

Metodologías Lean Construction y Green Building sus principales características e importancia de aplicación en el sector de la construcción en Colombia.

Bladimir Rodas Caranguay

Facultad de estudios a distancia, Universidad Militar Nueva Granada

D7302333:Ingenieria Civil.

Tutor: Yohana Catalina Parra

11/12/2020

Metodologías Lean Construction y Green Building sus principales características e importancia de aplicación en el sector de la construcción en Colombia.

Introducción.

Para que la industria de la construcción este a la altura de los retos que se presentan en la actualidad, requiere que fortalezcan los segmentos que tienen algún tipo de atraso o dificultad para adaptarse a los cambios constantes del mercado. Los problemas de productividad, adopción de nuevas tecnologías, ejecución amigable con el medio ambiente, son algunos de los temas importantes que se deben tratar de manera oportuna.

El sector de la construcción tiene importancia relevante dentro de la economía de un país, para el año 2020 representaría el 14.6% del PIB mundial (GLOBAL CONSTRUCCION PERSPECTIVES AND OXFORD ECONOMICS, 2009). Por ello siempre debe estar a la vanguardia de los cambios y nuevas tendencias que el medio ofrece. Saber identificar los cambios y adaptarse a ellos son acciones que deben realizar para mejorar continuamente como sector, además para ofrecer productos que vayan de la mano con los nuevos retos que propone la sociedad. Se considera como productos los entregables que corresponden a cada actividad tales como zapatas, vigas, muros, losas y demás.

Al identificar los cambios y problemas surge la necesidad de buscar soluciones, en la actualidad se están implementado diferentes filosofías para el desarrollo de proyectos de construcción guía PMBOK, Eventos Kaizen, filosofía *Lean Construction*, filosofía *Green Building* estas dos últimas están enfocadas a mejorar cada uno de los procesos que hacen parte de un proyecto de construcción, en dar una mejor utilización de todos los recursos y en ser más amigables con el medio ambiente.

Conocer los conceptos de estas dos metodologías y como su integración podrían llevar a desarrollar proyectos de construcción optimizando al máximo los recursos disponibles y donde sus desperdicios sean disminuidos considerablemente.

Resumen.

El sector de la construcción tiene una participación importante dentro de la economía de los países, se dará una mirada a la participación de este sector dentro del PIB en diferentes países y en Colombia. Como es un sector importante de la economía se hace necesario que este a la vanguardia de los cambios, se mencionaran algunos de los problemas que se presentan para la adaptación de los cambios, en la ejecución de los proyectos y como estos influyen en la eficiencia y calidad del producto a entregar al cliente.

Las pérdidas y desperdicios son puntos negativos que se presentan en el sector de la construcción, los altos porcentajes de participación que tiene las perdidas dentro de los procesos hace que se requiera la implementación de metodologías que ayuden a reducir este problema. Desde las investigaciones de otros autores se presentarán factores que inciden principalmente en las perdidas y desperdicios en la construcción.

Se mostrarán dos metodologías Lean Construction y Green Building que están diseñadas para mejorar el desarrollo de los procesos en los proyectos de construcción, específicamente los que están relacionados con pérdidas, desperdicios y optimización de los recursos. Estas dos metodologías tienen diferentes enfoques, pero están encaminadas a mejorar el sector de la construcción en aspectos como la sostenibilidad en el tiempo, mejor calidad de productos y mayor rentabilidad.

Palabras claves: Perdidas, optimización de recursos, adaptación a cambios, nuevas metodologías, construcción sin perdidas, construcción verde.

Planteamiento del problema

Es imperante implementar las nuevas herramientas que se presentan en el medio para mejorar como sector, también es importante adaptarse a los cambios que continuamente se están presentando.

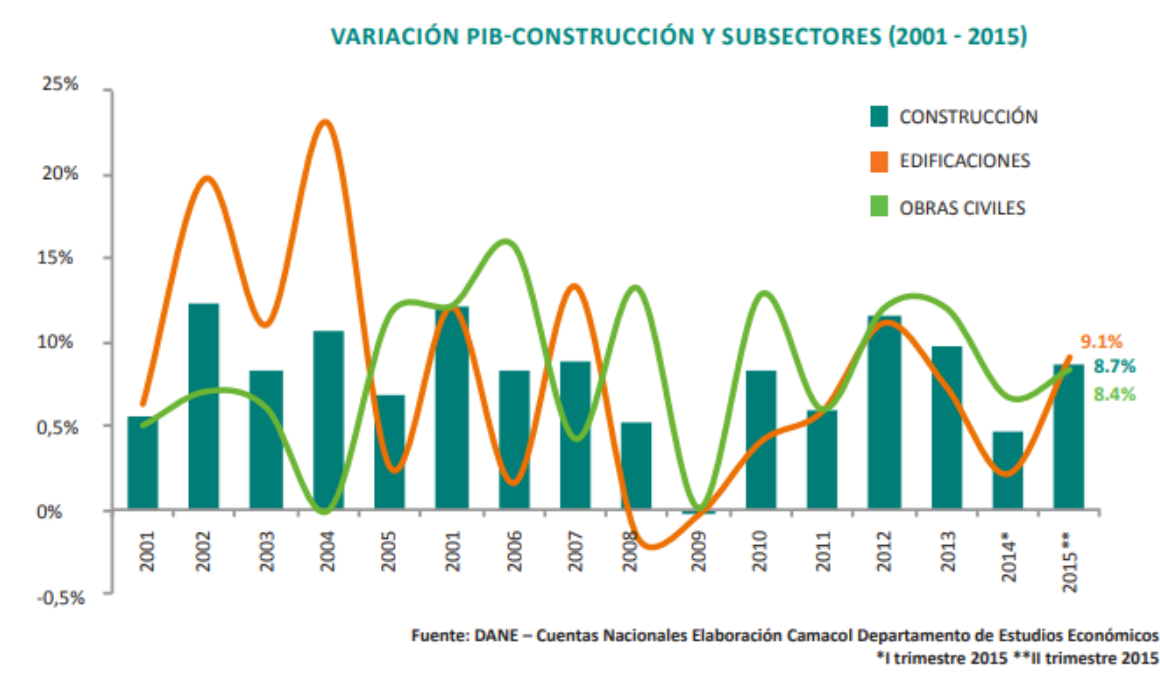
Las grandes pérdidas que se producen en los procesos del sector de la construcción desde su planeación inicial hasta la ejecución física final son muestra de que las metodologías implementadas en muchos proyectos presentan grandes fallas, la forma de construcción tradicional está fallando en temas de grandes desperdicios de materiales alrededor del 30% (Picchi & Agopyan, 1993), baja productividad, sobrecostos, baja calidad, entre otros.

El sector de la construcción y su participación en la economía.

La industria de la construcción es importante dentro de la economía en muchos países, para el año 2020 representaría el 14.6% del PIB mundial, países como China e India son los que mayor rubro tiene dentro de este porcentaje (GLOBAL CONSTRUCCION PERSPECTIVES AND OXFORD ECOIMICS, 2009), en Colombia la incidencia que tiene el sector en la economía nacional es relevante, para el primer trimestre del año 2015 se situaba alrededor del 8.7% del PIB nacional (CAMACOL y SENA, 2015)

Grafica 1

Variación PIB- construcción y subsectores (2001 - 2015)



*Grafica 1: Fuente: Dane – Cuentas nacionales elaboración Camacol Departamento de estudios económicos *I trimestre 2015*

Para dinamizar la economía en el país tanto el sector público como privado frecuentemente están impulsando proyectos que son requeridos para satisfacer necesidades de los diferentes sectores que hacen parte de una sociedad. La importancia que tiene la construcción radica en que aporta al desarrollo de una nación al dinamizar diferentes frentes de la economía. La mayor contribución se hace en el tema de generación de empleo, la compra de insumos, bienes, servicios y materias primas. (Ruggirello, 2011).

Como es un sector importante de la economía, está obligado a mantener a la vanguardia la generación de sus productos, por esta razón debe actualizarse tecnológicamente e implementar nuevos métodos que le permitan un óptimo desarrollo de sus actividades. En este tiempo de cambios continuos, se observa a diario la creación de nuevas tecnologías que le permiten realizar labores cotidianas en la vida de los seres humanos, a pesar que se ha ido actualizando en la forma

de realizar sus proyectos aun no logra adaptarse eficientemente a estos nuevos retos, lo que conlleva a tener problemas como la baja productividad, incumplimientos en tiempo de entregas, sobrecostos, alta accidentalidad, alto impacto ambiental, recursos subutilizados y residuos de los mismos, entre otros. Lo mencionado anteriormente solo son algunos de los puntos que se deben de tener en cuenta si se quiere mejorar en un futuro cercano.

Conociendo los problemas que enfrenta el sector de la construcción, se hace imperante adoptar nuevas prácticas que le permitan ejecutar eficazmente todos los procesos que hacen parte de su desarrollo normal.

Sector de la construcción

El sector de la construcción de la misma forma que otros sectores productivos de la economía, desarrollan sus actividades mediante métodos que le permiten la ejecución de sus procesos, muchos de ellos ya están estandarizados y renovados en la parte tecnológica, a diferencia de los demás sectores, los proyectos de construcción suelen estar caracterizados por tener poca adaptabilidad a los cambios, ser conservadores y tener una tardía implementación de las herramientas tecnológicas en sus procesos, en la actualidad se siguen realizando labores manuales y de forma artesanal (CAMACOL, 2017). Su lenta transformación hacia la industrialización y estandarización de sus procesos ha llevado que los niveles de productividad sean bajos, de acuerdo con el informe de productividad del sector construcción de edificaciones presentado por la Cámara Colombiana de la Construcción (Camacol) y la Mckinsey & co, Colombia al igual que otros países como México, República Checa, Arabia Saudí y Brasil están dentro de los países que presentan índices de baja productividad a nivel internacional (CAMACOL, 2018).

Algunos de los factores con incidencias negativas sobre la ejecución de los proyectos de construcción, son (Botero Botero & Alvarez Villa, 2004):

- Errores en los diseños y falta de especificaciones.
- Modificaciones a los diseños durante la ejecución del proyecto.
- Falta de supervisión de los trabajadores.
- Agrupamiento de trabajadores en espacios muy reducidos (sobrepoblación en el trabajo).
- Alta rotación de trabajadores.
- Pobres condiciones de seguridad industrial que generan altas tasas de accidentes.
- Composición inadecuada de las cuadrillas de trabajo.

Otro de los factores que presentan un impacto negativo en la construcción son los grandes desperdicios o pérdidas en los diferentes procesos. Estas pérdidas pueden llegar a tener una alta incidencia en la eficiencia de las obras, los porcentajes pueden llegar a estar entre el 25% y 30%. (Botero Botero & Alvarez Villa, 2003)

Perdida o Desperdicio en la construcción

Para hablar de desperdicio o pérdidas se debe aclarar el significado que tiene esta palabra dentro de la filosofía Lean, esta se refiere a toda aquella actividad humana que no crea valor o consume recursos. En otras palabras las pérdidas pueden ser tangibles o intangibles y son las que representan un efecto negativo para el desarrollo óptimo del proyecto. Existen varios puntos que ya se han identificado dentro de los desperdicios más comunes que se generan en un proyecto de construcción.

De acuerdo con sus características los desperdicios se clasifican en 7 grupos de acciones como lo vemos en la siguiente tabla:

Tabla 1

Los 7 desperdicios de la construcción.

DESPERDICIOS	DESCRIPCIÓN
Sobreproducción	Producción de cantidades más grandes que las requeridas o más pronto de lo necesario; planos adicionales (no esenciales, poco prácticos o excesivamente detallados); uso de un equipamiento altamente sofisticado cuando uno mucho más simple sería suficiente; más calidad que la esperada.
Tiempo de espera	Periodos de inactividad que se producen debido a una actividad anterior que no se terminó a tiempo por completo. Tiempos muertos por falta de sincronización y disponibilidad de materiales. Demoras por carencia de materiales o por falta de espacio para trabajar.
Transporte innecesario	Este es el movimiento innecesario o movimiento de productos o materiales que no admiten directamente la producción inmediata, tales como materiales que son transportados de un lugar a otro, o materiales que son transportados desde el lugar de trabajo posterior al siguiente. Lo ideal sería que el transporte debe ser reducido al mínimo así no se pierden horas de trabajo, energía, espacio y material durante el transporte
Procesamiento	Procesos adicionales en la construcción o instalación de elementos que causan el uso excesivo de materia prima, equipos, energía, etc. Monitorización y control adicional (inspecciones excesivas o inspecciones duplicadas).

Inventario	Se refiere a los inventarios excesivos, innecesarios o antes de tiempo que conducen a pérdidas de material (por deterioro, obsolescencias, perdidas debidas a condiciones inadecuadas de stock en la obra, robo y vandalismo), personal adicional para gestionar ese exceso de material y costos financieros por la compra anticipada
Movimientos innecesarios	Se refiere a los movimientos innecesarios o ineficientes realizados por los trabajadores durante su trabajo. Este puede ser causado por la utilización de equipo inadecuado, métodos de trabajo ineficientes, falta de estandarización o mala acondicionamiento del lugar de trabajo. Pérdida de tiempo y bajas laborales.
Defectos de calidad	Errores en el diseño, mediciones y planos; desajuste entre planos de diseño y estructura o instalaciones, uso de métodos de trabajo incorrectos, mano de obra poco calificada. Las dos consecuencias principales de la mala calidad son: la repetición del trabajo y la insatisfacción del cliente.

Recuperado de Los 7 desperdicios de la construcción. (Gutiérrez, 2011)

Por otro lado, se identificaron los desperdicios que se producen en las actividades propias de la ejecución de obra. En la tabla 2 se observan todos los desperdicios que se obtuvieron de las diferentes actividades.

Tabla 2.

Estimación de desperdicios en función al costo de la obra (PICCHI, 1993).

Ítem	Contenido	%
Desmonte	Restos de mortero	5
	Restos de ladrillo	
	Restos de madera	
	Limpieza	
	Retirada de material	

Espesores adicionales de mortero	Tarrajeo de techos	5
	Tarrajeo de paredes internas	
	Tarrajeo de paredes externas	
	Contrapiso	
Dosificaciones no optimizadas	Concreto	2
	Mortero de Tarrajeo de techos	
	Mortero de Tarrajeo de paredes	
	Mortero de contrapisos	
Reparaciones y retrabajos no computados en el desmonte	Mortero de revestimientos	2
	Repintado	
	Retoques	
Proyectos no optimizados	Corrección de otros servicios	6
	Arquitectura	
	Estructuras	
	Instalaciones Sanitarias	
Pérdidas de productividad debido a problemas de calidad	Instalaciones eléctricas	3.5
	Paradas y operaciones adicionales por falta de calidad en los materiales y servicios anteriores	
Costos debidos a atrasos	Pérdidas financieras por atrasos de las obras y costos adicionales de administración, equipos y multas	1.5
Costos en obras entregadas	Reparo de patologías ocurridas después de la entrega de la obra	5
TOTAL		30

Nota: Recuperado Desperdicios de materiales en obras de construcción civil: métodos de medición y control. Galarza Meza. Marco 2011

Por otro lado, se realizó un estudio en los países de Colombia y Chile en múltiples obras de construcción y se obtuvieron porcentajes de perdidas entre 25% y 27%

Es de suma importancia conocer cuáles son las causas de los problemas para determinar cuál es la raíz que los produce, también serviría para tomar medidas que permitan mejorar los procesos. Es cierto que no toda la responsabilidad de las pérdidas o desperdicios problemas de un proyecto se puede atribuir a una mala implementación o desarrollo de los procesos, sino que también existen factores externos que contribuyen a maximizarlas, existen factores que no se pueden controlar plenamente desde el inicio, se debe prestar una atención importante en tratar que los efectos negativos sean los menores posibles.

Las nuevas prácticas empresariales, apuntan a corregir los problemas que se presentan en la forma tradicional de ejecutar sus procesos, algo importante que se emplea en la actualidad son la integración de las diferentes tecnologías como los son las comunicaciones, nuevos materiales, nuevos equipos entre otros, esta integración contribuye a una mejor coordinación entre todas las partes interesadas, los resultados positivos se podrían ver reflejados en la reducción de costos y reducción en tiempos, otro de los aspectos importantes a resaltar es el impacto ambiental que se beneficia positivamente, donde la eliminación de reprocesos, la mejor planificación entre otras cosas, nos llevarían a una reducción del consumo de materiales y reducción de diversos efectos negativos de los que son responsables los proyectos de construcción.

Dentro de las nuevas prácticas empresariales, se presentan como una alternativa las filosofías Lean Construction y Green Building las cuales son una opción que se puede adoptar para el mejoramiento a nivel general de las empresas en el sector.

Lean Construction.

Uno de los desarrolladores de esta filosofía fue el Sr Lauri Koskela en el año 1992, expuso sus bases en el documento *Application of the new production philosophy to construction* (Aplicación de la nueva filosofía de producción a la construcción). Lean construcción está basado en la filosofía *Lean Production* o conocido como “producción sin pérdidas”, la cual tiene sus inicios en la industria automotriz específicamente implementada en Japón por la empresa Toyota Motor en la década de los años 50 - 60, aquí el eje principal de la filosofía de trabajo pretende mejorar y optimizar los procesos de producción en las diferentes industrias para tratar de reducir los desperdicios a su mínima expresión. Para la década de los 90 la producción sin pérdidas ya estaba ampliamente difundida por todo el mundo y muchas empresas habían implementado esta metodología para la realización de su proceso. Ya en 1992 Lauri Koskela y con la colaboración del investigador Glenn Ballard que aportó conceptos para lo que finalmente llamarían Lean Construcción. (Porrás Díaz, Sánchez Rivera, & Galvis Guerra, 2014).

Lean Construction una metodología que se implementa en la ejecución de proyectos de construcción, se ha desarrollado desde hace 26 años (1993) pero solamente hace algunos años se está adoptando en muchos países en diferentes empresas (Porrás Díaz, Sánchez Rivera, & Galvis Guerra, 2014), se le conoce como “construcción sin pérdidas” está enfocada en la gestión de proyectos constructivos desde sus etapas iniciales hasta la finalización o entrega final del producto, este le da importancia a dos aspectos; primero a la planificación en coordinación de todos los procesos y especialidades participantes de los proyectos; segundo ejerce control durante la ejecución de las obras.

Las bases de la filosofía Lean está en la reducción de los desperdicios, y cuando se habla de desperdicios no solamente se refiera a lo que tiene que ver con los materiales sino también a procesos y actividades que no agregan valor a los productos finales. (Porras Díaz, Sánchez Rivera, & Galvis Guerra, 2014)

Lean Construction; es una filosofía que propone una interacción entre las especialidades y una coordinación de todos los procesos participantes en la realización de un proyecto. la falta de control que es una de las principales causas por las que se producen grandes desperdicios, esta filosofía la aborda de una manera especial y lo que propone resulta interesante, ya que al ser planificada y detallada en sus diferentes niveles se pueden corregir errores y se pueden buscar soluciones tempranas.

Lean Construction es una filosofía que cambia el pensamiento tradicional de trabajo en el sector construcción por medio de sistemas de gestión innovadores fundamentados en análisis de pérdidas, planificando las actividades con el objetivo de mejorar la productividad en la construcción, eliminando actividades que no aportan para el resultado de la obra. (Rojas Lopez, Hena Grajales, & Valencia Corrales , 2016)

Metodología Green Building

Green Building se refiere a la construcción de una forma sustentable, eficaz y que este en armonía con el medio ambiente. Al respecto indica que los tres pilares fundamentales sobre los cuales se apoya el desarrollo sustentable de la industria de la construcción son: en primer lugar el reciclaje y conservación de los materiales y recursos; en segundo término el mejoramiento de la durabilidad de las estructuras; y por último, el uso y aprovechamiento de los sub-productos de

otras industrias, los que habitualmente son considerados residuos. (Martinez , Gonzalez, & Da Fonseca, 2009).

Debido al gran consumo de recursos que tiene el sector de la construcción, Se estima que, a nivel mundial, los edificios consumen el 17% del agua potable, el 25% de la madera cultivada y entre 30% y 40% de la energía. Además, se calcula que emiten alrededor de la tercera parte de las emisiones de CO₂ y dos quintas partes de los desechos sólidos, (McGraw Hill, World Green Building Council, 2008).

Con la filosofía Green Building se buscan que todas las construcciones sean sostenibles en el tiempo, que los recursos como agua, energías, maderas y similares sean optimizados. Donde los residuos como emisiones de gases efecto invernadero que son expulsados a la atmosfera se reduzcan considerablemente.

Los principales beneficios que presenta Green Building se pueden mostrar en tres grupos, en la parte social, económica y ambiental. Dentro de los beneficios se tiene la reducción de consumo de agua y energía, donde el ahorro llega a un poco más del 50% en un país como Australia, en el país de EE.UU. el ahorro en consumo de energía puede estar sobre el 25% y un 11% en el tema de ahorro en agua. Por otra parte, tener edificios donde la ventilación sea de forma natural, el ingreso de la luz sea aprovechado, la integración de tecnología renovables y bajas en carbonos, entre otras opciones, son la forma de construir que le puede dar un mejor bienestar a las personas y por consiguiente le pueden ayudar al medio ambiente en reducir el consumo de materiales no renovables e ir de la mano con un desarrollo sostenible en el tiempo del sector de la construcción. (World Green Building Council, 2016)

edificios verdes, al usar menos energía, generar menos dióxido de carbono a través de su operación, evitar la producción de gases de invernadero, contribuyen menos al fenómeno del calentamiento global. Con el control en el uso de refrigerantes para equipos de aire acondicionado y productos de aislamiento térmico se minimiza el daño a la capa de ozono. Los materiales usados en los edificios verdes poseen pocos o mínimos riesgos de emisión de gases tóxicos en su fabricación y al final de su uso. (VILLA, 2009)

Lean Construction y Green Building dos metodologías complementarias para mejorar los procesos de construcción.

Las tendencias que se viven actualmente van encaminadas a reducir los efectos negativos que se producen al medio ambiente, por ende, aplicar estas metodologías donde se busca reducir las pérdidas y en especial aquellas que están enfocadas en optimizar los recursos con los que se cuentan, vayan en armonía con el medio ambiente y donde los materiales no sean subutilizados.

Por un lado, tenemos el enfoque que le da Lean Construction ayuda a tener una mejor administración de los procesos y control, por el otro el enfoque Green Building esta creado aplicar específicamente al proceso constructivo físicos, en el caso que se pueda lograr una buena compaginación entre estos dos enfoques la construcción sería más eficiente y estaría mejor adaptada a los cambios que se presenta en pro de contribuir a un desarrollo sostenible.

Desde la óptica de Lean se han enfocado a desarrollar procesos donde las perdidas sean mínimas, esto conllevaría al mejoramiento de temas de calidad de productos, reducción de desperdicios, mayor productividad entre otros puntos importantes dentro de los proyectos de construcción, pero no solamente se deben de pensar en el mejoramiento de los procesos, sino que también se

debe de tener en cuenta que tan sostenibles en el tiempo pueden ser y como se puede ir de la mano con el medio ambiente para causar el menor impacto negativo posible.

“Las compañías de construcción se enfrentan a una creciente competencia en el sector y a una preocupación en aumento de la necesidad de adoptar un desarrollo sostenible, por lo que establecer esta relación abre nuevos caminos y nuevas ideas entre Lean y otras métricas de sostenibilidad”. (Rueff y Cachadinha, 2011).

Una integración de estas dos metodologías donde se integren conceptos de cada una de ellas,

Lean Construction y Green Building en Colombia.

En Colombia la implementación de las nuevas metodologías ha tenido un avance relativamente lento, aunque se puede decir que los últimos años muchas empresas del sector están apostando por aplicar las dos metodologías.

En Latinoamérica, los países que muestran más avances en el uso y estudio de Lean construction son Brasil, Chile, Perú y Colombia; en este último ha sido estudiado en el sector privado mientras en las universidades del país no se muestran muchos avances sobre el tema. Las investigaciones sobre el Lean construction las inician en el año 2002 Camacol y el arquitecto Luis Fernando Botero Botero, profesor de la universidad Eafit e integrante del grupo Gescon (Gestión de la Construcción) de la misma universidad, quien ha publicado algunos artículos en la revista Ciencia y Tecnología y dos libros sobre el tema. (Zambrano, Caballero , & Ponce B, 2018)

En varias ciudades de Colombia se han realizado pruebas piloto e investigaciones en diferentes empresas con el fin de conocer datos estadísticos que permitan conocer como es el

comportamiento de los proyectos donde se aplica el sistema Lean Construction. En Medellín la universidad Eafit se ha encargado de realizar estudios en varias empresas y se han obtenido resultados positivos en el mejoramiento del desarrollo de los proyectos, estos proyectos presentaron una tendencia hacia el mejoramiento en los procesos productivos y en disminución de actividades que no agregan valor al producto final. (Zambrano, Caballero , & Ponce B, 2018).

Para el año 2015 en Camacol Bogotá reconoció a 18 empresas líderes en el país en la implantación del modelo Lean Construction, a pesar de los buenos resultados que se han obtenido en la aplicación del sistema Lean Construction la masificación no ha sido posible ya que no hay voluntad empresarial debido a la inversión en tiempos y dinero para la capacitación del personal, el mejoramiento de procesos entre otros factores, también otro de los inconvenientes que se presenta es por la errónea creencia que la forma tradicional de construir es la correcta ya que se obtiene utilidades y beneficios. (Zambrano, Caballero , & Ponce B, 2018).

Por otro lado, la filosofía Green Building o construcciones sostenibles como se conoce en Colombia apenas está tomando fuerza en el sector constructor. Desde el 2008 se cuenta con el Consejo Colombiano de Construcción Sostenible el cual se ha encargado difundir y promover la construcción sostenible en las edificaciones nuevas y existentes. Hasta el año 2018 el país contaba en edificaciones con 6.2 millones de m² con la certificación led (CCCS, 2019), si se toma como referencia solo en el año 2019 se licenciaron 23.090.553 m² para edificación (DANE, 2019), es decir que en Colombia hasta ese año los m² certificados son significativamente bajo frente a los licenciados cada año.

Colombia posee legislación para la implementación de construcción sostenible y amigable con el medio ambiente pero no existen los mecanismos y organismos de control que se encargue de

hacer cumplir lo que está establecido. Falta mayor voluntad por parte del gobierno nacional para que se cumpla la legislación, también hace falta la creación de programas que permitan al empresariado adoptar nuevas formas de construcción. (Rodríguez Potes, Villadiego Bernal, Padilla Llano, & Osorio Chavez, 2018)

Como reto a nivel de país se tiene el mejoramiento en procesos para el desarrollo de proyectos de construcción, donde se tenga en cuenta como principal factor el medio ambiente y la disminución de efectos negativos al planeta, esa así que las metodologías Lean Construction y Green Building se presentan como opciones implementar a la hora de diseñar y ejecutar proyectos de construcción donde se prioriza la optimización de recursos desde diferentes enfoques. Las entidades y corporaciones que están ligadas al sector deben de propender para continuar con la difusión y aportar con conocimiento y educación a los empresarios colombianos.

Conclusiones.

El sector de la construcción es importante dentro de la economía de un país, por ello este debe estar a la vanguardia de las nuevas tendencias que se presentan a nivel mundial y regional. Como vemos en lo expuesto anteriormente la adaptación de cambios al sector le resulta difícil, se puede concluir que no es posible visualizar como el sector de la construcción se aplique las nuevas herramientas que nos ofrece el medio para la ejecución de los proyectos.

Lean Construction y Green Building son herramientas que están disponibles para mejorar los procesos en la ejecución de proyectos constructivos, se observa que aplicando estas metodologías se pueden llegar a reducir grandes problemas como lo son desperdicios y pérdidas,

además desde el enfoque Green Building se obtienen construcciones que van de la mano con el desarrollo sostenible y que son amigables con el medio ambiente.

En Colombia se evidencia que en el sector de la construcción es relativamente bajo la difusión y aplicación de nuevas metodologías, son pocas las empresas que se preocupan por implementar las nuevas herramientas que ofrece el medio dentro las razones encontradas es la insuficiente voluntad empresarial y gubernamental de hacer esfuerzos en la inversión económica para la educación y en la creación de programas que se facilite establecer el sistema que ofrecen estas nuevas metodologías.

A pesar de que es poca la implementación no se puede dejar de mencionar que si se están presentando avances importantes en este tema. Para el año 2015 Camacol Bogotá reconoció a 18 empresas colombianas líderes en el país en la implantación del modelo Lean Construction en sus proyectos constructivos, en cuanto a la metodología Green Building para enero del 2020 había 394 proyectos certificados y otros 215 e procesos de certificación, lo que demuestra que se está en aumento los proyectos que están aplicado esta filosofía.

Como última conclusión, para que estas metodologías sean implementadas de forma exitosa, las empresas que desarrollan proyectos constructivos deben iniciar por estar dispuestos al cambio, interesarse por conocer los beneficios que aporta esta y destinar los recursos y medios necesarios para aplicarla.

Bibliografía

- Botero Botero, L. F., & Alvarez Villa, M. E. (abril de 2003). *Identificación de Perdidas en el Proceso Productivo de la Construcción*. Medellín.
doi:<https://publicaciones.eafit.edu.co/index.php/revista-universidad-eafit/article/view/911/817>
- Botero Botero, L. F., & Alvarez Villa, M. E. (23 de Julio de 2004). *Guía de mejoramiento continuo para la productividad en la construcción de proyectos de vivienda*, *Revista Universidad EAFIT*, 40(136), 50-64. Recuperado el 16 de julio de 2020, de <https://url2.cl/Ud7B8>
- Botero Botero, L. F., & Alvarez Villa, M. E. (13 de Junio de 2005). Last planner, un avance en la planificación y control. *INGENIERIA & DESARROLLO*(17), 148-159.
- CAMACOL. (2017). *Una apuesta en construcción: mayor productividad, menores riesgos*. Recuperado el 12 de MARZO de 2020, de <https://url2.cl/slx2q>
- CAMACOL. (2018). *INFORME DE PRODUCTIVIDAD: SECTOR CONSTRUCCIONES DE EDIFICACIONES*. BOGOTÁ. Recuperado el 12 de MARZO de 2020, de INFORME DE PRODUCTIVIDAD: SECTOR CONSTRUCCION DE LAS EDIFICACIONES: <https://url2.cl/ydNTj>
- CAMACOL y SENA. (2015). *Proyecto de investigación del sector de la construcción de edificaciones en Colombia*. Recuperado el 12 de Marzo de 2020, de Proyecto de investigación del sector de la construcción de edificaciones en Colombia: <https://hdl.handle.net/11404/2532>. (1)
- CCCS. (2019). INFORME DE GESTION CCCS 2018. *INTEGRA*, 44.
- DANE. (2019). *BOLETIN TECNICO LICENCIA DE CONSTRUCCION (ELIC)*. BOGOTÁ.
- GLOBAL CONSTRUCCION PERSPECTIVES AND OXFORD ECONOMICS. (12 de Noviembre de 2009). *Global construction 2020*. Recuperado el 12 de marzo de 2020, de Global construction 2020: <https://url2.cl/pdhvn>
- Martinez , P., Gonzalez, V., & Da Fonseca, E. (29 de Abril de 2009). Integración conceptual Green-Lean en el diseño, planificación y construcción de proyectos. *Revista de ingeniería de construcción*, 24(1), 05-32.
- McGraw Hill, World Green Building Council. (2008). *Informe SmartMarket de 2008 sobre las tendencias mundiales de construcción ecológica*.
- Picchi, F. A., & Agopyan, V. (1993). *Sistemas da qualidade : uso em empresas de construção e edifícios*. Sistemas da qualidade : uso em empresas de construção e edifícios., Escola Politecnica da universidad de Sao Paulo. Sao Paulo: Conselho. Recuperado el 10 de Marzo de 2020
- Porrás Díaz, H., Sánchez Rivera, O. G., & Galvis Guerra, J. A. (2014). Filosofía Lean Construction para la gestión de proyectos de construcción: una revisión actual. 11(1). doi:<https://url2.cl/IYZwc>
- Rodriguez Potes, L., Villadiego Bernal, K., Padilla Llano, S. E., & Osorio Chavez, H. (DICIEMBRE de 2018). *Arquitectura y Urbanismo Sostenible en Colombia, una mirada al marco reglamentario*. *BITACORA URBANO TERRITORIAL*, 28, 19-26. Recuperado el 11 de DICIEMBRE de 2020

- Rojas Lopez, M. D., Henao Grajales, M., & Valencia Corrales , M. E. (12 de Diciembre de 2016). Lean construction – LC bajo pensamiento Lean*. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 16(30). doi:<https://url2.cl/k9few>
- Ruggirello, H. M. (2011). *El sector de la construcción en persepectiva : internalización e impacto en el mercado*. Buenos Aires: Aulas y Andamios. doi:<https://url2.cl/paUSg>
- VILLA, F. (2009). Construcciones Verdes. *Alarife: Revista de arquitectura.*, 17, 39. doi:<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3195183>
- World Green Building Council. (2016). *World Green Building Council*. doi:<https://www.worldgbc.org/what-green-building>
- Zambrano, B., Caballero , S., & Ponce B, E. (11 de Septiembre de 2018). Estado actual de la aplicación de la metodología lean construction en la gestión de proyectos de construcción en Colombia. *INGENIARE*, 25, 39-65.