

LEAN MANAGEMENT Y SU IMPLEMENTACIÓN EN EL SECTOR INDUSTRIAL: FORTALEZAS, DEBILIDADES Y RETOS POR ABORDAR EN EL CONTEXTO DE PRODUCCIÓN COLOMBIANO: UNA REVISIÓN

Lean Management and its implementation in the industrial sector: strengths, weaknesses and challenges to be addressed in the context of Colombian production: a review

Luiz Vicente Ovalles Toledo¹

Recibido: Enero 27 de 2017/Aceptado: Mayo 12 de 2017

RESUMEN

La metodología de gerenciamiento ágil (Lean Management) ha ganado especial relevancia en el sector industrial de Colombia, considerada su aplicación en los procesos de producción nacionales y el desarrollo de estrategias de mejoramiento continuo operacional en miras de dos objetivos principales: minimización de pérdidas de tiempo y costos de operaciones no productivas; y maximización de lucro, mediante el análisis, evaluación y seguimiento de los procesos de producción. La presente investigación trabaja metodológicamente un abordaje bibliográfico, analítico y crítico de los cinco principales sectores con gran participación porcentual del Producto Interno Bruto colombiano y gerenciamiento ágil para cada contexto: el sector alimenticio (Lean Management Food industry), educación y mejoramiento (Lean Management Improve Education), salud (Lean Management in Healthcare), manufactura (Lean Manufacturing) y construcción civil (Lean Construction). A partir de lo anterior, fue elaborada una investigación descriptiva de las principales fortalezas, debilidades y retos en el contexto de producción colombiano y casos de éxito para dichos sectores de la industria. Los resultados obtenidos permiten evidenciar diferentes perspectivas de implementación de la metodología Lean Management y su impacto potencial en aumento del sector industrial en el desarrollo de competencias de productividad, rentabilidad y participación industrial nacional.

Palabras clave: Lean Management, Producción, Industria colombiana, Metodología de calidad.

ABSTRACT

The methodology of agile management (Lean Management) has gained special relevance in the industrial sector of Colombia, considered its application in the national production processes and the development of strategies of continuous operational improvement in view of two main objectives: minimization of time losses and costs of activities that do not add value to the product; and maximization of utility, through the analysis, evaluation and monitoring of production processes. This research methodologically works on a bibliographic, analytical and critical approach to the five main sectors with a large percentage share of the Colombian Gross Internal Product and agile management for each context: the food industry (Lean Management Food Industry), education and improvement (Lean Management Improve Education), health (Lean Management in Healthcare), manufacturing (Lean Manufacturing) and civil construction (Lean Construction). Based on the above, a descriptive investigation of the main strengths, weaknesses and challenges in the context of Colombian production and success stories for these sectors of the industry was prepared. The results obtained show different perspectives of implementation of the Lean Management methodology and its potential impact on the increase of the industrial sector in the development of productivity competences, profitability and national industrial participation.

Keywords: Lean Management, Production, Colombian industry, Quality methodology.

Cómo referenciar este artículo: Ovalles, L. (2017). Lean Management y su implementación en el sector industrial: fortalezas, debilidades y retos por abordar en el contexto de producción colombiano: una revisión. *Ad-Gnosis*, 6(6), 101-118.

1. Licenciado en Administración de Empresas. Doctor en Administración. Profesor Investigador de la Facultad de Contaduría y Administración de la Universidad Autónoma de Sinaloa. Líder del Cuerpo Académico en Consolidación "Gestión Estratégica Facultad de Contaduría y Administración FCA UAS, México". luiz.ovalles@uas.edu.mx

Introducción

El sector industrial colombiano se caracteriza principalmente por su conocimiento empírico en la ejecución de las actividades productivas en los diversos escenarios de operación. El sistema de trabajo de los empleados en las organizaciones está definido por sistemas tradicionales históricos de carencia tecnológica en la ejecución de las actividades de forma que se ven influenciados los factores de producción de las organizaciones. De acuerdo con lo mencionado anteriormente, en Colombia han surgido sistemas de gestión de la calidad que buscan el abordaje de procesos industriales eficientes.

En búsqueda de una solución ante lo anteriormente planteado aparece la metodología Lean Management o administración esbelta, la cual se enfoca en:

el mejoramiento del desempeño de las organizaciones concentrado en la reducción de costos, mejoramiento de la calidad, reducción de tiempos de ciclo, incremento y cumplimiento de las necesidades y expectativas de los clientes, desarrollo de nuevos productos y servicios y gestión de recursos humanos. (Imai, 1988, p.169)

Uno de los pilares de la metodología Lean Management es la concepción de mejoramiento continuo desde el cambio de pensamiento del trabajador: El desarrollo de nuevas estrategias está fundamentada en la experticia y

aplicaciones en el sitio de trabajo que se puedan dar como resultado de buenas técnicas de manufactura en el sector donde desempeñan sus actividades y adicional la optimización del recurso humano, natural y administrativo en el contexto industrial colombiano.

Para impulsar y promover este tipo de pensamiento en los diferentes sectores laborales, un conjunto de docentes e investigadores de la Corporación Universitaria Americana realizaron una investigación descriptiva en relación al abordaje de las fortalezas, debilidades y futuras oportunidades de la metodología *Lean Management* desde los principales campos de acción operacional de Colombia: la industria del sector alimenticio (*Lean Management Food Industry*), educación (*Lean Management Improve Education*), salud (*Lean Management in Healthcare*), manufactura (*Lean Manufacturing*) y el sector de la construcción civil (*Lean Construction*). A partir de lo anterior se construyó un estudio de revisión bibliográfica con la presentación de estudios de caso, ejemplos a nivel internacional y el planteamiento de alguna propuesta de mejora y oportunidad con respecto a las áreas relacionadas.

Mediante la presente investigación descriptiva se busca identificar la potencialidad de cada una de las metodologías y su pertinencia en los diferentes sectores económicos colombianos: 1) Se enfocará en un análisis descriptivo de la industria alimenticia y las herramientas *Lean* aplicadas al interior de dicho sector de estudio. 2) Será resaltada como potencialidad

de mejoramiento la metodología *Lean Education* como estrategia de calidad en el sector académico nacional. 3) La metodología de manufactura esbelta (*Lean Manufacturing*) será expuesta. 4) Abarcará su implementación en el sector de la construcción civil (*Lean Construction*).

1. Manufactura esbelta en el sector alimenticio y servicios (*Lean Management Food Industry*): metodología y abordaje colombiano

Uno de los sectores que aborda una participación representativa en la industria colombiana es el de los alimentos. Las estrategias de administración para dicho sector presentan un comportamiento volátil en cuanto a las estrategias planteadas para el mejoramiento continuo de los procesos internos. Una amplia gama de estrategias organizacionales, tales como “los principios *Lean*, ejecución de sistemas de empaque, dirección de la cadena de abastecimiento, entre otras, representan un papel fundamental en la industria de alimentos” (Twomey, Truemper & Murphy, 2006, pp. 1679-1696).

El principal desafío que enfrenta en la actualidad el sector alimenticio es la normatividad de salubridad y la inocuidad de los procesos operacionales internos. Lo anterior genera como consecuencia “una reestructuración de la metodología de trabajo en las organizaciones y procesos de reingeniería al interior de las plantas industriales, lo cual está enmarcado en costos y gastos adicionales para la organización” (Weinekotter, 2009, pp. 48-50). Como

respuesta a los desafíos anteriores se genera la necesidad de desarrollo de técnicas y metodologías de calidad que se orienten como principal objetivo a minimizar costos y tiempos asociados a las actividades industriales desarrolladas, marco dentro del cual se encuentra la filosofía *Lean Management* enfocada al sector alimenticio, donde la meta principal está enmarcada en (Peña, 2011),

el aumento de la productividad basado en: 1) identificación del valor del producto; 2) identificación del flujo del valor; 3) aseguramiento de flujo continuo de operaciones; 4) Sistemas Kanban en la identificación de oportunidades de mejora al interior de la organización; 5) mejoramiento continuo a partir de la herramienta Kaizen. (Heymans, 2009, p.121; Fliedner, 2010, pp.6-13)

Los factores asociados a incrementos de productividad buscan como primera medida la eliminación de mudas, también conocidas como desperdicios de tiempos en las actividades industriales, los cuales son “aquellos valores que no generan valor para el producto pero se encuentran en el producto como costo y/o gastos dentro del mismo” (Jones, 1996, pp. 93-103). Estos tiempos presentan un carácter determinante en el tiempo de ciclo de los alimentos, debido a los tiempos asociados a los productos perecederos en los procesos industriales. Arora y Kempkes (2008) y White (1999), destacan la importancia de estrategias como *Just in Time* (JIT) y *Make To Order*

(MTO) en la gestión operacional y aumento de la eficiencia y productividad al interior de las organizaciones. Otra de las estrategias implementadas para reducir costos en el sector alimenticio hace alusión a la producción limpia y el desarrollo de procesos logísticos inversos. Christou y Ponis (2008) y Mason (2008), destacan la importancia de un plan estratégico de inventarios basado en la reutilización de herramientas de embalaje, y en los principios de reutilizar y reciclar las mismas.

Los recursos de la metodología *Lean* aplicados al sector de los alimentos se relacionan directamente con las herramientas de inventario y almacenamiento propios de las organizaciones. Para este último, Lamming (1993) y Pil (1996), describen que existen ciertos principios de gestión y administración organizacional que buscan la mejora de la productividad interna en los procesos logístico-operacionales, conocidos también como “los modelos de suministros *Lean*”, los cuales son descritos en la Tabla 1:

Tabla 1. Una visión en general del modelo de suministro *Lean*

Factor	Características del modelo “ <i>Lean</i> ” de inventarios
Naturaleza de la competencia	Competencia entre cadenas de suministro de proveedores. Foco en la competitividad total del flujo de valor. Mercado dependiente: no hay competencia entre los componentes de un sistema logístico. En las asociaciones o estrategias hay alto nivel de confianza, apertura de nuevos mercados y búsqueda de compartir las ganancias.
Decisiones de abastecimiento (Bases)	Suministro único o dual. Relaciones a largo plazo, a menudo de por vida. Los criterios de compra se basan en el máximo beneficio de la red. El número de proveedores es bajo y muy estable. Participación temprana de un proveedor establecido en el proceso de I + D (Investigación y Desarrollo).
Estructura de suministro	Estructura de oferta por niveles.
El papel de los proveedores	Enfoque proactivo para aumentar la competitividad de la cadena logística completa. Niveles altos de innovación de los proveedores tanto en nuevos procesos.
Desarrollo de suministro	Alto nivel de coordinación de proveedores en cada nivel de la oferta estructurada. Los proveedores dentro de los flujos de valor se ven como un grupo; basado en grupos. Herramientas de desarrollo. Un esfuerzo significativo realizado por los clientes en cada nivel para proveedores.
Intercambio de información e interacción	Transparencia en costes, capacidad, etc. Estrategias detalladas dentro de la red de suministros. Interacción frecuente a nivel operativo.
Principios de producción	Just-in-time en tiempo real. Capacidad sincronizada. Flexibilidad operativa capaz de operar con fluctuaciones.

Fuente: Recuperado de Beyond Partnership (1993)

El modelo de suministro *Lean* descrito anteriormente permite identificar las principales características asociadas a las actividades propias del sector alimenticio. El enfoque analizado desde la perspectiva *Lean* permite ilustrar cómo el sistema de optimización de la cadena logística sigue las condiciones de demanda operación “verdaderas” y eficientes en los procesos esbeltos del sector alimenticio (Laming, 1996; MacDuffie, 1997). Un ejemplo de lo anteriormente mencionado es cómo las decisiones acerca de la forma correcta de abastecimiento incluyen cierto tipo de desarrollo e investigaciones que permitan gestionar el espacio disponible para el almacenamiento de las mercancías, analizando estudios previos y control sensorial de los mismos de acuerdo con la demanda relacionada.

El reto a nivel nacional es mayor si se analiza el porcentaje de representación de las Pymes, contribuyendo en un “98,7 % del total de registros disponibles” (Quesada & Arrieta, 2015, pp.2-10), siendo estas las responsables de generación de empleo, producción y movimiento de la economía en gran participación con respecto a la demanda de productos alimenticios. Un caso de estudio es presentado por los autores con respecto a la comida y bebida en la ciudad de Medellín, Colombia, donde se pudo evidenciar que en el sector representan el 96,84 % del total de las compañías registradas a nivel local. Se realizó un análisis investigativo descriptivo en relación a las características propias de las organizaciones de bebidas y comidas de la ciudad de Medellín,

categorizándolas y posicionándolas en uno de los cuatro cuadrantes, descritos a seguir: 1. Organizaciones Productivas; 2. Básico; 3. Vulnerable, incluyendo los atrasados; 4. Organizaciones Prometedoras (ver Figura 1).

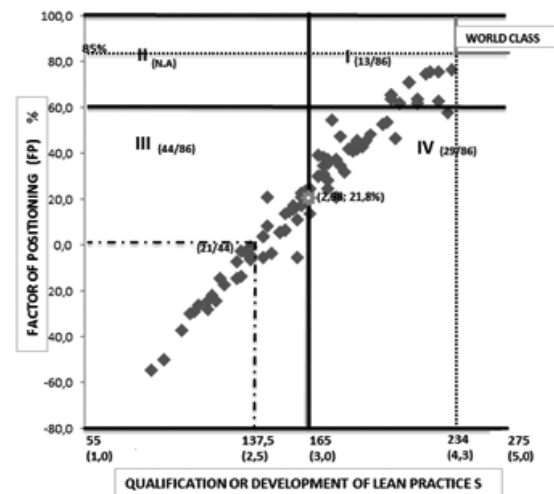


Figura 1. Clasificación de la industria colombiana de alimentos y bebidas en el desarrollo de prácticas *Lean*

Fuente: Quesada y Arrieta (2015)

En la Figura 1 se puede observar que existen cuatro tipos de empresas, las cuales son localizadas en los diferentes cuadrantes de acuerdo con el desarrollo de sus prácticas Lean al interior de sus procesos operativos. Cada una tiene sus propias características, las cuales son:

Empresas del cuadrante 1 (Organizaciones productivas): empresas que posee un factor de posicionamiento mínimo de 60 % y una nota de desempeño *Lean* de 3.0 sobre los procesos productivos. De acuerdo con el estudio realizado por los investigadores, se encontraban 13 de las 86 empresas analizadas, un 15,12 % de la muestra total. Adicional a lo anterior, se

evidencia que ninguna de estas compañías se encuentra en el área de clase mundial, siendo este el área utilizada por las organizaciones que utilizan las “estrategias e instrumentos modernos de administración en cuanto a tecnología y procesos, es decir, cumple con los requerimientos de clase mundial de calidad y especialización” (Chiavenato, 2014).

Empresas del cuadrante 2 (Básicas): organizaciones con factor de posicionamiento entre 60 % y 100 % y desarrollo de prácticas *Lean* entre 1.0 y 3.0. No se encontraron evidencias de este tipo de organizaciones.

Empresas del cuadrante 3 (Vulnerables): presentan como principal característica un máximo de 60 % de posicionamiento o 3.0 en el desarrollo de prácticas *Lean*. Este tipo de compañías “requieren un grado de inversión para la mejora de sus procesos internos” (Suzaki, 1985, pp.10-19; Biazzo, 2000, pp.6-15). Fueron registradas 44 de 86 compañías (51,16 % del total).

Empresas del cuadrante 4: son las que cuentan un desarrollo de prácticas *Lean* más alto de 3.0 pero su factor de posicionamiento es menor del esperado, mínimo de 60 %. Dentro de este rango se encuentran 19 de las 86 compañías (33,72 %).

Como se pudo notar anteriormente, las empresas tienen una gran participación en la implementación de estrategias *Lean* dentro de sus procesos operativos. Sin embargo, existen

en el mercado líderes con procesos estructurados y demanda posicionada que las limita a competir en nichos de mercados limitados (Meredith & McTavish, 1992, pp.63-71). El desarrollo de la metodología *Lean* para el sector alimenticio dependerá de las alianzas estratégicas propias entre las Pymes, gestión tecnológica e innovación, como oportunidad de crecimiento y evolución a nivel nacional e internacional (Meredith, 1992).

2. Análisis de perspectivas de aplicación de la filosofía *Lean* en programas universitarios de Colombia (*Lean Management Improve Education*)

El surgimiento del espíritu reformista de los estatutos universitarios en Colombia, se ha evidenciado principalmente desde finales de los años 60, momento en el cual mediante el plan Atcon, se buscó implantar el modelo norteamericano educativo basado en principios tecnocráticos que de alguna forma están destinados a fortalecer el modelo capitalista en el país (Acevedo Tarazona, 2015). Los esfuerzos se vieron alterados por las disputas idealistas de la época y las tensiones derivadas de un entorno internacional alterado por el grupo de estudiantes franceses en 1968. La educación en Colombia, influenciada por las tendencias mundiales, es constantemente bombardeada por los diversos esfuerzos de diferentes sectores sociales por perpetuar ideales y puntos de vista respecto a cómo debe enseñarse. No obstante, lo curioso es que la mayoría de los cambios y reformas planteados se instalan más dentro de la burocracia y los procedimientos,

y no intervienen significativamente en el acto de enseñar ni en los aspectos estructurales de los niveles curriculares. Ahora, a casi 50 años de la implementación de estos programas, podría sugerirse que se están desarrollando los mismos niveles de aprendizaje o de competencia, pero cambiando las herramientas de apropiación. De esta forma, vale la pena cuestionarse si efectivamente es la herramienta y no el espíritu mismo de quien la utiliza, la que hace que el trabajo sea efectivo y adecuado a las necesidades del momento.

El entorno actual mundial, mediado por la incertidumbre en la información gracias al exponencial crecimiento de la tecnología, provee el caldo de cultivo para cuestionarse acerca del espíritu de la innovación educativa en los programas universitarios y generar situaciones provocadoras de cambio tendientes a la identificación del rol de las universidades en la era tecnológica de cara a la crisis actual del conocimiento. Una opción en este sentido se ha gestado en el entorno industrial desde el análisis de la salida de la crisis de Japón durante los años 1945 y 1975, mediante la estrategia desarrollada por Toyota en su sistema productivo con el *Toyota Production System (TPS)* (Toyota Motor Corporation, 2006). Este se ha estudiado para su aplicación en diversos campos donde fuere posible identificar la analogía con la tríada cliente-producto-empleados bajo la promesa de promover la simplicidad o “esbeltez”, la reducción de “desperdicio” (*muda, mura y muri*) (Frausto Dávila, Topete & Saldaña Valadez, 2015), en los procesos como un

factor determinante del mejoramiento continuo, la búsqueda constante de la excelencia y el avance hacia la acreditación en alta calidad. La filosofía que acompaña a estos planteamientos es conocida como *Lean Thinking* (Womack & Jones, 1996) y para el caso de la relación docente-alumno, *Lean Teaching* (Emiliani, 2015). Respecto a la implementación de esta filosofía en instituciones universitarias, no se han encontrado avances significativos, quizá por el profundo arraigo a los modelos norteamericanos de enseñanza o por la excesiva carga burocrática de las instituciones educativas, que influye en la flexibilidad curricular y la apertura a nuevos espacios de reflexión que orienten el quehacer docente y en general, la metodología de trabajo en el sector de educación superior. Por tal motivo, se identifican los siguientes casos en universidades internacionales para posteriormente proponer algunas aproximaciones en el caso colombiano.

De los casos mencionados en la Tabla 2, se visualiza que la filosofía *Lean* en educación, aunque ha sido aplicada, todavía requiere de un mayor acercamiento y de una comprensión más holística de los procesos implicados en el acto de enseñar, de tal forma que se puedan considerar experiencias significativas y replicables. En la Tabla 3 se presentan conceptos aislados que aplicados, permiten cambios diferenciales que aunque mínimos, darían luz respecto a un acercamiento al concepto *Lean* en el complejo entramado de la enseñanza universitaria.

Tabla 2. Algunos casos de aplicación de la filosofía Lean Thinking en universidades

Universidad	Intervención
Universidad de Wisconsin-Madison	En universidades de Estados Unidos, la aproximación <i>Lean</i> está determinada por la búsqueda de la calidad y el mejoramiento continuo (Dew, 2007). Específicamente, en la Universidad de Wisconsin-Madison, se crea una oficina de mejoramiento de la calidad, se reducen los costos y el tiempo de servicio del proceso de admisión (Hines & Lethbridge, 2008).
Universidad de Cardiff	Se crea el Centro de Investigación en <i>Lean</i> , el cual investiga, aplica y comunica <i>Lean Thinking</i> . Esto ha permitido la constitución de un proceso de acreditación en <i>Lean Thinking</i> . Se busca reducir desperdicio en tiempos de tal forma que se tenga más tiempo para la enseñanza. Para tal efecto se propuso el centro de investigación junto con una misión y visión para toda la organización en la búsqueda de la mejora continua (Araújo, 2011).
Universidad de Jiao Tong	Con la inclusión de la metodología <i>Lean</i> se buscó promover el dinamismo en el trabajo de tal forma que los actores del proceso fueran innovadores en búsqueda de la perfección. Para este caso vale la pena resaltar que los cambios emergían lentamente y hubo resistencia al concepto de clientes propuesto desde el desarrollo de la metodología (Hines & Lethbridge, 2008).
Instituto Politécnico Rensselaer de Connecticut	Se enfocó en el mejoramiento de la relación entre la administración curricular y lo que se enseñaba. Este cambio genera confort en los estudiantes, pero sería un cambio provisional, puesto que la voluntad administrativa no favoreció la continuidad del proceso (Emiliani, 2004).
Universidad de St. Andrews	Utilizando como principios fundamentales la mejora continua y el respeto por las personas, se enfocaron en eliminar actividades que no contribuían a los procesos de investigación o enseñanza (University of St. Andrews Lean Team, 2011).
Universidad de Oklahoma	Se detectaron problemas de resistencia al cambio, contratación poco eficiente, falta de inversión y niveles escalas de salario.

Tabla 3. Lean aplicado a cursos

Concepto Lean	Definición	Posible ejemplo en educación
Proceso celular	Organizar el trabajo en un proceso secuencial de tal forma que se reduzca el desperdicio y se agregue valor.	El contenido de cursos y la secuencia de ellos está bien organizada (administración curricular).
Despliegue de políticas	Planeación estratégica del proceso de planes de mejoramiento y evaluaciones que motiven a los empleados a tomar acción y analizar situaciones.	El <i>syllabus</i> incluye propósito del curso, objetivos, actividades y resultados esperados de cada reunión de clase junto con rúbricas y tareas bien definidas.
Flujo	Serie de pequeños pasos consistentes que crean materiales y objetos al mismo tiempo.	Desarrollo de unidades de contenido incorporando realimentación del curso para cada unidad.
Just in Time (JIT)	Producción y envío de material solo cuando sea absolutamente necesario al siguiente proceso.	Proveer realimentación de proyectos para discusiones en la siguiente clase.
Kaizen	Proceso estructurado de mejoramiento continuo.	Realimentación para el mejoramiento del curso.
Mapeo de la cadena de valor	Una representación visual del material y flujo de información desde el proveedor al cliente.	Representación visual del <i>syllabus</i> del curso para representar información o flujo de información para enfocar al estudiante en oportunidades de aprendizaje y criterios de desempeño.
Poka-yoke	Mostrar errores para evitar los mismos errores.	Estandarización de <i>syllabus</i> , seguimiento a cursos.
Eliminación de desperdicio	Eliminar desperdicio que genera costo pero no valor real en toda la cadena de valor.	Establecer criterios de desempeño, objetivos de aprendizaje y expectativas del instructor al inicio.

Fuente: Recuperado de Alagaraja (2010)

3. Manufactura esbelta (*Lean Manufacturing*) y los retos en la industria colombiana: metodología y aplicaciones

El *Lean Manufacturing*, o también llamado manufactura esbelta, es un grupo de herramientas introducidas a la producción en Japón, del autor Taiichi Ohno. Sin embargo, el término “Manufactura esbelta” o “Lean”, nace del autor y creador James P. Womack en los años 90, como resultado de una investigación del MIT sobre comportamientos operacionales productivos en Japón. Esta investigación, que tuvo una duración de cinco años, buscaba mostrar cómo la administración, los trabajadores de las líneas de producción y referentes de materias primas podían optimizar los procesos productivos con baja en tiempos de ci-

clo, minimización de costos, aumento de eficacia de entrega y mejorando la capacidad de las plantas sin aumentar el consumo de recursos (Monge, Cruz & López, 2013). Esta metodología se enfoca básicamente en la filosofía del mejoramiento continuo y de la productividad, buscando identificar las actividades que le generan valor al cliente, centrando su esfuerzo sobre estas, y eliminar o reducir aquellas actividades que no lo generan. Esto, como una forma de reducir los desperdicios en los procesos.

Entendiendo los desperdicios como actividades que consumen más recursos de los requeridos (Escaida, Jara & Letzkus, 2016), algunas de las causas de desperdicios en los procesos productivos, son:

Tabla 4. Ejemplos de causas de desperdicios en los procesos productivos

Factor	Descripción
Tiempo	Los desperdicios por tiempo corresponden al tiempo innecesario o adicional atribuible a una secuencia de trabajo o un proceso ineficiente. Estos tiempos se pueden eliminar o mitigar mediante el rediseño del proceso.
Inventarios	Los desperdicios por inventario son resultado de una política ineficiente de inventarios. Son características de procesos de producción que no son continuos.
Procesos	Los desperdicios asignables a los procesos se presentan cuando a un producto o servicio se le adicionan actividades no productivas.
Transporte	Son los desperdicios producto de manipulación y/o transporte innecesario de materiales, productos, máquinas y herramientas.
Movimiento	Corresponde a los movimientos que se efectúan, pero que no se requieren para completar una operación o actividad.
Defectos	Son los desperdicios más comunes en la industria manufacturera y corresponden al trabajo extra que debe realizarse y/o el material extra que debe usarse, como consecuencia de no haber realizado las actividades correctamente a la primera vez.
Exceso de producción	Consiste en hacer más de lo requerido. Este tipo de desperdicios se relaciona con los de inventarios, procesos y defectos.

El principal aporte de esta metodología a las organizaciones es lograr que todos los entes involucrados en el sistema de producción de la empresa, desde la dirección hasta la parte operativa, sean conscientes de la necesidad de aplicar una combinación de diferentes técnicas y metodologías de mejoramiento de procesos y operaciones como un método de obtención de supervivencia de la compañía en el tiempo. Y que este proceso no es estático, dado que ni las organizaciones, ni los procesos, ni el mercado, son estáticos en el tiempo, por lo tanto, este proceso, además de ser sistemático, debe evolucionar permanentemente (Escaida, Jara, & Letzkus, 2016; Cua, 2000).

Lee y Ebrahimpour (1984), sugieren que la aplicación de la metodología *Lean Manufacturing* requiere la integración de los trabajadores en métodos de solución de problemas que surgen del día a día de los procesos. Una forma de identificar estos problemas es registrando las observaciones que sobre los procesos, máquinas y herramientas tengan los empleados en el normal desarrollo de sus actividades. Lo primero que se debe hacer a la hora de implementar la metodología *Lean Manufacturing* en los procesos de cualquier organización es realizar un diagnóstico de los procesos, como una forma de identificar fuentes de mejora. De acuerdo con Hay (1988), algunas de las preguntas que se deben responder durante este diagnóstico son: 1) ¿Cómo es posible mejorar el proceso de producción actual de la compañía?; 2) ¿Cuáles son los principales clientes, y cuáles son sus requerimientos?; 3) ¿Cuáles

son los procesos que inciden en la producción del bien o el servicio?; 4) ¿Se ajustan estos procesos a los requerimientos del cliente?; 5) ¿Cuáles son las causas de los problemas que generan las bajas en producción?; 6) ¿Cuáles son las posibles causas y efectos de estos problemas?; 7) ¿De qué manera se pueden eliminar o mitigar estos problemas?

Luego de realizar este diagnóstico, teniendo en cuenta el proceso y las causas de desperdicio identificadas, se debe seleccionar la/las técnicas de mejoramiento adecuadas, que permitan eliminar o mitigar las causas de desperdicio presentes en dichos procesos. Dentro de las herramientas usadas en la metodología *Lean Manufacturing* están: el Diagrama de Flujo de Valor (*Value Stream Mapping*, VSM), TPM (Mantenimiento Productivo Total), equipos de mejora, metodología seis sigmas, metodología justo a tiempo, fábrica visual, metodología de las 5's y Kaizen (Escaida, Jara & Letzkus, 2016; Koufteros, 1998).

Como factor de mejoramiento de sus procesos productivos internos, las empresas colombianas han optado por determinar como estrategia de mejoramiento continuo el *Lean Manufacturing* al interior de sus operaciones. Una de las herramientas que les ha permitido lograr los niveles de productividad deseados y mantenerlos en el tiempo ha sido la metodología *Lean Manufacturing*. En la Figura 2 se muestran algunas de las empresas pioneras en la aplicación de la metodología *Lean Manufacturing* en Colombia:

Empresa	Herramientas							
	SS	Kaizen	TPM	Fábrica Visual	Kanban	Poka Yoke	Smed	Six Sigma
Electroporcelanas Gama	X	X	X	X		X	X	X
Sofasa	X	X	X	X	X	X	X	
Vestimundo	X			X		X	X	
Grupo mundial								X
Colcafe	X		X					
Compañía Nacional de Chocolares	X		X	X				
New Stetic			X					
Noel	X		X	X				
Zenu	X		X	X				
Incolmotos	X		X	X			X	
Grival			X	X	X			X
Forsa S.A.			X		X			
Cervecería Unión	X	X		X				
Grupo Corona	X	X	X					X
Procter & Gamble			X	X				

Figura 2. Lista de organizaciones fundadoras de estrategias Lean Nacionales

Fuente: Arrieta, Romano y Botero (2010)

Nota: Las X indican la herramienta que las empresas han trabajado más. Aplicar una herramienta no implica no aplicar las otras

En la Figura 2, se muestran algunas de las empresas organizaciones fundadoras de estrategias *Lean* a nivel Nacional. En dicha figura en las filas se listan las empresas, mientras que en las columnas se muestran las herramientas de la metodología *Lean*, las "X" indican que la empresa fue pionera en la aplicación de la herramienta que se muestra en la columna.

Por otro lado, Arrieta, Muñoz, Salcedo y Sossa (2011), se enfocan en revisiones bibliográficas que buscaban aplicar la metodología *Lean Manufacturing* en Colombia. Este estudio se centró en analizar tesis y proyectos de grado en el período 2006-2010. Finalmente, se muestran los resultados: de las tesis analizadas, el 38 %

corresponden a tesis de pregrado, mientras que el 6 % a tesis de posgrado. Del 56 % restante no se obtuvo información sobre el nivel de formación asociado a estas.

De acuerdo con la figura anterior, de las herramientas metodológicas de la filosofía *Lean*, la más usada fue la SMED (*Single Minute Exchange of Die*, también conocida en español como "cambio de matriz en menos de 10 minutos") con un 36 %; la segunda herramienta más usada fue la metodología seis sigmas con un 28 %, les sigue de cerca la metodología de las 5'S. En el caso de aplicación industrial, el sector donde mayor aplicación se evidenció fue el automotriz, con un 19 %, le siguen el sector de ali-

mentos con un 17 %, luego está el sector salud y servicios. Mientras que un 21 % corresponde a otros sectores (ver Figura 3).

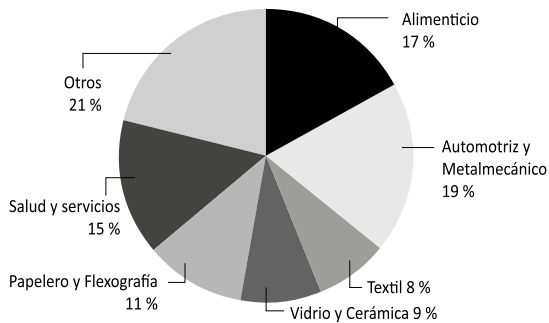


Figura 3. Número de tesis por sector industrial
Fuente: Arrieta, Muñoz, Salcedo y Sossa (2011)

A la hora de investigar sobre la aplicación de la metodología *Lean Manufacturing* se presenta el inconveniente de que existe poca información disponible en fuentes públicas sobre su aplicación en las industrias colombianas, debido entre otras cosas a que las empresas son muy celosas con la información. Otros autores no ceden derechos, lo cual contribuye a que sea poca la información a la que se tiene acceso y a que no esté muy actualizada. Como consecuencia, múltiples retos y desafíos son abordados por las organizaciones colombianas en la procura de atención de los requerimientos propios de los clientes, utilizando el poco recurso disponible en material académico y prácticas profesionales de la Manufactura Ágil, importante en la aplicación de operaciones de logística y transporte de mercancías y la producción de las mismas a nivel nacional.

Dada la gran variedad de productos que ingresan al país a bajos precios, producto, entre otras cosas, de los acuerdos comerciales suscri-

tos con otras economías, las industrias colombianas tienen el reto de lograr tener procesos de producción eficientes, que permitan lograr la mayor productividad con costos bajos. Adicionalmente, se requiere que no solamente se produzca más y barato, sino que los productos respondan a la demanda de los consumidores. En este sentido, las técnicas y herramientas de la metodología *Lean Manufacturing* les permitirán a las empresas mejorar la productividad y convertirse en empresas de clase mundial, dado que el Lean Manufacturing,

como filosofía busca que los procesos se revalúen constantemente para lograr la mejora continua de tal forma que se satisfagan las necesidades de los clientes, entendiendo que estas necesidades se revalúan constantemente por influencia de algunos factores como los cambios tecnológicos, la innovación en materiales, cambios sociales y culturales, entre otros. (Osterman, 1994, pp.173-188; Moch, 1976, pp. 661-674)

El gran reto de las empresas colombianas es adaptarse al comportamiento mercantil y demanda de consumidor y en este sentido, la metodología *Lean Manufacturing* puede aportar enormemente, dado que son pocas las empresas que usan este tipo de metodologías como filosofía.

4. Construcción ágil (*Lean Construction*) en el sector civil colombiano: caso de estudio

La metodología ágil en el sector civil, también conocida como la metodología *Lean Construc-*

tion, ha ganado un lugar especial en la metodología de trabajo de las diferentes actividades del sector constructivo nacional. Este tipo de metodología (*Lean Construction*) tiene sus raíces en los procesos productivos japoneses y la filosofía *Lean Management*, el cual tiene como objetivo “optimizar la calidad de sus procesos productivos a partir de la mejora constante de las operaciones en el trabajo y la eliminación de gastos innecesarios que se puedan presentar en recursos naturales, humanos y empresariales” (Ohno, 2000, pp.21-46).

La evolución y adaptación de este tipo de tecnología a los modelos constructivos colombianos se da gracias al grupo investigativo GESCON-Gestión en la construcción, perteneciente a la Universidad EAFIT de la ciudad de Medellín, Colombia. Este equipo de trabajo, en conjunto con CAMACOL (Cámara Colombiana de Construcción), se presentan como fortalezas de desarrollo tecnológico y académico en la gestión de la metodología *Lean* y en conjunto realizan la tarea de transformar el pensamiento de manufactura ágil implementado en Toyota, el cual está basado en procesos productivos, en herramientas asociadas a las actividades constructivas propias del sector civil colombiano, enfocada en actividades constructivas, siendo denominado finalmente como *Lean Construction*, el cual establece como meta el desarrollo de dos principios: el análisis y determinación de tiempos no productivos en el sector civil y la correcta gestión de la planificación de las actividades constructivas (*Last Planner*).

Una de las principales debilidades en el sector de la construcción civil colombiana es la generación de actividades que no generan valor en la transformación de recursos en el producto final, siendo en este caso el inmueble. De acuerdo con Koskela (1992) y Oglesby, Clarkson, Parker & Gregory (1989), el uso no controlado en cuanto a consumo de materiales dentro de los proyectos de construcción es de 10 % y el flujo de trabajo de los empleados (desplazamientos innecesarios) presenta una ineficiencia del 36 %. Situación similar ocurre en el entorno nacional y, de acuerdo con Vertel (2009), un diagnóstico inicial concluye que la falta de instrucción a los trabajadores (71 %) y carencia de materia prima necesaria para los procesos constructivos (29 %), se presentan como las dos principales falencias en las actividades analizadas al interior de los proyectos de construcción nacionales. Para solucionar lo anteriormente mencionado, la filosofía *Lean Construction* analiza desde su primera instancia las pérdidas de tiempos y las categoriza de acuerdo a criterios definido. A seguir se establece una medición de tiempos de las principales actividades constructivas y se genera una categorización de acuerdo con las evidencias de tiempos no productivos generados (Botero, 2008). Finalmente, se define un plan estratégico de mejoramiento continuo de estas actividades que no generan valor y su transformación en tiempos productivos que contribuyan a la productividad y eficiencia de los proyectos de construcción civil colombianos.

Un segundo abordaje en la Construcción Ágil está enmarcado en la administración, desarrollo, seguimiento y mejoramiento de la planeación de las actividades constructivas. Esta metodología, también conocida como el último planificador (*Last Planner*) es “un sistema planificador en la gestión colaborativa de la red de comunicaciones y relaciones demandados por el departamento administrativo con el objetivo de programar, producir y ejecutar los proyectos de construcción civil asociados” (Mossman, 2005). Dentro del marco civil colombiano, la metodología está encuadrada en la interacción de dos instrumentos de medición: el planificador semanal y el planificador intermedio.

De acuerdo con Cullen (2005) y Álvarez (2007), el instrumento de planificación semanal (gráfico izquierdo) es el responsable de definir las actividades a ser ejecutadas por los encargados (contratistas) en los proyectos de construcción en un plazo máximo de una semana. La definición de estos indicadores está asociada al avance de la obra y los requerimientos propios de planificación y entrega del proyecto (fecha de entrega final). En un primer paso el contratista, de acuerdo con su alcance operativo, define la meta semanal que desea cumplir (comprometido) y el administrativo del proyecto define si es acorde al ritmo y avance necesarios en el proyecto de construcción y llegan a un acuerdo de trabajo. Al concluir la semana, se evalúa (alcanzado) el porcentaje de cumplimiento de esta meta y se lleva un registro y control mensual. En caso de

que el cumplimiento no sea alcanzado en su totalidad, se evalúan las causas de no cumplimiento asociadas y se genera un reporte por mes de las mismas con su respectivo plan de acción para el mejoramiento de estas. Como resultado se puede afirmar que este tipo de control en la planificación semanal descrito anteriormente abre la oportunidad para la formalización del trabajo en el sector civil, con la definición cuantificable de las actividades constructivas y la ejecución en un periodo de tiempo determinado.

Como apoyo al proceso de planificación semanal se encuentra el planificador intermedio (gráfico derecho), cuyo objetivo es “definir las actividades para los responsables administrativos de la organización con el objetivo de dar continuidad y flujo de operación a las actividades de construcción civil desde el área administrativa” (Ballard, 1997, pp.635-646; Jorgensen & Emmitt, 2006, pp.383-398). Este planificador está definido en un horizonte de tiempo de cinco a seis semanas de frecuencia.

Este tipo de metodologías de mejoramiento continuo, como es el caso de la Filosofía de Construcción Ágil, está enmarcada en la gestión organizacional y operacional de las actividades de construcción en la industria civil mundial. En el contexto colombiano, la implementación de estrategias de mejora en los procesos operativos del sector demanda la oportunidad de suplir una necesidad específica y es la formalización y estructuración del sector civil colombiano por medio de herra-

mientas ingenieriles de calidad, como lo es la presente metodología de trabajo. Su correcta implementación dependerá del nivel de aceptación y sentido de pertenencia de trabajo de los trabajadores en la empresa y su articulación con los ejes externos que se adecuan a las necesidades propias de cada proyecto (contratistas, proveedores, transporte, etc.).

Conclusiones y recomendaciones

El cambio de comportamiento de los trabajadores en la ejecución del gerenciamiento ágil requiere una cultura organizacional de los principales participantes y responsables del proceso. Una de las técnicas utilizadas es la capacitación constante de los trabajadores en el nuevo sistema de gestión de calidad enfocado bajo esta metodología al interior de cada uno de los departamentos operativos de producción de las organizaciones.

El pensamiento *Lean* tiene como característica reflejar una transparencia en los procesos operacionales de las diferentes industrias. Uno de los factores relevantes en el presente proceso es que las partes que intervienen dentro de la organización conozcan y entiendan la administración ágil como complemento de valor agregado de los procesos a partir de agentes motivacionales, plasmados en indicadores de desempeño de las actividades laborales y planes de reconocimiento por meritocracia en el trabajo. Lo anterior permite una identificación de las principales falencias en los puestos de trabajo y una promoción de compromiso,

proactividad y participación grupal dentro de la empresa.

Es importante definir en el proceso de implementación del pensamiento *Lean* la integración y acompañamiento de dos tipos de conocimiento: El conocimiento tácito a partir de la experiencia, divulgado por los trabajadores al interior del área de trabajo en la organización y los conocimientos específicos a partir del estudio de nuevas e innovadoras estrategias de operación en la industria por parte de los nuevos profesionales entrantes. Lo anteriormente planteado permitirá lograr la gestión administrativa de los procedimientos y procesos ingenieriles y mejoras en el desempeño de cada uno de estos.

Agradecimientos

Un agradecimiento muy especial para los profesores del programa de Ingeniería Industrial y de Sistemas de la Corporación Universitaria Americana y a los docentes de Ingeniería Industrial de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia-UNAD, a personas que contribuyeron para la construcción del presente trabajo con sus valiosos aportes en el nivel detallado descriptivo de la presente investigación.

Referencias

Acevedo Tarazona, Á. (2015). Educación, reformas y movimientos universitarios en Colombia: apuestas y frustraciones por un proyecto modernizador en el siglo XX. *Revista de Estudios Sociales*, 102-112.

- Alagaraja, M. (2010). Lean Thinking as applied to the adult education environment. *International Journal of Human Resources Development and Management*, 51-62.
- Álvarez, M. (2007). Aplicación de Lean Construction en la toma de datos. *Revista Universidad EAFIT*, 62-77.
- Araújo, P. (2011). "Universidades Lean": Contribución para la reflexión. *Revista de Educación Superior*, XL(160), 135-154.
- Arora, V. & Kempkes, M. (2008). Industry perspective and roles. *Food Science and Technology International*, 455-457.
- Arrieta, J. G., Romano, M. J. & Botero, V. E. (2010). Benchmarking about Lean Manufacturing in the Textile Sector in Medellín. *Journal of Economics, Finance and Administrative Science*, 141-170. Retrieved from <https://repository.eafit.edu.co/handle/10784/5007#.WZpQ5D-6GPiV>
- Arrieta, J. G., Muñoz, J. D., Salcedo, A. & Sossa, S. (2011). *Lean Manufacturing Implementation in Colombian Industry. Literature Review of Thesis*. Medellín: 9th Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology.
- Ballard, G. (1997). look ahead planning. *5th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, IGLC-5*.
- Biazzo, S. (2000). The assessment of work organization in lean production: the relevance of the worker's perspective. *Integrated Manufacturing System*, 6-15.
- Botero, L. (2008). Lean Construction: Construcción sin pérdidas, análisis de procesos y filosofía lean construction. Cuaderno de Investigación. Publicaciones, ponencias, patentes, registros y emprendimientos. *Legis*, 124-178.
- Chiavenato, A. (2014). Iniciación a la organización y técnica comercial. *Organizaciones de Alto Desempeño*, 1-8.
- Christou, I. & Ponis, S. (2008). Enhancing traditional ATP functionality in open source ERP systems: a case study from the food and beverages industry. *International Journal of Enterprise*, 18-33.
- Cua, K. O. (2000). A theory of integrated manufacturing practices relating total quality management, just-in-time and total productive maintenance. *A Dissertation Thesis from University of Minnesota*.
- Cullen, P. (2005). The application of lean principles to in-service support: A comparison between construction and the aerospace and defence sectors. *Ean Construction Journal*, 87-104.
- Dew, J. (2007). Quality goes to college. *Quality goes to College*, 40(4), 45-50.
- Emiliani, M. (2004). Improving business school courses by applying Lean principles and practices. *Quality Assurance in Education*, 12(4), 175-187.
- Emiliani, B. (2015). *Lean Teaching: A guide to become a better teacher*. Connecticut: CLBM, LLC.
- Escalda, I., Jara, P. & Letzkus, M. (2016). Mejora de procesos productivos mediante lean manufacturing. *U. T. Chile, Ed.*, 26-55.

- Fliedner, G. (2010). Sustainability: the new lean frontier. *Inventory Management*, 6-13.
- Frausto Dávila, C. A., Topete, G. E. & Saldaña Valadez, A. M. (2015). La Metodología Lean como auxiliar en el desarrollo de competencias educativas y laborales. *Revista Electrónica ANFEI Digital*, 1-13.
- Hay, E. (1988). *The Just-in-Time Breakthrough: Implementing the*. Wiley.
- Heymans, B. (2009). Lean manufacturing and the food industry. *European-Food-Scientist*.
- Hines, P. & Lethbridge, S. (2008). New Development: Creating a Lean University. *Public Money & Management*, (1), 53-56.
- Imai, M. (1988). "JIT/Toyota Production System Seminar" and "Basics of Kaizenw Seminar". *The Kaizenw Institute of America*.
- Jones, D. (1996). *Lean thinking: Banish waste and create wealth in your corporation*. Free Press.
- Jorgensen, B. & Emmitt, S. (2006). *Lost in Transition: The Transfer of Lean Manufacturing to Construction Engineering*. *Construction and Architectural Management*, 383-398.
- Koskela, L. (1992). *Application of the New Production Philosophy to Construction*. Stanford University.
- Koufteros, X. (1998). Developing measures of time based manufacturing. *Journal of Operations Management*, 21-41.
- Lamming, R. (1993). *Beyond Partnership. Strategies for Innovation and Lean Supply*. Hemel Hempstead. Prentice-Hall.
- Lamming, R. (1996). Squaring lean supply with supply chain management. *Journal Operations Prod. Management*, 183-196.
- Lee, S. & Ebrahimpour, M. (1984). Just-in-time production system. *International Journal of*, 3-15.
- MacDuffie, J. (1997). Creating lean suppliers: diffusing lean production throughout the supply chain. *Calif. Manage. Review*, 118-151.
- Mason, R. (2008). Lean and green supply chain mapping :adapting a lean management tool to the needs of industrial ecology. *Prog. Ind. Ecol. Int. Journal*, 302-324.
- Meredith, J. (1992). Organized manufacturing. *Long Range Planning*, 63-71.
- Meredith, J. & McTavish, R. (1992). Organized manufacturing for superior market performance. *Long Range Planning*, 63-71.
- Moch, M. (1976). Structure and organizational resource allocation. *Administrative Science Quarterly*, 661-674.
- Monge, C., Cruz, J. & López, F. (2013). Impact of Lean Manufacturing, Sustainable Manufacturing and Continuous Improvement on Operational Efficiency and Environmental Responsibility in Mexico. *Información Tecnológica*, 15-32.
- Mossman, A. (2005). Last Planner overview: collaborative program coordination. *Lean Construction Institute*, 24-67.
- Oglesby, F., Clarkson, H., Parker, H. & Gregory, H. (1989). *Productivity Improvement in Construction*. 11-25.

- Ohno, T. (2000). El sistema de producción Toyota: más allá de la producción a gran escala. *Gestión*, 21-46.
- Osterman, P. (1994). How common is workplace transformation and. *Industrial and Labor Relations Review*, 173-188.
- Partnership, B. (1993). *Strategies for Innovation and Lean Supply*. Hemel Hemp Hempstead. Prentice-Hall. Reprinted with permission.
- Peña, C. (2011). Impacto de las nuevas tecnologías de la computación en el ámbito del Derecho. *Pensamiento Americano*, 4(7), 9-15.
- Pil, F. (1996). The adoption of high-involvement. *Industrial Relations*, 423-455.
- Quesada, M. & Arrieta, J. (2015). Study of the Application of Lean Manufacturing Techniques in Medellin Baking Industry. *EAFIT University*, 1-10.
- Suzaki, K. (1985). Japanese manufacturing techniques: their importance to US manufacturers. *Journal of Business Strategy*, 10-19.
- Toyota Motor Corporation (2006). *Toyota traditions*. Retrieved from www.toyota.co.jp
- Twomey, K., Truemper, A. & Murphy, K. (2006). A portable sensing system for electronic tongue operations. *Sensors*, 1679-1696.
- University of St. Andrews Lean Team (2011). *Becoming Lean: Pocket Guide*. Retrieved from <http://www.st-andrews.ac.uk/media/BecomingLean%20%282%29.pdf>
- Vertel, K. (2009). *Implementación de las herramientas de medición de pérdidas y planificación semanal (last planner) una obra piloto de la empresa MARVAL S.A., bajo la metodología de lean construction*. Facultad de Ingeniería Industrial. Escuela de ingenierías y administración.
- Weinekotter, R. (2009). Compact and efficient continuous mixing processes for production of food and pharmaceutical powders. *Trends in Food Science and Technology*.
- White, R. (1999). JIT Manufacturing: a survey of implementation in small and large US manufacturers. *Management Science*, 1-15.
- Womack, J. & Jones, D. (1996). *Lean Thinking*. New York: Simon & Schuster.