

Un nuevo enfoque en la gestión: la construcción sin pérdidas

A new management focus: lean construction

Luis Fernando Alarcón Cárdenas. Dr. Ingeniero Civil.

Director. Centro de Excelencia en Gestión de Producción. Pontificia Universidad Católica de Chile. lalarcon@ing.puc.cl

Eugenio Pellicer Armiñana. Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

Profesor Titular de Universidad. E.T.S.I. Caminos, Canales y Puertos. Universidad Politécnica de Valencia. pellicer@cst.upv.es

Resumen: El artículo muestra una visión alternativa de la gestión en el sector de la construcción, introduciendo un enfoque novedoso de la administración que está tomando cada día más fuerza a nivel mundial: "lean construction" o construcción sin pérdidas. Esta nueva perspectiva, basada en conceptos de gestión del sistema de producción Toyota, aborda las causas de muchos de los problemas que limitan la eficiencia en la construcción, centrándose en la reducción de las pérdidas a lo largo del flujo productivo. También se describe el modelo LPD ("lean project delivery") como una perspectiva integral para toda la cadena de valor de la construcción que hoy día está revolucionando la forma de desarrollar proyectos complejos, rápidos y con alta incertidumbre en Estados Unidos y también en otros países pioneros en la implementación de estas ideas. Se argumenta también su relación con el concepto de "partnering" y los contratos de colaboración público-privada introducidos anteriormente en Europa. Se describen también los aspectos básicos de una de las herramientas más difundidas en la construcción sin pérdidas: el último planificador. Se presentan los impactos alcanzados en la implementación de este sistema de gestión obtenidos de decenas de proyectos que han sido estudiados en aplicaciones recientes. Finalmente, se discute la escasa difusión y aplicación del "lean construction" en España.

Palabras Clave: Gestión; "Lean"; Pérdidas; Planificación; Producción

Abstract: This article presents an alternative approach to management in the construction sector, by introducing an innovative management focus that is increasingly gaining ground at an international level: that of "lean construction". This new approach, based on management concepts of the Toyota production system, considers the causes of many of the problems that restrict construction efficiency, and focuses on the reduction of losses throughout the productive flow. A description is also given of the LPD model ("lean project delivery") as an integral perspective for the entire value chain of construction that is now revolutionizing the means of developing complex, rapid and highly uncertain projects in the United States and in other pioneering countries in the introduction of these ideas. Reference is also made to the relation between these ideas and the concept of "partnering" and public-private collaboration earlier introduced in Europe. The article describes the basic aspects of one of the most widely used tools in lean construction: that of the last planner, and goes on to present the impact caused by the introduction of this management system and the results obtained in tens of projects where this has been applied. The paper concludes with a reference to the small degree of adoption and application of "lean construction" in Spain.

Keywords: Management; "Lean"; Planning; Production

La producción sin pérdidas aplicada a la construcción

La producción sin pérdidas está basada originalmente en el sistema de fabricación de Toyota, diseñado para minimizar el desperdicio y agregar valor sistemáticamente en el proceso de manufactura. A fines de los años 80, un estudio de la industria automovilística mun-

dial realizado por el *Massachusetts Institute of Technology* (Womack et al., 1990), demostró que la productividad de ciertas fábricas japonesas era un 50% superior al de las fábricas norteamericanas; además, la cantidad de defectos por unidad en estas plantas era significativamente menor que en las norteamericanas. Se observó que las fábricas japonesas presentaban una

Tabla 1. La producción convencional y la producción sin pérdidas (Campero y Alarcón, 2008)

	PRODUCCIÓN CONVENCIONAL	PRODUCCIÓN SIN PÉRDIDAS
Objeto	Afecta a productos y servicios	Afecta a todas las actividades de la empresa
Alcance	Control	Gestión, asesoramiento, control
Modo de aplicación	Impuesta por la dirección	Por convencimiento y participación
Metodología	Detectar y corregir	Prevenir
Responsabilidad	Departamento de calidad	Compromiso de todos los miembros de la empresa
Clientes	Ajenos a la empresa	Internos y externos
Conceptualización de la producción	La producción consiste de conversiones (actividades) todas las actividades añaden valor al producto que no agregan valor al producto	La producción consiste de conversiones y flujos; hay actividades que agregan valor y actividades
Control	Coste de la actividades	Dirigido hacia el coste, tiempo y valor de los flujos
Mejora	Implementación de nuevas tecnología	Reducción de las tareas de flujo, y aumento de la eficiencia del proceso con mejoras continuas y tecnología

tendencia a favorecer una mayor multifuncionalidad y polivalencia, dividiendo el trabajo de ensamblaje de automóviles en menos partes que en las norteamericanas, lo que producía una menor especialización del trabajo. Al mismo tiempo, la rotación era sustancialmente mayor en las plantas japonesas y gran parte de las tareas se realizaba en equipos de trabajo, a diferencia de las fábricas occidentales donde se beneficiaba el trabajo individual.

En general, la filosofía de gestión que inspira la producción sin pérdidas desafía mucho de los paradigmas vigentes en los sistemas de producción convencionales. La Tabla 1 resume las diferencias fundamentales entre la producción sin pérdidas y la producción convencional.

Los principios básicos y las herramientas utilizadas por el sistema de producción sin pérdidas han sido ex-

tensamente difundidos en la industria manufacturera, sobre todo a raíz de la publicación del libro "Lean thinking" (Womack y Jones, 1996). También se han adaptado progresivamente para acomodarse a los requerimientos de gestión en la industria de la construcción, lo que generalmente se denomina "lean construction". Koskela (1992) puso las bases de la aplicación de la producción sin pérdidas a la construcción, analizando los sistemas productivos emergentes: enfoque "just-in-time", ingeniería concurrente, gestión de la calidad total, reingeniería de procesos, así como las ideas aplicadas en el sistema de fabricación de Toyota. Posteriormente, introdujo una visión integradora de la producción como flujo de información o de materiales, con tres objetivos fundamentales (Koskela, 2000): reducción de costes, ahorro de tiempo e incremento de valor para el cliente. En la Tabla 2

Tabla 2. Principios básicos para el diseño, control y mejora de los ciclos de producción (Campero y Alarcón, 2008)

1. Incrementar la eficiencia de las actividades que agregan valor
2. Reducir la participación de actividades que no agregan valor (también denominadas "pérdidas")
3. Incrementar el valor del producto a través de la consideración sistemática de los requerimientos del cliente
4. Reducir la variabilidad
5. Reducir el tiempo del ciclo
6. Simplificar procesos
7. Incrementar la flexibilidad de la producción
8. Incrementar la transparencia de los procesos
9. Enfocar el control al proceso completo
10. Introducir la mejora continua de los procesos
11. Mejorar continuamente el flujo
12. Referenciar los procesos con los de las organizaciones líderes ("benchmarking")

se detallan los doce principios básicos de la producción sin pérdidas que se establecen para el diseño, control y mejora de los flujos de producción.

Por otra parte, el *International Group for Lean Construction* inició su andadura en 1997 (Alarcón), con congresos anuales que han servido para difundir este nuevo enfoque entre la industria a nivel mundial. La progresiva implementación de estas ideas ha permitido que muchas de sus prácticas vayan progresivamente migrando aguas arriba y abajo en la cadena de valor, introduciéndose en el diseño, contratación, ejecución de la obra, suministro, subcontratación, etc., y modificando sustancialmente las relaciones entre los diversos participantes. Recientemente la difusión del enfoque de construcción sin pérdidas ha encontrado eco en los grandes promotores, lo que augura una aceleración en la difusión de estas prácticas en los próximos años; organizaciones importantes como *General Motors*, *Procter & Gamble* y *British Airport Authority*, entre otros (The Voice, 2007), han dado testimonios de los éxitos alcanzados en sus esfuerzos de implementación. De este modo, se ha producido una evolución desde la mejora del desempeño en la fase de construcción, hasta cubrir el conjunto de etapas y fases del ciclo de vida de la infraestructura, dando origen a lo que se denomina "lean project delivery" (LPD).

El modelo LPD ("Lean Project Delivery")

La filosofía integral de la construcción sin pérdidas se concreta en el modelo LPD ("lean project delivery"), cuya misión es desarrollar el mejor camino posible para diseñar y construir infraestructuras (Campero y Alarcón, 2008). El marco general del modelo viene definido por la intersección entre los proyectos y los sistemas de producción; suele designarse a este dominio como el de los sistemas productivos basados en proyectos (o por proyectos). En cualquier caso, el modelo LPD está pensado para que se aplique a sistemas productivos temporales, como los que tienen lugar habitualmente en el sector de la construcción. Las características fundamentales del modelo LPD son (Lichtig, 2006):

- El proyecto se organiza y gestiona como un proceso generador de valor.
- Los agentes que intervienen a posteriori se involucran también en la planificación inicial y en el diseño por medio de equipos multi-funcionales.

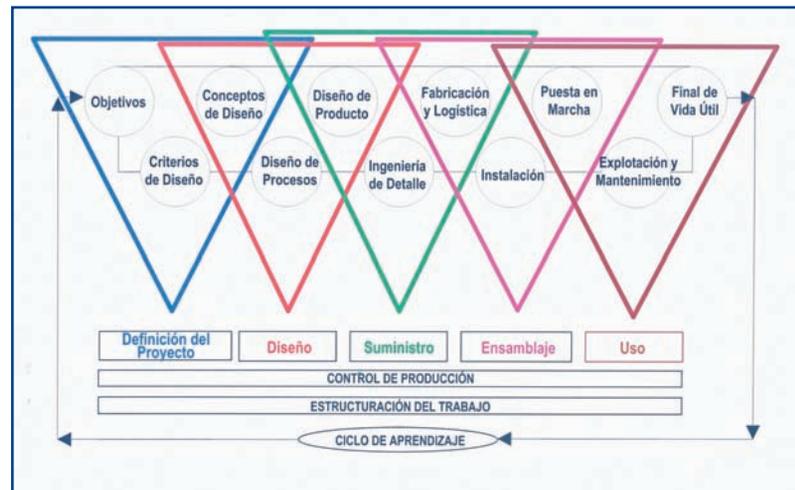


Fig. 1. Modelo LPD (Ballard 2000b).

- El control del proyecto tiene una función ejecutiva, en oposición a la clásica de detección a posteriori.
- La optimización de esfuerzos se centran en conseguir un flujo de trabajo fiable, en contraste con el incremento de productividad.
- Las técnicas "pull" (de empuje) se utilizan para manejar el flujo de información y de materiales a través de las redes de especialistas.
- Los resguardos de capacidad y de almacén se utilizan para absorber variaciones.
- Los ciclos de retroalimentación se incorporan en cada nivel, de modo que puedan realizar ajustes rápidos.

El modelo LPD está organizado en cinco fases (definición, diseño, suministro, ensamblaje y uso) que dan cabida a once módulos o etapas: objetivos, criterios de diseño, conceptos de diseño, diseño de procesos, diseño de producto, ingeniería de detalle, fabricación y logística, instalación, puesta en marcha, explotación y mantenimiento y final de vida útil. Al mismo tiempo, cubriendo todas las etapas y fases, se extienden el módulo de control de producción y el módulo de estructuración del trabajo. Además, el módulo de evaluación post-ocupacional une el final de un ciclo con el siguiente generando un aprendizaje por retroalimentación. La descripción gráfica del modelo LPD se muestra en la Figura 1.

El modelo LPD incluye conceptos de gestión que han sido abordados parcialmente en iniciativas anteriores en el mundo de la gestión de proyectos, por ejemplo, el concepto de "partnering" o colaboración estratégica. Puede definirse "partnering" como dos o más organizaciones que trabajan en conjunto para op-

timizar la construcción de una infraestructura, incluyendo su puesta en uso y explotación integral en ocasiones, o bien todo un conjunto de actuaciones que abarquen diversos proyectos relacionados entre sí. El concepto de “partnering” surge en Reino Unido a principio de los noventa (Latham, 1994) con el fin de abordar una modernización del sector de la construcción y hacer frente, por otra parte, a las dificultades de financiación de infraestructuras por parte de las administraciones públicas. Este concepto se ha plasmado en la directiva europea de contratación pública 2004/18/EC por medio de los contratos de colaboración público-privada que amplían la definición de concesión, tanto temporalmente (posibilidad de participar en la fase de viabilidad) como transversalmente (abarcando también escuelas, hospitales, etc.). Sin embargo, LPD incluye este enfoque dentro de un contexto más amplio y global que busca crear las condiciones para que el desarrollo del proyecto sea un proceso de creación de valor y que incluye conceptos como la colaboración y el desarrollo de confianza entre los actores (que también están presentes en el “partnering”), u otros como el aprendizaje y la mejora continua, la optimización global del sistema y no de las partes, la obtención de compromisos confiables, etc. Esto incluye la participación de todos los actores desde las fases más tempranas del proyecto en un proceso de diseño colaborativo con metas de coste y plazo fijadas en conjunto y con esquemas contractuales novedosos que regulan las relaciones entre las partes y permiten que tanto riesgos y recompensas sean compartidos por todos los actores del proyecto.

El Sistema del Último Planificador

La implementación del Sistema del Último Planificador (SUP) es una de las prácticas más divulgadas que ilustran la introducción de “lean construction” en la fase de ejecución, principalmente en empresas constructoras. Este sistema fue desarrollado en Estados Unidos por miembros del *Lean Construction Institute* (Ballard, 1994 y 2000a) y ha tenido una amplia difusión a nivel mundial. El SUP no es una metodología que reemplace o compita con los métodos de redes y camino crítico, si no que los complementa y enriquece. Mientras los métodos de redes manejan el camino crítico, el SUP se preocupa de manejar la variabilidad; mientras los métodos de redes manejan fechas, el SUP maneja flujos

UN EJEMPLO DE APLICACIÓN DEL MODELO LPD

Sutter Health es una organización sin fines de lucro que maneja numerosos hospitales y planes de salud comunitaria, con base en Sacramento, California. En el año 2004 dio inicio a un programa de construcción que contemplaba alrededor de 7 billones de dólares de inversión en construcción, a finalizar en 2012. Para poder llevar a cabo este ambicioso objetivo se desarrolló una estrategia LPD que abordaba en forma coherente las diversas fases de cada proyecto: la producción, la organización y los contratos. Su estrategia puede resumirse en lo que denominan las “cinco grandes ideas” que forman parte de una declaración de principios firmada por los miembros de su equipo de desarrollo de proyectos y por la comunidad de contratistas y proyectistas que les provee con sus servicios. A continuación se describen estas cinco ideas:

1. Colaborar, realmente colaborar, durante el diseño, la planificación y la ejecución del proyecto: Esto requiere la participación de los diversos participantes en las diversas etapas del proyecto.
2. Incrementar la relación entre todos los participantes del proyecto: Se desarrollan las relaciones y la confianza mutua que permita compartir errores y oportunidades de aprendizaje.
3. Considerar los proyectos como cadenas de compromisos: El trabajo de gestión es la articulación permanente de cadenas de compromisos; los líderes deben dar coherencia a las mismas para enfrentar un porvenir incierto, creando el futuro conjuntamente con los participantes del proyecto.
4. Optimizar el proyecto, no las partes: Los proyectos pueden descontrolarse cuando cada gestor ejerce una presión por reducción de tiempos y costes en cada tarea; por ejemplo, presionar por una alta productividad al nivel de tareas puede mejorar el desempeño local pero puede causar perjuicios mayores aguas abajo complicando la coordinación, incrementando los accidentes y otros aspectos que a menudo no son considerados.
5. Acoplar firmemente acción con aprendizaje: La mejora continua de costes, plazos y valor global del proyecto se hace posible cuando los actores del proyecto aprenden de sus acciones; el trabajo puede realizarse de forma que cada actor recibe retroalimentación inmediata de sus acciones respecto a lo bien que cumple con los propósitos y satisface los requerimientos de su trabajo.

de trabajo. La planificación de los métodos de redes generalmente se usa para gestionar contratos mientras el SUP se preocupa de gestionar interdependencias.

Este sistema pretende incrementar la fiabilidad de la planificación y, por tanto, incrementar el desempeño. Para ello, el sistema provee herramientas de planificación y control efectivas aún en proyectos complejos, inciertos y rápidos. En este tipo de proyectos a menudo se argumenta que es “imposible” o una “pérdida de

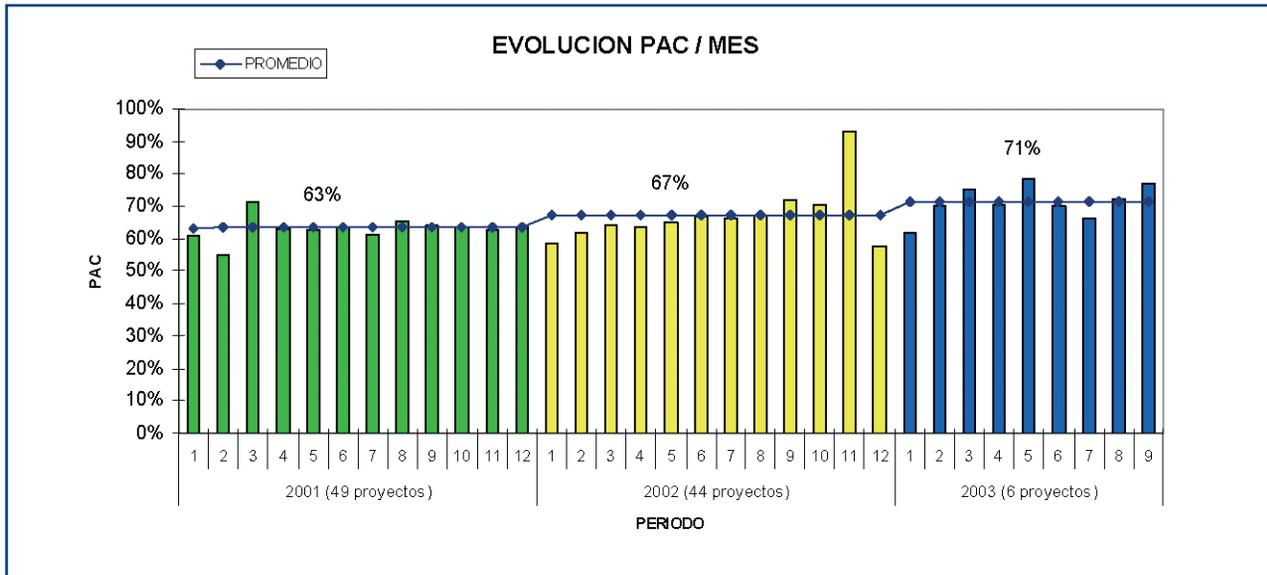


Fig. 2. Evolución del porcentaje de actividades completadas (PAC) por mes y años en diferentes proyectos chilenos (Alarcón et al., 2008).

tiempo" planificar con los sistemas tradicionales debido a la gran incertidumbre que presentan y a la rapidez con que cambian las condiciones que los rodean. El SUP está especialmente diseñado para mejorar el control de la incertidumbre en los proyectos, aumentando la confiabilidad de los planes. Este incremento de la confiabilidad se realiza llevando a cabo acciones en diferentes niveles del sistema de planificación.

En la planificación semanal se debe comprometer sólo el trabajo que sabemos que puede realizarse como una forma de "proteger" a las unidades productivas de la incertidumbre y de la variabilidad. Esto aumenta la fiabilidad del plan incrementando el rendimiento, no sólo de la unidad de producción que ejecuta el plan semanal, sino también de las que ejecutan trabajos posteriores. Los planes de trabajo semanal son efectivos cuando las asignaciones cumplen cinco criterios de calidad: adecuada definición, consistencia o legitimidad, secuencia adecuada, tamaño óptimo y retroalimentación o aprendizaje. Estos criterios, se aplican para seleccionar, secuenciar y dimensionar el trabajo que se incluirá en el plan de trabajo semanal.

El SUP necesita medir el desempeño de cada plan de trabajo semanal para estimar su calidad. Esta medición, que es el primer paso para aprender de los errores e implementar mejoras, se realiza a través del porcentaje de asignaciones completadas; este porcentaje es el número de realizaciones divididas por el número de asignaciones para una semana dada. El porcentaje de asignaciones completadas evalúa hasta dónde el sistema del último planificador es capaz de anticiparse

al trabajo que se hará en la semana siguiente. Es decir, compara lo que se hará según el plan de trabajo semanal con lo que realmente se hizo, reflejando así la fiabilidad del sistema de planificación.

El buen funcionamiento de un sistema de planificación y control de producción como el descrito depende no sólo del sistema en sí, si no del logro de compromisos confiables con la planificación. Este aspecto humano de la planificación es probablemente el responsable por más del 50% de las mejoras que puedan obtenerse por el uso de este sistema. Los involucrados en el proceso de planificación adquieren la obligación de cumplir con las actividades y acciones que les han sido asignadas. Estas obligaciones o compromisos están vinculadas a la realización de actividades dentro del nivel más bajo de la planificación, esto es, en la planificación a corto plazo u operativa.

El impacto de la planificación en el desempeño de los proyectos

El SUP ha sido aplicado con éxito en múltiples proyectos en numerosos países. En una investigación realizada por el Centro de Excelencia en Gestión de Producción de la Universidad Católica de Chile se observó el impacto de la implementación del SUP en numerosos proyectos de ingeniería y construcción en un período de tres años (Figura 2). Antes de su implementación, en la mayoría de los proyectos el cumplimiento de la planificación mostraba un comportamiento errático y

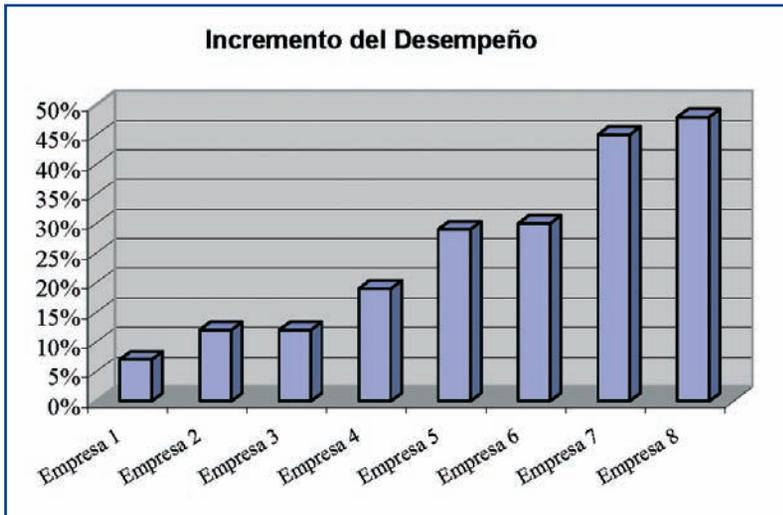


Fig. 3. Mejora del desempeño en diversas empresas chilenas (Alarcón et al., 2008).

un bajo cumplimiento promedio de la planificación semanal, incluso inferior al 50% en algunos casos. Al introducir algunos aspectos muy básicos del SUP, como la realización de reuniones semanales, el control del porcentaje de asignaciones completadas y el seguimiento de la productividad de las actividades, se registraron evoluciones positivas del porcentaje de actividades completadas. Además, incluso en las mediciones más tardías el grado de implementación observado era todavía limitado lo que permitía aseverar que el potencial de mejora era todavía mucho mayor.

Las mejoras observadas en la certidumbre de la planificación fueron acompañadas por mejoras notables de productividad en los proyectos, como muestra la Figura 3 que resume los progresos reportados por 8 empresas que participaron en las implementaciones. Estos resultados fueron mejoras medidas en diversos indicadores de desempeño entre los que destacaban incrementos de productividad de mano de obra cercanos al 50% en los casos más notables.

En muchos proyectos era difícil medir con precisión el impacto por medio de indicadores específicos, por lo que la evaluación del impacto de la implementación involucró también aspectos cualitativos. Al ser consultados por su percepción de los impactos, los gestores de proyectos mencionaron numerosos impactos positivos que se describen a continuación:

- Mejora en la gestión y control del proyecto; los gestores aprecian el orden y la sistematización del proceso de administración del proyecto que les proporciona una sensación de mejor control del proyecto.

- Mayor implicación de los mandos medios gracias a un papel más activo en la gestión del proyecto y su mayor compromiso con la planificación.
- Disminución de pedidos urgentes e imprevistos, que en la mayoría de los proyectos representa inicialmente porcentajes muy altos del total de los pedidos; la disminución de estos pedidos por sí sola puede significar una importante reducción en los costes de los proyectos.
- Percepción, por parte de los administradores, de una mayor productividad de los procesos aunque en algunos casos ésta no pueda ser medida directamente.
- Menores plazos de ejecución de las obras.

En una evaluación más global, ejecutivos de las empresas participantes atribuyen al SUP el agregar mayor certidumbre global al cumplimiento de compromisos de la organización.

Los conceptos de gestión de proyectos vinculados al SUP presentan un enorme potencial para el incremento del desempeño en los proyectos. Las experiencias recientes de implementación demuestran que este sistema es un verdadero motor de la mejora continua de las organizaciones ya que proporciona los elementos y herramientas adecuadas para crear una mentalidad de mejora en los proyectos y lograr que ésta ocurra de forma natural. Los progresos obtenidos en proyectos individuales son notables, sin embargo, el verdadero valor se logra cuando las empresas logran implementar y consolidar estas nuevas prácticas a nivel de toda su organización, creando así una cultura de mejora continua.

Aplicación de la construcción sin pérdidas en España

La filosofía de la construcción sin pérdidas es prácticamente desconocida en España, tal y como puede apreciarse consultando las comunicaciones a los congresos internacionales que organizan el *Lean Construction Institute* (www.leanconstruction.org) y el *International Group for Lean Construction* (www.iglc.net). Únicamente merece la pena destacar la aportación de Carlos Bosch (2003) donde analiza la aplicación de la filosofía y técnicas "lean" a la empresa Dragados. Su trabajo examina diferentes áreas donde la empresa adapta la construcción sin pérdidas como modo de producción sistemático: la tecnificación de

los puestos de trabajo en obra, la participación desde abajo, la planificación desde el programa maestro al programa diario, el trabajo en equipo, la mejora incentivada mediante equipos multidisciplinares, el reconocimiento de la gerencia y la responsabilidad compartida del flujo informativo en toda la cadena de mando. El autor demuestra su aplicación práctica en la empresa mediante un caso real de gran éxito: la fabricación, transporte y colocación del nuevo dique del puerto de Mónaco.

A pesar de esta falta aparente de interés por los nuevos enfoques, la construcción española ocupa uno de los primeros lugares en la industria desde el punto de vista internacional: la facturación de las empresas constructoras españolas en la Unión Europea ronda el 15% de la UE-15 (Seopan, 2007), al tiempo que cuatro empresas españolas figuran entre las cinco líderes mundiales en concesiones de infraestructuras (Ugalde, 2007). Tal vez esta elevada tasa de éxito en los mercados internacionales conduce a las empresas españolas a pensar que no es necesario adaptar otros enfoques de gestión alternativos.

También es posible que las empresas sí que estén poniendo en práctica (aunque sea parcialmente) algunas de las recomendaciones y técnicas de la construcción sin pérdidas, tal y como demostró Bosch (2003) en Dragados, pero no las hacen públicas, bien por la falta de tiempo o bien por no darle pistas a la competencia. En el primer caso, nos encontramos con el clásico problema que aparece en todas las empresas del sector: el día a día impide una reflexión adecuada sobre el pasado (lecciones aprendidas) y sobre el futuro

(planificación e innovación). En el segundo, existe un temor a la divulgación de las buenas prácticas empresariales al pensar que serán imitadas por la competencia (lo que habitualmente se denomina "benchmarking"); normalmente, la publicidad positiva que supone la comunicación del buen hacer empresarial supera el riesgo de "copia", teniendo en cuenta que las noticias o los artículos no son suficientemente explícitos para que puedan servir de modelo.

Desde nuestro punto de vista, para las grandes empresas constructoras la adaptación de los sistemas de planificación de las obras al enfoque "lean" no supondría un esfuerzo excesivo, dado que la mayoría de ellas ya disponen de sistemas de planificación internos. El ejemplo de Dragados (Bosch, 2003) podría servir como guía. La implementación del último planificador supondría una mayor sistematización de las operaciones a todos los niveles, así como la implicación de toda la cadena de mando (desde el capataz hasta el director de departamento) en la planificación continua de las actividades productivas de la empresa.

El futuro, además, presenta la oportunidad de profundizar en el uso y aplicación de los contratos de colaboración público-privada (provenientes del concepto de "partnering") y, de su mano, sería interesante la implementación del modelo LPD basado en la filosofía "lean". No obstante, no conviene olvidar que la construcción sin pérdidas está más enfocada hacia los sistemas y su fiabilidad, mientras que el "partnering" está basado en la comunicación y en la confianza; ambos se enlazan mediante la relación fiabilidad-confianza, en realidad dos caras de la misma moneda. ♦

Referencias:

- 1. Alarcón, L.F. (editor) (1997) "Lean construction". Balkema, Rotterdam.
- 2. Alarcón, L.F.; Diethelm, S.; Rojo, O.; Calderón, R. (2008) "Assessing the impacts of implementing lean construction". Revista Ingeniería de Construcción, 23(1), 26-33.
- 3. Ballard, H.G. (1994) "The last planner". Northern California Construction Institute, Spring Conference, Monterey, disponible en <http://www.leanconstruction.org> (acceso 29/09/2008).
- 4. Ballard, H.G. (2000a) "The last planner system of production control". Tesis Doctoral. University of Birmingham, Birmingham.
- 5. Ballard, H.G. (2000b) "Lean project delivery system". Lean Construction Institute, California.
- 6. Bosch, C. (2003) "Lean construction experience in Dragados". 5th Annual Lean Construction Congress, disponible en <http://www.leanconstruction.org> (acceso 2/08/2008).
- 7. Campero, M.; Alarcón, L.F. (2008) "Administración de proyectos civiles" (3ª edición). Ediciones Universidad Católica de Chile, Santiago.
- 8. Koskela, L. (1992) "Application of the new production philosophy to construction". Technical Report #72. Center for Integrated Facility Engineering, Stanford University, Stanford.
- 9. Koskela, L. (2000) "An exploration towards a production theory and its application to construction". Tesis Doctoral. Technical Research Centre of Finland, Espoo.
- 10. Latham, M. (1994) "Constructing the team". HMSO, Londres.
- 11. Lichtig, W.A. (2006) "The integrated agreement for lean project delivery". The Construction Lawyer, 26(3), disponible en <http://www.mhalaw.com/mha/newsroom/articles.htm> (acceso 29/09/2008).
- 12. Seopan (2007) "Informe anual 2006". Seopan, Madrid.
- 13. The Voice (2007) "It's time for change. Lean project delivery: eliminating construction waste". The Voice, Summer, pp. 14-18.
- 14. Ugalde, R. (2007) "Los españoles coronan el ranking mundial de las infraestructuras". El Economista, 30 de Octubre, p. 9.
- 15. Womack, J.; Jones, D. (1996) "Lean thinking: banish waste and create wealth in your corporation". Simon & Schuster, Nueva York.
- 16. Womack, J.; Jones, D.; Roos, D. (1990) "The machine that changed the world". Harper Perennial, Nueva York.