



Universia Business Review

ISSN: 1698-5117

ubr@universia.net

Portal Universia S.A.

España

Fortuny-Santos, Jordi; Cuatrecasas Arbós, Lluís; Cuatrecasas-Castellsaques, Oriol; Olivella-Nadal, Jorge

Metodología de implantación de la gestión lean en plantas industriales

Universia Business Review, núm. 20, cuarto trimestre, 2008, pp. 28-41

Portal Universia S.A.

Madrid, España

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43302003>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto



Jordi Fortuny-Santos'
Universitat Politècnica de
Catalunya
✉
Jordi.Fortuny@upc.edu



28 **Lluís Cuatrecasas-
Arbós**
Universitat Politècnica de
Catalunya
✉
lluis.cuatrecasas@upc.edu



**Oriol Cuatrecasas-
Castellsaques**
Universitat Politècnica de
Catalunya
✉
oriol.cuatrecasas@upc.edu



Jorge Olivella-Nadal
Universitat Politècnica de
Catalunya
✉
jorge.olivella@upc.edu

Metodología de implantación de la gestión *lean* en plantas industriales

A methodology to implement lean management in industrial plants

I. INTRODUCCIÓN

Los términos *lean production*, (traducido al castellano como producción ajustada) y *lean management* (gestión *lean*) han sido utilizados por Womack *et al.* (1990) para referirse a las técnicas producción de Toyota. Estas técnicas y la filosofía subyacente a ellas habían sido divulgadas anteriormente en Occidente como *Just-in-Time* (Sugimori *et al.*, 1977). Los principios de este enfoque son la lucha contra el despilfarro de recursos en actividades que no añaden valor para el cliente y el mayor aprovechamiento de la experiencia e inteligencia del personal a través de la polivalencia y de la mejora continua.

Los principios y herramientas de *lean management* (Espejo y Moyano (2007) realizan una revisión según distintos enfoques) se aplican en empresas de distintos países, de mayor o menor tamaño, ligadas o no al automóvil e incluso del sector servicios (Emiliani, 2000; Swank, 2003). En cada caso donde se ha implantado se ha obtenido un resultado fruto de la mezcla entre los fundamentos del *lean management*, la cultura nacional y el entorno específico de la empresa (Sayer, 1986).

Dado que el concepto *lean* es relativamente reciente, la literatura que hace referencia al mismo no tiene la extensión de otros campos, pero en la literatura se encuentran casos de éxito basados en la adopción correcta y completa de la filosofía *lean* (Karlsson y Åhls-tröm, 1996), así como fracasos debidos, sobre todo, a una menta-



RESUMEN DEL ARTÍCULO

El sistema de gestión ajustada o *lean management* es actualmente la clave de la eficiencia que conduce al éxito a muchas empresas. Sin embargo, también muchas empresas fracasan en su implantación, por lo que en este trabajo se propone una metodología para guiar la implantación del *lean management* en plantas industriales. La metodología se aplica a plantas industriales de tamaño medio y con autonomía de gestión. Se describen casos reales de implantación en plantas españolas.

EXECUTIVE SUMMARY

For many companies, lean management is currently the key to success through efficiency in manufacturing. However, many companies fail putting lean into practice. For that reason, this paper propounds a method to implement the principles of lean management in industrial, autonomously managed, medium-sized plants. Real cases of application to Spanish plants are described.

lidad poco propicia a la transformación *lean* y a la simple implantación mimética de un conjunto de herramientas.

La forma de implantar los principios no forma parte del cuerpo doctrinal central de esta filosofía, ya que se trata de implantar una dinámica de mejora continua partiendo de la situación inicial de la empresa y su contexto. Toyota implantó su sistema de gestión con un proceso de prueba y error a lo largo de los años y con un entorno sociopolítico determinado (Kenney y Florida, 1993), por lo que dicho proceso de implantación no es ahora extrapolable (Spear y Bowen, 1999). Las experiencias posteriores tampoco han llevado a un único patrón de implantación. Los modelos que aparecen en la literatura son contingentes: se efectúan análisis *ex-post* sobre implantaciones ya realizadas, buscando trazos comunes en cada proceso de implantación y desarrollando relaciones intuitivas en un conjunto de empresas (García y Avella, 2007), para llegar a conclusiones que son válidas en unas determinadas condiciones. Algunos estudios, siguiendo la teoría institucional, pretenden orientar futuras implantaciones por inferencia de casos conocidos, aplicando procedimientos con los que el éxito es previsible (Ketokivi y Schroeder, 2004). Pertenecen a este grupo las metodologías desarrolladas por la *Lean Aerospace Initiative* (Crabill *et al.*, 2000) y el *Lean Enterprise Research Centre* (Hines and Taylor, 2000), que se comentan en este artículo.

El presente trabajo aporta una metodología para la implantación de un sistema *lean* para plantas industriales de tamaño medio y con una gestión autónoma a la hora de tomar decisiones en lo referente a la adopción de la filosofía *lean*. El estudio emplea una metodología de *action research*, dado que algunos de los autores han estado involucrados en las implantaciones descritas, lo que garantiza un conocimiento profundo de los casos.

El trabajo de investigación se ha estructurado en los siguientes pasos:

- Definición del ámbito de aplicación.
- Revisión de la literatura sobre implantación de los principios de *lean management* e identificación de los elementos a incluir en la metodología que aquí se desarrolla.
- Concreción de los objetivos.
- Descripción detallada de las fases de la metodología.
- Descripción de casos reales.



2. DEFINICIÓN DE UNA METODOLOGÍA DE IMPLANTACIÓN DE LA PRODUCCIÓN *LEAN*

2.1 Ámbito de aplicación

La metodología que se expone ha sido aplicada, y por tanto se dirige, a plantas con las siguientes características:

- a. Tamaño mediano. En grandes plantas la necesidad de coordinación del conjunto de la planta impone otras necesidades, mientras que es necesario que tengan el tamaño suficiente para disponer de expertos en ingeniería de productos y procesos y asumir que dediquen parte de su tiempo al desarrollo del proyecto.
- b. Autonomía de gestión. El responsable de la planta puede tomar decisiones de un modo ágil sin estar supeditado en los temas operativos a las políticas globales de una empresa matriz. A la vez es necesario que no se dé una fuerte dependencia de clientes concretos. De darse esta situación de dependencia, la compañía y su cliente deberían ser objeto de una metodología que plantease una implantación conjunta (por ejemplo, sería el caso de empresas que trabajan en exclusiva para fabricantes de automóviles a las que sirven *Just-in-Time*).
- c. Actividad industrial. Aunque la gestión *lean* también se aplica en empresas de servicios, la metodología aquí propuesta se adapta a la producción manufacturera. Las empresas estudiadas, antes de realizar la implantación, presentan una gestión convencional basada en producir en lotes en plantas con disposición funcional.
- d. Nivel tecnológico medio. Las empresas de alta tecnología tienen sus propios condicionantes.

PALABRAS CLAVE

Gestión *lean*, gestión del cambio, flexibilidad, mapa del flujo de valor

KEY WORDS

Lean management, change management, flexibility, value stream map

2.2 Relación con la literatura

En la literatura se encuentran distintos trabajos sobre metodologías de implantación *lean*. En este trabajo nos hemos centrados en tres métodos que cuentan con el aval de centros de referencia en la aplicación y el estudio del *lean management*.

Según Filippini *et al.* (1998), las diferencias entre iniciativas de mejora dependen de que las modificaciones afecten sólo a la maquinaria y equipos de producción o bien a la organización, y también de si la empresa adopta las nuevas técnicas de producción parcial o totalmente.

Womack y Jones (1996) incluyen en su obra *Lean Thinking* un capí-

tulo dedicado a la implantación, en el que indican las fases de que consta (Tabla 1) y proponen una política a seguir. La secuencia se inicia con una adopción parcial para provocar paulatinamente una adopción completa.

El trabajo *Going lean* (Hines y Taylor, 2000) nacido en el *Lean Enterprise Research Centre* incide en la fase de diseño de la transformación. Esta metodología (Tabla 1) está especialmente concebida para el sector del automóvil del Reino Unido y preconiza un análisis muy amplio para afrontar una adopción lo más extensa posible.

Una tercera metodología para la implantación de procesos *lean*, desde la preparación inicial hasta la mejora continua (Tabla 1), fue desarrollada en el marco de la *Lean Aerospace Initiative* orientada hacia empresas norteamericanas del sector aeronáutico (Crabill *et al.*, 2000).

32 **En el método que aquí se propone, se insiste mucho en la formación del personal de la empresa para que puedan realizar a implantación, guiada por expertos por medio de seminarios.**

Las tres metodologías reseñadas tienen muchos elementos en común, y se han tomado como base para definir la nueva metodología. Una primera distinción en relación con ellas es el ámbito: las obras de Womack y Jones (1996) y de Crabill *et al.* (2000) consideran un proceso de transformación total de la empresa, mientras que nuestro trabajo empírico se centra en el cambio en la operativa de una planta. Además, estos métodos han sido definidos para ser aplicados en grandes empresas (muy grandes si se compara con la dimensión de las empresas existentes en España), en un entorno cultural distinto al español y en unos sectores determinados. En los tres métodos, un equipo externo a la empresa realiza la implantación, mientras que en el método que aquí se propone, se insiste mucho en la formación del personal de la empresa para que puedan realizar a implantación, guiada por expertos por medio de seminarios.

Debido a la concreción del ámbito de aplicación, en nuestro caso se pueden especificar las fases con mayor detalle, como se hace en los próximos apartados.

En la tabla 1 se comparan los tres métodos de referencia considerados, respetando la terminología original, y se destacan en negrita los puntos de cada uno de los métodos considerados que coinciden con fases de la metodología de implantación desarrollada por los autores. En el contexto español, existen distintos trabajos científicos donde se describen las prácticas *lean* de distintos sectores españoles como el automóvil (Martínez *et al.*, 2001) o la cerámica (Bonavía

Tabla 1. Esquema de otras metodologías y elementos a aplicar.

LEAN THINKING WOMACK Y JONES (1996),	MANUAL DE LA LEAN AEROSPACE INITIATIVE HINES Y TAYLOR (2000)	GOING LEAN CRABILL ET AL., (2000)
<p>1. Arrancar.</p> <p>2. Encontrar un agente del cambio (líder). Procurarse el conocimiento. Encontrar una palanca aprovechando la crisis o creando una. Olvidar por el momento la estrategia excelente. Cartografiar sus flujos de valor. Empezar tan pronto como sea posible con una actividad importante y visible. Exigir resultados inmediatos. Ampliar el campo de acción, tan pronto haya tomado impulso.</p> <p>3. Crear una nueva organización.</p> <p>4. Poner en práctica sistemas de explotación.</p> <p>5. Concluir la transformación.</p>	<p>Fase 0. Adoptar el paradigma lean.</p> <p>0-1. Construir la visión (algunos directivos senior).</p> <p>0-2. Establecer la necesidad.</p> <p>0-3. Adoptar el pensamiento <i>lean</i> (todos los líderes claves).</p> <p>0-4. Comprometerse (primer ejecutivo y su superior corporativo, si lo hay).</p> <p>0-5. Conseguir la adopción por los directivos senior.</p> <p>Fase 1. Preparar.</p> <p>Fase 2. Definir el valor.</p> <p>2-1. Definir la amplitud de la implantación inicial (un proceso o una parte de un proceso).</p> <p>2-2. Definir al cliente.</p> <p>2-3. Definir el valor para el cliente final.</p> <p>Fase 3. Identificar la cadena de valor.</p> <p>3-1. Registrar la actual cadena de valor (pasos y sus métricas).</p> <p>3-2. Dibujar los flujos de producto y de información (tiempos y distancias).</p> <p>3-3. Dibujar los movimientos de los operarios (secuencia, tiempos y distancias).</p> <p>3-2. Dibujar los movimientos de herramientas (secuencia, tiempos y distancias).</p> <p>3-3. Recopilar datos de base (costes, tiempos, calidad).</p> <p>Fase 4 – Diseñar el sistema de producción.</p> <p>4-1. Desarrollar la cadena de valor futura.</p> <p>4-2. Definir el <i>takt time</i>.</p> <p>4-3. Revisar las decisiones de fabricar o comprar.</p> <p>4-4. Planificar una nueva disposición.</p> <p>4-5. Incorporar a los proveedores.</p> <p>4-6. Diseñar sistemas visuales de control.</p> <p>4-7. Estimar y justificar costes.</p> <p>4-8. Planificar el sistema de mantenimiento (TPM)</p> <p>Fase 5. Implementar la producción basada en el flujo.</p> <p>Fase 6. Implementar el sistema <i>pull total</i>.</p> <p>Fase 7. Luchar por la perfección.</p>	<p>1. Análisis del desperdicio.</p> <p>2. Determinación de la dirección.</p> <p>3. Análisis de la perspectiva general.</p> <p>4. Mapa detallado</p> <p>5. Implicación de proveedores y clientes.</p> <p>6. Comprobar que el plan sigue la dirección prevista y conseguir apoyo.</p>

y Marín, 2006) pero en ningún caso se menciona el proceso que se ha seguido para implantar la producción ajustada.

2.3 Objetivos de la implantación

La transformación a los principios *lean* de una planta industrial se concretan en un conjunto de objetivos parciales. En términos genéricos se trata de implantar un sistema productivo, al mínimo coste y con la calidad debida, que opere sobre la base de los pedidos de sus clientes (enfoque *pull* que ajusta la producción a la demanda), para lo cual debe ser flexible y de respuesta rápida. Para ello será necesario:

1. Eliminar las actividades que no aporten valor añadido, diseñando e implantando unos procesos y sus operaciones.

- a. Sin producir cantidades superiores a lo estrictamente necesario.
- b. Introduciendo mejoras en diseño, organización y métodos de trabajo.
- c. Evitando la acumulación de existencias (aunque las derivadas del aprovisionamiento de materiales y de la distribución del producto acabado no se acometen aquí) y, para ello:
 - Evitar la operativa en lotes de transferencia grandes
 - Mejorar el funcionamiento de las operaciones cuellos de botella
 - Equilibrar las tareas entre el personal productivo.
 - Sincronizar las operaciones en el proceso.
- d. Reducir las esperas:
 - De materiales que esperan procesarse.
 - De las personas o equipos, debido a preparaciones de máquinas excesivamente largas, falta de suministros o falta de sincronización con otras operaciones.
- e. Eliminar los transportes de materiales derivados de una mala distribución en planta y de la utilización de lotes de transferencia inapropiados, que pueden causar esperas, problemas de calidad y de siniestralidad laboral.
- f. Suprimir los movimientos de personal innecesarios causados por una mala distribución en planta o por una asignación de tareas inadecuada.
- g. Eliminar los problemas de calidad, buscando y corrigiendo su causa.

2. Introducir flexibilidad para adaptar la producción a una demanda fluctuante, eliminando excesos de producción y existencias.

Un alto nivel de flexibilidad está relacionado con la facilidad de pasar de producir uno a producir otro modelo de producto y con el ajuste de los ciclos de las operaciones al valor del *takt time*, o tiempo de ciclo objetivo, también variable según la demanda. Conseguir esta flexibilidad depende de:

- a. Las posibilidades de implantar los procesos con distribuciones físicas altamente flexibles, siempre que la maquinaria e instalaciones productivas que integran el proceso lo permita.
- b. La facilidad con que los equipos productivos pueden cambiar de modelo de producto o de nivel de producción.
- c. La polivalencia del personal, para poder cambiar la asignación de tareas.

2.4 Detalle de las fases de la implantación

De acuerdo con los planteamientos y objetivos propuestos, proponemos que la implantación de un sistema de producción ajustada altamente eficiente y competitivo, conste de las siguientes fases (Figura 1):

Figura 1. Esquema de las fases de la metodología propuesta.



1. Recogida de datos. Este punto es de especial importancia, dado que el éxito de la implantación depende, en gran medida, de la fiabilidad de estos datos. Se precisa información sobre los productos (referencias, componentes, cantidades...) y los procesos (operaciones, equipos, capacidad, tiempos...). Se debe analizar, también, la demanda efectiva, producto a producto, para poder evaluar el ritmo de producción necesario.
2. Formación en *lean manufacturing*. Paralelamente a la fase 1 se forman las personas que han de participar en la implantación *lean*. Los principales puntos que se tratan en la formación son:
 - Objetivos y aspectos clave del *lean manufacturing* como los con-





- ceptos de valor y flujo de valor o el enfoque *pull* de la producción.
- Aprender a analizar las operaciones y su flujo, detectando desperdicios, con la ayuda de paneles de control de la producción
 - Aspectos operativos de la implantación de la producción ajustada: un flujo regular basado en el equilibrado de puestos de trabajo y la compacidad y movilidad del personal.
 - Aprender a representar el proceso y su flujo por medio del mapa de flujo de valor o *value stream map (VSM)* (Hines y Nick, 1997), herramienta visual que representa los flujos de materiales y de información del proceso desde el aprovisionamiento hasta el cliente. Se considera una herramienta muy importante para decidir y guiar la conversión de los procesos (Braglia *et al*, 2006).
 - Todas las etapas de la transición a la producción ajustada y, en particular, las de análisis, obtención de soluciones e implementación de las mismas, se llevan a cabo en grupos de trabajo constituidos por los responsables de las áreas involucradas.
3. Análisis de las operaciones y su flujo. Con la ayuda de un diagrama de flujo se reflexiona sobre el valor que aportan las operaciones precisas para los distintos componentes de los productos.
 4. Trazado del *value stream map* actual. En esta etapa se introduce toda la información recogida y analizada hasta el momento, referida a la implantación antes de proceder al cambio, en un VSM denominado "actual" que actúa como fuente de información global de la situación de partida, visualizada a través de los flujos de producto, materiales e información.
 5. Fase central de estudio y diseño.
En esta etapa se deciden los distintos aspectos de la nueva implantación, tomando el mapa de Flujo de Valor como fuente de información y como representación de la nueva implementación. Esta fase incluye:
 - a. Definición y diseño de la distribución en planta (*layout*), general de la planta, para cada proceso y para cada operación, determinando la ubicación de máquinas y lugares de trabajo y el recorrido de materiales y personas.
 - b. Asignación de tareas a los puestos de trabajo, observando si hay operaciones sin valor añadido, esperas o desplazamientos.
 - c. Equilibrado de operaciones y puestos de trabajo, ajustando la capacidad productiva a la demanda y prestando atención a las

operaciones con más despilfarros y a los cuellos de botella.

6. Trazado del *value stream map* futuro. Fruto de la fase anterior, con el VSM se plantea la implantación completa para disponer de una fuente de información global de la situación futura, visualizada a través del flujo de producto, materiales e información que permite identificar los desperdicios y oportunidades de mejora residuales y así depurar la solución obtenida en la etapa anterior en un proceso de mejora continua.

7. Fase de implantación final. Tras las dos fases anteriores, en que se obtiene una primera solución para la implantación que se representa y depura a continuación, ahora se determinan definitivamente los flujos de materiales, trabajadores, lotes de producción, elementos de transporte e información, para los distintos niveles de producción (cada uno con su *takt time*), prestando atención a parámetros como tiempo de proceso total, existencias de productos semielaborados, espacio ocupado y productividad.

Con la ayuda del VSM, se puede proceder a la determinación gráfica de las distintas soluciones a través de los correspondientes flujos. Se aplican soluciones visuales tales como las etiquetas *kanban*.

La implantación *lean* a la que se desea llegar a partir de un sistema productivo convencional debe mostrar un flujo regular para los procesos, avanzando el producto en pequeños lotes o unidad a unidad. Sin embargo, difícilmente podrá alcanzarse en el primer intento un flujo suficientemente regular y constante por lo que se implantarán *stock* de piezas en las operaciones que lo requieran, quedando reflejado en el VSM. A medida que se mejore la operativa y el flujo pueda hacerse más regular y constante, el *stock* intermedio irá reduciéndose, y la operación que marca el ritmo del proceso (*pacemaker*) irá acercándose al inicio del proceso completo.

Esta séptima fase concluye con la asignación de espacios para almacenamiento, entradas y salidas de material y rutas de reaprovisionamiento y la definición de la cantidad y capacidad de los medios de transporte y los tiempos de almacenamiento.

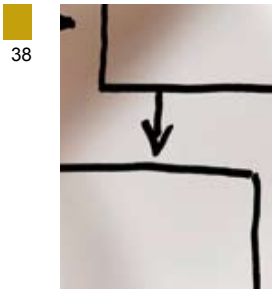
3. APLICACIÓN PRÁCTICA

En este capítulo se presentan los casos de tres empresas españolas en las cuales se ha aplicado la metodología descrita para la transformación *lean* en el apartado anterior. Las tres corresponden a la tipología que se ha citado: tamaño mediano, autonomía de ges-

tión, actividad industrial y nivel tecnológico medio. La tabla 2 muestra el tiempo necesario para llevar a cabo la implantación, los resultados que se han obtenido en cada caso, tanto cualitativos como cuantitativos, y los principales problemas que ha habido que vencer, que en todos los casos resultan ser humanos, no técnicos.

La duración global del proyecto es muy distinta en cada caso y por lo tanto también lo es la de cada una de sus fases, ya que la implantación debe realizarse al ritmo que marca la empresa, en función de sus prioridades -su interés relativo por el proceso de mejora- y la disponibilidad de personal. Además, depende del tamaño de la empresa, de la complejidad del proceso y de las mejoras que haya que introducir para la transformación *lean* como pueden ser las referidas a la calidad y al mantenimiento: si hay problemas de calidad y de disponibilidad de las máquinas, el trabajo de los operarios se vuelve caótico y carente de un ciclo, siendo imposible planificar el ritmo de trabajo y el volumen de producción, por lo que primero hay que abordar este problema

Profundizaremos sólo en el primer caso, por ser el más complejo. La empresa, tras quince años de actividad, había alcanzado el éxito en mercados internacionales, multiplicando su producción por 20 a costa de aumentar las horas de trabajo y la plantilla. aún así, se producían muchos retrasos en las entregas. El objetivo perseguido fue aumentar la productividad del trabajo -estandarizando operaciones y eliminando las innecesarias- y reducir los tiempos totales desde que la materia prima entra hasta que sale de la fábrica, para atender mejor a los clientes, sin necesidad de invertir en maquinaria y recortando los costes a la vez. En una fase inicial se detectó falta de calidad y problemas de averías, por lo que hubo que corregir estos puntos. Se implantó un sistema de mantenimiento preventivo y correctivo para asegurar que la maquinaria no fallaría. Se estandarizaron las operaciones (lo cual requirió 3 meses a lo largo de los cuales se identificaron las actividades básicas y se tomaron sus tiempos para posteriormente eliminar las prácticas innecesarias) y se situaron los puestos de trabajo, inicialmente en disposición funcional, en el orden en que el proceso lo requería (tomó 3 meses más), evitando recorridos innecesarios y marcando en el suelo las ubicaciones necesarias para los materiales (técnica de las 5 S, que requirió 3 meses), evitando así que pudiesen quedar piezas descontroladas. Esto exige equilibrar el trabajo que se asigna a cada puesto para evitar esperas. Se acordó reducir el tamaño del lote y se diseñó un sistema de gestión de órdenes de trabajo, mediante un



panel con tarjetas *–heijunka–*, sobre la base de una producción semanal regular y adaptada a la demanda, evitando que llegasen órdenes contradictorias a distintos puestos para solventar urgencias. El objetivo de estas últimas etapas es buscar un flujo constante al ritmo deseado, por lo que cuando en una máquina el tiempo de preparación es demasiado largo, hay que pensar en cómo modificar el método de trabajo para reducirlo y cuando en un lugar de trabajo se observa que el operario se mueve mucho, hay que pensar en una nueva distribución del puesto. Cada etapa trimestral contempla el mantenimiento y mejora de la etapa anterior, fijándose una serie de objetivos a alcanzar en el próximo trimestre.

Los resultados de todos los casos muestran que la transformación *lean* ha llevado a mejoras que apoyan la viabilidad de la metodolo-

Tabla 2. Resultados de procesos de transformación (elaboración propia)

	Caso 1	Caso 2	Caso 3
DESCRIPCIÓN	Fábrica artículos de madera, con 1.400 modelos. Produce 1.000 unidades/día, con 400 personas en tres centros y 2 turnos.	Fábrica de suelos de madera, con 7.000 modelos, Produce 15 metros cúbicos de suelo por día con 50 personas.	Fabricación y personalización de tarjetas magnéticas, con 25 modelos y producción de 1.000.000 unidades/día, 43 empleados en 3 turnos.
DURACIÓN IMPLANTAC.	Dos años.	Diez meses.	Cuatro meses.
RESULTADOS CUANTITATIVOS	Plazo de expedición al cliente de 45 a 14 días, <i>lead time</i> de 30 a 10 días; reducción <i>stocks</i> de 8.000 a 1.000 unidades; incremento de capacidad en los cuellos de botella del 20% Rendimiento maquinaria del 27% al 41%	El plazo de expedición al cliente ha pasado de estar entre de 20 y 36 días a estar entre 7 y 11 días; incremento de capacidad en los cuellos de botella del 20%	Plazo de expedición a cliente de 3,5 a 2,5 días; reducción a la mitad del tamaño del lote de producción y mejora de productividad del 90% en la mayoría de operaciones con carga manual
RESULTADOS CUALITATIVOS	Implantación de la gestión visual de la producción. Implantación del <i>pull</i> , 5S, estándares y PDCA. Mejoras de la homogeneidad de la producción.	Implantación de la gestión visual de la producción. Implantación del <i>pull</i> , 5S, estándares y PDCA. Mejoras en el ajuste de la producción a la demanda y productividad.	Implantación del <i>pull</i> , 5S, y estándares.
DIFICULTADES	Problemas en la aceptación de los cambios por todos los mandos y en el mantenimiento de las mejoras.	Dificultades de adaptación de los clientes a los nuevos plazos.	Dificultades de los mandos para adaptarse a los nuevos métodos, lo que ha limitado el aprovechamiento de todas las posibilidades.

gía empleada, aunque los resultados y su continuidad no pueden garantizarse ya que dependen, ente otros, del desempeño en el día a día de las personas a cargo de la empresa.

4. CONCLUSIONES

En este trabajo se ha descrito una metodología de implantación de la producción *lean* que ha mostrado resultados positivos en su aplicación a una situación concreta, la de plantas industriales de tamaño medio y con gestión autónoma. La metodología parte de la literatura y lógicamente se asemeja a otros métodos pero es desarrollada y adaptada a nivel operativo por sus autores a las circunstancias particulares de plantas industriales de tamaño medio, en sectores donde el sistema *lean* no es habitual. En estos casos se acomete la transformación centrándose en los elementos operativos de la planta más que en los estratégicos.

Una diferencia con otros métodos radica en que el equipo de expertos da formación al equipo implicado en la transformación y le acompaña en la implantación por medio de seminarios en los que se analizan las situaciones no resueltas de la planta que se van observando. Se han detallado las siete fases de la transformación y se han presentado los resultados que se ha conseguido con su aplicación real en tres casos distintos. De los resultados se concluye que la metodología presentada es válida para la implantación de la producción *lean* en un tipo de situación particular.

En los casos descritos se obtuvieron resultados importantes en periodos de tiempo relativamente breves, con lo que la metodología ha resultado ser eficaz para una primera introducción de la producción *lean* en el ámbito de la planta productiva.

La adaptación de la metodología de los autores frente a otras existentes permite concluir que es necesario adaptar los fundamentos de la gestión *lean* a las circunstancias de cada caso. También muestra la posibilidad del uso de la gestión *lean*, con conceptos como las 5 S, la producción en flujo, la estandarización del trabajo y la reducción de “despilfarros”, las preparaciones rápidas SMED o el *value stream map*, en situaciones alejadas de las que fueron su origen.

BIBLIOGRAFÍA

- Bonavía, T.; Marín, J.A. (2006) "An empirical study of lean production in the ceramic tile industry in Spain", *International Journal of Operations & Management*, Vol. 26, núm. 5, p.505-531.
- Braglia, M.; Carmignani, G.; Zammori, F. (2006) "A new value stream mapping approach for complex production systems", *International Journal of Production Research*, Vol. 44, núm. 18, p. 3929-3952.
- Crabill, J.; Harmon, E.; Meadows, D.; Milauskas, R.; Miller, C.; Nightingale, D.; Schwartz, B.; Shields, T.; Torrani, B. (2000): "Production operations level transition-to-lean description manual", Center for Technology, Policy, and Industrial Development. Massachusetts Institute of Technology.
- Emiliani, M. L. (2000) "Supporting small businesses in their transition to lean production", *Supply Chain Management*, Vol. 5, núm. 2, p. 66-70.
- Espejo Alarcón, M.; Moyani Fuentes, J. (2007) "Lean production: estado actual y desafíos futuros de la investigación", *Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de la Empresa*, Vol. 13, núm. 2, p. 179-202.
- Filippini, R.; Forza, C.; Vinelli, A. (1998) "Sequences of operational improvements: some empirical evidence", *International Journal of Operations and Production Management*, Vol. 18, núm. 2, p. 195-207.
- García Pérez, F.; Avella Camarero, L. (2007) "Intensidad exportadora y percepción de barreras a la exportación: un estudio de casos", *Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de la Empresa*, vol. 13, núm. 3, p. 93-106.
- Hines, P.; Jones, D. T. (1999): "Value stream management: strategy and excellence in the supply chain". *Financial Times Management*, Londres.
- Hines, P.; Nick, R. (1997) "The seven value stream mapping tools", *International Journal of Operations and Production Management*, Vol. 17, núm. 1, p. 46-64.
- Hines, P.; Taylor, D. (2000): "Going lean", *Lean Enterprise Research Centre*. Cardiff Business School, Cardiff.
- Karlsson, C.; Ahlström, P. (1996) "The difficult path to lean product development", *Journal of Product Innovation Management*, Vol. 13, núm. 4, p. 283-295.
- Kenney, M.; Florida, R. (1993): "Beyond mass production: the Japanese system and its transfer to the U.S.", *Oxford University Press*, New York.
- Ketokivi, M. A.; Schroeder, R. G. (2004) "Strategic, structural contingency and institutional explanations in the adoption of innovative manufacturing practices", *Journal of Operations Management*, Vol. 22, núm. 1, p. 63-89.
- Martínez Sánchez, A.; Pérez Pérez, M.; Urbina Pérez, O. (2001) "Flexibilidad organizativa y relación entre JIT y calidad total", *Alta dirección*, Vol. 35, núm. 210, p- 74-84.
- Sayer A, (1986) "New developments in manufacturing: the just in time system", *Capital and Class*, núm. 30, p. 43 – 72.
- Spear, S.; Bowen, H.K. (1999) "Decoding the DNA of the Toyota Production System", *Harvard Business Review*, Vol. 77, núm.5, 97-106.
- Sugimori, Y.; Kusunoki, K.; Cho, F.; Uchikawa, S. (1977) "Toyota production system and kanban system. Materialization of just-in-time and respect-for-human system", *International Journal of Production Research*, Vol. 15, núm. 6, p. 553 -564.
- Swank, C. K. (2003) "The lean service machine", *Harvard Business Review*, núm. October, p. 123-129.
- Womack, J. P.; Jones, D. T. (1996): "Lean thinking: banish waste and create wealth in your corporation", *Free Press*, New York.
- Womack, J. P.; Jones, D. T.; Roos, D. (1990): "The machine that changed the world", *Rawson Associates*, New York.



Notas

1. Autor de contacto: Universitat Politècnica de Catalunya; Departamento de Organización de Empresas; EPSEM, Edifici MN2; Avda. Bases de Manresa 61; 08242 Manresa (Barcelona); España."