

La competitividad de los procesos productivos de acuerdo con el enfoque de gestión. Análisis de las pérdidas de productividad

LLUÍS CUATRECASAS
Universitat Politècnica de Catalunya

Fecha de recepción: 7/04/10

Fecha de aceptación: 23/05/10

Resumen

La competitividad, en el mundo globalizado actual, es cada vez más difícil de alcanzar de forma plena, ya que se halla sujeta a muchos condicionantes, algunos de ellos ciertamente complejos. Sin embargo, hoy más que nunca es importante ser competitivo y serlo, cumpliendo con todas las exigencias que ello implica.

Es por ello, que los sistemas de gestión tradicionales de los procesos empresariales tienen fuertes limitaciones para alcanzar la competitividad. Por el contrario, el *lean management* —el modelo de gestión de los procesos derivado del sistema de producción de Toyota— en la medida que se halle bien implementado, cumple con todas las exigencias de la competitividad. En este trabajo se exponen las razones de todo ello.

Las pérdidas de eficiencia de los procesos empresariales generan niveles bajos de productividad y, con ello, de competitividad, que este artículo analiza. Asimismo, se determina en qué medida se dan estas pérdidas en los modelos de gestión, llegando a la conclusión, una vez más, de que el modelo basado en la cultura *lean*, puede alcanzar niveles muy elevados de eficiencia y productividad.

Palabras clave

Competitividad, productividad, gestión tradicional, *lean management*, valor, desperdicio.

Abstract

In the current globalized world, is more and more difficult to reach the full competitiveness, as it is submitted to many conditioning aspects, some of them very complexes. However, it's very important to be competitive, accomplishing all requirements of it.

For all of that, the traditional management systems of the company processes, have hard limitations to reach the competitiveness. Otherwise, *lean management* —the management model derived from the Toyota system— when it is well implemented, it accomplish all competitiveness requirements. In this article are exposed the reasons for it.

The efficiency losses in the company processes generate low productivity levels and, by that, low competitiveness levels, which are analyzed in this article. Likewise, the level of these losses in the management models, are established too, concluding, once more, that the lean culture based model, is able to reach a high level of efficiency and productivity.

Keywords

Competitiveness, productivity, traditional management, lean management, value, waste.

1. La competitividad

La competitividad de las empresas, sea cual sea el sector en el que operan, es fundamental para su supervivencia en el mercado. Pero la competitividad depende de cómo se halle gestionada la empresa y sus procesos.

Los procesos desarrollados en una organización empresarial han de reportar el máximo valor para sus clientes. Pero tan importante como esto, es que este valor debe alcanzarse con el mínimo consumo de recursos (coste), ajustándose al máximo a los requerimientos existentes (calidad) y con la mayor rapidez de respuesta posible (tiempo).

Estas son, en efecto, las exigencias básicas de la competitividad para los procesos empresariales. Más allá de éstas, la competitividad implica una multiplicidad de exigencias. Destacaremos, de momento:

- Calidad asegurada.
- Productividad y bajos costes.
- Respuesta rápida.
- Variedad en la gama de productos y servicios.
- Flexibilidad.

2. El modelo tradicional de gestión y su nivel de competitividad

El que llamaremos aquí modelo tradicional de gestión es el que se ajusta a la conocida gestión en masa, tan ampliamente difundida en el mundo, todavía hoy (lo mismo en los sectores industriales, que en los de servicios, administración, etc.). Nacido en los albores del pasado siglo XX, en el mundo industrial y, más concretamente, en el sector del automóvil, este modelo de gestión ha prevalecido durante todo el pasado siglo y sigue prevaleciendo en buena medida en la actualidad. La gestión tradicional en masa, opera con los procesos de cualquier tipo llevados a cabo a gran escala, actuando sobre productos (que pueden ser bienes físicos, personas, información, etc., según el tipo de proceso de que se trate) lo más similares posible y tratando de lograr la máxima productividad y costes mínimos por medio de economías de escala. La productividad enfocada a cada operación de forma independiente, es la base de su capacidad competitiva, de forma que la eficiencia de tales procesos deriva, poco menos que exclusivamente, de la productividad, aunque enfocada a operaciones en lugar de a procesos.

Los niveles de productividad alcanzados mediante esta forma de operar, se derivan de actuar a gran escala sea cual sea el tipo de proceso (piezas en grandes contenedores industriales, una gran mutua sanitaria con muchos mutualistas, grandes aviones con muchos pasajeros, documentación procesada en grandes cantidades, etc.). Además, el producto «tipo» se pretende que sea muy similar, con el fin de alcanzar de manera efectiva las economías de escala y los medios de producción están mucho más enfocados a la productividad que no a la flexibilidad (trabajadores especialistas muy expertos, maquinaria de gran capacidad, niveles fuertes de automatización, etc.).

Este enfoque, llevado al paroxismo por el modelo de gestión en cuestión, adolece de un gran inconveniente, totalmente admitido en la actualidad: para elevar al máximo la productividad, se gestiona cada operación independientemente, tratando de que sea máxima en cada una por separado y, frecuentemente, tratando de asegurarlo con una prima de producción. Pero ello va en detrimento del proceso que, lejos de mejorar su rendimiento por el hecho de que una operación dada produzca más, genera stocks de materiales y otros costes (o colas de personas o montones de información en espera, etc., según el tipo de proceso de que se trate).

Básicamente, el enfoque tradicional de gestión, se caracteriza por:

- Objetivos orientados a la propia organización: resultados (a corto plazo), cuota de mercado, productividad de cada operación, etc., en lugar de preocuparse por lo que desea realmente el mercado al que, supuestamente, se está dirigiendo la actividad empresarial.
- Su capacidad competitiva se basa en la productividad, según ha quedado establecido, pero de forma poco menos que exclusiva, sin que ninguno de los otros aspectos que importan en la competitividad —enumerado anteriormente— se hallen contemplados adecuadamente en el modelo de gestión.
- Se prefiere gestionar las actividades de los procesos independientemente, según hemos comentado, en lugar de gestionar los propios procesos, tratando de que sean éstos quienes estén dotados de productividad y eficiencia y, en definitiva, competitividad.
- Se decide y planifica en base a información, a menudo acumulada en grandes cantidades, gestionada mediante complejos programas informáticos y a distancia, es decir lejos de donde tienen lugar los procesos, donde puede observarse lo que ocurre realmente, de forma que el responsable de la decisión, pueda verlo por sí mismo. Es una forma de actuar en la que se confía a ciegas en el sistema de información, su fiabilidad y su nivel de actualización.

En definitiva, este modelo de gestión implica una operativa a gran escala que permite elevadas productividades, pero a cambio de:

- » Elevados volúmenes de producción (que se han de vender). Los bajos costes debido a las economías de escala, solo serán reales si se vende todo el «lote» y a los precios previstos (no con descuentos o, incluso como «saldos»).
- » Poca flexibilidad, pues se opera al máximo de capacidad (no más,

ya que no es posible, tampoco menos, pues el modelo no admite tener capacidad no operativa). Además, normalmente se opera con grandes máquinas y equipamientos y mucha automatización, lo que confiere aún mayor rigidez al sistema.

- » Respuesta (muy) lenta. Este es otro precio a pagar por la eficiencia que trata de alcanzar el modelo, vía productividad. El principal motivo, que no el único, es la operativa en grandes lotes. Así, por ejemplo, en una operación industrial que se ocupa durante un minuto de cada pieza, un contenedor con 1.000 unidades de producto en curso, se entregará a los 1.000 minutos (casi 17 horas), en lugar de que cada unidad se entregue tras el minuto de proceso, como ocurriría si no se operara por lotes. Esta tendencia a operar con (grandes) lotes se da igualmente en todo tipo de procesos (industria, servicios materiales y personales, documentación, etc.). Y en todos los casos, además, los lotes suelen hacer cola antes de que la operación correspondiente se ocupe de ellos, lo que alarga aún más el tiempo de respuesta.
- » Niveles elevados de stock, dado que cada operación maximiza independientemente su propia productividad, lo que da lugar a desequilibrios entre el producto obtenido por unas y otras, generándose así el stock. Por otra parte, la operativa en grandes lotes, tan característica de este modelo de gestión, supone por sí misma la presencia de una gran cantidad de stock. Finalmente, la gran lentitud de respuesta inherente al modelo, exige también disponer de stock de producto acabado, para entregar a tiempo los productos demandados por los clientes, si no se pueden esperar tanto tiempo.

El stock supone un consumo adicional de recursos para gestionarlo, controlarlo, manipularlo y por supuesto producirlo. Según White y Prybutok, los niveles elevados del *WIP*, asumen un rol que permite obtener la flexibilidad necesaria para operar con una gama amplia de producto en la producción tradicional... ¡pero a costa de la eficiencia! (Richard E. White and Victor Prybutok, 2000: pp. 113-124).

El coste de operar con un exceso de existencias en proceso suele ser más elevado de lo que en general se presupone: costes de transporte, almacenaje, manipulación y esperas, suelen ser infravalorados (John Bicheno, Matthias Holweg y Jens Niessmann, 2001: pp. 41-49).

- » Un nivel de calidad incierto y costoso. La obsesión por la productividad en los puestos de trabajo de los procesos conduce, con frecuencia, a realizar el control de calidad por inspección, al final de

los mismos, lo que genera que se detecten los defectos de calidad cuando ya se han producido y, por tanto, la necesidad de reprocesar el producto, con los consiguientes costes adicionales y un mayor alargamiento del tiempo de respuesta. Además, la calidad final del producto, basada en que la inspección haya detectado todos los fallos, es como mínimo incierta.

2.1. Competitividad de la operativa tradicional

Por todo ello, este modelo de gestión se ajusta mal a los criterios de competitividad, tan exigentes en el mundo globalizado actual, los cuales hemos citado anteriormente. Veámoslo:

- Calidad costosa y mal asegurada, tal como acabamos de exponer (en la medida que dependa de la inspección).
- Bajos costes, debido a las economías de escala... sólo si se coloca el gran volumen de producto en el mercado. Además, se dan otros costes, que pueden llegar a ser bastante elevados, por otros conceptos (costes para lograr la calidad, fuertes niveles de stock, etc.).
- Respuesta (muy) lenta de los procesos, por lo que refiere al *lead time* o tiempo de entrega de los productos procesados.
- Variedad de productos baja, ya que la operativa en grandes lotes, cada uno de los cuales procesa un modelo o variedad dada de producto, implica un *lead time* muy elevado para cada uno, motivo por el cual no resulta sencillo llevar a cabo la producción de una amplia gama de producto.
- Flexibilidad nula al operar al límite de capacidad, sin posibilidades de aumentarla, ni tampoco reducirla, ya que dejar capacidad inoperante se consideraría incoherente con el modelo de gestión.

3. El modelo de gestión lean

Toyota desarrolló y aplica otra forma muy distinta de gestionar una compañía y sus procesos, que permite alcanzar todos los objetivos de la competitividad, porque está totalmente enfocado al cliente, su objetivo básico. Esto la ha convertido en la empresa líder mundial en ventas y en valoración económica (recientes evaluaciones efectuadas, otorgan a Toyota un valor que supera el de sus cuatro principales competidores juntos).

El sistema de producción de Toyota (*TPS*), se desarrolló con el objetivo de superar la operativa en grandes series y el bajo nivel de eficiencia y competitividad que ello comporta, según hemos podido comprobar en el epígrafe anterior. Toyota desarrolló y aplicó otra forma muy distinta de gestionar una compañía y sus procesos, basada en el cliente y lo que éste valora realmente (Liker, Jeffrey K, 2004: pp. 199-201). Así, para el *TPS*:

- El objetivo fundamental es el cliente y el flujo de valor que conduce al mismo.
- Su eficiencia se basa en eliminar las tareas que no aportan valor para el cliente.
- Se gestionan los procesos como un todo, en base a optimizar el flujo de valor.
- Se decide y planifica en contacto con el lugar de creación de valor.

Pero lo realmente importante y hasta cierto punto sorprendente, es que el modelo de gestión *lean* (basado en el *TPS*, aunque aplicado a todo tipo de actividades) cumple con todas las exigencias de la competitividad. Los tres grandes ejes de la competitividad, la calidad, el coste y el tiempo, son asumidos de forma natural por el *lean management*. Shah y Ward, se refieren a ello como asociando la implementación *lean* con mejoras (Rachna Shah y Peter T. Ward, 2002: pp. 129-149).

Más allá de estos tres grandes ejes, el *lean management* cumple con todas las exigencias de la competitividad:

- Volúmenes de producción ajustados a la demanda, al no precisar operar a gran escala e incorporar la operativa *pull*, basada en producir para la demanda real.
- Bajos costes derivados de eliminar toda clase de desperdicios, en todos los aspectos del sistema (productos, procesos, logística, etc.) (Ohno, Taiichi, 2001: pp. 17-20).
- Productividad elevada por la condición *lean* del sistema (mínimo empleo de recursos, para el mismo resultado).
- Calidad asegurada en cada operación, apoyándose en medios que detectan los problemas, bloqueando incluso el sistema ante la aparición de cualquiera de ellos —*Jidoka, poka-yoke*— o imponiendo un autocontrol al 100% en los puestos de trabajo.
- Respuesta muy rápida por la operativa en flujo directo y con un lote de producto en curso mínimo (*Just in time*).
- Niveles de stock muy bajos debido a la operativa equilibrada, que

impide acumulaciones de materiales en los puestos, y debido también al pequeño tamaño de los lotes presentes en cada puesto o en tránsito.

- Variedad de productos elevada por operar con pequeños lotes (que se entregan con gran rapidez).
- Flexibilidad para ajustarse a las fluctuaciones de la demanda debido a utilizar personal polivalente y medios de producción muy flexibles (Lane, Greg, 2007: pp. 92-94).

Comparado con los métodos tradicionales de producción a gran escala, este sistema requiere (mucho) menos tiempo, actividades, capital, espacio y consumo de recursos de cualquier tipo, para producir productos con menos defectos y en una variedad más amplia.

Para ello es fundamental que los recursos o procesos cuya productividad tratamos de medir, lleve a cabo actividades que el consumidor valore (Womack, J.P., 2005: pp. 47-57). Por ello, hay que evitar:

- Actividades que imprimen al producto características no valoradas.
- Actividades «inútiles», que no afectan en absoluto al producto y, por tanto, a su valor (moverlo, almacenarlo, manipularlo, etc.).

Si ninguna de ellas aporta productividad real, ¿Por qué realizar en los procesos, actividades que el cliente no valora?

Así pues, el Sistema de Producción de Toyota (*TPS*) que ha dado lugar al *lean management*, es un modelo de excelencia operacional que Toyota ha incorporado a la propia estrategia de la empresa (Liker, Jeffrey K., 2004: pp. 34-35).

La denominación *lean* fue utilizada por primera vez en 1990, por James Womack y Daniel Jones, en su libro *La Máquina que Cambió el Mundo* (referido al automóvil y los sistemas de gestión de las factorías que lo producen) (Womack, J.P., Jones, D.T., Roos, 1990).

El propio Womack fundó en 1997 en USA, el *Lean Enterprise Institute* y, posteriormente, una red de Institutos *Lean* en el mundo (Womack, J.P., Jones, D.T., 2007: pp. 291-292). Con ello está contribuyendo a implantar en todo el mundo, este modelo de gestión en todo tipo de procesos empresariales y en cualquier sector de actividad económica.

4. Análisis de la productividad y sus pérdidas

La productividad real de los procesos en general, y de los procesos productivos en particular, es fundamental para lograr el necesario nivel de competitividad del sistema. Cuando una empresa o un sector de actividad no opera con un nivel adecuado de productividad real, no es considerado competitivo.

Pero, ¿qué es lo que provoca que la operativa de un proceso concreto o del conjunto de ellos perteneciente a una empresa, no alcancen el nivel de competitividad adecuado? O si se prefiere, ¿cuáles son los posibles aspectos de la gestión de los procesos que provocan pérdidas de productividad real? Estas pérdidas pueden ser de distintos tipos y pueden darse varias de ellas o todas a la vez; he aquí, una clasificación de las mismas con una identificación de cada una (entre corchetes) para su uso posterior:

- Reducción del tiempo disponible real para operar [T DISP] (por ejemplo, disponer de sólo 52 minutos reales cada hora, debido a esperas u otros motivos).
- Aumento del tiempo de ciclo efectivo por pieza [CICLO P] (por ejemplo, aumento del tiempo necesario para terminar el proceso de una pieza dada, en relación al previsto, debido a actividades adicionales que no aportan nada al producto o a un innecesario alargamiento de las actividades propias del proceso).
- Aumento del tiempo de ciclo efectivo por lote [CICLO L] (por ejemplo, aumento del tiempo necesario para completar la entrega de un lote al puesto o proceso siguiente, en relación al previsto, debido a actividades adicionales que no aportan nada al producto, como podría ser una espera del medio de transporte).
- Reducción del *uptime* de una máquina o elemento productivo [UPT] (por ejemplo, reducción del 75% al 70% del tiempo verdaderamente aprovechado por una máquina, para producir unidades de producto correctas).
- No conformidad del producto obtenido [CAL] (por ejemplo, por no satisfacer los requerimientos de calidad).
- Realización de actividades que el producto no requiere, al no sufrir cambio alguno o no aportar un valor real al producto (actividades identificadas como «desperdicios») [DESP] (por ejemplo introducir piezas en un contenedor, para luego volver a vaciarlo) (Cuatrecasas, L., 2006: pp. 18-23).

Las pérdidas de productividad, sean del tipo que sean, tienen como consecuencia un mayor o menor aumento del coste, además de afectar a otros aspectos de la competitividad (tiempo de respuesta, nivel de calidad, etc.).

4.1. Situaciones que implican pérdidas de productividad en los procesos

Presentados los tipos de pérdidas de productividad real, veamos ahora qué situaciones pueden tener lugar en los procesos, que impliquen pérdidas de productividad. De hecho, es corriente que se den con frecuencia, mayor de la que sería deseable, ya que están presentes de forma sistemática en la gestión de procesos de corte tradicional. Veamos algunas de ellas (con el tipo de pérdida de entre los que acabamos de presentar, identificado entre corchetes):

- a) Procesos cuya marcha se halla interrumpida:
 - 1) Averías y paros técnicos [UPT]. La gestión tradicional suele incurrir con frecuencia en este tipo de pérdida por la sistemática falta de un mantenimiento preventivo (la implantación funcional con operaciones independientes, lo «fomenta»).
 - 2) Preparaciones y ajustes excesivamente largos [UPT]. El modelo de gestión tradicional no se preocupa por esta pérdida pues lo compensa con el tamaño de los lotes.
 - 3) Tiempos de vacío por fallos en el aprovisionamiento [T DISP]. El stock en almacenes compensa este problema en la gestión tradicional.
- b) Operaciones detenidas:
 - 1) Espera de medios de transporte [T DISP]. Las implantaciones tradicionales, tan aficionadas a la disposición funcional de los procesos, propician la dependencia de medios de transporte compartidos por varios procesos, por lo que habitualmente sufren esperas en los transportes.
 - 2) Tiempo destinado al transporte y manipulación de piezas [CICLO L] [DESP]. Las implantaciones de tipo funcional, típicas de la gestión tradicional, tienen que admitir largos y costosos transportes, que tratan de compensar con el movimiento de los materiales en grandes lotes.
 - 3) Colas de material para ser procesado en un puesto de trabajo

- [T DISP]. Este tipo de pérdida se llega a provocar ¡deliberadamente! (para evitar que los puestos paren por falta de material).
- 4) Operativa en lotes grandes (las piezas han de esperar turno) [T DISP]. Ya hemos comentado que esta tendencia está arraigada (y a fondo) en los modelos tradicionales de gestión.
- c) Reducción en la productividad efectiva de operaciones y procesos:
- 1) Malfuncionamiento en los equipos [UPT]. En la gestión tradicional es corriente este problema, al forzar a los equipos a operar al máximo, sin un mantenimiento adecuado.
 - 2) Pequeños paros y microcortes [T DISP]. Muy frecuentes en los procesos con enfoque tradicional en «masa», ya que usan (e, incluso, abusan) de las líneas fuertemente automatizadas, en las que se dan, con frecuencia, este tipo de problemas.
 - 3) Paros y esperas por desequilibrios entre operaciones [CICLO P]. Absolutamente presentes en la operativa tradicional, pues la gestión independiente de cada operación —tratando de alcanzar el máximo de productividad por separado— conduce directamente a los desequilibrios.
 - 4) Sobreprocesamiento y ausencia de organización [CICLO P], algo que también prima en los procesos gestionados de modo tradicional, propiciado por la operativa en (muy) grandes lotes.
- d) Producción incorrecta:
- 1) Problemas de puesta en marcha [T DISP]. La producción con equipamientos de gran capacidad y fuertes niveles de automatización representan, en buena medida, las situaciones en que se dan con mayor frecuencia este tipo de pérdidas. Y ¿qué modelos de gestión usan y abusan de este tipo de equipamientos?: la producción tradicional en masa.
 - 2) Defectos de calidad reparables [CICLO P]. La tendencia a controlar la calidad al final del proceso, en lugar de asegurarla en cada operación, da lugar a fallos y la necesidad de reprocesar. Esto es ¡todavía! demasiado corriente en la gestión de corte tradicional, en su intento de que los puestos de trabajo del proceso sólo produzcan.
 - 3) Defectos de calidad desechables [T DISP]. El comentario anterior, en relación a la mayor presencia de esta situación de pérdida, sirve también para el caso de que el producto haya que desecharlo.

- e) Procesos que generan stock (que constituye una productividad inútil): El stock (o las colas de personas, en el caso de servicios personales), incide negativamente en la productividad, además de hacerlo en otros aspectos de la competitividad (por ejemplo, en el tiempo de respuesta, pues el stock es un material que no avanza). Veamos en qué situaciones se produce:
- 1) Desequilibrios en proceso (operaciones más «productivas» que otras) [DESP]. Ya hemos comentado que los desequilibrios son algo inherente a la gestión de corte tradicional, pues se tiende a gestionar cada operación por separado, en detrimento del proceso.
 - 2) Stock en entrada de los procesos por movimiento en grandes lotes [DESP]. Otro aspecto propio de la gestión tradicional que «gusta» de las colas de materiales a procesar (así no para el puesto de trabajo).
 - 3) Producción «push» (stock provocado para «aprovechar» la capacidad) [DESP]. De nuevo, estamos en presencia de un aspecto de la gestión totalmente inherente al modelo tradicional de gestión en masa.
 - 4) Obsoletos (consecuencia de la producción al límite de la capacidad, «por si acaso», etc.) [DESP]. A más stock de cualquier tipo, más obsoletos. Huelga decir en qué modelo de gestión se dará sistemáticamente esta pérdida.

Todas estas pérdidas suponen un lastre para la productividad real de los procesos y el sistema en su conjunto, pérdidas que pueden llegar a tener grandes proporciones y, como acabamos de exponer de forma inequívoca, se dan de forma sistemática en los procesos gestionados mediante el modelo tradicional «en masa», mientras que el *lean management* puede decirse que está «pensado» para evitar una a una, todas ellas. Lo vamos a ver por medio de un caso de un proceso de tipo industrial llevado a cabo mediante ambos modelos de gestión.

5. Determinación de los niveles de productividad.

Caso práctico.

Vamos a determinar el nivel de productividad y las pérdidas de ésta, para un proceso gestionado de forma tradicional para, luego, gestionarlo de acuerdo con el modelo *lean*, estableciendo el nivel de productividad real de una y otra forma de operar.

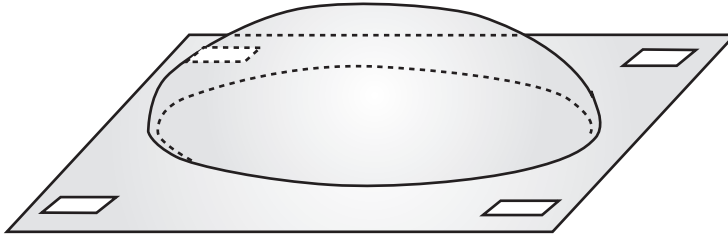


Figura 1: Producto a procesar (tapa removible).

El caso que nos ocupará es el de la fabricación de una tapa removible de una máquina, que podemos observar en la figura 1.

5.1. Productividad real con el modelo de gestión en masa

Las operaciones que constituirán el proceso serán:

- Punzonado mediante prensa, que conformará el perímetro de la tapa y los cuatro agujeros colisos.
- Embutición en prensa, que conforma el abombamiento de la tapa.
- Control de calidad final, como suele ser habitual en los procesos gestionados de acuerdo con el modelo tradicional.

La tabla 1 muestra, para este planteamiento y para cada una de las operaciones del proceso, las pérdidas de productividad que supondremos tienen lugar, de entre las expuestas en el epígrafe anterior, habiendo escogido tan solo las más relevantes.

Pérdidas de productividad	Punzonado	Embutición	C de calidad
Tiempo adicional en proceso pieza (por sobreprocesamiento y organización)	15%	12%	18%
Reducción del <i>uptime</i> (averías, paros, malfuncionamiento, etc.)	60%	65%	0%
Aumento del número de piezas producidas (por calidad y puesta en marcha)	18%	24%	0%
Aumento del tiempo de cada lote por esperas de recibir de transporte	50%	40%	---

Tabla 1: Operaciones y sus pérdidas de productividad.

Teniendo en cuenta estas pérdidas, la Tabla 2 muestra la operativa del proceso en detalle, actividad por actividad. Junto a cada una, sus tiempos, estos mismos tiempos a los que se han añadido las pérdidas de productividad correspondientes, el objeto del tiempo introducido (unidad de producto o lote completo), el tiempo de ciclo resultante por pieza (es decir tiempo que transcurre desde que se termina una pieza hasta que lo hace la siguiente), el número del puesto de trabajo que efectúa la actividad y el volumen de stock medio existente en el puesto de trabajo donde se lleva a cabo la actividad.

Activ.	Descripción de la actividad	Tiempo (seg.)	+Perdidas Productiv.	Ud. Lote	Tiempo de ciclo	Puesto N°	Stock medio
1	Disponer rollo de fleje de acero en la punzonadora	150	173	L			
2	Posicionar el fleje de acero en la máquina para punzonado	25	29	U			
3	PUNZONDO (para obtener la pieza aislada con sus colisos)	15	34	U	86	1	500 (media de 0 a 1.000)
4	Remover la pieza punzonada y disponerla en un contenedor	20	23	U			
5	Repetir las actividades 2 a 4 para el resto del lote	59.940	85.589	L			
6	Transportar el contenedor a operación de embutición	180	270	L	0,27	2	1.000 (máximo)
7	Cola a la entrada de la operación de embutición	20.000	24.257	L	No se hacen tareas		
8	Tomar una pieza del contenedor	15	17	U			
9	Posicionar la pieza en la prensa de embutición	25	28	U			
10	EMBUTICIÓN mediante la prensa	20	43	U	110	3	999
11	Remover la pieza embutida y disponerla en un contenedor	20	22	U			
12	Repetir las actividades 8 a 11 para el resto del lote	79.920	109.822	L			
13	Transportar el contenedor a control de calidad	240	336	L	0,34	2	1.000 (máximo)
14	Cola a la entrada del control de calidad	7.000	0	L	No se hacen tareas		
15	Tomar la pieza acabada del contenedor	12	14	U			
16	Realizar el control de calidad	60	71	U	103	4	999
17	Dejar pieza en contenedor si es correcta; si no, en reprocesado	15	18	U			
18	Repetir las actividades 15 a 17 para el resto del lote	86.913	102.557	L			
19	Realizar reprocesado piezas defectuosas (media 90 seg./pieza)	37.800	44.604	L	44.604	5	
20	Piezas reparadas en el contenedor de acabadas (15 seg. media)	6300	7.434	L	7.434		

Productividad media por hora trabajada: 3.600 / Suma tiempos de ciclo = 10

Tabla 2: Determinación de los parámetros del proceso, de acuerdo con el modelo tradicional.

Las actividades con valor añadido se han destacado en mayúscula, negrita y cursiva. Son, tan solo, dos de las 20 existentes (10%).

Veamos qué información hay en las columnas de datos. En la del tiempo de cada operación, se ha introducido el correspondiente a cada actividad; al completar las de una pieza, se calcula el tiempo necesario para procesar el resto del lote, cuyo tamaño es de 1.000 piezas, repitiendo las mismas actividades para cada pieza del mismo. Detrás de cada operación se ha dispuesto una línea para el tiempo de transporte (que ya no es por pieza, sino del lote completo) y luego un tiempo de cola en la siguiente operación, si ha lugar, que depende de que ésta sea más lenta que la anterior.

En la columna siguiente —tiempo más pérdidas de productividad— se toman los tiempos de la columna anterior y se añaden las pérdidas de productividad mostradas en la tabla 1. En general, las actividades sin valor añadido sólo precisan el aumento de tiempo adicional en el ciclo medio. Las propias de la operación (con valor añadido) requieren incluir también los aumentos por defectos de calidad, ajustes de la puesta en marcha y por *uptime*. El aumento en tiempos de transporte se aplica, lógicamente, en este tipo de actividades.

En la columna que identifica a quién corresponde el tiempo —unidad de producto o lote— éste último caso sólo se da en el transporte y en las colas de lotes. Hemos señalado también como lote, la repetición de las actividades de cada pieza en el resto del lote, ya que el tiempo que hemos determinado corresponde al lote completo.

La siguiente columna permite obtener el tiempo de ciclo por pieza de cada operación, determinado por medio de la suma de los tiempos de cada pieza, correspondientes a las actividades de la operación en cuestión. A esta columna le sigue la que identifica el puesto de trabajo de cada actividad, uno para cada operación y otro (el número 2) para los transportes.

Finalmente, la última columna determina el stock medio de producto en proceso presente en cada operación: en el punzonado, al ser la primera operación, se inicia sin stock para acabar con el lote completo de 1.000 unidades, por lo que tendrá de media, 500 unidades. En el transporte tendremos en todo momento el lote completo de 1.000 unidades y, en la cola que sigue para iniciar la siguiente operación, las 1.000 unidades será el máximo que llegará a existir. En la operación de embutición, tendremos desde el primer momento y hasta el final, el lote completo de 1.000 unidades, de las que deduciremos una que es la que se hallará en proceso. El transporte, la cola y la operación que siguen, se regirán por los mismos principios.

Debajo de la tabla se encuentra una medida de la productividad real que permita deducir la eficiencia del sistema, la productividad por hora trabajada. Se puede obtener dividiendo la producción obtenida por el total de horas de trabajo de los distintos puestos; también puede determinarse dividiendo el número de segundos de una hora (3.600) por el de segundos que requiere en total, cada pieza. El resultado es de 10 unidades / hora.

5.2. La productividad con el modelo de gestión lean

Ocupémonos ahora de los planteamientos propios del modelo de gestión excelente *lean*. En este desarrollo del mismo proceso, la operativa va a ser muy distinta de la anterior, destacando los aspectos ya expuestos hasta ahora para alcanzar la excelencia y su aplicación a la gestión de los procesos. La Tabla 3 muestra, para cada operación del proceso, las pérdidas de productividad que vamos a considerar con este modelo de gestión mejorado, evaluando tan solo las anteriormente consideradas relevantes.

Pérdidas de productividad	Punzonado	Embutición	C. de calidad
Tiempo adicional en proceso pieza (por sobreprocesamiento y organización)	2%	5%	---
Reducción del <i>uptime</i> (averías, paros, malfuncionamiento, etc.)	83%	87%	---
Aumento del número de piezas producidas (por calidad y puesta en marcha)	1%	2%	---
Aumento del tiempo de cada lote por esperas de recibir de transporte	0%	0%	---

Tabla 3: Operaciones y sus pérdidas de productividad para la implantación lean.

El *uptime* es mucho más elevado porque el flujo en el proceso es continuo y regular, alimentando permanentemente a los equipos que, por otra parte están mucho mejor gestionados desde todos los puntos de vista (mantenimiento, calidad, etc.), dentro de un proceso en el que la organización y el orden son completos.

Los tiempos adicionales y los aumentos en el número de piezas necesarios para compensar los aspectos que producen pérdidas son, en este caso, mucho menores, al haberse ajustado el proceso a los criterios de excelencia en la eliminación de pérdidas de productividad, siguiendo las pau-

tas que las evitan, anteriormente expuestas. Aún así, no se ha pretendido reducir a cero las pérdidas —lo que hubiera supuesto una actitud muy arrogante y poco realista— excepto cuando sea posible, como en el caso de los transportes de los lotes, que ni son lotes (el material se moverá unidad a unidad), ni prácticamente habrá transporte y, menos aún, pérdidas en el mismo. Con estos datos, la tabla 4 muestra el desarrollo del proceso y los resultados obtenidos, ajustando todos los aspectos precisos a los criterios de excelencia en la gestión.

El lote a procesar sigue siendo de 1.000 unidades (para mejor comparación con el planteamiento anterior), pero el producto se mueve de unidad en unidad, en un flujo compacto, regular e ininterrumpido hacia el cliente, en el que cada operación está muy cerca de la siguiente, sin necesidad de un auténtico transporte, ni de operar en lotes. La calidad está asegurada en cada actividad y, por tanto, el producto que, una vez procesado, es transferido, no requiere controles de calidad. En la actualidad, esta exigencia se cubre en las empresas *lean*, incorporando sistemas que impidan que las máquinas procesen productos incorrectamente (*Jidoka*) o los trabajadores cometan errores (dispositivos *poka-yoke* o antierror) y, en los casos en que ello no sea posible, mediante autocontrol en cada puesto y para cada unidad de producto.

Por todo ello, el proceso que ahora nos ocupa, termina con las nueve actividades de la tabla 4 y con solo dos puestos de trabajo. Ello es así, pues las dos operaciones se hallan suficientemente balanceadas (una, con un tiempo de ciclo de 70 segundos y la otra de 72, es decir, casi al mismo ritmo y con un flujo muy regular); de no haber sido así, quizás hubiéramos necesitado dos puestos de trabajo en la operación más lenta. Además, gracias a este equilibrio entre las capacidades de los dos puestos y a que el material no se mueve en lotes, éste no se acumula prácticamente en ningún sitio, por lo que los niveles de stock son asimismo muy bajos (tan solo una ligera acumulación fruto del pequeño desequilibrio entre los tiempos de ciclo de las dos operaciones).

Activ.	Descripción de la actividad	Tiempo (seg)	+Perdidas Productiv.	Ud. Lote	Tiempo de ciclo	Puesto N°	Stock medio
1	Disponer rollo de fleje de acero en la punzonadora	150	153	L			
2	Posicionar el fleje de acero en la máquina para punzonado	25	26	U			
3	PUNZONDO (para obtener la pieza aislada con sus colisos)	15	19	U			
4	Remover la pieza punzonada y disponerla en un contenedor	20	23	U	70	1	1
5	Remover la pieza punzonada	10	10	U			
6	Dejar pieza punzonada en alimentación prensa embutición (*)	15	16	U			
7	Posicionar la pieza en la prensa de embutición	25	26	U			
8	EMBUTICIÓN mediante la prensa	20	25	U			
9	Remover la pieza embutida y disponerla en un contenedor	20	21	U	72	2	1

Productividad media por hora trabajada: 3.600 / Suma tiempos de ciclo = 25

Tabla 4: Determinación de los parámetros del proceso, de acuerdo con el modelo *lean*.

Como consecuencia de todo ello, el proceso resulta ahora tener unos niveles de productividad y competitividad muy superiores a los del planteamiento tradicional.

La tabla 5 muestra la comparación de los resultados de los dos planteamientos de gestión de los procesos efectuados. Veamos el significado de cada uno de los aspectos comparados y la comparación propiamente dicha.

Aspecto a comparar	Tradicional	Lean	Mejora
Tiempo total de entrega de la primera pieza (horas)	104	0,04	99,96%
Tiempo total de entrega del lote completo (horas)	104	20	81%
Tiempo por pieza para el cálculo de su coste (seg.)	351	142	60%
Número total de puestos de trabajo	5	2	60%
Volumen total de stock permanente medio (piezas)	2.919	15	99,50%
% de tareas con valor añadido sobre el total de ellas	10%	22%	122%

Tabla 5: Comparación de los resultados de las dos implantaciones realizadas.

- 1) El tiempo total medio de entrega de la primera unidad de producto es el del lote completo, ya que las piezas avanzan con el lote a lo largo del proceso. Este tiempo, no es otro que la suma de los tiempos de la columna «Tiempo más pérdidas de productividad». Este tiempo es una media, pues las pérdidas no se darán de una forma regular. En total, como puede observarse, este tiempo sobrepasa de 104 horas en la implantación tradicional, a menos de una para la implantación *lean*, aunque en el primer caso se entrega el lote completo. En cualquier caso hay una mejora superior al 99%.
- 2) El tiempo total de entrega del lote completo es, como acabamos de decir, el mismo que el de la primera pieza para el caso de la implantación tradicional (104 horas), para reducirse a 20 en la implantación *lean*, con una mejora del 81%.
- 3) El tiempo computable para determinar el coste de cada pieza es, como resulta lógico, la suma de los tiempos de ciclo de las diversas actividades por las que discurre cada unidad de producto; en el primer caso será de 351 segundos, en el que, como se puede observar, los tiempos de cola no han sido incluidos en el coste / pieza, aunque a todas luces resultan improductivos. Con la implantación *lean* se han reducido a 142 segundos, con una mejora del 60%.

- 4) El número de puestos de trabajo ha pasado de 5 a 2, con una reducción del 60%.
- 5) El stock total medio de producto en curso, es de 2.919 piezas de distinto tipo, para la implantación tradicional, obtenidas sumando sólo las que se hallan presentes en las diferentes operaciones. Las que se hallan en cola se han promediado, ya que no siempre habrá piezas en cola: así, el primer lote se halla 20.000 segundos en cola, pero llega un lote cada 59.940 segundos (el tiempo que tarda en procesarlo la operación que se lo envía), lo que significa que habrá un lote de 1.000 piezas, sólo una fracción del tiempo ($20.000 / 59.940$) y esta es la fracción del lote que hemos considerado como stock medio, en este tipo de actividad. La implantación *lean* implica tan solo un total de 15 unidades de producto en stock, lo que supone una reducción superior al 99%.
- 6) Finalmente, se ha pasado —con la mejora efectuada hasta ahora— de un 10% de actividades con valor añadido, a un 22%, lo que supone un aumento del 122%.

6. Conclusiones

Todos los aspectos que hemos podido analizar, comparando los resultados entre el modelo tradicional de gestión y el *lean management*, han resultado mejorados con este último, aunque si algunos destacan de forma especial son los correspondientes a la rapidez en la entrega de las primeras unidades (y, de hecho, de todas ellas) y la reducción de stock, en ambos casos, con una mejora que supera el 99%. Destacamos también la mejora en el tiempo de proceso que repercute en el coste del producto (60%) y, todo ello, con un número mucho menor de trabajadores! (60% reducción).

Por otra parte, estas mejoras se refieren a la mayoría de las que, en este mismo estudio, hemos considerado exigencias de la competitividad, lo que nos permite comprobar que el modelo de gestión *lean* es, con mucho, más competitivo en todos los aspectos.

Aún así, existe mucho margen para la mejora todavía, lo que queda claro al observar que el porcentaje de actividades que aportan valor para el cliente, solo ha mejorado del 10% al 22%. Ello no nos impide confirmar que, el cambio que hemos efectuado, ha arrojado resultados espectaculares.

Todo ello ha sido posible porque el modelo de gestión tradicional de los procesos, al hacer énfasis en la productividad aislada de cada operación lleva, irónicamente, a generar importantes pérdidas precisamente en la

productividad, las cuales, el enfoque de gestión *lean* no genera, por su propia filosofía y forma de operar. Recapitulando, las pérdidas más importantes de productividad en los sistemas tradicionales, son las siguientes:

- Averías, malfuncionamiento y paros técnicos en los equipos de producción, en la medida que no haya un adecuado mantenimiento preventivo.
- Preparaciones y ajustes demasiado largos («compensados» con el tamaño del lote).
- Espera de medios de transporte.
- Tiempo destinado al transporte y manipulación de piezas debido a las implantaciones de tipo funcional típicas de la gestión tradicional.
- Colas de material para ser procesado en un puesto de trabajo, pérdida que se llega a provocar deliberadamente en las implantaciones de corte tradicional.
- Operativa en lotes grandes que generan stock y esperas, ambos en gran cantidad.
- Paros y esperas por desequilibrios entre operaciones debido a la gestión independiente de cada operación.
- Sobreprocesamiento y ausencia de organización propios de la operativa en grandes lotes.
- Defectos de calidad reparables, que deben reprocesarse o sin posibilidad de recuperación que obligan a desechar el material.
- Finalmente, quiero insistir en que el stock, tan presente en sus múltiples formas en las implantaciones de corte convencional, suponen, sin duda alguna, una pérdida de productividad desde muchos puntos de vista (valor del material, espacio que ocupa, inversiones que requiere, personal a su cargo, material que se convierte en obsoleto, etc.).

Así pues este amplio abanico de pérdidas, que suponen un lastre para la productividad real, puede llegar a tener grandes proporciones y se da de forma sistemática en las implantaciones tradicionales «en masa» de los procesos, mientras que el *lean management* está basado en unos principios que las evitan, una a una, todas ellas.

Referencias bibliográficas

- ASKIN, R, GOLDBERG, J. (2001) *Design and analysis of Lean Production*, Albazaar, Londres.
- CUATRECASAS, L. (2006) *Claves del Lean Management*, Gestión 2000, Barcelona.
- HALL, R. (1992) *Zero Inventories*, Dow Jones-Irwin, Londres.
- HARMON, R, y PETERSON, L. (1990) *Reinventing the factory*, The Free Press, Nueva York.
- HYER, N. y WEMMERLÖV, U. (2002) *Reorganizing the factory*, Productivity Press, Nueva York.
- LANE, G. (2007) *Excelling in high-mix, low-volumen environment*, Productivity Press, Nueva York.
- LIKER, JEFFREY K. (2004) *Las claves del éxito de Toyota*, Gestión 2000, Barcelona.
- OHNO, T. (2001) *Workplace Management*, Productivity Press, Nueva York.
- SHAH, R. y WARD, P.T. (2002) «Lean manufacturing context, practice bundles, and performance», *Journal Of Operations Management*, vol. 21(2), pp.129-149.
- SUZAKI, K. (2000) *The New Manufacturing Challenge*, The Free Press, Londres.
- WOMACK, J.P. (2005) *Lean Thinking*, Simon & Schuster, Nueva York.

