso de disponer de una calidad parecida, se deberá proponer al cliente la aceptación del nuevo material.

En el diagrama de la figura 5 se muestra el diagrama de proceso aprobado para el nuevo sistema:

Figura 5. Diagrama de proceso futuro para la creación de nuevas calidades.



### Sistema de planificación de acería

Según el sistema de planificación definido en la empresa, la producción de la sección de acería debe ser igual a la producción que se solicita desde planificación. Pero en realidad este concepto no se cumple debido al lanzamiento de las denominadas coladas secuenciales.

Una colada secuencial es la producción de coladas consecutivas de la misma calidad sin cambiar el material refractario del horno de fusión. De esta manera, el ahorro obtenido es muy importante, debido al alto precio de este refractario.

Según los datos históricos del año 2003, el 61% de las coladas fundidas lo han sido de manera secuencial, por lo que el ahorro conseguido en material refractario ha sido muy elevado. No obstante, este hecho repercute también en el nivel de stock del almacén, ya que de esta manera el lote de fabricación es mayor que la capacidad del horno; es decir, si se funden dos coladas consecutivas, el lote de fabricación será el doble, lo que se reflejará en un coste de mantenimiento de stock.

Asimismo, se ha de tener en cuenta, que siguiendo la programación realizada por el responsable de acería, las calidades de mayor consumo siempre se funden de manera secuencial aunque en un momento dado no haya pedidos para más de una colada.

Con el objetivo de buscar un equilibrio entre estos costes, se ha calculado el secuencial óptimo para cada calidad. Hay que tener en cuenta, como punto de partida, la restricción debida a que las características de los hornos, del material refractario y del proceso hacen imposible fundir más de tres coladas secuenciales.

Según los cálculos realizados, para todas las calidades existentes, el secuencial óptimo es superior a tres, por lo que aparte de su inviabilidad expuesta previamente, acarrearía la rotura de la producción nivelada entre la acería y la laminación; acería no sería capaz de fundir la producción requerida por la laminación en un período de una semana y el proceso sería muy inflexible y muy desajustado.

Como la realización de coladas secuenciales no está controlada por el departamento de planificación (la programación es realizada por el responsable de acería), se habrán de definir las calidades con las que siempre se fundan secuenciales. Pero estas calidades que pertenecerán al grupo de “siempre secuenciales” no serán constantes, ya que depende de los datos históricos del momento: clientes existentes, consumos reales de cada material, etc., según los datos que nos reporte el ERP.

La solución que se plantea para la resolución de este problema, es la asunción de la responsabilidad de la programación de acería por el departamento de planificación, ya que éste es el que mejor conoce las necesidades que debe satisfacer la sección de acería y dispone de toda la información necesaria: clientes, pedidos actuales y de futuro, etc. De esta manera, toda la fabricación se realizará con los mismos intereses y criterios, obteniendo mejoras importantes.

Así como en la Producción Ajustada, estas propuestas están asimismo basadas por un lado en la Teoría de las restricciones (TOC) desarrollada por Goldratt (1993, 1986), teoría que se fundamenta en la identificación de la restricción del sistema (en principio laminación) y en la supeditación del resto de recursos al programa impuesto por dicha limitación. Por otro lado, la Gestión por procesos también tiene su cabida en esta solución de mejora por situar a un único departamento (planificación de laminación) como responsable principal de dicho proceso.

Así, la propuesta de cambio que se plantea, se puede resumir en los siguientes puntos:

1. El departamento de planificación será el que planifique el programa diario de los dos hornos.

2. Se entregará diariamente a cada horno un programa de producción, en el cual se definan las coladas a fundir y el orden, incluyendo en anexo todas las características y especificaciones de las coladas pedidas.

El programa diario de cada horno se realizará según:

- Necesidades de laminación con una semana de antelación.
- Prioridades e intereses de laminación.

Cada vez que se detecte la necesidad de fundir una colada de una determinada calidad y si no hay suficientes pedidos como para completar coladas secuenciales, se consultará la cartera de pedidos de un período máximo de un mes. De esta manera, se evita que dentro de este período se vuelva a fundir la misma calidad, además de conseguir la agrupación de más pedidos para llegar a completar las coladas secuenciales.

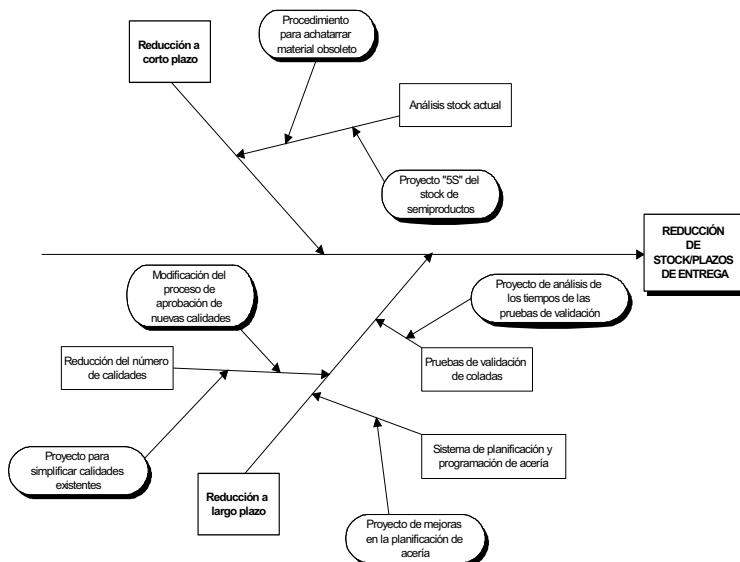
Ya que uno de los problemas más importantes de la empresa son los pedidos urgentes, se deberá abordar también dicha dificultad mediante varias vías:

- Programar los hornos con menor carga que su capacidad para dejar un hueco para las coladas urgentes que surjan a última hora.
- No permitir que se introduzca una colada urgente una vez cerrado el programa. Reservarlo para el programa del día siguiente.

## Estructuración de propuestas de mejora

El equipo ha procedido a reflejar las acciones mejoras planteadas en el diagrama de Ishikawa (ver figura 6), tanto para su aprobación como para que sirvan de punto de partida para un inmediato plan de implantación. En el mismo diagrama se observan las acciones de mejora planteadas en el apartado previo.

Figura 6. Diagrama Ishikawa. Estructuración de causas y propuestas de soluciones



## **Lanzamiento de acciones de mejora**

A continuación se hace un resumen las propuestas aprobadas:

- Implantación de un procedimiento automático para verificar mediante ERP el estado del stock de cada referencia respecto a su respectivo periodo de amortización.
- Lanzamiento de un proyecto de organización, orden y limpieza en el parque de stock.
- Propuesta de simplificación y agrupación de calidades existentes.
- Nuevo procedimiento para la aprobación de nuevas calidades.
- Lanzamiento de proyecto de análisis de pruebas de validación.
- Cambio en la asignación de responsabilidades y en los criterios de planificación de acería.

El plan de actuaciones derivado de la aprobación ha sido consensuado entre los miembros del equipo de análisis, pertenecientes a los departamentos implicados (planificación y acería) y aprobado por la dirección de la empresa. En la actualidad se encuentra en fase de implantación y se esperan resultados a medio plazo.

## ***Resultados y conclusiones***

Se puede considerar que el objetivo del proyecto de analizar las causas y definir acciones para la reducción y mantenimiento de stock de semielaborado ha sido alcanzado con éxito. El empleo de herramientas y conceptos disponibles de diversas fuentes relacionadas con el área de la gestión de operaciones, así como la ejecución del mismo en base al trabajo en equipo con personal de los diferentes departamentos implicados en el problema, ha dado como resultado que el objetivo de análisis y lanzamiento de un proyecto se haya logrado con un diagnóstico consensuado y aprobado en un corto plazo de tiempo de forma eficiente y fiable.

Hay que recalcar de nuevo, que a pesar de que el proceso fabril descrito parezca en un principio relativamente sencillo, el llegar a las conclusiones definitivas de las causas de los problemas referidos no ha sido una labor fácil, debido sobre todo a la cantidad de datos productivos que ha habido que obtener y tratar a través del ERP.

La gran cantidad de referencias de producto terminado y semielaborado catalogadas, el tener que haber adoptado todo el periodo del año 2003 para el tratamiento de los datos con el fin de actuar con fiabilidad, la gran cantidad de rutas productivas y el patrón de los pedidos, así como el contraste de los datos provenientes del Sistema Informático con la experiencia real, han hecho que la labor de recolección, tratamiento, síntesis y obtención de conclusiones haya sido verdaderamente ardua.

Como líneas futuras, y dada la diligencia y rapidez con la que se ha conseguido el principal objetivo del proyecto, sería interesante reforzar la divulgación e integración de las técnicas y herramientas existentes de cara apoyar a las empresas en las vías de abordar con eficiencia y fiabilidad proyectos relacionados con el rediseño de sistemas manufactureros.