

Herramientas e indicadores de control para la mejora de un proceso de acuerdo con los principios de la producción *lean*

Lluís Cuatrecasas Arbós¹, Jordi Olivella Nadal¹

¹ Grupo de Investigación INNOVAPQ. Departamento de Organización de empresas. Universidad Politécnica de Catalunya. lluis.cuatrecasas@upc.edu; jorge.olivella@upc.edu

Resumen

El lean management está cada vez más extendido en todo el mundo y es aplicable a todo tipo de actividades adaptándolo a cada caso. En empresas manufactureras de tamaño medio una estrategia que se ha revelado efectiva es iniciar los cambios por la transformación de un proceso concreto. Se propone una metodología para esta transformación y una selección de indicadores para el seguimiento de los resultados.

Palabras clave: Lean management, Procesos, Indicadores, Flujo de valor, Desperdicios

1. Introducción

El *lean management* tiene un protagonismo cada vez mayor más importante en la gestión empresarial en todo el mundo. La práctica muestra que las reglas de ahorro y simplicidad que inspiran este pensamiento están presentes en una gran mayoría de las empresas de éxito, utilicen o no esta denominación. En este contexto, el carácter a la vez académico y aplicado de la Ingeniería de Organización implica por parte de los practicantes de esta área un interés creciente por el *lean management*. Los principios y herramientas *lean* son aplicables a todo tipo de casos. Las condiciones para su implantación no son de recursos o tecnología si no, por encima de todo, de voluntad y resolución por parte de los integrantes de la empresa y, en particular, de su dirección, que debe ejercer un liderazgo decidido. De todos modos, se requiere una adaptación a las circunstancias y posibilidades de cada caso.

Este es el objeto de este trabajo. La experiencia práctica del primero de sus autores en un número significativo de plantas manufactureras españolas con tecnologías esencialmente medias permite fijar especificidades para este tipo de compañías. Se propone un arranque de la metodología *lean* basado en la transformación de procesos piloto. Solo en una fase posterior se buscaría la transformación global. La propuesta tiene un carácter tentativo y esta a expensas de futuras verificaciones. Esta aportación forma parte de una serie de trabajos en este sentido (Cuatrecasas (2002), Cuatrecasas (2004)). En el siguiente apartado revisa la literatura, a continuación se realiza una propuesta para la implantación del *lean* a un proceso y finalmente se propone un conjunto de indicadores de seguimiento.

2. Revisión de la literatura

El análisis de la industria del automóvil que realizó el MIT y que dio lugar a la obra *The machine that changed the world* (Womack et al. (1990)), supuso el punto de arranque de una

creciente adopción en occidente del llamado sistema Toyota. En esta obra se propone la denominación *lean manufacturing* (LM), que toma desde entonces carta de naturaleza.

La dedicación de Womack y Jones a impulsar y desarrollar el *lean manufacturing* da lugar a la aparición de la obra por antonomasia acerca de tema, *Lean Thinking* (James P. Womack y Jones (1996) –actualizada en 2.003-). Al mismo tiempo sus autores crean el *Lean Enterprise Institute* (1.996). Hay que señalar, al mismo tiempo, la importancia de otros autores en la génesis y el desarrollo del que actualmente se conoce como pensamiento *lean*, en especial Monden (1988), Shingo (1990), Suzuki (1990), Sekine (1993) y, desde luego, el propio Taiichi Ohno, el impulsor del sistema Toyota Ohno (1993).

El LM ha progresado intensamente en Estados Unidos y en Europa. La fuerte pérdida de competitividad en relación a Japón impulsó su adopción (Barton et al. (2002)). De hecho se puede calificar de LM el trabajo del 28,2% de los trabajadores europeos, de acuerdo a las definiciones que dan ellos mismos de la organización del trabajo en sus empleos (Lorenz y Valeyre (2004)). La implantación intensa del LM se da, en todo caso, en un número mucho menor de casos. En España destaca la industria del automóvil, así como la difusión a su industria auxiliar (Llorente Galera (2001)).

El LM se basa en un conjunto de principios cuya aplicación ha de llevar a altas cotas de eficiencia (James P; Womack et al. (1990)). En un análisis posterior, los propios Womack y Jones detallan algunas prácticas de empresas que han seguido el LM con éxito. Se trata de :

- Definir el valor con precisión desde la perspectiva del cliente final en términos de un producto específico con capacidades específicas ofrecido a un determinado precio y en un determinado momento.
- Identificar la cadena de valor entera para cada producto o familia de productos y eliminar el derroche.
- Hacer fluir la restante cadena de etapas creadoras de valor.
- Diseñar y suministrar lo que los clientes quieren y solo cuando los clientes lo quieren (sistema pull).
- Buscar la perfección (mejora continua o Kaizen).

Estos principios dejan un amplio margen para métodos alternativos de aplicación. La preeminencia de unos o otros aspectos ha variado en el tiempo. El énfasis se ha situado, en tomar conciencia sobre la existencia del método (años 80), la calidad (primera mitad de los 90), la calidad, el coste y la distribución (segunda mitad) y, finalmente, en el sistema de valor (Hines et al. (2004)). También se ha dado una evolución desde las compañías del automóvil a otras empresas industriales y, más recientemente, al sector servicios (Cuatrecasas (2002)).

El LM se puede considerar: 1. A nivel de firma individual. 2. A nivel de la relación entre firmas y de las firmas con los clientes. 3. A nivel de los factores propios de cada país (políticos, legislativo, social, culturales, económicos y industriales) que han de permitir su extensión. Las distintas herramientas a nivel individual son seguidas por casi todas las firmas que dicen aplicar LM: just in time, mejora continua, rotación, etc. Muchas de ellas, por contra, no aplican el método a sus relaciones externas (Panizzolo (1998)). Este hecho y los distintos entornos marcan un desarrollo muy variable entre las materializaciones de la filosofía *lean*.

La secuencia en que se aplican los cambios es un tema especialmente abierto y relevante. Mientras que los principios del LM se pueden considerar establecidos, las herramientas y la secuencia son los campos de desarrollo. La secuencia es contingente. En Filippini et al.

(1998) se toma una muestra de 125 empresas de distintos países y se caracterizan cuatro secuencias alternativas. Los factores más influyentes son la estabilidad de la compañía, la diversidad de productos y la internacionalización.

El trabajo de Ahlstrom (1998) estudia detalladamente la secuencia en un caso real de implantación. La Ilustración 1, reproducida del artículo, muestra la secuencia en este caso y es indicativa del tipo de decisiones a tomar.

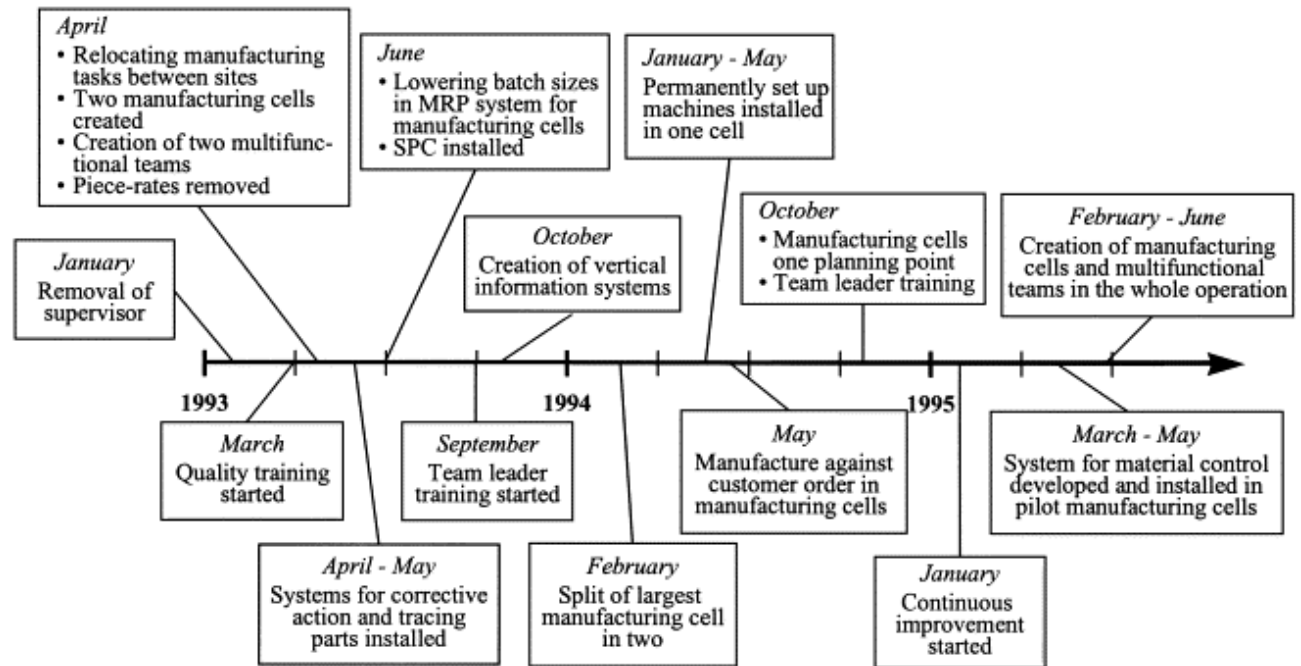


Ilustración 1. Secuencia de implantación de LM (Ahlstrom, 1.998)

También es necesario fijar medidas de rendimiento que permitan el seguimiento de los progresos. Gestión por procesos y medida del rendimiento son consustanciales con el LM (Toni y Tonchia (1996)). Las técnicas de benchmarking inciden también en esta necesidad y pueden ser un apoyo decisivo en la implantación del LM (Knuf (2000)).

El LM puede vincularse con el espíritu innovador. De hecho, la empresa *lean* comparte buena parte de las necesidades propias del proceso innovador: creatividad, compromiso con el cambio y mejora continua (Wallace (2004)).

La evolución del LM esta comportando que se aplique cada vez con mayor frecuencia a todo tipo de organizaciones, incluidas las de pequeño tamaño (Hines et al. (2004)). Se advierte que, aunque la implantación es menor en las grandes compañías (Shah y Ward (2003)), las mejoras de rendimiento, cuando se implanta, son análogas (White et al. (1999)).

Siendo las técnicas de gestión productivas que preconiza el elemento más popularizado del *lean management*, se puede considerar en buena medida una forma de organización del trabajo. Algunas de las técnicas de recursos humanos propias del *lean management* tienen de hecho un gran extensión, aunque no se adopten en la mayoría de los casos formando parte de una solución global. En Osterman (2000) se analizan la implantación de círculos de calidad, rotación, trabajo en equipo y calidad total. Para 1.997 se alcanzan cifras cercanas al 50% en empresas de 50 trabajadores o más en Estados Unidos.

Sin embargo, la aplicación del *lean management* a los recursos humanos va más allá del uso de determinadas técnicas. Se trata de un nuevo paradigma que substituye al propio de fordismo - taylorismo. La división entre planificación y fabricación y el predominio del control jerárquico son substituidos por el trabajo en equipo y la rotación.

La reacción de los trabajadores no siempre es positiva, por lo que la necesidad de promover la adhesión al programa y analizar su grado es central. Algunos estudios muestran, en todo caso, una reacción globalmente positiva (Hunter et al. (2002)). Los problemas se atribuyen a veces a las diferencias culturales entre Asia, donde se origina el método, y occidente (Rafferty y Tapsell (2001)). Otros estudios registran mayor carga de trabajo y presión con el LM debido a saturación y variación de tareas y a la mayor responsabilidad. De hecho, se han advertido también mayor número de accidentes de trabajo, supuestamente por la mayor carga de trabajo (Landsbergis et al. (1999)).

Por lo que respecta a la reacción de los trabajadores, hay análisis que describen reacciones positivas (Seppälä y Klemola (2004)), pero también otros que reflejan un punto de vista abiertamente negativo (Danford et al. (2004)). En estos últimos se afirma que la carga de trabajo y la tensión son mayores.

Del mismo modo que sobre los efectos sobre los trabajadores, los efectos sobre el rendimiento también son variables. Así, establece Macduffie (1995) que la mejora del rendimiento se da solo cuando: 1. Los trabajadores poseen habilidades que los mandos no tienen, 2. Están motivados para aplicar su conocimiento con un esfuerzo discrecional, y 3. El sistema de recursos humanos esta integrada en la estrategia empresarial. En la implantación del LM deberán tenerse en cuenta estas necesidades. Para Schuring (1996), el factor esencial para el éxito de los equipos de trabajo es su autonomía operativa.

Los problemas de salud, por su parte, se dan cuando en una implantación de LM no se corresponden los incentivos y mejoras que aumentan la disposición al trabajo que un con el incremento de trabajo que efectivamente se produce (Genaidy y Karwowski (2003)).

3. Fases para la mejora del proceso para empresas industriales independientes y de tamaño medio.

El objetivo de la transformación del proceso a los principios *lean* es conseguir:

1. Eliminar de los procesos las actividades que no aporten valor añadido (desperdicios en forma de producción excesiva y stocks).
2. Introducir la flexibilidad necesaria para adaptar la producción a una demanda fluctuante.

Para una implantación basada en la aplicación a procesos, y en base a la experiencia desarrollada en empresas españolas de manufactura, se propone la siguiente secuencia de actuaciones:

Fase 1. Formación:

Basada en seminarios de medio día, destinados al equipo humano de la PYME involucrado en la transformación del sistema productivo. Se incidirá especialmente en los conceptos, métricas y herramientas del *lean management*.

Fase 2. Recogida de datos:

- a. *Ritmo de producción.* Análisis del tiempo real disponible en la planta, ajustado a distintas situaciones de demanda de los clientes en tipo de producto y volúmenes de producción y obtención de los correspondientes ritmos idóneos de trabajo (*takt time*).
- b. *Toma de datos de las operaciones.* Este punto es de especial importancia, dado que el éxito de la implantación dependerá, en gran medida, de la fiabilidad de estos datos. Los datos se referirán a operaciones, equipamientos productivos, tiempos, flujos y recursos utilizados.

Fase 3. Análisis de los datos:

- a. *Análisis de las operaciones.* Basado en la determinación de las operaciones de los procesos para los distintos componentes de los productos. Se incluirán todos los aspectos operativos, de calidad, de mantenimiento y de recursos humanos
- b. *Diagrama de precedencias (Precedence).* Se identificarán exigencias de secuenciación de operaciones en los procesos, obteniendo las secuencias posibles y las atribuciones de valor de las operaciones.
- c. *Diagrama de flujo (Flow Chart).* Incluirá las secuencias de operaciones de productos y componentes, agrupados por familias en un flujo que ha de conducir al cliente de la forma más regular y constante posible.
- d. *Mapa de la cadena de valor (Value Stream Map).* Cuyo objetivo es crear una fuente de información global, visualizada a través del flujo de producto, materiales e información.
- e. *Identificación de los desperdicios (Waste o Muda)*

Como conclusión del análisis de los datos y las operaciones y apoyándose en el Value Stream Map, se identificarán los focos de desperdicio en las actividades de los procesos y un plan para su eliminación o minimización. Ello permitirá asimismo, establecer las prioridades en la mejora continua.

Fase 4. Fase de estudio:

- a. *Análisis del nivel de calidad asegurada tras la eliminación de los desperdicios.* Se desarrolla un plan para el aseguramiento de la calidad en los procesos.
- b. *Análisis de la disponibilidad, fiabilidad y eficiencia de los equipos productivos.* Se desarrolla un plan para garantizar el correcto funcionamiento y mejora del uptime.
(Con los dos puntos anteriores se podrá proceder a diseñar un sistema cuyos tiempos serán fiables y el equilibrado podrá mantenerse)
- c. *Definición y diseño de la distribución en planta (layout).* Se efectuará constituyendo un flujo regular y un *task* a tres niveles: layout general, layout de cada proceso y layout de cada operación de cada proceso. Se determinarán las posiciones de las estaciones de trabajo, la posición de trabajo de los operarios y el recorrido de materiales y personas.
- d. *Descripción de las tareas por puesto de trabajo.* Con la asignación de las tareas a cada trabajador y la determinación de las actividades con valor añadido y sin él, las esperas y los desplazamientos.
- e. *Balance de operaciones.* Basado en el análisis de las capacidades de operación para cada etapa de cada proceso. Se tratará de ajustar la capacidad productiva a la demanda, determinando los recursos necesarios. Se priorizará la mejora en los cuellos de botella y en operaciones con más desperdicios.
- f. *Balance de puestos de trabajo.* Basado en el análisis de la capacidad de cada puesto, de acuerdo con las tareas asignadas, tratándose de ajustar los recursos necesarios para que pueda operar. Se priorizará la mejora de los puestos con tareas que incluyan más esperas, desplazamientos y desperdicios en general.

Fase 5. Fase de evaluación de los resultados esperados:

- a. *Definición de las condiciones de trabajo.* Determinación de las opciones de desarrollo de los procesos para distintos niveles de producción (y por tanto de *takt time*), de acuerdo con la cantidad de trabajadores, los lotes de producción, transportes, materiales en proceso (WIP), tiempo de proceso total o *lead time*, espacio ocupado y, desde luego, productividad. Es indispensable que se den las condiciones que aseguren el flujo regular y los tiempos (calidad, mantenimiento y formación del personal)
- b. *Flujos de materiales, trabajadores, elementos de transporte e información.* Determinación gráfica de las distintas soluciones a través de los correspondientes flujos, con aplicación de soluciones visuales tales como: etiquetas *kanban*, contenedores de los procesos, señalización visual de etapas y proceso en planta. Se asignarán espacios para estocaje, almacenes, entradas y salidas de material y rutas de reaprovisionamiento. Se definirán, asimismo, las cantidades y capacidades de los medios de transporte de materiales y productos (manutención) y los tiempos de estocaje.

Fase 6. Fase de optimización:

En la medida de lo necesario, en esta etapa se optimizará el diseño global de la planta, su implantación y el desarrollo de la producción, por medio de un simulador informático estándar. La simulación de procesos permitirá un análisis técnico de la globalidad del conjunto de procesos de la planta. Como resultado se obtendrán los valores optimizados de los parámetros del sistema productivo, para las distintas opciones de su implantación; asimismo, se obtendrán vídeos del desarrollo (simulado) de la producción, que permitirán observar, de forma visual, la ejecución de los procesos.

El uso de la herramienta de simulación, permitirá comprobar cada una de las opciones a implantar y una mejor comprensión del sistema a estudiar. La simulación será especialmente indicada para procesos con un elevado número de recursos (trabajadores, máquinas, mesas de trabajo, grúas y elementos de transporte y manutención, etc.) que deberán ser compartidos. Asimismo, la simulación estará indicada cuando el número de productos y/o referencias sea elevado y compartan los mismos recursos y espacios.

Fase 7. Fase de puesta en marcha: introducción por medio de workshops:

La nueva implantación se someterá fase a fase a su implantación mediante grupos de trabajo del equipo de proyecto con los responsables de las áreas involucradas de la empresa. En cada reunión o workshop de este grupo se planteará la propuesta derivada del estudio anterior para una fase de la implantación, se expondrá y se debatirá en grupo, para acordar la forma en que se llevará a cabo la implantación definitiva.

Finalmente, y sin apartarse de los principios *lean*, se propone validar el nuevo proceso mejorado con herramientas de simulación.

4. Indicadores de control

El control de la mejora de procesos precisa conocer los grados de cumplimiento de los objetivos establecidos en la fase de evaluación. También hay que valorar la aportación a metas más generales del proceso de cambio, tomando los indicadores más adecuados a cada caso. La literatura muestra aportaciones significativas sobre los indicadores para *lean*. Lean Aerospace Initiative (2001) presenta un amplio cuestionario sobre el grado de implantación del *lean*. Zwick (2.003) considera las características de los puestos de trabajo de alto rendimiento. Toni y Tonchia (1996) relaciona las medidas con las fases del proceso.

Se toma aquí como base, sin embargo, el conjunto de indicadores propuestos por Karlsson y Ahlstrom (1996), explícitamente basados en James P; Womack et al. (1990). Esta batería de indicadores, por su amplitud y versatilidad, se revela más adecuada para el tipo de implantación que aquí se propone. En la Tabla 1 y la Tabla 2 se relacionan los principios del *lean*, los factores determinantes de su aplicación y el indicador o indicadores de cada factor.

En los indicadores cuantitativos los signos + o – indican si se espera que el proceso de mejora incremente o disminuya el nivel del factor. En los indicadores por niveles se señalan de más a menos aquello que se espera en el proceso o la empresa *lean*.

Eliminación de los desperdicios		a	b
Trabajo en curso (-)	Valor del trabajo en curso en proporción de las ventas		
Tamaño de lotes (-)	Tiempo de producción entre puestas en marcha		
Tiempos de puesta en marcha (-)	Tiempo necesario para los cambios de formato (set ups)		
Tiempo de máquina parada (-)	Número de horas en que las máquinas están estando paradas debido al malfuncionamiento en proporción al tiempo de máquina total		
Transporte de piezas (-)	Número de veces que se transportan las piezas		
	Distancia total de transporte de piezas		
Desechos (-)	Valor de los desechos en proporción a las ventas		
Revisión (-)	Valor de las revisiones en proporción a las ventas		
Mejora continua			
Sugerencias (+)	Número de sugerencias por empleado y año		
	Porcentaje de sugerencias puestas en ejecución		
Organización de actividades de la mejora	1. Círculos de calidad 2. Equipos multifuncionales, y resolución espontánea de problemas 3. Programa formal de sugerencias 4. Ninguna organización explícita	2	1
Defectos cero			
Responsabilidad de identificación de piezas defectuosas	1. Los trabajadores identifican las piezas defectuosas y paran la línea 2. Los trabajadores identifican las piezas defectuosas, pero no paran la línea 3. El departamento de control de calidad identifica piezas defectuosas e informa a la gerencia de producción	2	1
Responsabilidad de ajuste de piezas defectuosas	1. Las piezas defectuosas se envían de nuevo al trabajador responsable del defecto para ajustarlo 2. Los trabajadores sacan y ajustan las piezas defectuosas 3. El departamento de ajuste ajusta las piezas defectuosas	2	2
Departamento de control de calidad (-)	Número de gente dedicada sobre todo al control de calidad		
Grado de control del proceso	1. Los procesos se controlan con medidas dentro del proceso 2. Se hace la medición después de cada proceso 3. La medición se hace solamente cuando el producto esta acabado	2	1
Control autónomo de defectos (+)	Porcentaje de inspección realizada por control autónomo de defectos		
Área de ajuste y reparaciones (-)	Tamaño del área de ajuste y reparaciones		
Justo a tiempo			
Tamaño de los lotes (-)	Tiempo de producción entre las puestas en marcha		
Trabajo en curso (-)	Valor del trabajo en curso o en proporción a las ventas		
Tiempo de espera de las ordenes (-)	Cantidad de tiempo gastado procesando cada orden		
Nivel de justo a tiempo	1. Justo a tiempo secuencial (unidades) 2. Componentes diferenciados por variantes del producto 3. Componentes desplazados en lotes	3	2

Tabla 1

Tirón (pull) en lugar de empuje (push)		a	b
Petición para atrás en proporción a la programación (+)	Número de etapas en el flujo material que utiliza tirón (peticiones atrás) en proporción al número total de etapas del flujo material		
Grado de tirón (+)	Porcentaje del valor anual de peticiones que se programan a través de un sistema de tirón		
Equipos multifuncionales			
Estructura del equipo (+)	Porcentaje de empleados que trabajan en equipos		
Estructura de tareas (+)	Número de tareas en el flujo de producto que realizan por los equipos		
Clasificación de trabajos (-)	Número de clasificaciones del trabajo		
Rotación de tareas	Cambio tareas de los empleados dentro del equipo	4	3
	1. Continuamente		
	2. Cada hora		
	3. Cada día		
	4. Una vez por semana		
	5. Una vez por mes		
	6. Una vez al año		
7. Menos de una vez por año			
Entrenamiento (+)	Número de tareas en que están preparados los empleados		
	Número de áreas funcionales en que están preparados los empleados		
	Cantidad (en horas) de preparación dadas a los nuevos empleado		
Descentralización de responsabilidades			
Tareas de supervisión	1. La dirección del equipo rota entre los miembros del equipo 2. Tareas de supervisión realizadas por el equipo 3. Nivel de supervisión separado en la organización	2	2
Dirección del equipo (+)	Porcentaje de empleados que pueden aceptar la responsabilidad de la dirección del equipo		
	Porcentaje de empleados que aceptan la responsabilidad de la dirección del equipo		
Organización jerárquica (-)	Número de niveles jerárquicos en la organización de la fabricación		
Áreas de responsabilidad (+)	Número de áreas funcional que son la responsabilidad de los equipos		
Integración de funciones			
Contenido del trabajo en los equipos (+)	Número de tareas indirectas distintas realizadas por el equipo		
Funciones de apoyo (-)	El cociente de empleados indirectos en proporción al empleados directos		
Sistemas de información vertical			
Modo de obtención de la información	1. Información exhibida continuamente en espacios dedicados, directamente en el flujo de la producción. Reuniones regulares para discutir la información 2. Información Oral y escrita proporcionada regularmente 3. Información escrita proporcionado regularmente 4. Ninguna información a empleados	2	1
Contenido estratégico de la información (+)	Número de áreas contenidas en la información dada a los empleados		
	Perspectiva del tiempo en la información		
Contenido operacional de la información (+)	Número de medidas distintas usadas para valorar el rendimiento de los equipos		
Frecuencia de la información (+)	La frecuencia con qué información se da a los empleados (diferenciada por el contenido de la información)		

Tabla 2

Mientras que la mayoría de indicadores son directamente cuantitativos, el resto viene representado por un nivel en ese factor representado por una secuencia numérica. En el primer caso los signos + o – indican si se espera que el proceso incremente o disminuya el nivel del factor. Cuando se definen niveles se señala, de más a menos, aquello que se espera en el proceso o la empresa *lean* (con 1 el nivel máximo).

La columna (a) se señalan en oscuro los indicadores que se consideran más relevantes en una etapa inicial de la aplicación del proceso. Para los indicadores por niveles se indica el objetivo en esta etapa. En la columna (b) se señalan los factores sobre los que se propone centrar la atención tras una primera implantación de éxito. De nuevo, se señalan en oscuro salvo los indicadores por niveles, en que se indica el objetivo.

Conclusiones

Se ha desarrollado una propuesta para una implantación inicial de las técnicas y herramientas *lean* basado en la experiencia y en la recopilación de información acerca de las metodologías empleadas. La propuesta se enmarca en la literatura y se exponen los indicadores que han de guiar el proceso, en una etapa inicial y en una etapa de consolidación de la implantación del *lean* en los procesos de la empresa. Posteriores estudios han de validar esta propuesta y extenderla a la obtención de la empresa *lean* para el mismo entorno y tipo de compañía.

Referencias

- Ahlstrom, P. (1998) Sequences in the implementation of lean production. Vol 16, No.3, pp.327.
- Barton, H.; Delbridge, R.; Oliver, N. (2002) "Lean Production and Manufacturing Performance Improvement in Japan, the UK and US 1994-2001." University of Cambridge, ESRC Centre for Business Research Working Paper: WP232
- Cuatrecasas Arbos, L. (2002) Design of a rapid response and high efficiency service by lean production principles: Methodology and evaluation of variability of performance. Vol 80, No.2, pp.169.
- Cuatrecasas, L. (2004) A lean management implementation method in service operations. *International Journal of Services Technology and Management* 2004, Vol 5, No.5/6, pp.532 - 544.
- Danford, A.; Richardson, M.; Stewart, P.; Tailby, S.; Upchurch, M. (2004) High performance work systems and workplace partnership: a case study of aerospace workers. Vol 19, No.1, pp.14.
- Filippini, R.; Forza, C.; Vinelli, A. (1998) "Sequences of operational improvements: some empirical evidence." In *International Journal of Operations & Production Management*, 195: Emerald
- Genaidy, A. M.; Karwowski, W. (2003) Human performance in lean production environment: Critical assessment and research framework. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing*, Vol 13, No.4, pp.317-330.
- Hines, P.; Holwe, M.; Rich, N. (2004) "Learning to evolve: A review of contemporary lean thinking." In *International Journal of Operations & Production Management*, 994: Emerald
- Hunter, L. W.; Macduffie, J. P.; Doucet, L. (2002) "What makes teams take? Employee reactions to work reforms." In *Industrial & Labor Relations Review*, 448: Cornell University
- Karlsson, C.; Ahlstrom, P. (1996) Assessing changes towards lean production. *International Journal Of Operations & Production Management*, Vol 16, No.2, pp.24-&.
- Knuf, J. (2000) Benchmarking the Lean Enterprise: Organizational Learning at Work. *Journal of Management in Engineering*, Vol 16, No.4, pp.58-71.
- Landsbergis, P. A.; Cahill, J.; Schnall, P. (1999) The Impact of Lean Production and Related New Systems of Work Organization on Worker Health. *Journal of Occupational Health Psychology*, Vol 4, No.2, pp.108.

- Lean Aerospace Initiative. (2001) "Lean Enterprise Self-Assessment Tool (LESAT)." Massachusetts Institute of Technology and University of Warwick
- Lorenz, E.; Valeyre, A. (2004) "Les formes d'organisation du travail dans les pays de l'union européenne." In *Documents de travail*: Centre d'Etudes de l'Emploi
- Llorente Galera, F. (2001) Estrategias para la competitividad de los proveedores directos de los fabricantes en la industria auxiliar automovilística catalana. (With English summary.). *Economía Industrial*, Vol 0, No.6, pp.137.
- Macduffie, J. P. (1995) "Human resource bundles and manufacturing performance: Organizational logic and flexible." In *Industrial & Labor Relations Review*, 197: Cornell University
- Monden, Y. (1988) *El sistema de producción Toyota*: Price Waterhouse
- Ohno, T. (1993) *El sistema de producción Toyota: más allá de la producción a gran escala*: Productivity
- Osterman, P. (2000) "Work Reorganization in an Era of Restructuring: Trends in Diffusion and." In *Industrial & Labor Relations Review*, 179: Cornell University
- Panizzolo, R. (1998) Applying the lessons learned from 27 lean manufacturers.: The relevance of relationships management. *International Journal of Production Economics*, Vol 55, No.3, pp.223.
- Rafferty, J.; Tapsell, J. (2001) Self-managed work teams and manufacturing strategies: Cultural influences in the search for team effectiveness and competitive advantage. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing*, Vol 11, No.1, pp.19-34.
- Schuring, R. W. (1996) Operational autonomy explains the value of group work in both lean and reflective production. *International Journal of Operations and Production Management*, Vol 16, No.2, pp.171-182.
- Sekine, K. (1993) *Diseño de células de fabricación*: Productivity Press
- Seppälä, P.; Klemola, S. (2004) How do employees perceive their organization and job when companies adopt principles of lean production? *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing*, Vol 14, No.2, pp.157-180.
- Shah, R.; Ward, P. T. (2003) Lean manufacturing: context, practice bundles, and performance. Vol 21, No.2, pp.129.
- Shingo, S. (1990) *El sistema de producción Toyota desde el punto de vista de la ingeniería*: TGP-Productivity
- Suzuki, K. (1990) *Competitividad en la fabricación*: Bekaert
- Toni, A. D.; Tonchia, S. (1996) Lean organisation, management by process and performance measurement. *International Journal of Operations and Production Management*, Vol 16, No.2, pp.221-236.
- Wallace, T. (2004) Innovation and hybridization: Managing the introduction of lean production into Volvo do Brazil. *International Journal of Operations*, Vol 24, No.8, pp.801-819.
- White, R. E.; Pearson, J. N.; Wilson, J. R. (1999) JIT Manufacturing: A Survey of Implementations in Small and Large U.S. Manufacturers. *Management Science*, Vol 45, No.1, pp.1.
- Womack, J. P.; Jones, D. T. (1996) *Lean thinking: banish waste and create wealth in your corporation*. New York: Free Press
- Womack, J. P.; Jones, D. T.; Roos, D. (1990) *The machine that changed the world*. New York: Rawson Associates
- Zwick, T. (2003) "The productivity impact of lean management." Centre for European Economic Research (ZEW)