

**IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA LEAN CONSTRUCTION EN LA
CONSTRUCCIÓN DE PROYECTOS DE VIVIENDAS**



AUTOR

ERIKA TATIANA GOMEZ RIOS

Ensayo presentado como requisito para optar al título de:

INGENIERO CIVIL

Director:

CARLOS ANDRES GAVIRIA MENDOZA

UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA

FACULTAD DE ESTUDIOS A DISTANCIA

PROGRAMA INGENIERIA CIVIL

BOGOTÁ, 31 ENERO 2022

IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA LEAN CONSTRUCTION EN LA CONSTRUCCIÓN DE PROYECTOS DE VIVIENDAS

Palabras claves: Gerencia, proyectos, mejora continua, procesos, construcción.

RESUMEN

En el sector de la construcción, los proyectos de vivienda acogen la mayor cantidad de capítulos y tareas a ejecutar dentro de los proyectos de construcción, es por eso, que tener un control en los procesos permite llegar al producto final que es la entrega a satisfacción del cliente, y el cumplimiento de las metas de todos los participantes de cada proyecto. La mejora continua permite a las compañías obtener resultados positivos en cuanto a los diferentes procesos y la reducción de los costos en los mismos, es por eso por lo que cada vez se tiene en cuenta la implementación de las diferentes metodologías de mejora continua como Lean Construction; este ensayo se centra en la investigación de la implementación de esta metodología y su impacto en la industria de la construcción y en proyectos de vivienda con el fin de cumplir con los objetivos propuestos en cada etapa en la ejecución de los proyectos y establecer una determinada herramienta a implementar para llegar al resultado esperado.

ABSTRACT

In the construction sector, housing projects host the largest number of chapters and tasks to be executed within the construction projects, that is why, having a control in the processes allows to reach the final product which is the delivery to customer satisfaction, and the fulfillment of the goals of all participants of each project. Continuous improvement allows companies to obtain positive results in terms of the different processes and the reduction of costs in them, that is why every time the implementation of different methodologies of continuous improvement such as Lean Construction is taken into account; this essay focuses on the investigation of the implementation of this methodology and its impact on the construction industry and housing projects in order to meet the objectives proposed at each stage in the execution of the projects and establish a certain tool to implement in order to reach the expected result.

1. INTRODUCCIÓN

La industria de la construcción se ha enfrentado por muchos años a pérdidas de material, pérdidas de ganancias, incluso se ha evidenciado que grandes proyectos no finalizan sus actividades quedando en el olvido con grandes pérdidas para los constructores inversionistas. Por lo general, se evidencia pérdida de materiales en los proyectos de construcción, asimismo, pérdida en los tiempos de producción, es decir, el tiempo contributivo que permite realizar actividades evitando demoras en la ejecución de las diferentes tareas.

Con la filosofía Lean Construction se pretende entender el propósito de la construcción sin pérdidas a que hace referencia esta filosofía con el fin de minimizar pérdidas y maximizar el valor que cada vez grandes constructoras lo aplican, y con esto minimizar reprocesos que perjudican en el cumplimiento de la programación y presupuesto de los proyectos de obra.

La identificación del proceso a optimizar, permite utilizar herramientas que mejoren estos procesos y se obtengan los resultados esperados; por ejemplo en la construcción de viviendas se evidencia gran desperdicio de material, tiempos no contributivos que afectan los procesos, como tiempo perdido de los trabajadores, la llegada tarde de materiales e incluso el cambio de especificaciones de los materiales, se ha presentado también que desde el diseño de los proyectos en la ejecución el material ya haya salido del mercado en su referencia; todo esto nos permite entender que el objetivo de implementar esta metodología es integrar las áreas que influyen en el proyecto, es decir, desde el diseño hasta las áreas jurídicas y de proyectos. La comunicación entre estas áreas permite atender las problemáticas en tiempos que no afecten la programación de los proyectos, comprendiendo que es un ciclo donde se trabajan en conjunto las áreas influyentes, para esto es muy importante considerar que en el momento de la identificación de los problemas no es conveniente señalar o realizar falsas acusaciones a personas o departamentos, el objetivo es cumplir con las metas en conjunto.

Desde las gerencias se establecen las diferentes reglas a cumplir, pero es importante comprender que una de las grandes características para la ejecución de los proyectos en la versatilidad de los líderes, con la capacidad de responder a los grandes cambios de forma eficiente y eficaz que llevan a modificar procedimientos de trabajo con los que se ha trabajado años atrás.

2. IMPLEMENTACIÓN DE LEAN CONSTRUCTION

La implementación de la filosofía Lean Construction permite a las compañías el mejoramiento de los procesos mediante estrategias de seguimiento de actividades que no generan valor dentro de la ejecución de los proyectos, esto considerando los diferentes tiempos que se reconocen en esta filosofía con el fin de evaluar el desempeño de los operarios y de la compañía, el resultado de estas mediciones permitirá lograr el objetivo de evitar pérdidas en tiempos generando reprocesos y sobrecostos en las diferentes actividades. Este concepto surge por Lauri Koskela en el año 1992 como idea de mejoramiento en las obras contemplando su inicio hasta su ejecución.

El mejoramiento continuo permite llevar una administración en los procesos de las compañías que implementen esta filosofía, teniendo en cuenta las pérdidas que generan las obras de construcción ya sea de materiales, de tiempos y de costos. El concepto que por mucho tiempo en las obras se ha llevado debido a las pérdidas ha sido señalar y responsabilizar áreas, profesionales y contratistas de los reprocesos generados, para esto, el mejoramiento implica la óptima organización en los procesos y el trabajo en conjunto de las áreas participantes en la ejecución de los proyectos.

Los proyectos de vivienda requieren de un trabajo en conjunto que permitan el buen desarrollo de las actividades y el cumplimiento de calidad de los procesos constructivos, es por eso, que es importante analizar las problemáticas en todas las etapas del proyecto, ya que en la mayoría de las constructoras por ser proyectos con el mismo sistema constructivo las especificaciones pueden ser similares por lo que no se atienden a las necesidades del proyecto en específico, perjudicando los tiempos de modificaciones en diseño y disponibilidad de materiales afectando los tiempos de ejecución de las actividades.

2.1. Pérdidas en la construcción.

Para la identificación de los eventos que afectan la productividad de los tiempos en construcción se establecen las siguientes pérdidas según Borcharding (1996).

En los proyectos de vivienda se establecen que estas pérdidas pueden variar los tiempos de ejecución de las actividades, asimismo, la identificación de estas permite mediante la planeación determinar las acciones que arrojan un mayor indicador actuando inicialmente sobre la que más afectación genere, así en los demás procesos que se vayan a intervenir es importante iniciar a trabajar de acuerdo al grado de necesidad y afectación, es decir, iniciar a ajustar un proceso generará mayor rentabilidad que actuar en todos los procesos esperando un mejor resultado.

Enfocarse inicialmente en un proceso permitirá la guía para los próximos, por ejemplo, identificar que la mayor pérdida es en traslados de material, se verifica las acciones a tomar como especificar un acopio más cercano a la torre grúa, pluma o carreteable para los trabajadores, evitando un doble proceso en el trasiego de los materiales.

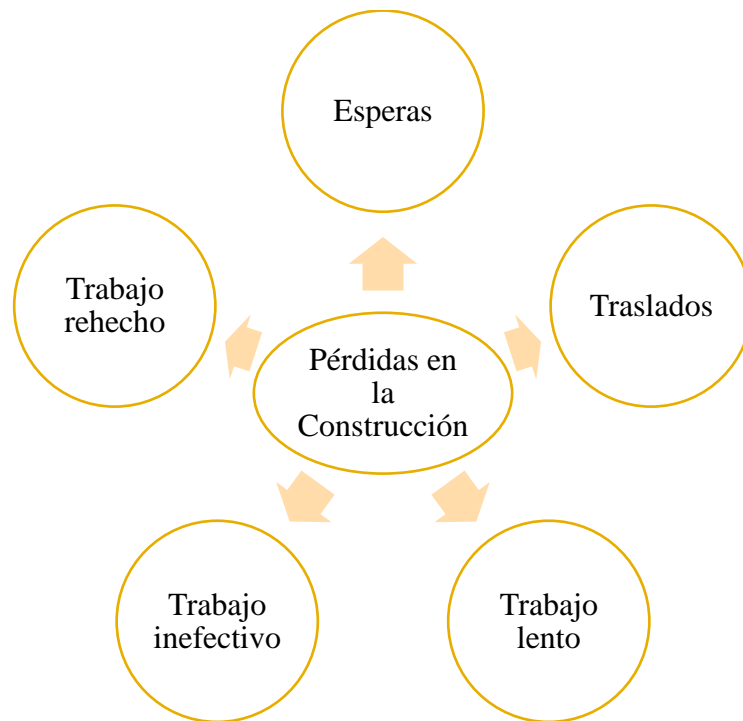


Figura No. 1. Elaboración propia.

2.2. Tiempos

Adicional, encontramos los siguientes tiempos que se identifican y se evalúan con los impactos que se puedan presentar en obra.

Estos tiempos son los siguientes:

Trabajo productivo: Se considera como el tiempo empleado por un operario en ejecutar una actividad específica inherente a la construcción.

Trabajo Contributivo: Es aquel tiempo empleado por un operario para realizar labores de apoyo necesarias para la conversión de materia prima a actividades productivas.

Trabajo no contributivo: Se considera este tiempo como cualquier actividad que desempeñe el operario que no pueda ser enmarcada en ninguna de las anteriores categorías.

2.3. Desarrollo

2.3.1. Plataforma BIM

Una de las grandes ventajas con las que actualmente se trabaja en las obras de construcción es la implementación de plataformas que garantizan un control para la buena ejecución de las actividades y el control de los imprevistos que en el transcurso de los trabajos se pueda presentar, una de la más utilizadas en las obras es la plataforma BIM, esta permite el control del proyecto mediante diferentes herramientas tales como, el cálculo de cantidades, especificaciones de materiales, recorrido en el área destinada y registro de observaciones y las modificaciones a que haya lugar. Estas herramientas ofrecen bastantes beneficios para cumplir con los requerimientos de los proyectos, ya que de una manera más clara y específica se detalla y observa los materiales y elementos estructurales para la ejecución de las obras.

2.3.2. Microsoft Project

Adicional, es importante tener en cuenta que el conocimiento del uso de estas herramientas nos permitirá mayor control en las obras, por ejemplo, otra herramienta importante que gestiona el control de las obras, es el control de la programación mediante el Microsoft Project, al determinar las tareas que arrojan rutas críticas se identifica la actividad y se lleva un control del rendimiento, es decir, si la actividad de pintura arroja ruta crítica en el periodo ejemplo, se analizará los factores que intervienen para el incumplimiento de la programación, estos rendimientos se medirán por las cantidades que según programación tenían para cumplimiento vs las cantidades que realmente ejecutaron, tomando en cuenta la cuadrilla empleada, los materiales y tiempos de alistamiento de las áreas; todo esto, aunque se pueda denominar un paso complejo, permite a la mejora de las actividades encontrando las fallas y actuando sobre ellas.

Día	Rendimiento obtenido por		Cuadrilla Esperada		Cuadrilla Real		Causas de no cumplimiento (registro de pérdida en días)
	Total Esperado	Total Real	Oficiales	Ayudantes	Oficiales	Ayudantes	
Lunes	0	0					
Martes	21,393	48,135	2	0	3	0	
Miércoles	21,393	16,045	2	0	1	0	
Jueves	21,393	0	2	0	0	0	
Viernes	0	0	0	0	0	0	

Tabla No. 1. Elaboración propia.

De acuerdo, con la anterior tabla empleada para determinar el rendimiento de las actividades, es medible el rendimiento desde la cantidad de personal para la actividad, con las cantidades esperadas vs las cantidades reales, mediante estos análisis se establecen las fallas y se determinan unas posibles soluciones, con el fin de ser medible para el siguiente periodo y realizar la comparación de los resultados.

2.3.3. Last Planner

Por otra parte, con la guía de la programación se establecen metas a corto plazo que sean medibles y cuantificables, para esto la implementación de la herramienta LAST PLANNER permitirá el control de las actividades propuestas para los contratistas, ya que la construcción de estas viviendas y al sistema estructural como es el industrializado, permite el avance de manera significativa de varias actividades en paralelo, es decir, con el avance de la estructura se permite el avance de actividades de pisos y mampostería, con esto, se planifican las actividades semanales para la ejecución de las tareas de los contratistas, es muy importante establecer como inicio de semana estas reuniones con el fin de establecer y analizar las tareas que sean medibles para los contratistas y evaluadas.

2.3.4. Porcentaje Actividades Cumplidas

Contratista:

Fecha Inicio Compromiso	Fecha fin de compromiso	Compromiso	Cantidad de personal operativo

Director de Obra

Lean Construction

Contratista

Tabla No. 2 Elaboración Propia.

De acuerdo con lo anterior, la filosofía Lean Construction acompaña mediante el cumplimiento de actividades el compromiso de los contratistas con el fin de recibir una calificación y evaluar su rendimiento. Esto se refiere a la implementación de un Formato conocido en las constructoras como el Porcentaje de Actividades Cumplidas (PAC) mediante el cual, en los comités con contratistas se establecen compromisos y posibles fechas de cumplimiento siguiendo la programación, estos compromisos se evalúan dependiendo el requerimiento de la constructora ya que puede oscilar entre una y dos semanas para la evaluación de estos compromisos, con la finalidad de verificar los compromisos cumplidos vs no cumplidos, y con esto realizar el seguimiento a los contratistas para el cumplimiento de las tareas.

2.3.5. Lecciones Aprendidas

LECCIONES APRENDIDAS			
CAPITULO	DESCRIPCIÓN	IMPACTO EN EL PROYECTO	RECOMENDACIONES Y ACCIONES PROPUESTAS

Tabla No. 3. Elaboración Propia.

La finalidad de la filosofía Lean Construction es la mejora continua, por tal motivo las constructoras han incrementado la implementación de las herramientas mencionadas con el fin de eliminar perdidas en la construcción que involucren los costos, los tiempos y mano de obra, para esto, tener una retroalimentación de las lecciones aprendidas orientará el desarrollo de futuras obras y las correcciones que tengan lugar para evitar repetir los errores que impactaron en el proyecto, adicional, se especifica el impacto como alto, medio y bajo con el fin de evaluar las fallas y actuar sobre ellas, para esto es importante reconocer que de acuerdo a lo descrito inicialmente, los proyectos se trabajan en conjunto, las áreas que intervienen en los proyectos podrán realizar esta retroalimentación para evitar estos impactos en los demás proyectos.

3. ARTICULOS LEAN

Con el fin de aumentar la mejora continua en la industria de la construcción, existe un instituto que basa su filosofía en capacitar y comunicar las estrategias que se implementan en el sector de la construcción y el diseño, con el objetivo de minimizar las pérdidas en los proyectos que se ejecuten.

Actualmente, se cuenta con amplia información para apoyar el conocimiento en esta filosofía, por esto es importante reconocer la información que allí brindan para la capacitación de estos temas. El instituto Lean Construction crea metodologías de aprendizaje y conocimiento, y permite al lector acceder a ellas mediante artículos que están disponibles desde su plataforma (Construction, 2022).

3.1. Desperdicio

De acuerdo, con este artículo los desperdicios más comunes en la industria de la construcción como en cualquier proyecto se encuentran en la figura a continuación; considerando esto se ve perjudicado el avance de los proyectos por los tiempos perdidos y los desechos que no agregan valor. (Institute, 2022)



Figura No. 2 Elaboración propia.

3.2. Análisis de las prácticas de construcción ajustada en Abu Dhabi en la industria de la construcción.

La construcción de Abu Dhabi se ha caracterizado y sobresale con su método de gestión en los proyectos, la construcción esbelta logra maximizar el valor de los proyectos, garantizando la calidad, mediante la perfección y la disminución de los desperdicios.

Esta construcción persigue los conceptos de maximizar el valor, de acuerdo con el modelo empleado por Lean Project Delivery System mediante la construcción esbelta centrando los proyectos en diseño, suministro, ensamblaje, producción y sistemas de entrega, todo esto de forma esbelta con el fin de lograr la perfección, incluyendo la técnica Lean con menos costo y desperdicio, asimismo, añadiendo el proceso de Six Sigma con menos variabilidad y aumento de la calidad.

Es importante considerar que el método que emplean en la construcción de Abu Dhabi considera además varios tipos de residuos, presentados en el siguiente diagrama de Pareto. (Institute, Lean Construction Articles, 2022)

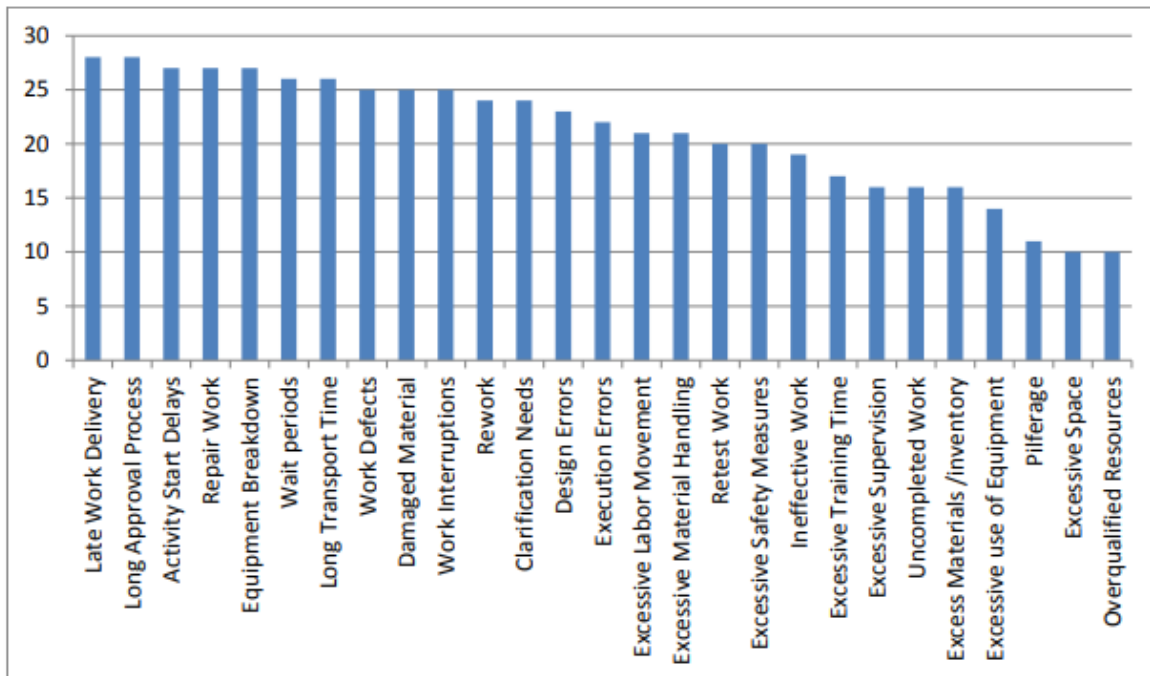


Figura No. 3 Fuente (Institute, Lean Construction Articles, 2022)

La importancia de relacionar los residuos genera un gran valor, ya que se puede identificar las problemáticas que mas inciden para la ejecución óptima de los trabajos, como se evidencia en la figura no. 3 la gran afectación es la entrega de los trabajos en el día que se fijan los

compromisos, actuar sobre los que mas generan conflicto en la obra ayudará a cumplir con las especificaciones y lograr la construcción esbelta que tanto caracteriza a Abu Dhabi.

Considerando estos artículos, se evidencia la gran influencia que la técnica Lean Construction tiene sobre la gestión de los proyectos de construcción, permitiendo lograr las actividades y llegar a cumplir los compromisos.

Como claro ejemplo, la construcción esbelta a la que se hace referencia de la construcción en Abu Dhabi permite tener objetivos mas altos en cuanto a la entrega a satisfacción de las obras, por lo tanto, es muy importante considerar los modelos que se aplican en los demás países con el fin lograr los objetivos trazados por las compañías, y ayudar en el perfeccionamiento de las tareas, minimizando los costos y desperdicios, garantizando el proceso de la mejora continua.

CONCLUSIONES

La implementación de la Filosofía Lean Construction permite la mejora de los procesos de los diferentes proyectos de construcción, garantizando eficiencia en las obras ya que la construcción por muchos años se ha caracterizado por el alto desperdicio de materiales generando además de sobrecostos en las obras.

Realizar estos seguimientos de control en las obras permite que los desperdicios sean medibles y cuantificables, analizando desde varios puntos de vista la repercusión y los fallos que puedan tener.

Con el seguimiento de las actividades y el cumplimiento de los compromisos de los contratistas se puede lograr un trabajo en equipo, beneficiando las áreas de la compañía, y garantizando la entrega a satisfacción al cliente final.

La implementación de la filosofía Lean Construction ha venido incrementado en Colombia en los últimos años lo que ha demostrado la eficiencia en su implementación en las constructoras, lo que permite además la confiabilidad al cliente y la satisfacción en la calidad de las obras.

Implementar la metodología Lean Construction en los proyectos de vivienda garantizará la credibilidad en la construcción, incrementando la satisfacción de los clientes al permitir confiar en los materiales y sistemas estructurales empleados para la construcción de los proyectos.

La importancia de las lecciones aprendidas para futuros proyectos genera aprendizajes nuevos con el fin de no cometer nuevamente los errores que afectan la correcta planeación y ejecución de las actividades de obra.

REFERENCIAS

- Avendaño-Contreras, Y. A.-P. (2018). *Propuesta guía para una planeación y ejecución en proyectos de vivienda unifamiliar con enfoque Lean Construction*. BOGOTÁ D.C.: UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA. Recuperado el 24 de 01 de 2022, de <https://hdl.handle.net/10983/22864>
- Construction, L. (2022). *Lean Construction Institute*. Obtenido de <https://leanconstruction.org/>
- Institute, L. C. (2022). *Lean Construction Articles*. Recuperado el 28 de 01 de 2022, de <https://leanconstruction.org/pages/learning/lean-articles/>
- Institute, L. C. (2022). *Lean Construction Articles*. Recuperado el 29 de 01 de 2022, de https://leanconstruction.org/uploads/wp/media/library/id11/Analysis_of_lean_construction_practices_at_Abu_Dhabi_construction_industry.pdf
- Kowal Cuadra, K. A. (2021). *Diseño de guías con estrategias para la aplicación de economía circular y Lean Construction en proyectos de viviendas industrializadas*. SANTIAGO DE CHILE: UNIVERSIDAD DE CHILE. Recuperado el 24 de 01 de 2022, de <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/180559>
- Ortíz Zambrano, A. A. (2012). *Propuesta para la creación de empresa prestadora de servicios en : Implementación de la filosofía Lean Construction para la determinación de pérdidas y mejoramiento del proceso constructivo para proyectos de vivienda en la ciudad de Popayán*. SANTIAGO DE CALI: Universidad Autónoma de Occidente. Recuperado el 24 de 01 de 2022, de <http://hdl.handle.net/10614/4977>
- QUIROGA, A. P., & PÉREZ, S. Y. (2020). *PROCESO CON LA METODOLOGÍA LEAN CONSTRUCTION PARA PROYECTOS DE VIVIENDA SOCIAL EN FASE DE ESTRUCTURA*. BOGOTÁ D.C. Recuperado el 24 de 01 de 2022, de <https://hdl.handle.net/10983/25694>
- Rojas López, M. D. (2017). *Lean construction – LC bajo pensamiento Lean*. MEDELLÍN: UNIVERSIDAD DE MEDELLÍN. Recuperado el 24 de 01 de 2022, de <http://hdl.handle.net/11407/3582>