

EFFECTIVIDAD DE LA METODOLOGÍA LEAN CONSTRUCTION EN EMPRESAS
(PYMES) DEL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN EN BOGOTÁ

PAULA STEFANNY ZAMBRANO PÁEZ RUBÉN DARÍO CIFUENTES FORERO

PROYECTO INTEGRAL DE GRADO PARA OPTAR EL TÍTULO DE
ESPECIALISTA EN GERENCIA DE EMPRESAS CONSTRUCTORAS

DIRECTOR

MANUEL RICARDO GONZÁLEZ VÁSQUEZ

ARQUITECTO

JUAN SEBASTIÁN NEIRA SARMIENTO

ARQUITECTO

FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA

FACULTAD DE ARQUITECTURA

ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE EMPRESAS CONSTRUCTORAS

BOGOTÁ D.C

2023

NOTA DE ACEPTACIÓN

Nombre del director
Firma del director

Nombre
Firma del presidente jurado

Nombre
Firma del jurado

Nombre
Firma del jurado

DIRECTIVOS DE LA UNIVERSIDAD

Presidente de la Universidad y Rector del Claustro

Dr. Mario Posada García Peña

Consejero Institucional

Dr. Luis Jaime Posada García-Peña

Vicerrectora Académica y de Investigaciones

Dra. Alexandra Mejía Guzmán

Vicerrector Administrativo y Financiero

Dr. Ricardo Alfonso Peñaranda Castro

Secretario General

Dr. José Luis Macías Rodríguez

Decano Facultad de Arquitectura

Dra. María Margarita Romero Archbold

Directora de programa

Dra. María Margarita Romero Archbold

Las directivas de la Universidad de América, los jurados calificadores y el cuerpo docente no son responsables por los criterios e ideas expuestas en el presente documento. Estos corresponden únicamente a los autores.

DEDICATORIA

A Rosa Beatriz, mi amada abuela; hoy eres la estrella más grande y brillante en el cielo, me enseñaste a dar sin esperar nada a cambio, gracias por cultivar en mí el significado de la palabra amor y pasión. Con todo mi cariño este logro, siempre estarás en mi corazón y sé que sonrías junto a mí acompañándome en este camino llamado vida.

Paula Stefanny Zambrano Páez

A mi hijo Santiago, que me enseñó con su nobleza y amor verdadero, que la vida es bella, es bonita, y que su existencia es un motivo más que suficiente para seguir y levantarme ante las adversidades, este logro es por él y para él, para que sienta orgullo y sepa que su padre lo ama.

A Bruno, mi perro, fue la luz en el momento de oscuridad, quien, si pudiera hablar, contaría una historia de amor y de fracaso, sin embargo, también de mucha resiliencia. Para este guía espiritual que Dios me envió a ayudarme en el momento más difícil de mi vida, sin saberlo, esa fue su misión de existir

Rubén Darío Cifuentes Forero.

TABLA DE CONTENIDO

	pág.
RESUMEN	11
1. CIUDADES COMPETITIVAS	12
1.1. Planteamiento del problema	12
1.2. Pregunta de investigación (formulación del problema)	13
1.3. Delimitación	13
1.4. Alcance	15
2. JUSTIFICACIÓN	16
3. ANTECEDENTES (ESTADO DEL ARTE)	17
4. OBJETIVOS	19
4.1. Objetivo general	19
4.2. Objetivos específicos	19
5. MARCO TEÓRICO	20
5.1. Planeación estratégica	20
5.2. Ventaja competitiva	20
5.3. Cultura Organizacional	20
5.4. Productividad	22
6. METODOLOGÍA	26
6.1 Conceptualización de la revisión documental. Objetivo 1	28
<i>6.1.1 Fase 1 Revisión documental</i>	28
<i>6.1.2 Fase 2. Elaboración encuesta</i>	42
6.1.3 Fase 3. Análisis y resultados	47
6.2 Situación organizacional a través de una matriz DOFA. Objetivo 2	52

6.2.1. <i>Indicadores de cumplimiento organizacional</i>	55
6.3 Esquema metodología Lean Construction. Objetivo 3	68
6.3.1 <i>Estructura Organizacional</i>	69
6.3.2 <i>Planificación del proyecto</i>	70
6.3.3 <i>Control del proyecto</i>	72
6.3.4 <i>Ejecución y finalización del proyecto</i>	73
6.3.5 <i>Aplicación para determinar los indicadores</i>	76
6.3.6 <i>Indicador cumplimiento de la entrega del producto</i>	80
6.3.7 <i>Indicador Cumplimiento del presupuesto de Costos Directos</i>	82
7. CONCLUSIONES	84
BIBLIOGRAFÍA	86

LISTADO DE FIGURAS

	pág.
Figura 1 <i>Mapa geográfico de Bogotá</i>	14
Figura 2 <i>Actividad edificadora en Bogotá</i>	14
Figura 3 <i>Cuadro comparativo entre construcción típica y construcción L C.</i>	18
Figura 4 <i>Prácticas en el clima organizacional Lean Construction</i>	22
Figura 5 <i>Factores que inciden sobre la productividad</i>	24
Figura 6 <i>Esquema metodológico</i>	26
Figura 7 <i>Fases de desarrollo objetivo 1</i>	28
Figura 8 <i>Esquema conceptual de producción Lean como un flujo de procesos</i>	31
Figura 9 <i>Sistema de planificación Lean</i>	32
Figura 10 <i>Sistema de planificación Lean</i>	33
Figura 11 <i>Estructura SUP</i>	34
Figura 12 <i>Formato de medición 5 minutos</i>	36
Figura 13 <i>Comparativo de modelos de ejecución de proyectos</i>	37
Figura 14 <i>Estructura conceptual del LPD</i>	38
Figura 15 <i>Fundamentos del Justo a tiempo</i>	40
Figura 16 <i>Objetivos de Justo a tiempo JIT</i>	42
Figura 17 <i>Encuesta implementada</i>	44
Figura 18 <i>Encuesta departamento de compras y almacén</i>	45
Figura 19 <i>Encuesta área técnica</i>	46
Figura 20 <i>Encuesta área administrativa</i>	47
Figura 21 <i>Análisis Acanto Parque Residencial</i>	48
Figura 22 <i>Análisis Cerros Verdes</i>	49
Figura 23 <i>Análisis Ra3 Arquitectura y Proyectos SAS</i>	50
Figura 24 <i>matriz DOFA</i>	52
Figura 25 <i>Criterio de evaluación</i>	55
Figura 26 <i>Análisis de resultados</i>	55
Figura 27 <i>Indicador de calidad</i>	56
Figura 28 <i>Actividades básicas de un proyecto</i>	57
Figura 29 <i>Actividades con reproceso Mevic SAS</i>	58
Figura 30 <i>Actividades de reproceso Constructora Ossa López</i>	59
Figura 31 <i>Actividades de reproceso Constructora Ra3 Arquitectura y Proyectos</i>	60

Figura 32 <i>Análisis general de las Constructoras</i>	61
Figura 33 <i>Indicador de rentabilidad económica</i>	62
Figura 34 <i>Presupuestos</i>	63
Figura 35 <i>Cumplimiento de la entrega del producto</i>	64
Figura 36 <i>Presupuestos</i>	65
Figura 37 <i>Porcentaje de cumplimiento de gestión</i>	65
Figura 38 <i>Presupuesto</i>	66
Figura 39 <i>Conocimiento sobrecostos de proyecto</i>	67
Figura 40 <i>Esquema metodología</i>	68
Figura 41 <i>Fases recomendadas para la metodología L.C.</i>	69
Figura 42 <i>Estructura Organizacional lineal-PYMES</i>	70
Figura 43 <i>Planificación del proyecto</i>	71
Figura 44 <i>Ejemplo de planificación de un proyecto</i>	72
Figura 45 <i>Estructura de control de proyecto</i>	73
Figura 46 <i>Ejecución y finalización del proyecto</i>	75
Figura 47 <i>Indicadores</i>	76
Figura 48 <i>Ejemplo de listado de calidad en la actividad de excavación</i>	79
Figura 49 <i>Ejemplo de formato de evolución de acciones corregidas Vs actividades verificadas</i>	80
Figura 50 <i>Programado Vs Ejecutado</i>	82
Figura 51 <i>Relación presupuesto vs Proyección presupuestal</i>	83
Figura 52 <i>Herramientas y Ventajas LC</i>	85

LISTADO TABLAS

	pág.
Tabla 1 <i>Seguimiento mensual con una meta de ≤ 1</i>	67
Tabla 2 <i>Control de corte de programación</i>	81
Tabla 3 <i>Cumplimiento presupuestal</i>	82

RESUMEN

Lo investigado en esta monografía plasma el marco de referencia producto de ejecutar la revisión de la literatura sobre la aplicación de la metodología Lean Construction en la gestión de proyectos de construcción de empresas Pyme en Bogotá, esta idea apuesta a obtener altos niveles de rendimiento, disminución de costos, aumento en la producción, cumplimiento en la entrega con estándares de calidad, como resultado la satisfacción del cliente; lo que le servirá a las Pymes del sector ser competitivas y sostenibles en el tiempo al gestionar de una manera óptima los proyectos de construcción. Para lo anterior, se realizaron encuestas para analizar la percepción de una muestra de tres empresas del sector ubicadas en Bogotá, implementación de una matriz DOFA, lo que permitió establecer la efectividad de la metodología LC en las Pymes del sector de la construcción. Los investigadores concluyeron que para que esta idea de gestión se dé, es significativo el cambio de la manera de gerenciar teniendo en cuenta los recursos y medios que necesitan para aplicarla.

Palabras clave: Lean Construction, Tiempo, calidad, optimización, costos, recursos, buenas prácticas, justo a tiempo

1. CIUDADES COMPETITIVAS

Siguiendo la línea de investigación ciudades competitivas, las ciudades representan el futuro, son médulas en dónde las personas buscan oportunidades de trabajo, vivienda, educación, desarrollo individual y colectivo, por lo que esto, toma protagonismo porque fomentan el crecimiento e innovación en los territorios, en contraste también son extremos de pobreza y, demasiado a menudo, focos de desempleo (Banco Mundial, 2016).

Todo esto parece confirmar, la importancia del sector empresarial enfocado en las empresas constructoras Pyme, señalando que las nuevas perspectivas económicas son referentes como un eje fundamental en la economía y desarrollo del territorio; lo que indica que se orientan a sostener el crecimiento económico potenciando la expansión económica, actuar como estabilizadores en la economía y por sus características son una fuente de empleo con un alto porcentaje de mano de obra no calificada, siendo un recurso valioso; en este sentido (Varum y Rocha, 2013) sostienen que, diferentes estudios demuestran la importancia de este tipo de empresas, en relación con la generación de empleo, el crecimiento del Producto Interno Bruto (PIB), que contribuyen con el crecimiento económico del país.

1.1. Planteamiento del problema

El desarrollo empresarial en Colombia está constituido, en su mayoría, por empresas Pymes, por lo que (Franco y Urbano, 2019) explican que según lo definido en las leyes colombianas las Pymes son aquellas que poseen una planta de personal inferior a 200 empleados y activos totales de hasta 30.000 salarios mínimos mensuales legales vigentes, asimismo Materiales de Construcción: Invierta en Bogotá (2023) indica que “el desarrollo empresarial del país en los últimos cinco años se ha dado a partir del crecimiento de las cadenas productivas de la infraestructura y la construcción” (párr.3).

Se estima que a 2023 la demanda de materiales de construcción en Colombia según información de (Materiales de Construcción: Invierta en Bogotá,2023) se encuentre alrededor de COP 36 billones, con un CAGR de 5,43 % entre 2013 y 2023 , revisado lo anterior, la industria de la construcción ocupa el sexto puesto en el sector económico de Colombia, lo que representa el 5,1% del PIB del país, el 3,4% de la entrada total de IED y el 7,2% del empleo formal, en el mismo sentido en el artículo de (Morales, 2022) comenta que Confecámaras se refirió al a las nuevas organizaciones, medidas por el valor de sus activos, fijando que las nuevas unidades productivas

están conformadas principalmente por microempresas (99,5%); seguido por las pequeñas empresas (0,4%); y el restante se encuentra en las medianas y grandes compañías (0,03%).

A pesar de lo anterior, las medianas empresas pueden presentar debilidad en relación con la competitividad basado en recursos físicos, económicos, organizacionales, los cuales disminuyen su competitividad limitando el crecimiento a corto y largo plazo; en consecuencia, la escasa acogida de la innovación en sus actividades debido posiblemente, a las capacidades internas para aprender de la experiencia externa; en lo que refiere a los nuevos métodos que aseguren la calidad de los principios de gestión de calidad de la alta dirección para impulsar los procesos que se minimicen y mejoren la utilidad.

Hay que mencionar a Martínez (2019), el cual expone que desde 1991 Lauri Koskela quien tiene una maestría y un doctorado en gestión industrial, investigador y profesor de Gestión de Producción y Proyectos; basados en la Teoría Construcción Esbelta o Lean Construction, inició el concepto de la administración en la producción de la construcción como una idea dirigido a mejorar la ejecución de las obras. Puede entenderse que, el apoyo de esta idea conceptual hasta la puesta en marcha del proyecto representa una filosofía de gestión de trabajo y una cultura organizacional que busca la eficiencia de los procesos.

Por todo lo anterior, en el sector de la construcción tiene gran relevancia para el desarrollo económico del país, aun así, es considerable que es un sector que se resiste a innovar, ofrecer mejores soluciones a las necesidades sustentables en la que intervienen los factores internos y externos relación directa con la calidad y productividad de la industria. En conclusión, el sector de la construcción no es ajeno a la problemática derivada de la mala programación y planeación, situación que se repercute en el valor final del producto.

1.2. Pregunta de investigación (formulación del problema)

¿Cómo aplicar la metodología Lean Construction de manera efectiva en empresas PYMES de construcción en Bogotá para incidir positivamente en la estructura y cultura organizacional?

1.3. Delimitación

Lo investigado se enfocó en las empresas PYMES, del sector construcción en la ciudad de Bogotá por lo que el análisis realizado en el artículo de (Materiales de Construcción: Invierta en Bogotá. Investinbogota.org., 2023) confirma que las medianas empresas evidenciaron un aumento de 1,5% al pasar de 68 a 69 unidades productivas nuevas en 2021, siendo significativo que, Bogotá región es el principal centro de ejecución de obras residenciales y no residenciales en el país, con una

participación de 31,7 % y 41,8 % del total de estas obras respectivamente a nivel nacional, mercado con alto potencial de abastecimiento como se ve en la figura 2

Figura 1

Mapa geográfico de Bogotá



Nota. Ubicación de la ciudad de Bogotá. Tomado de Google maps <https://acortar.link/pAaiOa>

Figura 2

Actividad edificadora en Bogotá

Departamentos	M2 obras no residenciales	% no residencial	M2 obras residenciales	% Obras residenciales
Bogotá región	1.192.893	29%	4.214.731	24%

Nota. Resumen crecimiento de la construcción en la ciudad de Bogotá.

Tomado de <https://acortar.link/jt2YR0>

Con el desarrollo de los planteamientos y cifras expuestas, se pretende enfatizar la importancia de la adecuada práctica del modelo de administración de proyectos, cuyo objetivo fundamental es la eliminación de las actividades que no agregan valor, desde la cultura y estructura organizacional para que las medianas empresas en el sector de la construcción innoven optimizando los procesos

de calidad, recursos y tiempo, efectuando una mejor administración de los proyectos, dirigido a la productividad de estas empresas.

1.4. Alcance

La información reportada por el Banco Mundial (2018)_evidencia que las pymes en Colombia son compañías nuevas, con un promedio de experiencia de 17 años, con una simetría para las medianas empresas de trabajadores no calificados de 38,7% y en cuanto al nivel educativo, Gómez y Borda (2020) afirman la importancia de la educación y capacitación del recurso humano en las diferentes esferas organizacionales; en el sentido de las variables asociadas a la capacidad de gestión y organización empresarial, encaminado a comprender mejor las prácticas de gestión y organización en el manejo y crecimiento de la productividad al momento de establecer la estrategia, siendo muy importante la calidad del producto y el establecimiento de procedimientos de calidad del mismo. Por lo anterior, implementar un modelo de gestión como el Lean Construction para (Pérez Gómez, et al., 2019) consiente a evaluar posibles beneficios económicos y de tiempo en la realización de la edificación, considerando la disminución de pérdidas al poner en práctica principios como, la capacitación del personal, la reducción del inventario y la mejora de la productividad en las medianas empresas.

2. JUSTIFICACIÓN

Es importante analizar cómo las Pymes del sector de la construcción pueden lograr ser competitivas a pesar de la notable disminución económica en el sector y la presencia de empresas de gran dimensión y recorrido en el mercado. Si bien, hay estudios que identifican las debilidades en las medianas empresas para ser competitivas en el sector, se continúa evidenciando en los proyectos de construcción condiciones desfavorables que generan pérdidas para la empresa, a manera de ejemplo, los tiempos muertos en la producción, las pérdidas de materiales, aumento de los tiempos en la ejecución de los proyectos por falta de planificación, entre otros (Saavedra-García, et al., 2017).

Para Maya (2022) el panorama del COVID-19 causó muchos problemas y situaciones extremas para la mayoría de los sectores económicos, el sector constructor se ha visto poco afectado incluso presentando cifras superiores a los escenarios de 2019. De acuerdo con cifras del Ministerio de Vivienda, el año 2021 fue calificado como el año de la vivienda debido a las cifras históricas que se alcanzaron. En éste, 221.000 unidades fueron vendidas, cerca de un 30% superior a las comercializadas en 2020, y se asignaron cerca de 97 mil subsidios lo cual es una cifra histórica teniendo en cuenta que, anualmente; se asignaban alrededor de 40 mil subsidios. De estos subsidios, aproximadamente unos 67 mil fueron subsidios VIS, lo cual dinamizó mucho el mercado de vivienda incentivando a personas que ingresan menos de 2 salarios mínimos mensuales a adquirir vivienda propia.

Con lo anterior, la meta del Ministerio de Vivienda a través de las estrategias implementadas como la reingeniería de la oferta y demanda VIS y VIP, ofertas y esquemas de financiación, entrega de subsidios dirigidos a implementar estrategias que propendan por el mejoramiento de calidad de la vivienda en el País a través de la promoción de participación de los actores de la vivienda Colombia (Ministerio de Vivienda, VIS y VIP, (s.f). Estas cifras indican un panorama alentador para todo el sector constructor que, hacen posible poder alcanzar el cierre financiero de los proyectos y principalmente, al potencial de empleo que tiene el sector construcción teniendo en cuenta que se ocuparon 1.6 millones de personas en este sector en el mes de diciembre de 2022 (Vargas, 2023).

3. ANTECEDENTES (ESTADO DEL ARTE)

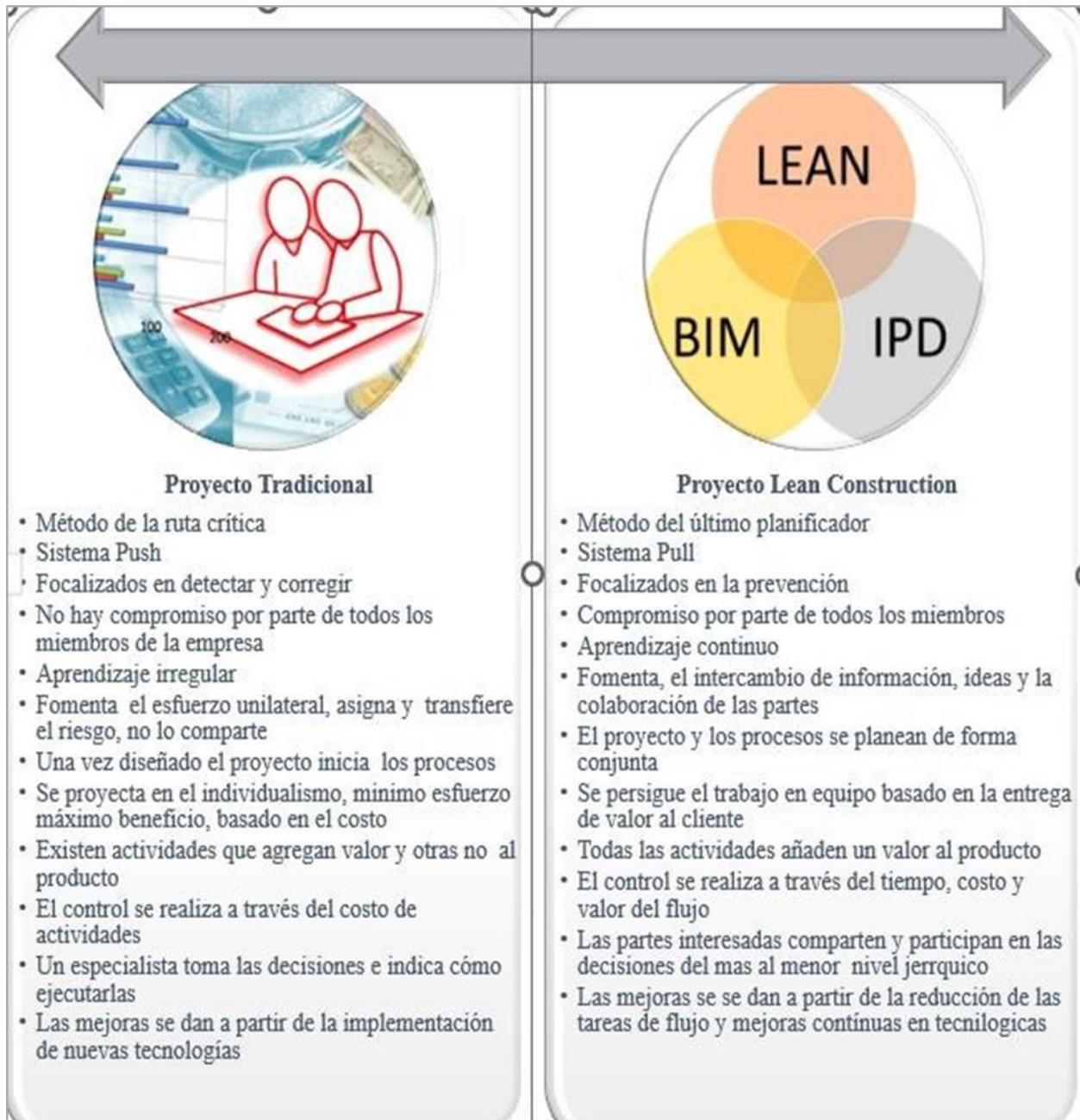
Los niveles de productividad y las tasas de crecimiento del sector de la construcción en Colombia, (Martínez ,2019), muestra que se encuentran por debajo de los niveles a nivel mundial, los expertos consideran que las causas de una baja productividad en su mayoría son factores estratégicos internos como técnicas de diseño inadecuado, la pobre gerencia del proyecto, la ejecución elemental, la poca inversión en digitalización, innovación y capital.

De acuerdo con un estudio realizado por Camacol en el año 2017, las empresas del sector de la construcción en Colombia, cuentan con la oportunidad de aumentar la productividad hasta un 25%, sin embargo la implementación de nuevas tecnologías en Colombia, respecto a la construcción, dejan aun en bajos niveles a los constructores en comparación con los avances internacionales, estudios revelan que en Colombia tan solo un 14% de constructores están de acuerdo con la aplicación de mejores practica con tecnología.

La poca ejecución tecnológica y las dificultades que se pueden presentar internas o externas, hacen que las empresas constructoras en Colombia cuenten con una gran inseguridad al ejecutar los proyectos, dicho de otra manera se evidencia falta de un plan estratégico que se puedan implementar fácilmente, basados en métodos eficaces que garanticen la satisfacción del cliente final y el aumento de productividad de la empresa, en consecuencia se requiere implementar herramientas de gestión en la industria de la construcción como la filosofía Lean Construction que permita orientar la administración de la producción en la construcción, enfocada a la eliminación de actividades que no agregan valor al proyecto y optimizar las que, si lo hacen, creando un sistema modelo de producción que minimice los residuos, a continuación, se presenta en la siguiente ilustración hace una revisión comparativa de un tipo de construcción típica Vs Lean Construction.

Figura 3

Cuadro comparativo entre construcción típica y construcción L C



Nota. Criterios relevantes de una construcción típica utilizando LC. Adaptado de Martínez Henao, Y. A. (2019, junio). Formulación un Plan Estratégico Basado en la Filosofía Lean Construction para Pequeñas Empresas Constructoras; caso en estudio: HM Inversiones y Construcciones S.A.S. Repositorio Institucional Universidad Católica de Colombia. - RIUCaC. Retrieved April 4, 2023, from <http://bit.ly/3Kk7gmz>

4. OBJETIVOS

4.1. Objetivo general

Esquematizar una guía práctica que permita inferir los lineamientos Lean construction más eficientes para las Pymes de construcción en Colombia, a través de un análisis de la incidencia de esta metodología en la cultura organizacional, con el fin de incidir en la productividad de la industria de la construcción.

4.2. Objetivos específicos

- Identificar a través de revisión documental e implementación de encuestas las herramientas más eficientes de la metodología Lean Construction, para conocer las ventajas de su aplicación a las empresas Pymes de construcción en Bogotá.
- Especificar la situación organizacional a través de una matriz DOFA que puede generar en las empresas el desarrollo de proyectos de construcción sin la metodología Lean Construction, a partir de análisis y mediciones en áreas logísticas, financieras y técnicas.
- Diseñar un esquema práctico de los lineamientos aplicables de la metodología Lean construction para proyectos de construcción eficientes.

5. MARCO TEÓRICO

5.1. Planeación estratégica

La estrategia, (Pérez,1990) como significación se remonta en la historia como una forma de expresión naciente de la esfera militar, un área donde la decisión tiene que ser explícita, antes de convertirse en acción basada en una serie de principios basados en el arte de la guerra.

En la actualidad, para Chiavenato (2017) en el que el entorno es cambiante; exige que los administradores, gerentes organizacionales comprendan las dinámicas y las tendencias de los sectores en que se desempeñan, es necesario se formulen estrategias creativas que motiven a los colaboradores y aseguren un trabajo óptimo; asimismo (Govea Cortés, et al., 2007) reducen este concepto como una herramienta que permite a las organizaciones tomar medidas a futuro fortaleciendo la toma de decisiones orientado a los objetivos de desempeño, por lo cual es inevitable estar al tanto de aprovechar los pilares que intervienen en el proceso de planeación a partir de la filosofía de la empresa, realizar el análisis interno y externo a través de crear una matriz Dofa que les permita considerar las situaciones actuales de la compañía para efectuar la planeación y desarrollo encaminado al logro de los objetivos.

5.2. Ventaja competitiva

Porter (1985) refiere que la ventaja competitiva es la revolución de la información y de las teorías económicas; factores determinantes en las dinámicas económicas. La información posee un alto potencial debe ser tratada como un recurso que cada organización debe utilizar en su negocio factor fundamental en el valor que es capaz de generar la empresa en relación con las demás, es decir la oferta y demanda, en el mismo sentido para generar la ventaja competitiva y para lo cual se debe presentar algunos elementos que debe tener en cuenta la empresa como son el liderazgo en costos, es decir tener la capacidad de realizar un producto a un precio inferior a los competidores, diferenciación del producto; ofrecer un producto creativo y atractivo para los consumidores frente a los productos ofrecidos; el enfoque, el cual consiste en especializarse en un segmento del mercado ofreciendo.

5.3. Cultura Organizacional

En respuesta a las demandas actuales se subraya que los cambios que inciden sobre la cultura organizacional implica convocar a la gestación de las competencias necesarias para desarrollar conocimientos y metodologías en la búsqueda por elevar la productividad y la calidad, por lo que las organizaciones además tienen su distintivo el cual se conoce como cultura organizacional

(Segredo-Pérez, et al., 2016), la cual se ha descrito como los valores, principios, tradiciones y características de la forma de hacer las cosas que influyen en el comportamiento de los miembros de la organización, en consecuencia, cuando los valores fundamentales están interiormente naturalizados y son participados, tienen una mayor autoridad sobre los empleados, además se pone de manifiesto actitudes de lealtad, compromiso que, están coligadas con el alto desempeño organizacional; los trabajadores, asimilan dicha cultura a través de historias, rituales, símbolos materiales y lenguaje que influyen en el condicionamiento en la medida que los administrativos, líderes; planean, organizan, dirigen y controlan la organización.

La cultura de la organización positiva en gran medida facilita la implementación de nuevas estrategias partiendo de la coherencia las partes involucradas, o por el contrario, impide o retrasa la puesta en práctica que va en contra de las políticas misionales y visionales de la organización y por lo tanto afecta los objetivos generando desestabilidad y hasta pérdida productiva de la empresa. Si se parte de la hipótesis (Cantillo y Daza,2011), de que la habilidad empresarial, además de impulsar a la organización hacia la realización de objetivos económicos, le sirve de guía para orientar y fortalecer su funcionamiento, se puede deducir, por tanto, que la cultura puede influir, y de hecho influye, sobre los resultados de la actividad de la misma.

Para las organizaciones, Valdivieso (2020), las empresas que implementan una cultura orientada hacia la calidad es relevante el mejoramiento de las condiciones del recurso humano a través de procesos de capacitación enfocados a desarrollar programas de mejora continua hacia el fortalecimiento de los equipos de trabajo, atención al cliente y los procesos, además de los aspectos culturales que conduzcan a una mejora de la organización, que involucre una comunicación clara, sencilla, continua, lo que se reduce a un estilo de comunicación asertiva, componente fundamental en toda organización.

Para finalizar, un nuevo pensamiento de cultura organizacional se establece en dos aspectos: por un lado, la parte técnica y formal presentada a través del Sistema de Gestión de Calidad SGC, y por otro lado, la parte humana obligada como un inestimable componente de productividad y competitividad, fomentando la creación de un ambiente favorable que estimule la participación, la motivación, la creatividad, la lealtad, la responsabilidad, el desarrollo de fortalezas y talentos, la comunicación, la confianza, el respeto, el trabajo en equipo, el sentido de pertenencia y la satisfacción del cliente.

De acuerdo con lo anterior, para una experiencia exitosa de la metodología L.C, requiere comprender y poner en práctica las siguientes recomendaciones en la cultura organizacional de las empresas:

Figura 4

Prácticas en el clima organizacional Lean Construction



Nota: La figura representa prácticas significativas para alcanzar un clima organizacional favorable en el modelo Lean Construcción

Como se observa en la anterior figura el compromiso gerencial es clave por la participación económica, recursos, entre otros para poder generar una cultura organizacional sin barreras que limiten el éxito de la metodología, en lo que refiere al enfoque en la medición de indicadores de desempeño y mejoramiento, constituye un valor a la cadena cuando se plantea una mejora continua, lo que requiere contar con indicadores actualizados para motivar el desempeño de todos los trabajadores, siendo valioso la capacitación al recurso humano de la organización para la implementación de la idea del LC y las herramientas de manejo para la implementación, teniendo como un elemento estratégico el trabajo en equipo

5.4. Productividad

Botero y Villa (2012), consideran que hay factores que afectan la productividad en los proyectos de construcción, en las que subrayan que el encargado de la administración de la obra debe estar

al tanto de cuáles son los elementos positivos y negativos, para actuar sobre los últimos y disminuir o eliminar su efecto

- 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
- Distribución inadecuada de los materiales en la obra
- Falta de materiales requeridos
- Falta de suministro de equipos y herramientas
- Lotes con condiciones difíciles para su desarrollo
- Excesivo control de calidad
- Características de duración y tamaño de la obra que no motivan al personal
- Clima y condiciones adversas en la obra

Figura 5

Factores que inciden sobre la productividad



Nota: Identificación de factores que inciden en la productividad de una obra. Imagen tomada de Botero B, L. F., & Álvarez Villa, M. E. (2012, p.53). Guía de mejoramiento continuo para la productividad en la construcción de proyectos de vivienda (Lean construction como estrategia de mejoramiento). Revista Universidad EAFIT, 40(136), 50–64. Recuperado a partir de <https://publicaciones.eafit.edu.co/index.php/revista-universidad-eafit/article/view/864> La productividad para está vinculado a la eficacia y efectividad, por lo que, no tiene objeto construir unidades de obra si se presentan deficiencias en la calidad. Asimismo, (Martínez, 2019 expone que en investigaciones realizadas en concluyeron que

La baja productividad en los proyectos, esto debido a las pérdidas operacionales que pueden llegar a ser considerables por la ausencia de planificación en la gestión de los recursos durante el desarrollo de la obra (p,8).

Siguiendo en la misma línea, la productividad se corresponde con un proceso de innovación entendiendo por la transformación que se dan frente a los insumos necesarios para generar un bien y la fase final es la comercialización del mismo, citando a (Pérez Gómez, et al, 2019).

- Materiales: en la obra es fundamental que los materiales se utilicen racionalmente, para que se eviten pérdidas en este insumo.
- Mano de obra: Resulta un concepto crítico, porque es el recurso que determina el ritmo de la obra, y del que en gran medida depende la productividad que alcancen los otros recursos utilizados.

- Maquinaria: debido al alto costo de estos insumos se torna muy importante su rendimiento, por lo tanto, evitar pérdidas en este insumo apoya a la economía de la obra (p.113).

Para concluir, el análisis y la formación en lo que refiere a nuevas herramientas de gestión empresarial facultará a las empresas Pymes del sector de la construcción a innovar por la relación con la calidad del producto, creando un sistema modelo de producción que minimice los residuos, impacto económico y se optimicen los recursos propios con los que cuenta la organización

6. METODOLOGÍA

Lo investigado se desarrolló en el marco de la implementación del Lean Construcción como una herramienta administrativa orientada a empresas Pyme; a continuación, en la siguiente figura, se presenta el esquema del desarrollo los objetivos que se abordan en este trabajo

Figura 6

Esquema metodológico

Área de estudio	Etapa	Actividad/Tarea	Instrumento	Producto
Objetivo 1 Identificar a través de la revisión documental e implementación de encuestas las herramientas más eficientes de la metodología Lean Construction, para conocer las ventajas de su aplicación a las empresas medianas de construcción en Bogotá	Revisión documental	Revisión documental a través de motores de búsqueda	Operadores booleanos AND, OR, NOT, buscadores académicos	Informe escrito Conceptualización
	Elaboración de encuesta	Elaboración preguntas Diseño Población Distribución	Encuesta	Encuesta Google forms
	Revisión y análisis	Revisión resultados de las encuestas	Excel	Informe escrito resultados, tabla de recomendaciones
Objetivo 2. Especificar la situación organizacional a través de una matriz DOFA que puede generar en las empresas el desarrollo de proyectos de construcción sin la metodología Lean Construction, a partir de	Elaboración y análisis matriz DOFA	Elaborar los ítems del análisis para establecer fortalezas, oportunidades, debilidades, amenazas	Matriz Dofa	Matriz DOFA con ponderaciones Criterios de elaboración resultados indicadores de gestión

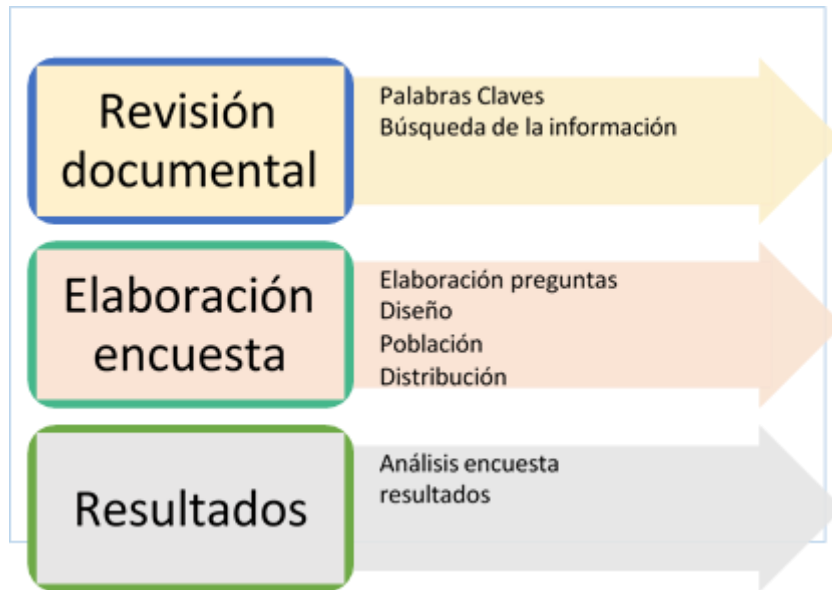
análisis y mediciones en áreas logísticas, financieras y técnicas		Revisión indicadores		
Objetivo 3 Esquema lineamientos aplicables a la metodología Lean Construction como estrategia de mejoramiento	Elaboración y planificación	Elaborar esquema, revisión documental	Lluvia de ideas Diseñador gráfico Canva	Informe escrito con la implementación metodológica

Nota. Estructura propuesta por los investigadores para el desarrollo de los objetivos planteados

6.1 Conceptualización de la revisión documental. Objetivo 1

Figura 7

Fases de desarrollo objetivo 1



Nota. Propuesta del esquema con los pasos para el desarrollo del objetivo compuesto por tres fases

6.1.1 Fase 1 Revisión documental

Para el desarrollo para la revisión de la literatura acerca del estado actual de la aplicación de la metodología Lean Construction en la gestión de proyectos de construcción en las medianas empresas en Bogotá se realizó a través de motores de búsqueda académicas como Redalyc, Dialnet, Google Académico, y Google, repositorios, así mismo las palabras claves Lean Construction, herramientas administrativas, lo anterior arrojó un resultado de 37 fuentes que se utilizaron en la investigación.

6.1.1.a Lean Construction. El LC en revisión de (Porras, et al, 2014) es un concepto que se ilustró en la edificación debido al trabajo de Lauri Koskela en 1992 y se vio como una idea encaminada a mejorar la ejecución de las obras, explica que la filosofía Lean Construction logra captar las particularidades de los sistemas productivos en la industria de la construcción, proponiendo diferentes herramientas para enfrentar acertadamente la eventualidad de los proyectos y por lo (Martínez, et al., 2019) lo sintetizan en que “representa una filosofía de gestión, de trabajo y de cultura empresarial que busca la eficiencia de procesos y flujos”(p, 111).

La aplicación de esta filosofía, partiendo del concepto de Koskela y los trabajos que realizó motivaron a un grupo de investigadores del CIFE de la Universidad de Stanford, lo que concluyeron que la producción debía ser mejorada mediante la eliminación de los flujos de materiales y que las actividades de conversión mejorarían la eficiencia (Porras et al., 2014)

Asimismo, (Cossio 2019, Breve Historia de Lean Construction) sostiene que el término Lean a través de tesis doctorales publicadas en 1994 “por Glenn Ballard y Greg Howell “The Last Planner System of Production Control, sirvió de base para la fundación del Lean Construction Institute en EUA” (párr.5)

Conocer la historia de Toyota (Pons y Rubio, 2021), piensan que el Sistema de Producción y sus fundamentos, aportan un valor a las empresas que quieren implementar esta idea, basada en la estrategia y la necesidad de afrontar un entorno que Toyota experimentó en repetidas ocasiones para lograr las mejores habilidades de trabajo. Usando la experiencia de Toyota, se sintetiza en la identificación oportuna de las situaciones y la solución en el momento, experimentando por sí mismos, poniendo el valor del cliente como enfoque principal de la empresa, se logra que el Lean forme un enfoque ideal en las empresas.

Por otra parte, (Porras, et al., 2014; Botero 2021), exponen que en este es necesario implementar elementos orientados a la reducción de esfuerzos, tiempo y materiales innecesarios con la colaboración de las partes del proyecto de construcción, un ejemplo es el Last Planner System, o sistematización de la planificación técnica la cual se realiza conjuntamente con los responsables de la obra para reducir la inestabilidad logrando encontrar nuevos métodos de organización y coordinación para obtener mejores resultados en la industria de la construcción, asentada en la comparación de las bases conceptuales de los nuevos esquemas de producción y los tradicionales, planteando una posición crítica la importancia de los desafíos para su implementación en el sector de la construcción.

Para (Porras, et al., 2014), el término Lean considera que está orientado a incrementar el valor del cliente y reducir los desperdicios que se presentan a lo largo de las diferentes fases del desarrollo del proyecto, asimismo, realiza una investigación sobre herramientas que aportaron a esta filosofía como el Sistema Último planificador (SUP) siendo pionero en su desarrollo Glenn Ballard, el cual se basa en reducir los niveles jerárquicos en la gestión lo que permite optimizar el proceso asignando los recursos necesarios disponiendo una planificación y programación semanal para la ejecución de los trabajos, aun así más adelante perfeccionó el SUP centrándose en la gestión de

flujos al que denominó Sistema de Entrega de Proyectos Lean, cuyo propósito es el diseño hipotético del métodos para gestionar los proyectos , lo anterior se orientó hacia la satisfacción del cliente , reducción de perdidas.

Esos autores indican que en Latinoamérica se han mostrado avances en la implementación del LC, aun así, en Colombia a pesar de algunos estudios de empresas privadas falta mucha investigación a través de las universidades. En este sentido, (Porrás, et al., 2014) muestran el desarrollo e investigaciones que se ha tenido en Colombia sobre el Lean construction

Se iniciaron en el año 2002 por medio de Camacol y el arquitecto Luis Fernando 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. A esto se suman estudios realizados por estudiantes de ingeniería civil en algunas empresas bogotanas dedicadas a proyectos edificatorios, como requisito para obtener su título, y las capacitaciones en el uso de LC que ha hecho Camacol en convenio con la universidad Eafit, dirigidas al personal de empresas constructoras como Triada, Urbansa, Arpro, Arrecife y Construmax, gracias a las cuales se han obtenido mejoras en los tiempos de entrega de las obras y reducción de los costos (p. 35).

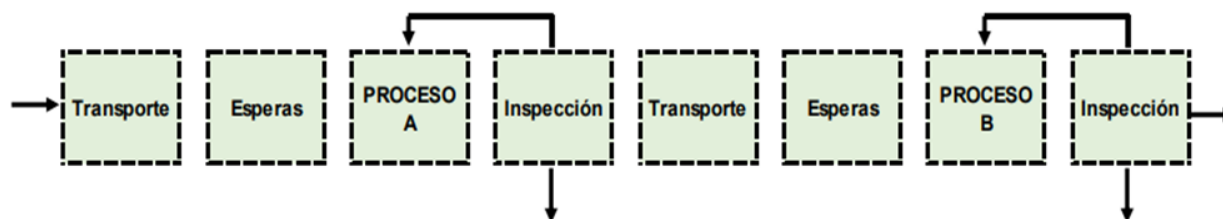
En el país, la aplicación de la filosofía del LC (Zambrano et al., 2018) sostiene que en los comienzos de los noventa se iniciaron a sentir los cambios a nivel mundial inicialmente en el sector automotriz, por las estrategias de Toyota, después inició a aplicarse en otras industrias en la que se incluyó el sector de la construcción llamado Lean Construction, implementándose con mayor rigor desde el 2007, especialmente en Estados Unidos.

Con lo anterior, (Díaz y Rolón, 2020) consideran que es de esperar que las construcciones Lean se implementen en el país, apostando a la gestión basada en esta filosofía que adquiere un común denominador que es la reducción de los desperdicios y la preservación de los recursos naturales, para que esto se dé las empresas deben emprender el cambio, interesarse por conocer los beneficios, tener en cuenta los recursos y los medios que se necesitan para aplicarla, por lo que se plantea que cada empresa debe definir con claridad las funciones y responsabilidades, dado que en los proyectos de construcción este factor es primordial, puesto que en ocasiones se suelen realizar procesos repetidos con distintos empleados, por lo cual debe gestionarse a tiempo para no perder productividad y mejorar el desempeño en cada proyecto.

A pesar de que la metodología LC incursionó en el 2002 en el país, (Julon y Quiroz, 2022) sustentan que la acogida entre las empresas grandes y reconocidas de la construcción ha sido satisfactoria y con resultados positivos, en general, a pesar de las escasas investigaciones, se requiere un esfuerzo de todos los sectores públicos, privados y el apoyo gubernamental, aprovechando el auge de la construcción que impera en este momento, como consecuencia, masificar esta metodología y verla como una gran oportunidad de mejora para la competitividad y la productividad empresarial.

Figura 8

Esquema conceptual de producción Lean como un flujo de procesos



Nota. Flujo de procesos para la aplicabilidad de LC. Adaptado de: Koskela, L (1992, p.15). *Application of the new production philosophy to construction* (Vol. 72, p. 39). Stanford: Stanford university

6.1.1.b Herramientas de Lean Construction. Para algunos investigadores de acuerdo con (Womack, 1996 y Picchi F, 1993) citados por (Porrás et al., 2014), para la implementación de este proceso es necesario el uso de herramientas para reducir o eliminar procesos que no aportan valor a la obra.

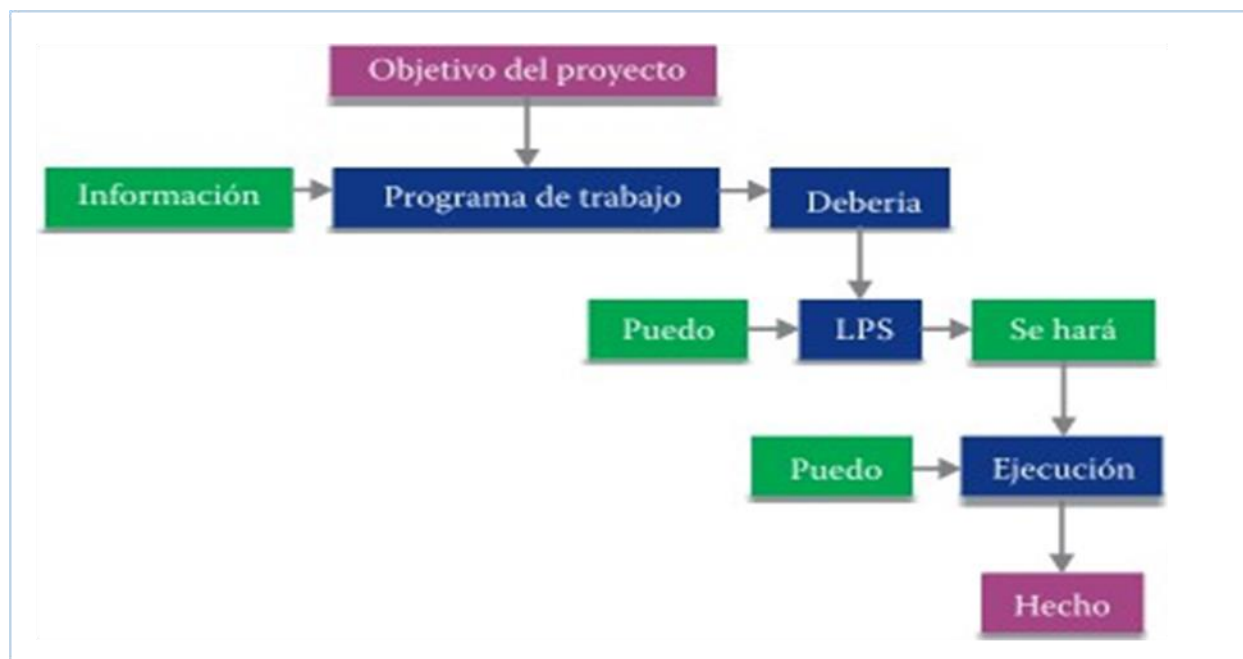
El Sistema del Último Planificador (SUP). Realizado por Glenn Ballard y Greg Howell, Porrás et al., (2014), indica que consiste en un sistema de planificación y control de la producción para mejorar la incertidumbre en las obras de construcción reduciendo posibles falencias en las actividades programadas, básicamente el SUP es un enfoque en el cual los gerentes de construcción y los jefes de equipo apoyan para tomar medidas en los planes de trabajo que pueden ser ejecutados con un alto grado de confianza para mejorar la seguridad de la obra a la hora de realizar la planificación, pues es la que determina lo que debería hacerse para completar un proyecto con éxito.

El sistema propuesto por Ballard y Howell controla de una mejor para efectuar la planificación generar un método orientado a medir el desempeño de la aplicación del sistema para analizar e identificar los errores cometidos en la planificación. La proyección tradicional con los métodos de ruta crítica no controla la inestabilidad, en cambio el SUP, al agregar un componente de control de

la producción a la gestión tradicional de proyectos, puede entenderse como un componente para la transformación de lo que debe hacerse en lo que se puede hacer, formando así planes de trabajos semanales asignados, en este sistema es de subrayar que los que realizan la planificación y estructuración de cada una de las áreas debe tener en cuenta el flujo de trabajo y el control de las unidades de producción, lo que equivale a la realización de los trabajos individuales en el nivel operativo (Porras et al., 2014).

Figura 9

Sistema de planificación Lean

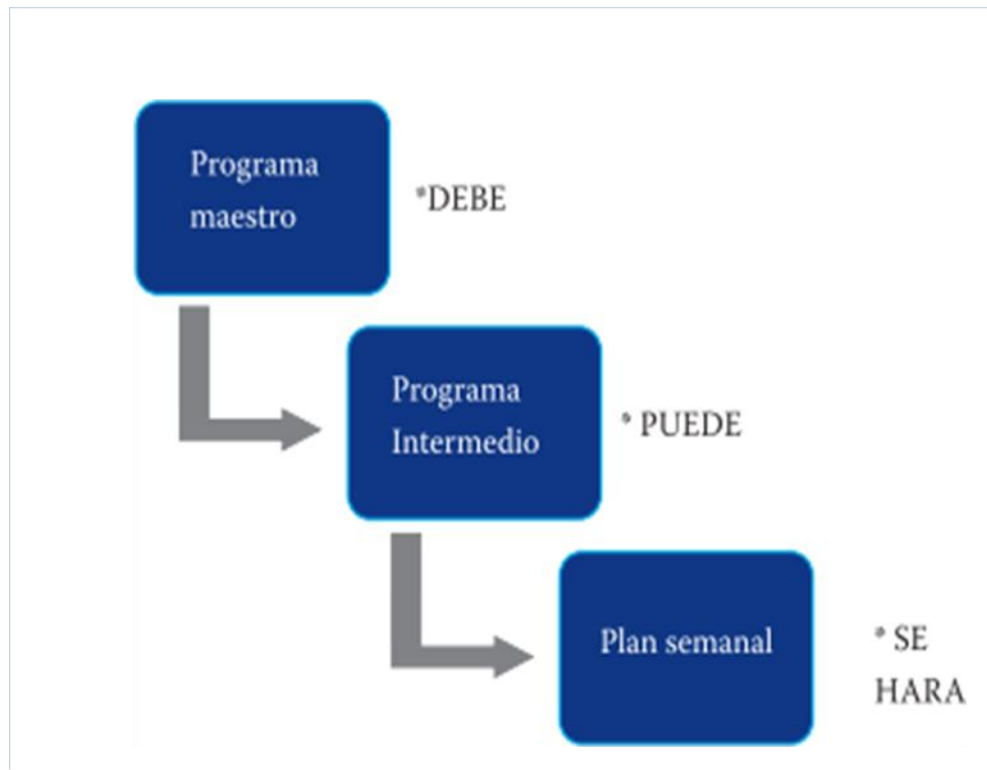


Nota. Proceso de planificación en un proyecto de construcción bajo el sistema LC, la figura fue tomada de Porrás Díaz, H., Sánchez Rivera, O. G., & Galvis Guerra, J. A. (2014). Filosofía Lean Construction para la gestión de proyectos de construcción: una revisión actual. *Avances Investigación En Ingeniería*, 11(1), 32–53. <https://doi.org/10.18041/1794-4953/avances.1.298> (p,39)

Siguiendo a (Porrás et al., 2014), para el desarrollo del SUP se debe considerar la estructura que parte de lo general a lo específico basándose en trabajo sistemático, donde la planificación se realiza en el nivel más bajo de jerarquía de planificadores es decir la última persona o grupo que tiene ver con la supervisión de los trabajos en obra (el último planificador). La filosofía es asegurar que todos los requisitos previos necesarios para realizar un trabajo estén en su lugar antes de asignar las cuadrillas de trabajo a las actividades.

Figura 10

Sistema de planificación Lean



Nota. Resumen general para la planificación LC. Imagen tomada de Porras Díaz, H., Sánchez Rivera, P. G., & Galvis Guerra, J. A. (2014, June 3). Filosofía lean construction para la Gestión de Proyectos de Construcción: Una Revisión actual. Filosofía Lean Construction para la gestión de proyectos de construcción: una revisión actual. Revisado, abril 4, 2023, from <http://bit.ly/3zFz1ky> (p,41)

Figura 11

Estructura SUP

Planificación programa maestro	Planificación intermedia	Planificación semanal
<p>Es la programación de todas las actividades necesarias para realizar la construcción que hacen parte del proyecto</p>	<p>Consiste en separar la programación general para evitar la pérdida de tiempo y de material; se enfatizan aquellas actividades que deberían hacerse en un futuro cercano.</p> <p>Se controla la coordinación de diseño, los proveedores, los recursos humanos, los requerimientos previos para hacer las actividades y la información para que los equipos de trabajo cumplan con sus objetivos. Se debe tener en cuenta la definición del intervalo de tiempo medido por semanas, su número depende de las características del proyecto y de los tiempos para adquirir información.</p> <p>En caso de que alguna actividad no pueda ser ejecutada o se ejecute antes, se proveerán otras para que las cuadrillas no queden libres de trabajo y con esto se da por finalizada la programación intermedia.</p>	<p>El valor de esta fase radica en el mayor nivel de detalle antes de la ejecución de un trabajo; es realizada por los administradores de obra, jefes de terreno, jefes de obra, encargados y todos aquellos que supervisan directamente la ejecución de los trabajos en obra.</p> <p>Se evalúa el porcentaje de actividades establecidas en el PAC para medir porcentualmente cual fue el número de actividades programadas y las que realmente se ejecutaron en obra y así evaluar la efectividad de la planificación semanal y además esclarecer las causas por las cuales el PAC no se ejecutó al 100% para realizar correcciones y ajustes necesarios en la programación de la siguiente semana.</p> <p>El plan de trabajo semanal estará compuesto solo por asignaciones de calidad: definición, consistencia, secuencia, tamaño y retroalimentación, además,</p>

		efectuarse reuniones a cada inicio de semana para planear y discutir asuntos de planificación semanal; a dicha reunión deben asistir el personal técnico, operativo y administrativo que forman parte del desarrollo de la obra.
--	--	--

Nota: La figura muestra la síntesis de la estructura SUP a partir de la revisión efectuada en Porras Díaz, H., Sánchez Rivera, P. G., & Galvis Guerra, J. A. (2014, June 3). Filosofía lean construction para la Gestión de Proyectos de Construcción: Una Revisión actual. *Filosofía Lean Construction para la gestión de proyectos de construcción: una revisión actual*. Retrieved April 4, 2023, from <http://bit.ly/3zFz1ky>

- **Prueba de los Cinco Minutos para el Análisis de Pérdidas.** Consiste en realizar un muestreo aleatorio simple en las actividades laborales diarias y más representativas, Flores, (2019) considera que es una herramienta de observación dispuesta a identificar a que se dedica el trabajador en un tiempo de cinco minutos, la interrupción de tiempo puede reflejarse de tres maneras: Tiempo productivo TP: es el tiempo que el trabajador destina a la producción de las tareas encomendadas; tiempo contributivo TC: es el tiempo dedicado a labores necesarias que no estan planificadas, pero son valiosas para la ejecución de las obras; tiempo no contributivo TNC: es el espacio que tienen el trabajador para alimentarse, factores como estado climático, realizar sus necesidades fisiológicas, en general periodos de descanso cortos que si no se controlan crea pérdida de productividad.

Por lo anterior en la siguiente figura se muestra un ejemplo del formato que se puede realizar para medir estas variables.

Figura 12

Formato de medición 5 minutos

FECHA			HORA	
ACTIVIDAD			CARGO	
TIEMPO PRODUCTIVO		Observacion		
TIEMPO CONTRIBUTIVO		Observacion		
TIEMPO NO CONTRIBUTIVO		Observacion		
COMENTARIOS				

Nota: Formato por el cual se puede obtener resultados de rendimiento en obra. Imagen tomada de Flórez, F.H. (2019, p 31). Aplicación de técnicas Lean construction para el seguimiento y control de un proyecto de obra civil. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/20.500.11912/6326>

Al ser una técnica de observación es inevitable cometer errores aún es significativo porque permite realizar el seguimiento y control de las actividades diarias en obra, la persona de realizar esta observación y diligenciamiento de la ficha debe tener claro el proceso que se está observando y que incide en los costos administrativos de los proyectos.

- **Modelo de Ejecución de Proyectos. IPD.** Para la ejecución de los proyectos se encuentran diferentes modelos orientados a facilitar construcción de edificaciones, el modelo depende de los criterios personales y técnicos de las empresas.

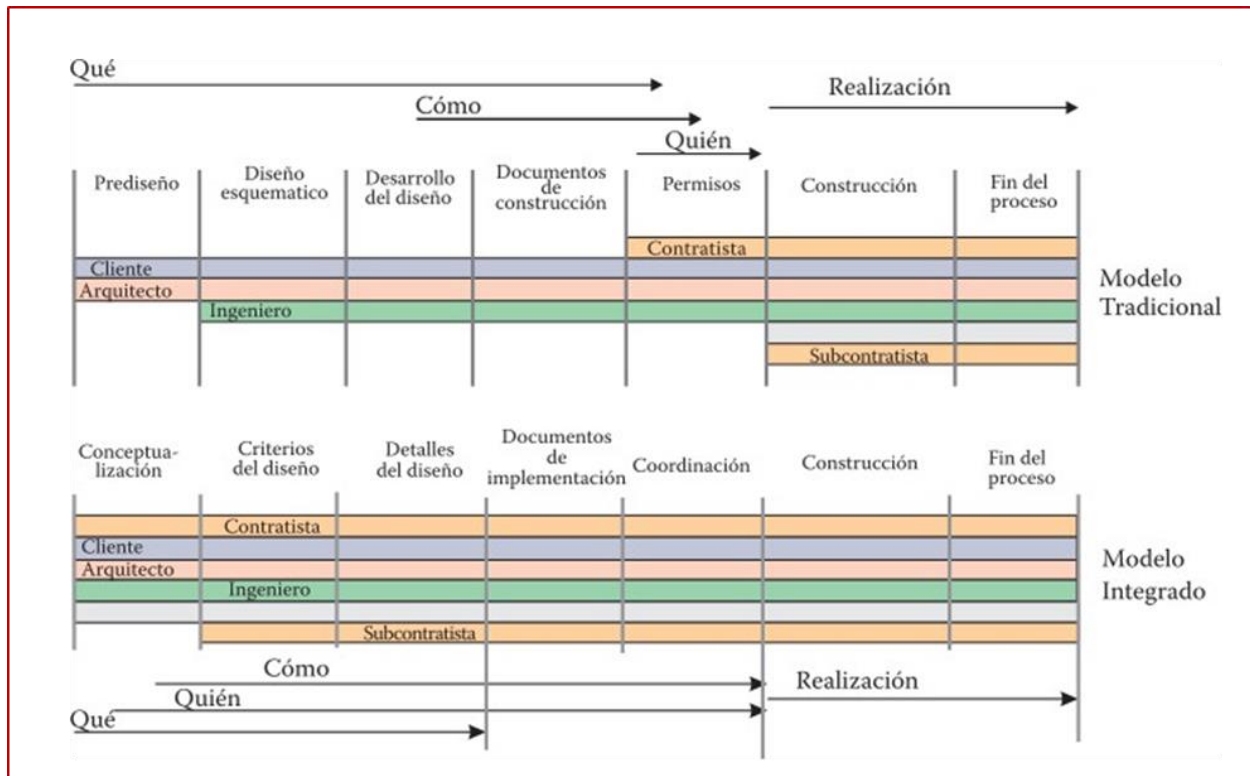
En la década de 1980, los técnicos e interesados en Estados Unidos trataron de unificar estos criterios como la cooperación, objetivos comunes, pero sin éxito, como consecuencia de que los intereses personales primaban generando conflicto, en 1990 surge un modelo Integrated Project Delivery – IPD, (Porrás et al., 2014), los autores exponen que se enfoca a la forma de trabajo colaborativo para tener ideas más claras de lo que se pretende mejorando y agilizando el diseño y planeación del proyecto, por lo que esta filosofía se basa en trabajo en equipo, en los aportes de todos los involucrados, motiva al cambio de actitudes individualistas, siendo obstáculos presentes en los modelos actuales restándole valor a las empresas.

En la siguiente figura se puede observar los dos modelos de ejecución en los proyectos, el tradicional y el modelo IPD cuya razón de ser es que todo el equipo entiende lo que el cliente

quiere y cómo se entregará el proyecto asimismo, en el modelo tradicional los técnicos de procesos superiores no entran en el proyecto hasta que el diseño se ha completado sustancialmente, en la ejecución es integrada se optimizan todos los recursos humanos disponibles en la creación del modelo, es un trabajo en equipo, basado principalmente en confianza, respeto, beneficio mutuo, innovación, comunicación, tecnología, clima organizacional y liderazgo.

Figura 13

Comparativo de modelos de ejecución de proyectos

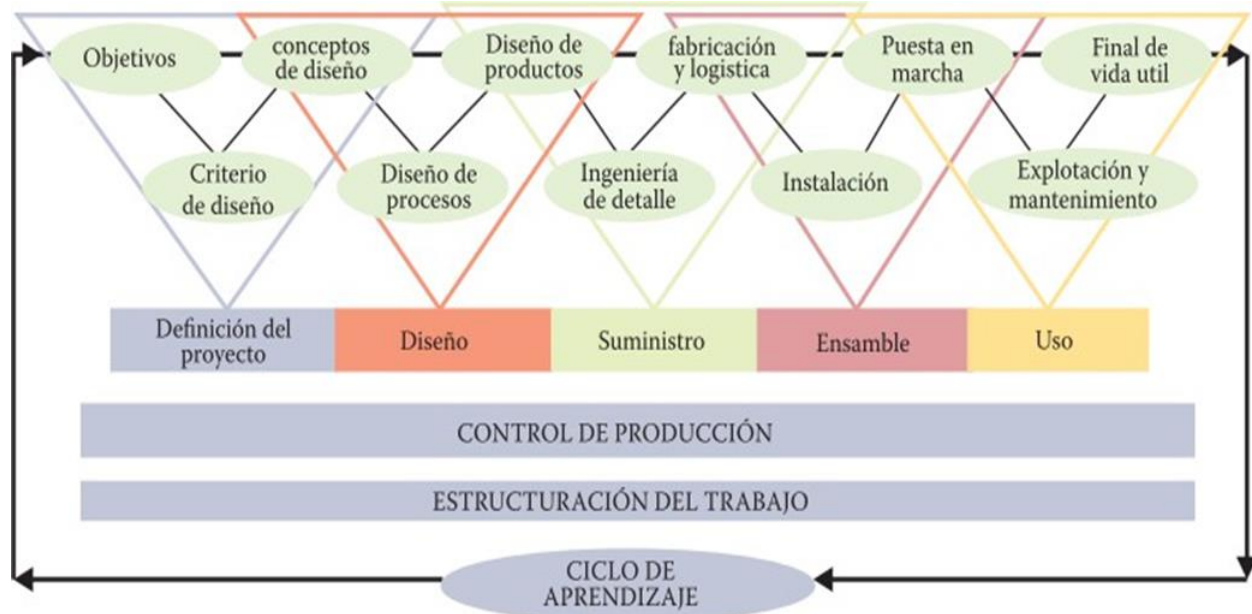


Nota. Modelo tradicional de ejecución de proyectos vs modelo integrado Tomada de <https://bit.ly/418nIx8> (p, 44), citado por Porras Díaz, H., Sánchez Rivera, P. G., & Galvis Guerra, J. A. (2014, Junio 3). *Filosofía lean construction para la Gestión de Proyectos de Construcción: Una Revisión actual*. Filosofía Lean Construction para la gestión de proyectos de construcción: una revisión actual. Revisado, abril 4, 2023, de <http://bit.ly/3zFz1ky>

Con lo anterior, para realizar una mayor integración de los procesos se generó Sistema de Entrega de Proyectos Lean, LPD el que reside en un procedimiento operativo para la gestión del trabajo del proyecto, siendo significativo por lo que obliga a la cooperación y formación de un equipo integrado por el arquitecto, el constructor y todas las demás partes críticas del proyecto, en la búsqueda de objetivos compartidos. En la siguiente figura se observa la estructura conceptual del LPD.

Figura 14

Estructura conceptual del LPD



Nota: Imagen tomada de Lean construction Institute (p.46) Citado por Porras Díaz, H., Sánchez Rivera, P. G., & Galvis Guerra, J. A. (2014, June 3). Filosofía lean construction para la Gestión de Proyectos de Construcción: Una Revisión actual. Filosofía Lean Construction para la gestión de proyectos de construcción: una revisión actual. Acceso: abril 4, 2023.<http://bit.ly/3zFz1ky>

- **Building Information Modeling (BIM).** Este modelo para (Volk y Schultmann, 2014), es una nueva metodología conocida como un sistema de información de la construcción, favoreciendo el análisis de lo que se va a construir en un entorno simulado para identificar cualquier diseño potencial, por lo que se convierte en una herramienta para la generación y modelado de datos de la construcción, aumentando la productividad, precisión en el diseño, planificación, operación de instalación y construcción de edificios, este modelo de BIM es valioso porque utiliza un software tridimensional que se maneja en tiempo real con disponibilidad continua del diseño del proyecto, integrado y totalmente sistematizado, como resultado crea eficacia, fiabilidad, información de costos, cronograma, entre otros.

Todo el proceso, produce el modelo del edificio, abarcando propiedades de los componentes de la edificación; por lo que (Dorta et al., 2014), sostienen que BIM es visto como una orientación destacada que le ayudará a la industria de la construcción en la consecución de los objetivos de Lean Construction, basados en esta filosofía en reducir o eliminar las actividades que no agregan valor al proyecto y optimizar las actividades, por lo involucrar la herramienta del BIM toca aspectos de

las actividades que se generan desde la primera fase de diseño y construcción para que los constructores pueden tomar decisiones que eviten pérdida. Con lo anterior, la funcionabilidad del BIM consiste en

- Visualización de formas y colaboración en diseño y construcción
- Rápida generación de alternativas de diseño
- Usos de modelos de datos para predicción, mantenimiento de información y modelado integrado de diseño
- Generación automatizada de dibujos y documentos, permitiendo una rápida evaluación y alternativas al permitir una comunicación en línea
- **Justo a Tiempo (JIT).** El trasfondo de la implementación de JT se remota a la II Guerra Mundial, cuando las empresas se vieron avocadas a la reducción del mercado, capital, espacios físicos de operación, de almacenamiento para producir por escalonadamente, así que, se vieron obligados a elaborar un vehículo cada vez, lo cual exigía una gran coordinación con sus proveedores y el personal vinculado a la producción en sus distintas especialidades o habilidades, por lo tanto, lo esencial del sistema JIT es que el trabajo se hace solo cuando hace falta, en las cantidades necesarias y en el momento preciso (Racking,2021).

Como lo definen (Bermúdez y Pulgarín, 2017), JIT, es un sistema flexible y que se adapta a los diferentes contextos por su eficacia en el manejo de inventarios, optimización de los directrices para la entrega de suministros por parte de los proveedores; proceso de eficacia en tiempos, movimientos de operarios y máquinas; todo lo cual redundando en ahorro de recursos y por tanto se refleja en la productividad de la empresa, sin embargo es preciso mencionar que los fundamentos del sistema JIP desde su inicio ha mostrado un continuo perfeccionamiento para que se optimice la productividad, de manera que, su implementación compromete tener presente los fundamentos expuestos en la siguiente figura

Figura 15*Fundamentos del Justo a tiempo*

Fundamentos	Descripción
Flexibilidad	Conformada en trabajadores motivados, creativos, dinámicos y máquinas que se ajusten a diferentes funciones o tareas.
Distribución en planta celular	Distribución de las máquinas que laboran piezas parecidas, esta distribución generalmente es en U y el desplazamiento del trabajador El aumento de en el volumen de producción se resuelve aumentando la planta de personal
Sistema "Pull" o "de arranque"	La fabricación depende de la demanda, pero teniendo en cuenta que siempre exista un stock del producto, lo cual implica estar atentos a las señales de la demanda y el ajuste de los procesos de fabricación.
Producción en pequeños lotes	La disminución del volumen del inventario hace que los procesos se vuelvan más interdependientes, lo que permite detectar y resolver rápidamente los problemas
Reducción de los tiempos de fabricación y minimizado de los tiempos de entrega	Tiempo de movimiento, tiempo de espera, tiempo de adaptación de las máquinas, tiempo de procesamiento, Minimizar el stock, Tolerancia cero a errores
Metodología 5 S Cero paradas técnicas	Concierno a mantener zonas ordenadas, lo cual se refleja en mayor productividad, se relaciona con principios japoneses que se escriben con S: 1) Seiri (organización), 2) Seiton (orden), 3) Seiso (limpieza), 4) Seiketsu (esmero), 5) Shitsuke (rigor). (Wikipedia, método justo a tiempo,2022)

	Evitar desperdicios concernientes a: sobreproducción, tiempos muertos, transportes, procesos inadecuados, altos stocks, movimientos improductivos, productos defectuosos
Adaptación rápida de la maquinaria	Permite reducir el tiempo de cambio de herramientas en las máquinas aportando ventajas competitivas para la empresa
Metodología TPM	Consiste en determinar las tareas de mantenimiento para prevenir desperdicios y encauzado en la mejora continua
Mantenimiento Productivo Total (TPM)	Consiste en las acciones de mantenimiento, preparación de equipos relacionado con los estándares de calidad
Producción uniforme	No se trata de producir la misma cantidad de cada producto todos los días, sino de mezclar pequeñas cantidades de distintos productos en la producción
Calidad en la fuente. Cero defectos	Identificar los problemas de calidad en la fuente, resolverlos, y nunca dejar pasar un producto defectuoso
Redes de proveedor	Es necesario que los proveedores cumplan con exigentes requerimientos de calidad, y que se ubiquen en las periferias de la empresa, para facilitar entregas frecuentes de pequeños lotes
Mejora continua	El JIT es un sistema que persigue optimizar permanentemente los niveles de inventario, los tiempos de adaptación, los niveles de calidad, producción ajustada es un sistema que se encuentra en una situación de permanente evolución

Nota. Lineamientos principales de la teoría JIT. Adaptado a partir de la revisión efectuada Racking, A. R. (2021, October 13). *Inicio*. Método Just in Time JIT en almacén: Qué es y cómo se usa | AR Racking Colombia. Revisado abril 5, 2023, <http://bit.ly/3nLIc03> y en el Método justo a tiempo. (2022, 3 de octubre). *Wikipedia, La enciclopedia libre*. Fecha de consulta: 22:46, abril 5, 2023 desde <https://bit.ly/3zJppoQ>

Para concluir, Justo a Tiempo es un sistema de producción que implica no sólo el estudio de tiempos, movimientos y maquinas perfeccionadas, sino es todo un estilo de trabajo en el que el

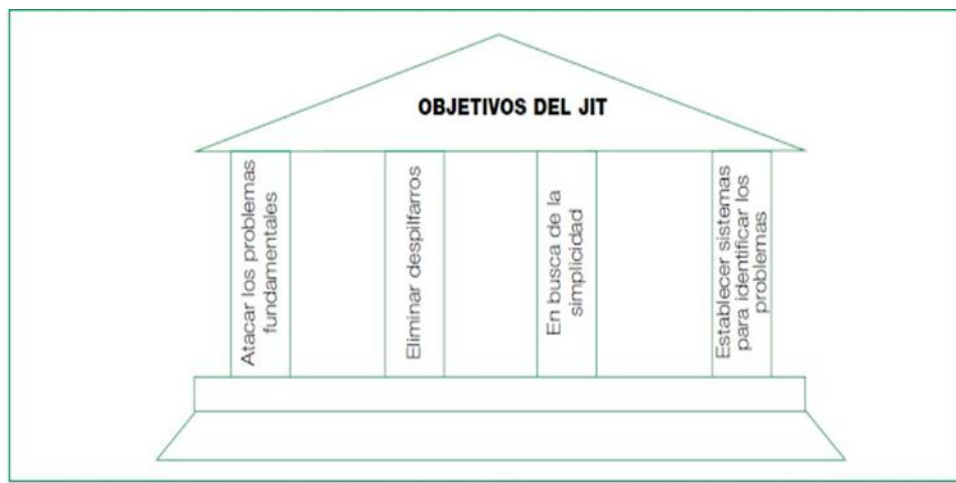
recurso humano toman relevancia para hacerlos parte activa de las soluciones y mejoras, por lo que se requiere incidir en la mentalidad de los trabajadores, para que no solamente transmitan un problema, sino que se dé la solución al mismo, a través del trabajo en equipo y la creatividad. Si, se resalta esta metodología al sector de construcción se evidencia la utilidad en relación a la implementación de la planificación, y terminación del proyecto; básicamente una de las grandes problemáticas de las obras de construcción son los retrasos en su ejecución debido a factores, como tiempo perdido en actividades y/o mal ejecutadas, planeación no adecuada del layout, lo que ocasiona, realización de movimientos innecesarios, la no programación de materiales teniendo en cuenta el tiempo de producción y/o importación.

En el sector de la construcción, es valioso dirigir lo anterior a hacer lo que se necesita, cuando se necesita y en las cantidades necesarias ajustando los objetivos del JIT: atacar los problemas fundamentales, eliminar despilfarros, buscar la simplicidad y establecer el o los sistemas adecuados para identificar los problemas.

En la siguiente figura se presenta los objetivos de la herramienta justo a tiempo

Figura 16

Objetivos de Justo a tiempo JIT



Nota. Objetivos de enfoque del JIT. Imagen tomada de <https://bit.ly/3UggbtH>

6.1.2 Fase 2. Elaboración encuesta

En el desarrollo de esta fase y una vez realizada la revisión bibliográfica se define la elaboración de cuatro encuestas dirigidas a: departamento de proyectos, departamento de compras y almacén, departamento técnico y Gerencia. Las preguntas se realizaron imprimiendo un carácter reflexivo,

preguntas cerradas en dónde se les indica las posibles opciones de respuesta; asimismo, la distribución se efectuó: 3 preguntas de caracterización y 7 preguntas directas sobre aspectos relacionados con el proceso del departamento y conocimiento de Lean Construction.

Población.

Se seleccionaron tres empresas medianas de Bogotá, se optó por 12 personas que laboran en estas empresas, una persona por cada área seleccionada.

- Proyecto Acanto Parque residencial: Obra en ejecución. proyecto de vivienda de la Constructora Mevic S.A. en Bogotá
- Proyecto Cerros Verdes S A S: Dedicada a la construcción de edificios residenciales, constructora Ossa López
- Ra3 Arquitectura y Proyectos S A S: Empresa ubicada al sur de Bogotá, bajo régimen simplificado, dedicada a la construcción de edificios residenciales

Elaboración Preguntas. Encuesta dirigida a Departamento de Proyectos.

- *Pregunta 1 a 3 Caracterización del encuestado, Departamento, nombre de la obra o empresa, cargo, fecha de respuesta de la encuesta.*
- Pregunta 4 ¿En los procesos de construcción, están establecidos controles de calidad con el fin de evitar reprocesos?
- Pregunta 5 ¿Indique los motivos si la respuesta anterior fue NO?
- Pregunta 6 ¿Desde la dirección del proyecto se realiza la planeación de la obra?
- Pregunta 7 ¿Se realizan o autorizan planes de contingencia al momento de detectar actividades de ruta crítica?
- Pregunta 8 ¿Indique las formas de plan de contingencia si la respuesta anterior fue si?
- Pregunta 9 ¿En la obra, se realiza el cálculo de desperdicios de material?
- Pregunta 10 ¿Conoce la metodología Lean Construction?

Figura 17

Encuesta implementada

Efectividad de la metodología Lean Construction en pymes de Bogotá

Con el análisis de la encuesta se quiere resaltar la importancia de la correcta aplicación Lean Construction, desde la cultura y estructura organizacional, mejorando procesos de calidad, recursos y tiempo, efectuando una mejor administración de los proyectos. Los datos recolectados son de carácter confidencial y son para uso exclusivo académico. Agradecemos su diligenciamiento

Departamento de proyectos *

Si
 No

Nombre de la Obra *

Tu respuesta

Cargo *

Tu respuesta

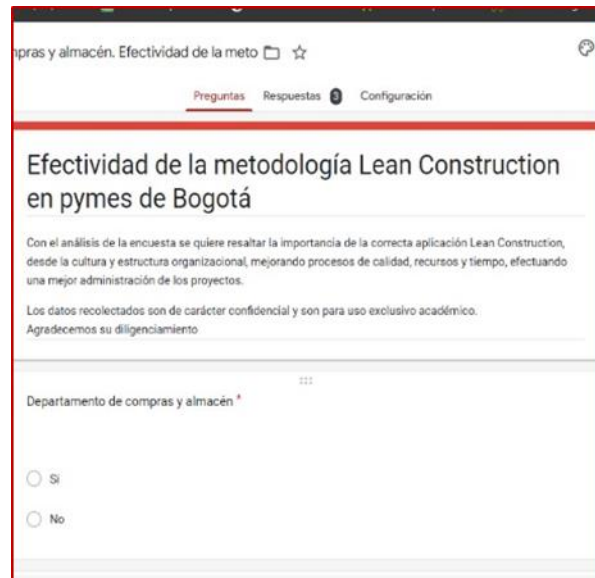
Nota. Pregunta sondeo de la investigación. Imagen tomada de la encuesta realizada dirigida al área de dirección de proyectos

Encuesta Dirigida a Departamento de Compras y Almacén.

- Pregunta 1 a 3 Caracterización del encuestado, Departamento, nombre de la obra o empresa, cargo, fecha de respuesta de la encuesta.
- Pregunta 4 ¿La solicitud de materiales se realiza teniendo en cuenta el tiempo y/o importación?
- Pregunta 5 ¿La realización de las órdenes de compra cuenta con un procedimiento establecido por la compañía?
- Pregunta 6 ¿Asiste a reuniones de control y ejecución del proyecto?
- Pregunta 7 ¿El material solicitado se pide certificados de calidad, ficha técnica, ensayo, entre otros?
- Pregunta 8 ¿Cuenta con un plan de compras?
- Pregunta 9 ¿Realiza trazabilidad del material entregado para el desarrollo del proyecto?
- Pregunta 10 ¿Conoce la metodología Lean Construction?

Figura 18

Encuesta departamento de compras y almacén



The image shows a screenshot of a survey form. At the top, there is a navigation bar with three tabs: 'Preguntas', 'Respuestas' (with a count of 3), and 'Configuración'. The main title of the survey is 'Efectividad de la metodología Lean Construction en pymes de Bogotá'. Below the title, there is a paragraph of introductory text: 'Con el análisis de la encuesta se quiere resaltar la importancia de la correcta aplicación Lean Construction, desde la cultura y estructura organizacional, mejorando procesos de calidad, recursos y tiempo, efectuando una mejor administración de los proyectos.' This is followed by a confidentiality statement: 'Los datos recolectados son de carácter confidencial y son para uso exclusivo académico. Agradecemos su diligenciamiento.' Below this, there is a dropdown menu currently showing 'Departamento de compras y almacén'. At the bottom of the visible form, there are two radio button options: 'Si' and 'No'.

Nota. Pregunta sondeo de la investigación. Imagen de la encuesta realizada para el departamento de compras y almacén de las empresas seleccionadas

Encuesta dirigida al área técnica

- Pregunta 1 a 3 Caracterización del encuestado, Departamento, nombre de la obra o empresa, cargo, fecha de respuesta de la encuesta.
- Pregunta 4 ¿Realiza reuniones de planificación, ejecución, control de obra?
- Pregunta 5 ¿Indique los motivos si la respuesta anterior es NO?
- Pregunta 6 ¿Desde el inicio de la ejecución de la obra se realiza control de desperdicio de material?
- Pregunta 7 ¿Desde el área técnica se realiza control de tiempo, calidad en las actividades ejecutadas?
- Pregunta 8 ¿Tiene conocimiento de la metodología Lean Construction?
- Pregunta 9 ¿Está dispuesto a capacitarse siempre y cuando la empresa lo solicite

Figura 19

Encuesta área técnica

Preguntas Respuestas Configuración

Efectividad de la metodología Lean Construction en pymes de Bogotá

Con el análisis de la encuesta se quiere resaltar la importancia de la correcta aplicación Lean Construction, desde la cultura y estructura organizacional, mejorando procesos de calidad, recursos y tiempo, efectuando una mejor administración de los proyectos.

Los datos recolectados son de carácter confidencial y son para uso exclusivo académico. Agradecemos su diligenciamiento.

Departamento Técnico-Obra *

Si

No

Nombre de la Obra *

Nota. Pregunta sondeo de investigación. Imagen de la encuesta realizada al área técnica de las empresas seleccionadas

Encuesta Dirigida al Área Administrativa.

- Pregunta 1 a 3 Caracterización del encuestado, Departamento, nombre de la obra o empresa, cargo, fecha de respuesta de la encuesta.
- Pregunta 4 ¿Los proyectos se entregan en los tiempos establecidos?
- Pregunta 5 ¿Si los proyectos no se entregan en los tiempos establecidos, usted cree que es por?
- Pregunta 6 ¿En el proyecto se presenta una planificación de costos VS presupuesto?
- Pregunta 7 ¿La empresa cuenta con el recurso humano suficiente en cada uno de los departamentos con el fin de suplir procesos?
- Pregunta 8 ¿Los colaboradores cuentan con capacitaciones ofrecidas por la empresa?
- Pregunta 9 ¿Conoce la metodología Lean Construction?
- Pregunta 10 ¿Destinaría recursos, tiempo, capacitación para la implementación de la metodología Lean Construction orientado a mejorar los procesos en la organización

Figura 20

Encuesta área administrativa

Preguntas Respuestas 3 Configuración

Efectividad de la metodología Lean Construction en pymes de Bogotá

Con el análisis de la encuesta se quiere resaltar la importancia de la correcta aplicación Lean Construction, desde la cultura y estructura organizacional, mejorando procesos de calidad, recursos y tiempo, efectuando una mejor administración de los proyectos.

Los datos recolectados son de carácter confidencial y son para uso exclusivo académico.
Agradecemos su diligenciamiento

Área Administrativa *

Si

No

Nombre de la Obra *

Nota. Pregunta de sondeo de investigación. Imagen de la encuesta realizada al área administrativa de las empresas seleccionadas

Distribución de la Encuesta

Las encuestas se distribuyeron a través del WhatsApp al grupo de interés, previamente se tuvo un acercamiento telefónico, los links de las encuestas se encuentran a continuación

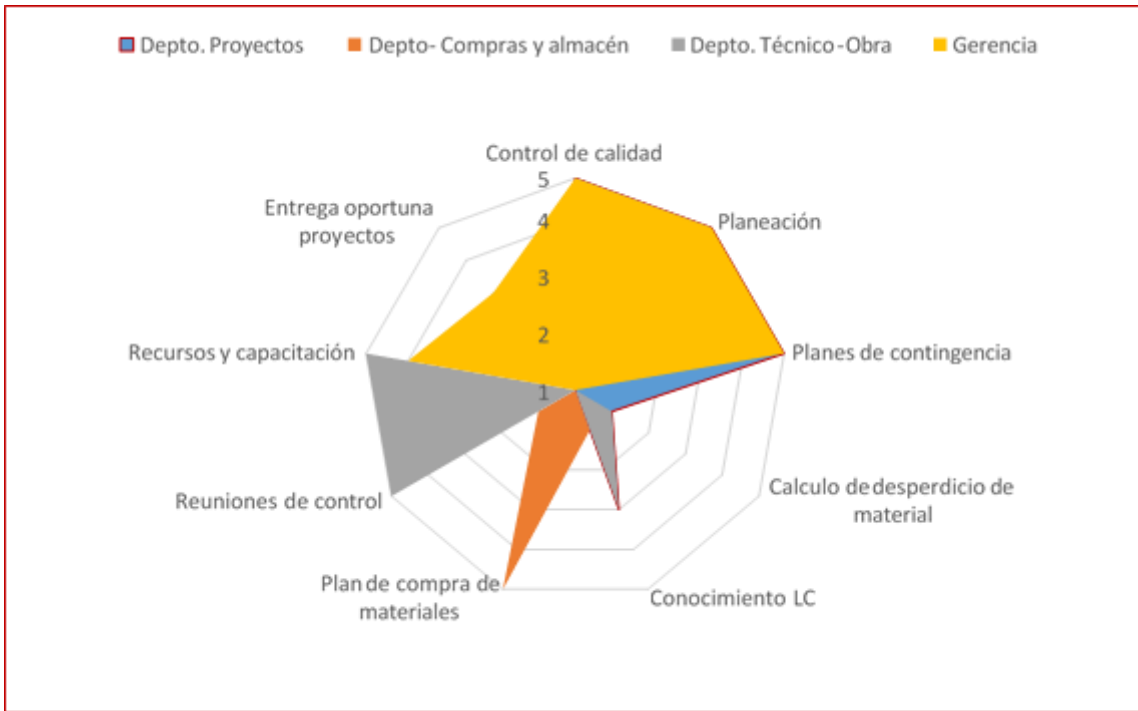
- Departamento de proyectos: <https://forms.gle/kTjYfe4YfCVHNUHE6>
- Departamento de compras y almacén: <https://forms.gle/JWVfCk9gmikzjXrz7>
- Departamento Técnico: <https://forms.gle/z7nejSofMzMztGq59>
- Departamento administrativo: <https://forms.gle/NYQSudKQobf2yoyP6>

6.1.3 Fase 3. Análisis y resultados

Orientado al análisis por empresa y por área se generó una matriz por cada área en la que se pondero de 1 a 5, siendo 1 muy malo y 5 muy bueno en relación con el desarrollo de las preguntas planteadas como se evidencia en la siguiente figura

Figura 21

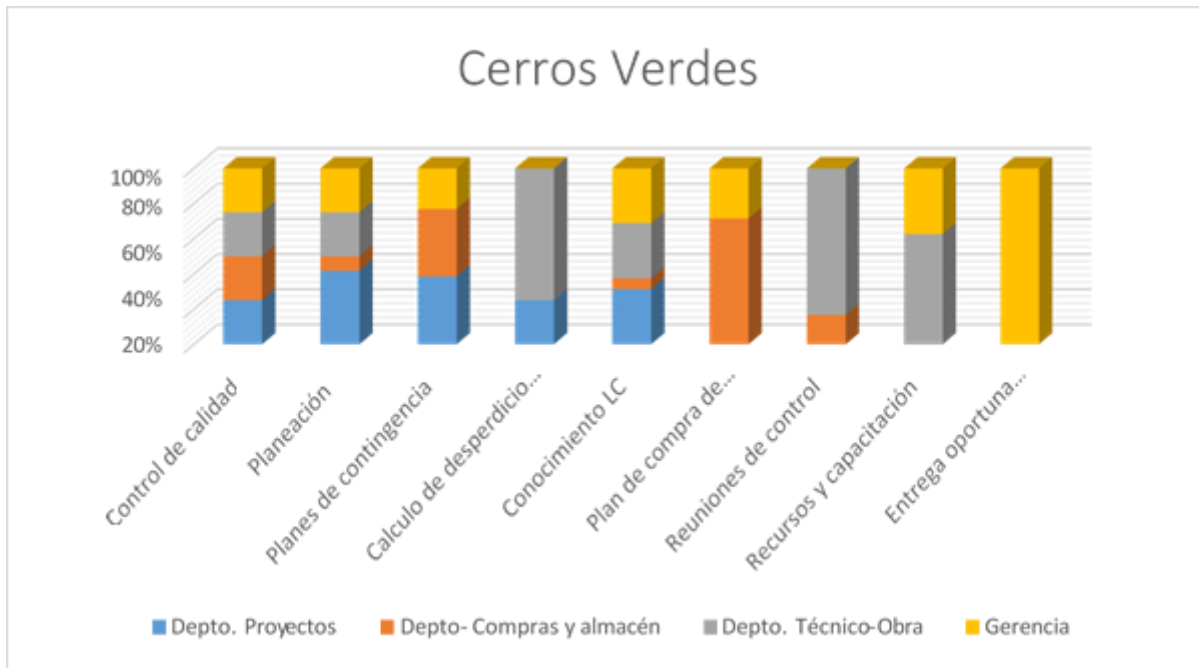
Análisis Acanto Parque Residencial



Nota. Se muestra que en los proyectos es clave el rol que tiene la gerencia y la dirección de proyectos para el seguimiento en la entrega de informes, seguimiento a las actividades críticas de los proyectos para garantizar el cumplimiento de los contratos, a pesar de la implementación del plan de calidad y seguimiento de obra, siendo preciso resaltar la necesidad de fortalecer una mayor integración del departamento de compras y almacén con el área operativa y administrativa orientado al potencializar el oportuno requerimiento de necesidades propias de la obra, asimismo sobresaliendo el nivel general de conocimiento del LC, lo que da oportunidad de fortalecimiento organizacional y gerencial de la empresa para motivar a la implementación de dinámicas participativas en los miembros de la organización, para lo cual es preciso fortalecer los estilos de comunicación, liderazgo y un efectivo feedback en todas las áreas y estructura de la compañía, lo que es un punto clave en el desarrollo e implementación del LC.

Figura 22

Análisis Cerros Verdes

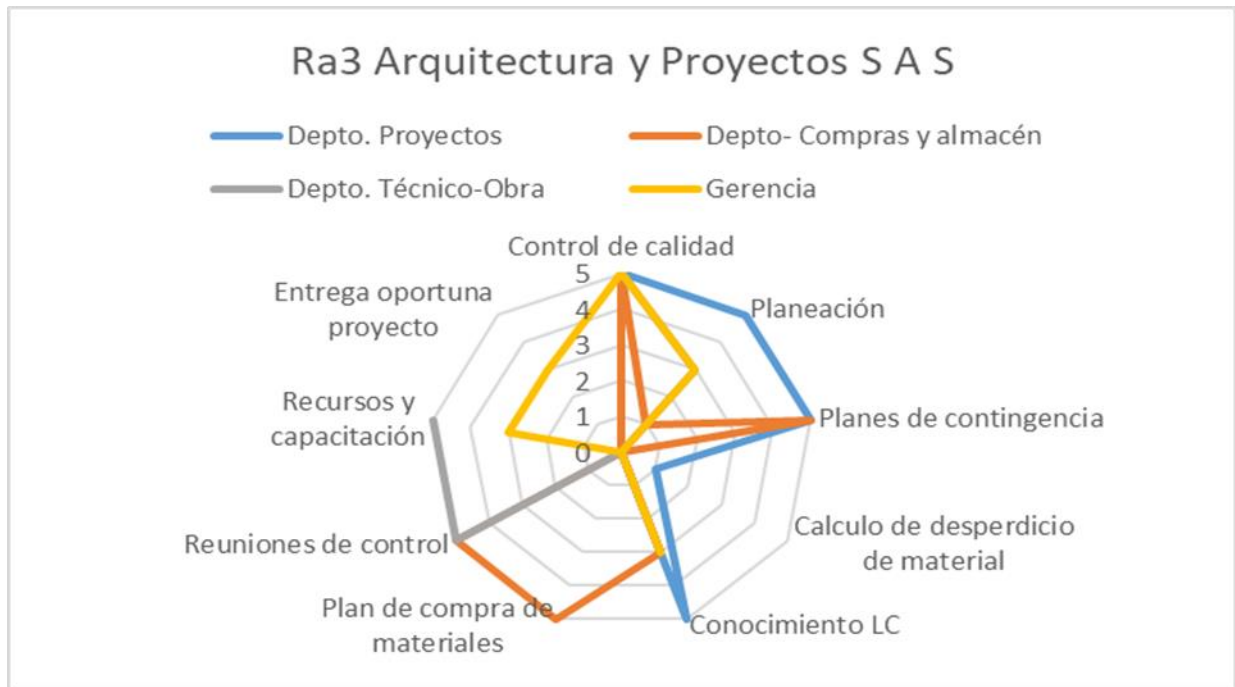


Nota. El departamento de proyectos es el actor importante que tiene la compañía ante la empresa, los clientes, proveedores y subcontratistas; así como el encargado de dirigir personal conjuntamente con la potestad sobre la planificación, ejecución y control de los proyectos a cargo a través de la toma de decisiones enfocadas al adecuado desarrollo de los objetivos, asimismo, el área técnica tiene la facultad de organizar, controlar, planificar y seleccionar su equipo de trabajo durante la ejecución de los proyectos y hasta su término, con el fin de garantizar que el trabajo sea ejecutado de manera eficiente y productiva.

Como se observa en la figura el departamento de compras es el que más falencias presenta dentro de la organización, al ser la área encargado de recibir, revisar, suministrar y almacenar adecuadamente los materiales, equipos y herramientas a cargo de la compañía; con el fin de mantener un orden y control permanente en el almacén. Así mismo, a través de la supervisión garantiza el adecuado manejo de las existencias y caducidad de materiales por medio del control de inventario, lo que se refleja en la falta de planeación y seguimiento para que no se presenten atrasos en la entrega de las obras. Por otra parte, los miembros de la organización en los diferentes departamentos tienen la disposición orientado a la capacitación para el fortalecimiento de habilidades empresariales como el Lean Construction.

Figura 23

Análisis Ra3 Arquitectura y Proyectos SAS



Nota. Los resultados del análisis de Análisis Ra3 Arquitectura y Proyectos SAS determina que los departamentos encuestados son adecuadamente eficientes en el cumplimiento de sus funciones, siendo significativo tener en cuenta el área de compras y almacén, necesita estar más involucrado en la planeación de los proyectos, para que cumplan a cabalidad con las metas organizacionales evitando retrasos en el proceso que opera en el área. Por otra parte, los miembros de la organización en los diferentes departamentos tienen la disposición de capacitación para el fortalecimiento de habilidades empresariales como el Lean Construction.

En lo que respecta al análisis por departamentos de las empresas encuestadas, se muestran los resultados y el desarrollo se evidencian en el anexo 2.

- Departamento de proyectos 100% manifiestan implementar controles de calidad en la obra y que la planeación del proyecto se efectúa en esta área, de igual manera el 100% afirma realizar y ejecutar los planes de contingencia en casos de ruta crítica o en caso contrario contar con una serie de lineamientos establecidos en el plan de obra, de igual manera el 100% manifiestan que el control de desperdicios no se realiza y el 66.7% afirman tener conocimiento sobre la metodología Lean Construction mientras que el 33.3 afirma no tener conocimiento sobre esta.
- El departamento de almacén y compras, Los encuestados manifestaron que el 100% de las compras y materiales se hacen con tiempo suficiente, con los lineamientos de la empresa, en

cuanto a la participación a reuniones solo el encargado de compras asiste, de igual manera, los encuestados afirman que se solicitan los certificados de calidad de los materiales, el 66% 7 manifiestan que si tienen establecido un plan de compra y el restante no, pero que si se realiza la trazabilidad de los materiales entregados, el 66.7% afirma no conocer sobre la metodología Lean Construction y el 33.3 % un poco.

- El área técnica El 66.7% manifiestas que a veces realizan reuniones para planificación, ejecución y control de obra por falta de tiempo y el 33-3% si las realiza, asimismo, manifiestan que desde el inicio no se realiza control de desperdicio de material, y el 100% manifiestan que si realizan actividades de control en la obra; el 66.7% tiene conocimiento del Lean Construction y estan dispuestos al 100% de capacitarse si la empresa así lo requiere

- El área de gerencia Los gerentes de las empresas en un 66.7% considera que las estregas se dan ocasionalmente cumplimiento con los tiempos de entrega y el 33.3% no se entregan en los tiempos establecidos; asimismo consideran que son diferentes los factores por los cuales no se logra la ejecución a tiempo; el 100% de los gerentes confirman que se realiza planificación de costos y presupuesto para las obras, de igual manera el 66.7 considera que no siempre se tiene el personal suficiente en las obras, con respecto a las capacitaciones los tres gerentes presentan diferentes opiniones, no, si, a veces; el 67.7% conoce sobre el Lean Construction y consideran que destinarían los recursos y medios para efectuar capacitación sobre el sistema en pro de mejora en la organización.

6.2 Situación organizacional a través de una matriz DOFA. Objetivo 2

Figura 24

matriz DOFA

PLANEACION.

Ítems que Intervienen en cada sección de su análisis FODA






5

Fortalezas

Ítem	Descripción	Ponderación (de 0 a 10)
1	Personal competente y calificado	7,00
2	Proceso de implementación de SGS	10,00
3	Gerencia, cuenta con el suficiente músculo financiero	8,00
4	Manejo oportuno y adecuado de un sistema de control de obras	9,00
5	Respuesta inmediata en procesos constructivos	6,00




Oportunidades



Ítem	Descripción	Ponderación (de 0 a 10)
------	-------------	-------------------------

1	Experiencia en el sector de construcción	10,00	
2	Gestión en proceso de control interno	9,00	
3	Implementación metodología LC, Reducción de pérdidas	8,00	
4	Adquisición de maquinaria nueva para la obra	8,00	
5	Implementación del Sistema de Gestión de Calidad SGC	9,00	

Debilidad






es

Ítem	Descripción	Ponderación (de 0 a 10)	
1	No cuenta con la herramienta TIC BIM	5,00	
2	No cuenta con un procedimiento de ejecución de obra	6,00	
3	Contratación mano de obra no calificada, sin capacitación	3,00	
4	No cuenta con planificación de ejecución de obra	8,00	

5	No cuenta con un departamento de servicio al cliente	10,00	
			

Amenaza

s

Ítem	Descripción	Ponderación (de 0 a 10)	
1	Innovación de empresas con nuevas tecnologías de construcción	6,00	
2	Cambios en la política de construcción sector VIS y VIP	9,00	
3	Alzas de los insumos post pandemia Covid 19 y otras	7,00	
4	No fidelización de clientes	10,00	
5	Escases de Mano de obra no calificadas (MONC)	8,00	

Nota. La matriz DOFA se realizó de acuerdo con el análisis y resultados de las encuestas realizadas para las tres empresas seleccionadas

Figura 25

Criterio de evaluación

Descripción	Criterios	Resultado
Fortalezas	≤ 10 ptos > 10 ptos	Implementación de Indicadores No implementación de indicadores
Oportunidades	≤ 10 ptos, > 10 ptos	Implementación de Indicadores No implementación de indicadores
Debilidades	≤ 10 ptos, > 10 ptos	Implementación de Indicadores No implementación de indicadores
Amenazas	≤ 10 ptos, > 10 ptos	Implementación de Indicadores No implementación de indicadores

Nota. De acuerdo a los resultados, se clasifica en implementación o no de indicadores.

Figura 26

Análisis de resultados

Descripción	Resultado ponderado	Análisis
Fortalezas	8.4 ptos	Implementación de indicadores
Oportunidades	4.2 ptos	Implementación de indicadores
Debilidades	0.0 ptos	Implementación de indicadores
Amenazas	5.8 ptos	Implementación de indicadores

Nota. Ponderación de resultados para análisis.

6.2.1. Indicadores de cumplimiento organizacional

Una vez elaborada la matriz DOFA con el respectivo análisis de los criterios de evaluación y resultados, es demostrativo resaltar que en la actualidad la competitividad de las obras civiles en Colombia, se intervienen principalmente por medio de indicadores, los cuales deben ser medibles en el tiempo, así mismo, plantear metas específicas y objetivos que se puedan cumplir; por lo que el cumplimiento de estos trazan la ruta para los logros de crecimiento empresarial a nivel económico, cumplimiento frente a sus clientes, y la alta calidad esperada en sus productos.

6.2.1.a Indicador de Calidad. Para las organizaciones es de vital importancia medir y controlar la calidad de los productos que ofrece en el mercado, una alta calidad transmitirá un mensaje de confiabilidad a los consumidores y ello se traducirá en prestigio de marca, así mismo, más ventas por la buena y excelente reputación por el cumplimiento de los objetivos. Para que este indicador se materialice, es preciso asumir que los directores de proyectos y gerentes de las empresas brinden el tiempo, los recursos y el análisis organizacional, centrando sus esfuerzos en la parte operativa y en la ejecución de los proyectos fortaleciendo la administración empresarial; por lo que son ellos quienes toman la decisión de como estructurar la empresa, asumir la idoneidad, la experiencia enmarcada en la ejecución de obras y proyectos de construcción.

Un ejemplo para medir este indicador se puede definir como se muestra a continuación

$\text{Indicador de calidad} = \frac{\# \text{ de Acciones correctivas}}{\# \text{ de actividades verificadas}} = \% \text{ de actividades ajustadas.}$

Se podría plantear máximo 2% de actividades ajustadas mes a mes.

Figura 27

Indicador de calidad

<i>Proceso</i>	Gestión de proyectos
Objetivo estratégico de	Gestionar eficazmente los procesos para garantizar calidad, costos y tiempo
Indicador	Cumplimiento de calidad
Formula	$\% \text{ programación} - \% \text{ ejecución} = \text{días de atraso o cumplimiento}$
Meta	> 2
Frecuencia de revisión	Mensual
Responsable de la revisión	Dirección de proyectos

Nota. Control de seguimiento del indicador de calidad, con el fin de optimizar recursos y garantizar eficacia.

Figura 28

Actividades básicas de un proyecto

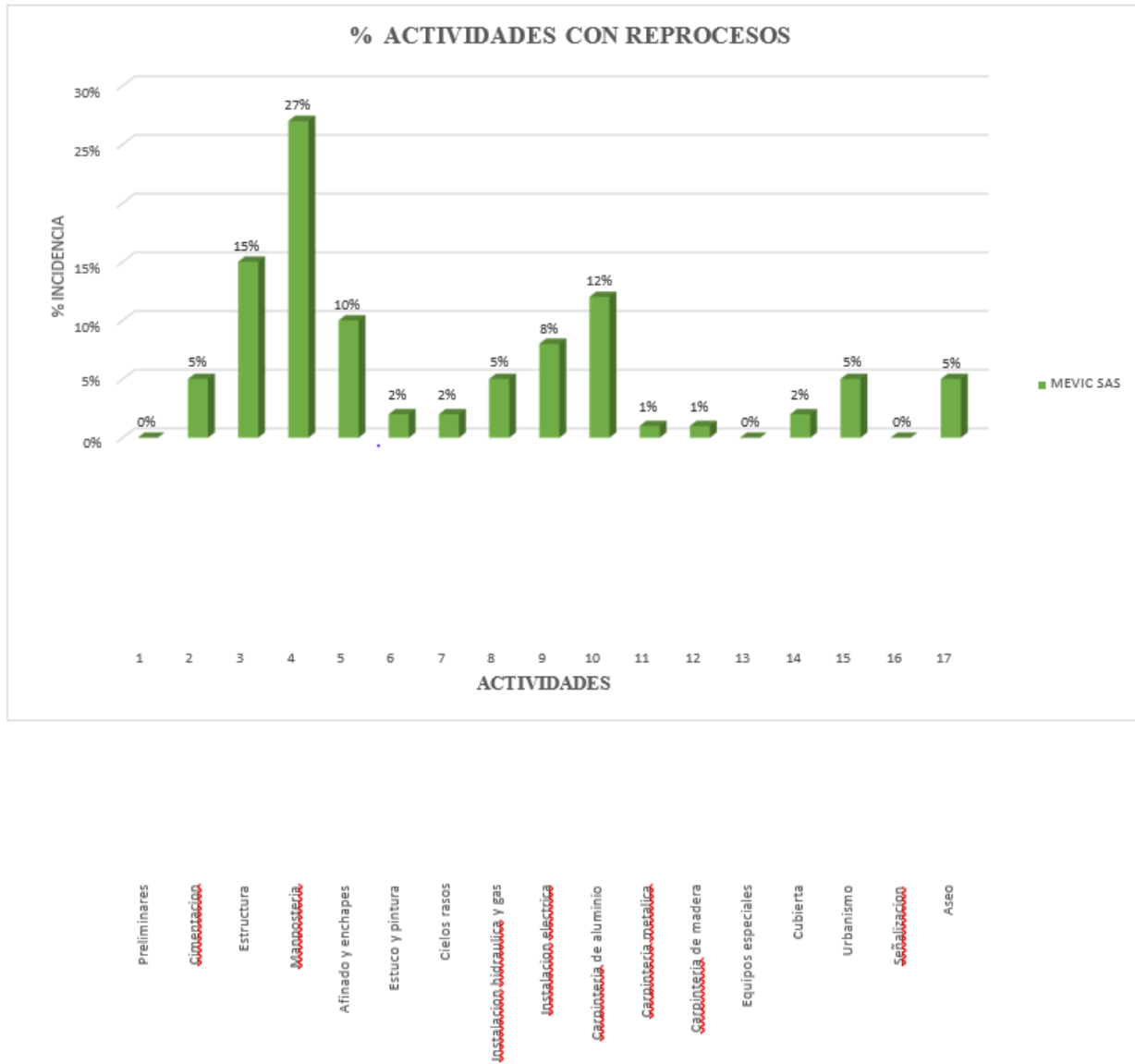
Item	Actividades
1	Preliminares
2	Cimentacion
3	Estructura
4	Manposteria y pañetes
5	Afinado y enchapes
6	Estuco y pintura
7	Cielos rasos
8	Instalacion hidraulica y gas
9	Instalacion electrica
10	Carpinteria de aluminio
11	Carpinteria metalica
12	Carpinteria de madera
13	Equipos especiales
14	Cubierta
15	Urbanismo
16	Señalizacion
17	Aseo

Nota. Se muestra los ítem que a consideración de los investigadores son significativos en la ejecución del proyecto de construcción

Con lo anterior, en las figuras 25 a 27 se precisa un análisis en % de las incidencias detectadas en cada una de las constructoras ejemplificadas.

Figura 29

Actividades con reproceso Mevic SAS



Nota. Se muestra el análisis realizado en la Constructora Mevic SAS responsable de la obra Acanto Parque Residencial se evidencia que la actividad con mayor reproceso es la de mampostería y pañetes, seguida de estructura y carpintería de aluminio, lo que significa que para estas actividades se debe implementar un control de calidad exhaustivo.

Figura 30

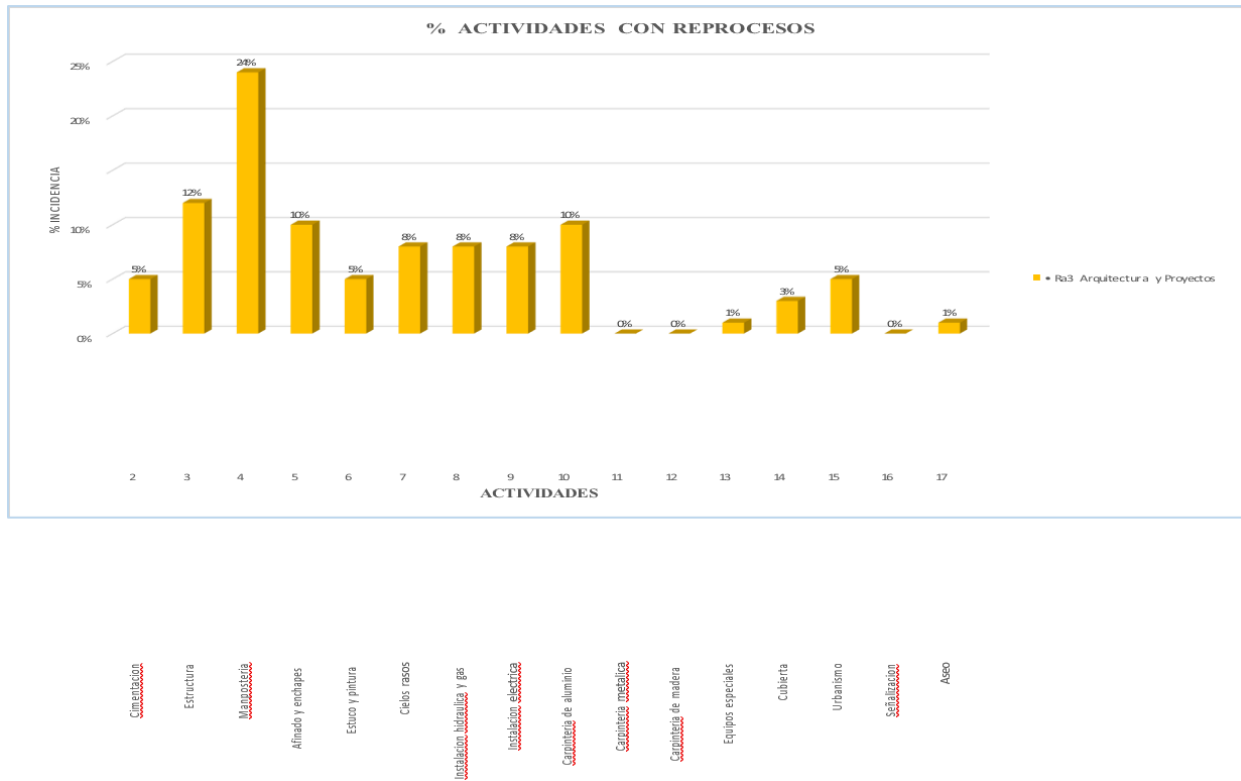
Actividades de reproceso Constructora Ossa López



Nota. En la Constructora Ossa López responsable del proyecto Cerros Verdes, se evidencia que la actividad con mayor reproceso es la de mampostería, seguida de estructura y carpintería de aluminio, lo que significa que para estas actividades se debe implementar un control de calidad exhaustivo.

Figura 31

Actividades de reproceso Constructora Ra3 Arquitectura y Proyectos



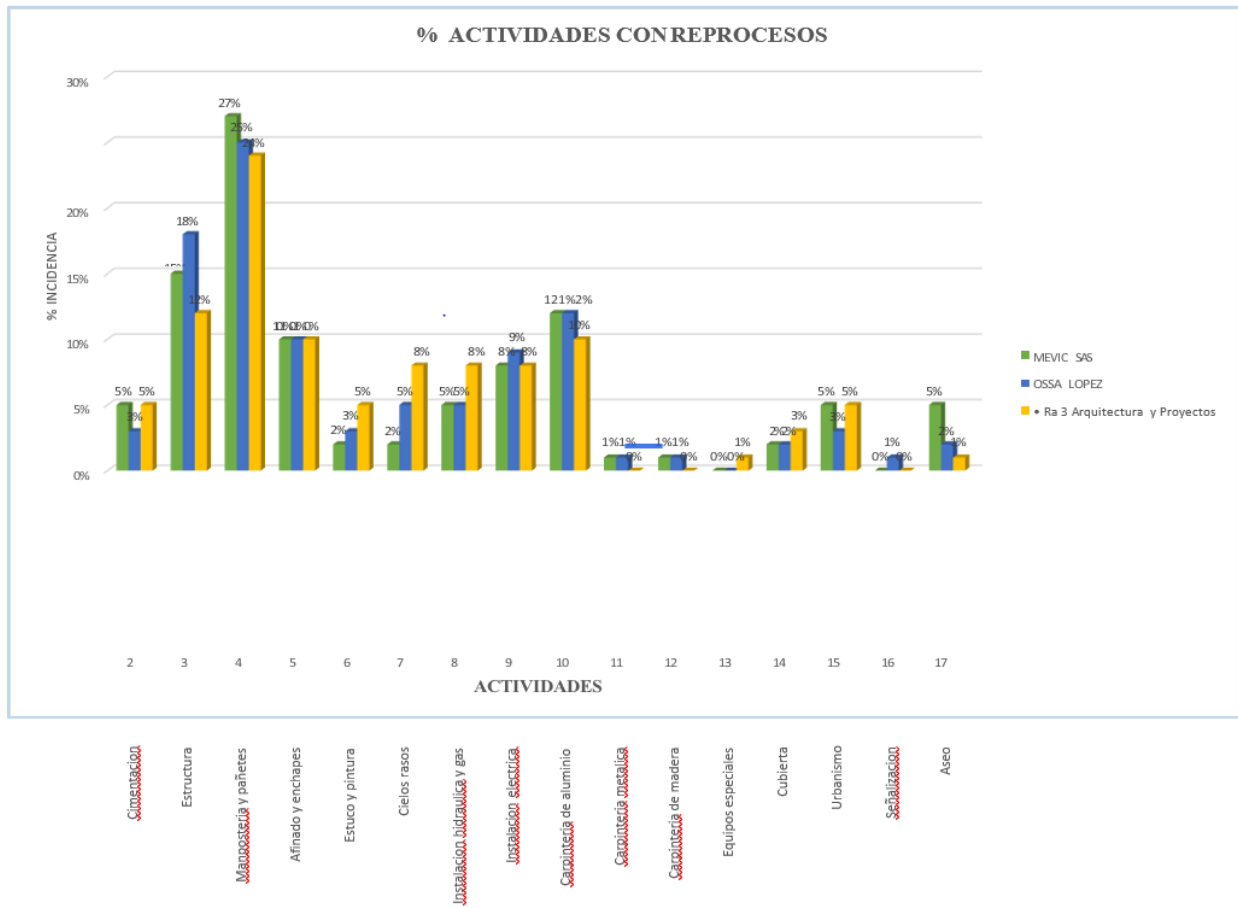
Nota. En la Constructora Ra3 Arquitectura y Proyectos, se evidencia que la acción con mayor reproceso se presenta en la actividad de mampostería, seguida de estructura y carpintería de aluminio, lo que significa que para estas actividades se debe implementar un mayor control de calidad.

Con lo anterior, es significativo que las Constructoras en la actividad de mampostería y pañetes presentan un mayor reprocesos a lo cual se le puede atribuir por la contratación de mano de obra no calificada y materiales que no cumplen con los estándares de calidad mínimo.

En la actividad de estructura, es significativo la falta de definición técnica a tiempo por parte del profesional encargado y posiblemente los materiales no cumplen con los estándares de calidad exigidos, en el mismo sentido, en la actividad de carpintería de aluminio, presenta reproceso en su actividad, posiblemente el trabajador encargado no tomó las medidas y levantó el bosquejo de los elementos a construirse de manera apropiada, por lo que, la supervisión del área encargada es fundamental para este tipo de situaciones.

Figura 32

Análisis general de las Constructoras



Nota. La figura corresponde al análisis general de las empresas examinadas a pesar de tener un sistema de calidad debe atender los procesos del Sistema de Gestión adecuadamente y así implementar los correctivos a tiempo en relación con la calidad de materiales, supervisión del personal a cargo, con el fin de disminuir el % de incidencia de calidad en su construcción y lo que hace útil e indispensable el indicador de calidad. En este sentido, las empresas Pyme requieren de un alto valor en la calidad en la ejecución de los proyectos para que se materialice en reducción de costos, satisfacción al cliente con las entregas oportunas y materia prima, conforme a los procedimientos efectuados en el Sistema de Gestión lo cual se verá reflejado en la competitividad frente a otras empresas del sector.

6.2.1.b Indicador Cumplimiento rentabilidad económica. La finalidad de la creación de una empresa se basa en la retribución económica, generación de empleo, tejido que genera crecimiento social, fomentando oportunidades para todos los actores involucrados en el proceso. Sin embargo, esta idea de negocio debe ser rentable para los inversionistas y esa prosperidad hará que la organización se mantenga estable y duradera en el tiempo. Dicho lo anterior, la responsabilidad comercial a cargo de la gerencia de la empresa, es trascendental para que la empresa establezca

una estrategia comercial, teniendo en cuenta desde la estructura organizacional, la cual debe adaptarse a la necesidad de los proyectos en ejecución; a manera de ejemplo, número de ingenieros, almacenistas, maestros, oficiales, entre otros, los cuales estarán establecidos por el coordinador técnico, lo anterior, busca el desarrollo de las actividades metodológicas, administrativas, orientadas a un bajo costo operacional, disminuyendo los cargos que normalmente se tendrían en una empresa de este tipo y distribuyendo las responsabilidades en otros empleados de forma coherente.

Una forma de medir el indicador económico es:

$$\text{Indicador económico} = \text{Dinero de ventas} - \text{Costos totales de producción} = \text{Utilidad del}$$

Se podría plantear como meta organizacional el 15% de utilidad por cada semestre, con evaluación anual general.

Figura 33

Indicador de rentabilidad económica

Proceso	Gestión de gerencia
Objetivo estratégico de calidad	Gestionar oportunamente las ventas establecidas, con costo del mercado actual
Indicador	Indicador económico
Formula	Indicador económico=Dinero de ventas establecidas con costo del mercado actual
Meta	≤ 1.5
Frecuencia de revisión	Semestral
Responsable de la revisión	Gerencia

Nota. El Indicador de cumplimiento económico, busca asegurar la factibilidad y rentabilidad del negocio en el tiempo. Esto hace que, la filosofía del Lean Construcción le brinde a la organización las herramientas necesarias para poder cumplir el indicador, garantizando la estabilidad y la efectividad de la competitividad en el tiempo, por lo que, es preciso mencionar que sin una correcta y oportuna evaluación las empresas podrían estar abocadas a no adjudicarse la posibilidad de generar nuevos negocios o de terminarse algunos que por alguna razón ya hayan iniciado, llevando como tal a la quiebra o cierre de la empresa.

Por lo anterior, se recomienda se cumplan las siguientes condiciones.

- Vender como mínimo el 50% del proyecto para lograr el punto de equilibrio y arrancar con el dinero base para la construcción.
- Haber asegurado el dinero de escrituración para la entrega de mínimo el 50% del proyecto, garantizando así la factibilidad del negocio.
- Acompañar a los clientes en los procesos de adquisición de subsidios y recursos que garanticen el abono correspondiente para el cumplimiento de la entrega del producto

Figura 34

Presupuestos

Proyecto Porto 13 constructora Ingeurbe- Factibilidad 2021				
Torres	Unidades de vivienda por torre	m2 cada vivienda	Total, m2	
Torre 1	200	36	7200	
Torre 2	200	36	7200	
Torre 3	200	36	7200	
Torre 4	240	36	8640	
Torre 5	240	36	8640	
Torre 6	240	36	8640	
	1320		47.520,00	Área vendible
Valor de venta comercial por unidad de vivienda	\$ 195.000.000			
Valor de venta proyecto	\$ 257.400.000.000			
Valor del costo total de la producción	\$ 185.000.000.000			
Rentabilidad	\$ 72.400.000.000			
Indicador proyecto	0,28			

Nota. La figura indica el cumplimiento del indicador y que se encuentre fijado desde la factibilidad, enfocado al cumplimiento del desempeño del proyecto, por lo que la filosofía LC se basa en la eliminación de pérdidas y restricciones, por lo que no se debe subir el costo total del proyecto para que no afecte el indicador.

A nivel comercial el monitoreo de ventas es permanente, complementando esta factibilidad con un flujo de ventas mensual que permita alcanzar el objetivo del valor de venta del proyecto en el menor tiempo posible.

6.2.1.c Indicador cumplimiento de la entrega del producto. La credibilidad frente a sus clientes, es uno de los aspectos más relevantes de medir en las organizaciones, ya que de esta manera se logra una reputación de marca la cual genera mayores ventas y una mayor expectativa frente a los productos que se ofrecen las empresas. El voz a voz se ha convertido en una fuente de ingreso de clientes potenciales que hace que las empresas crezcan y así mismo, el carácter potencial de posibles compradores se convierta en real, siendo promesa que la entrega de su inmueble, como lo es en este caso, se haga dentro del cronograma estimado desde el día de la compra.

Un ejemplo para medir el cumplimiento del cronograma para la entrega es el siguiente.

$$\text{Indicador de programación} = \% \text{ programado de la actividad} - \% \text{ ejecutado} = \text{días de atraso o adelanto}$$
Habiendo definido las metas que se proponen en las organizaciones, y así mismo dentro de las obras civiles, podemos definir las problemáticas que afectarían el normal desarrollo de las mismas, y el impacto que puede generar la no implementación de Lean Construction.

Figura 35

Cumplimiento de la entrega del producto

Proceso	Gestión de obra/compras y almacén
Objetivo estratégico de calidad	Gestionar oportunamente las entregas en el tiempo establecido
Indicador	Cumplimiento de la entrega del producto
Formula	Indicador de programación= % programado de la actividad-% ejecutado= días de atraso o adelanto
Meta	≤ 1
Frecuencia de revisión	Semanal
Responsable de la revisión	Obra/Compras y almacén

Nota. El desarrollo y ejecución de este indicador es uno de los más importantes, por lo que efectuando su respectivo control se pueden tomar decisiones gerenciales a tiempo.

Siguiendo con el análisis de resultados en la siguiente figura se dan las respuestas del sondeo realizado para determinar si realizan control de programación de obra, al departamento de técnico.

Figura 36

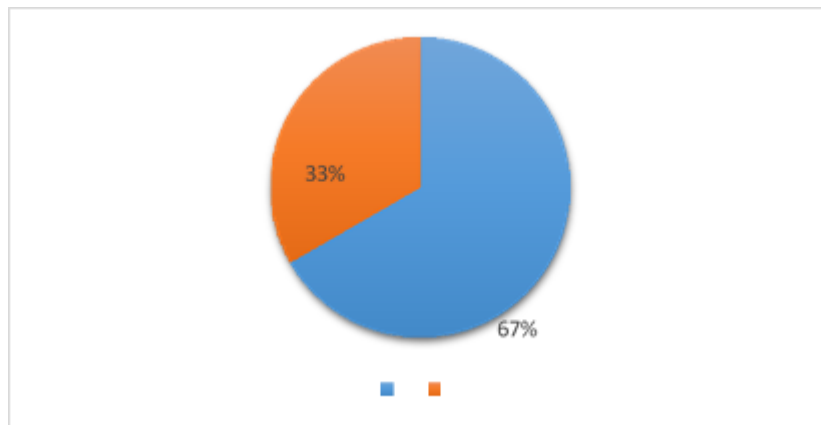
Presupuestos

Constructoras	Respuestas al Control de programación
Constructora Mevic SAS	Si
Constructora Ossa López	Si
Ra3 Arquitectura y Proyectos	No

Nota. Evidencia de control de seguimiento y control de programación en obra.

Figura 37

Porcentaje de cumplimiento de gestión



Nota. De acuerdo con los resultados, el 67% realiza control de programación, de lo que podemos concluir que se realiza, pero sin tener en cuenta el objetivo de evaluar a tiempo posibles demoras y/o adelantos, sin implementación de ninguna mejora continua lo que ocasiona no cumplir con el objetivo de tiempos. El 33% no realiza control de programación, lo que indica que ejecutan proyectos sin ningún control y por ende sin ningún objetivo a cumplir, generando incertidumbre en la estabilidad de las empresas.

Para poder realizar una validación del indicador de cumplimiento de la entrega de producto es necesario, a partir del diagrama de Gantt, que puede ser realizado mediante un Software o manual, y determinar la Curva “S” de un proyecto, donde se puede observar el progreso del % programado Vs el % ejecutado real. En casos donde el atraso de un proyecto es significativo, o simplemente no se cumple con la meta del indicador establecida, una de las medidas que se debe optar es la reprogramación o plan de intención que consiste en tomar medidas con rendimientos y frentes de trabajo para poder encontrar el equilibrio del proyecto en cuestiones de tiempo, es decir realizar lo

necesario siempre y cuando en lo posible se mantenga el tiempo inicial establecido o que su margen de desplazamiento sea mínimo.

6.2.1.e Indicador Cumplimiento del presupuesto de Costos Directos. La importancia de evaluar con cierta periodicidad, la proyección del presupuesto Vs el presupuesto inicial de costos directos, es de gran importancia, ya que para las empresas es de vital relevancia contar con el manejo de flujo de fondos, gestionando eficazmente los procesos para garantizar calidad, costos y tiempo. Pero sobre todo para detectar los sobrecostos del proyecto a tiempo y así poder tomar una acción de mejora oportuna.

Una forma de medir el indicador presupuestal es:

(Proyección costos directo de construcción /Presupuestado costos directos de construcción)
--

Figura 38

Presupuesto

Proceso	Gestión Dirección de proyectos
Objetivo estratégico de calidad	Gestionar eficazmente los procesos para garantizar la calidad, costos, tiempo
Indicador	Cumplimiento de presupuesto, costos directos
Formula	(Proyección de costo directo de construcción/presupuesto costos directos de construcción)
Meta	≤ 1
Frecuencia de revisión	Mensual
Responsable de la revisión	Dirección de proyectos

Nota. Indicador que ayuda a controlar la desviación presupuestal de un proyecto.

Tabla 1*Seguimiento mensual con una meta de ≤ 1*

Cumplimiento del presupuesto. Costos directos							
Proyecto XXX							
Periodo 2020	\$	Proyección	costos	\$ Presupuesto	costos de	%	Cumplimiento
		directos de construcción		construcción		meta mensual	
feb-20	\$	17.761.631.316		\$ 17.464.419.507		1.02	
mar-20	\$	17.841.379.548		\$ 17.464.419.507		1.02	
abr-20	\$	17.860.560.978		\$ 17.464.419.507		1.02	
Totales	\$	17.860.560.978		\$ 17.464.419.507		1.02	

Nota. Forma de control presupuestal, validando cumplimiento de meta mensual de un proyecto.

Para las constructoras en estudio de esta investigación, se realizó el sondeo al departamento de Dirección de Proyectos, orientado a conocer el conocimiento sobre los sobrecostos de los proyectos en ejecución oportunamente

Figura 39*Conocimiento sobrecostos de proyecto*

Constructoras	Conocen el sobrecosto de un proyecto
Constructora Mevic SAS	No
Constructora Ossa López	No
Ra3 Arquitectura y Proyectos	No

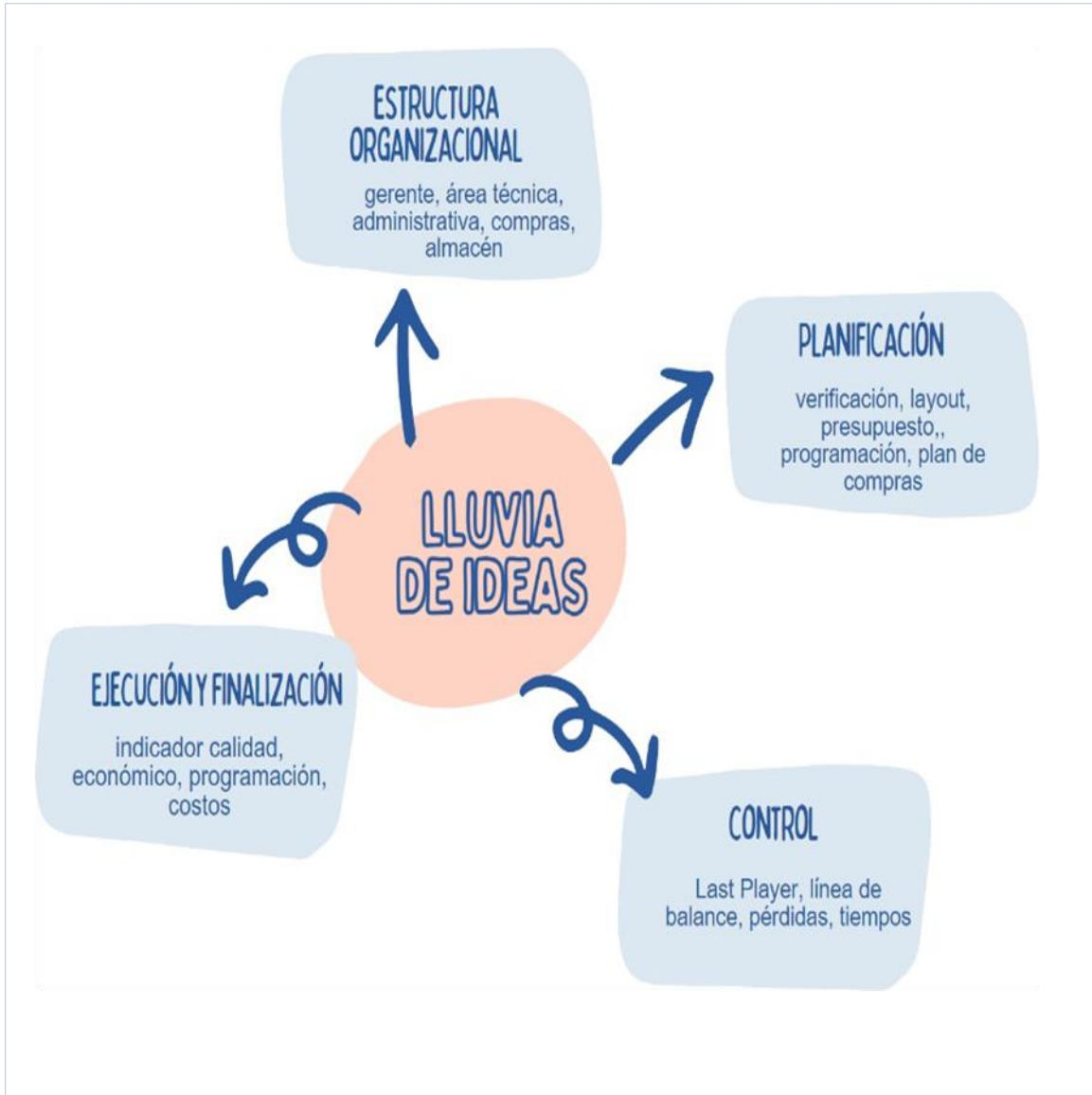
Nota. De acuerdo con, las respuestas de las empresas investigadas no están al tanto del sobrecosto de los proyectos en ejecución oportunamente, lo que indica que el flujo de caja se debe ver afectado significativamente, por lo que el presupuesto inicial cuenta con una desviación, lo que genera que el proyecto se vea afectado por pagos de M.O y/o compra de materiales al no contar con la proyección económica necesaria.

6.3 Esquema metodología Lean Construction. Objetivo 3

La propuesta de esquemización, está compuesta por cuatro fases de implementación, cada fase cuenta con unos pasos a seguir, a continuación, se muestra una figura de lluvia de ideas que se usó para la ejecución y desarrollo de este objetivo

Figura 40

Esquema metodología



Nota. Propuesta para desarrollar la metodología del objetivo 3 enfocado a establecer los lineamientos aplicables a la metodología LC

Figura 41

Fases recomendadas para la metodología L.C.



Nota. Propuesta de las fases recomendadas por los autores para la implementación de la metodología LC

6.3.1 Estructura Organizacional

Para poder llevar a cabo con éxito y resultados positivos es de vital importancia que las empresas Pymes de construcción en Colombia, cuenten con la implementación de una estructura organizacional ya que esto genera poder atribuir a cada departamento su respectiva responsabilidad dentro de la organización, facilitando los procesos y la toma de decisiones. Al contar con divisiones de trabajo, se facilita la distribución y coordinación, representado que no haya sobrecarga laboral, lo que indica que es sumamente efectivo ya que toda la organización se enfocara en una labor respectiva, permitiendo mejor gestión.

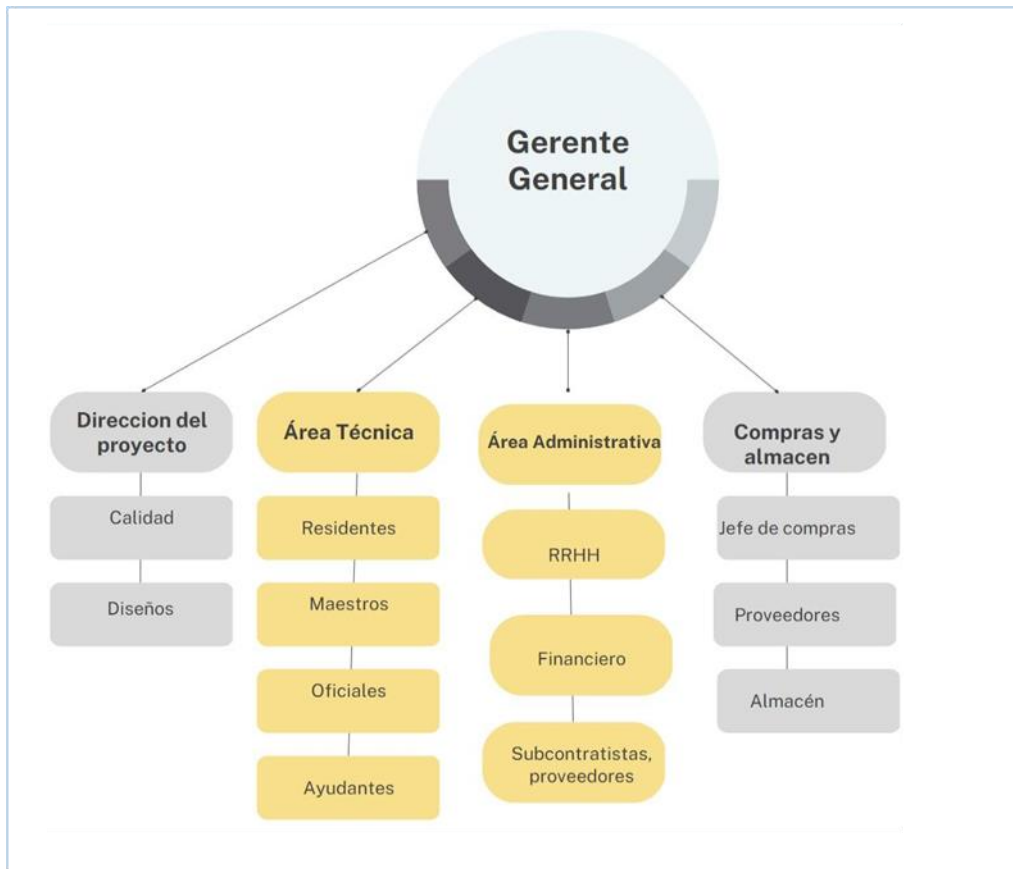
Las empresas con una estructura organizacional lineal permiten centralizar el mando en los cargos más altos de la estructura, este tipo de estructura es muy común entre las empresas constructoras, como se observa en la figura 32; sin embargo, no garantiza ser la mejor estructura organizacional por lo que al centralizar las decisiones y la dirección, es necesario contar con un líder con mucha

experiencia y que garantice que los manejos son correctos. Como aspecto importante se debe tener en cuenta la gran responsabilidad de la dirección de los proyectos, quien es el responsable del manejo de la mayoría del personal de obra y de quien depende la ejecución directa de cada uno de los trabajos contratados, con el fin de asegurar la cantidad de personal, la calidad de los trabajos y los tiempos de entrega.

A continuación, se presenta una estructura básica lineal para una empresa Pymes de construcción

Figura 42

Estructura Organizacional lineal-PYMES



Nota. Estructura organizacional propuesta para el desarrollo de la metodología LC

6.3.2 Planificación del proyecto

El inicio de toda la metodología L. C., desde su fase inicial de diseño debe contar con una planificación, partiendo desde expedición de licencias hasta la ejecución del proyecto lo que permitirá contar con materiales, contratación a tiempo, cumpliendo con una programación de obra inicial que cuenta con rendimientos reales tomados en obra, lo que hace que se pueda

controlar la ruta crítica. De acuerdo a lo investigado, se infiere los siguientes elementos, que son trascendentales al momento de la planificación. Como se observa en la siguiente figura

Figura 43

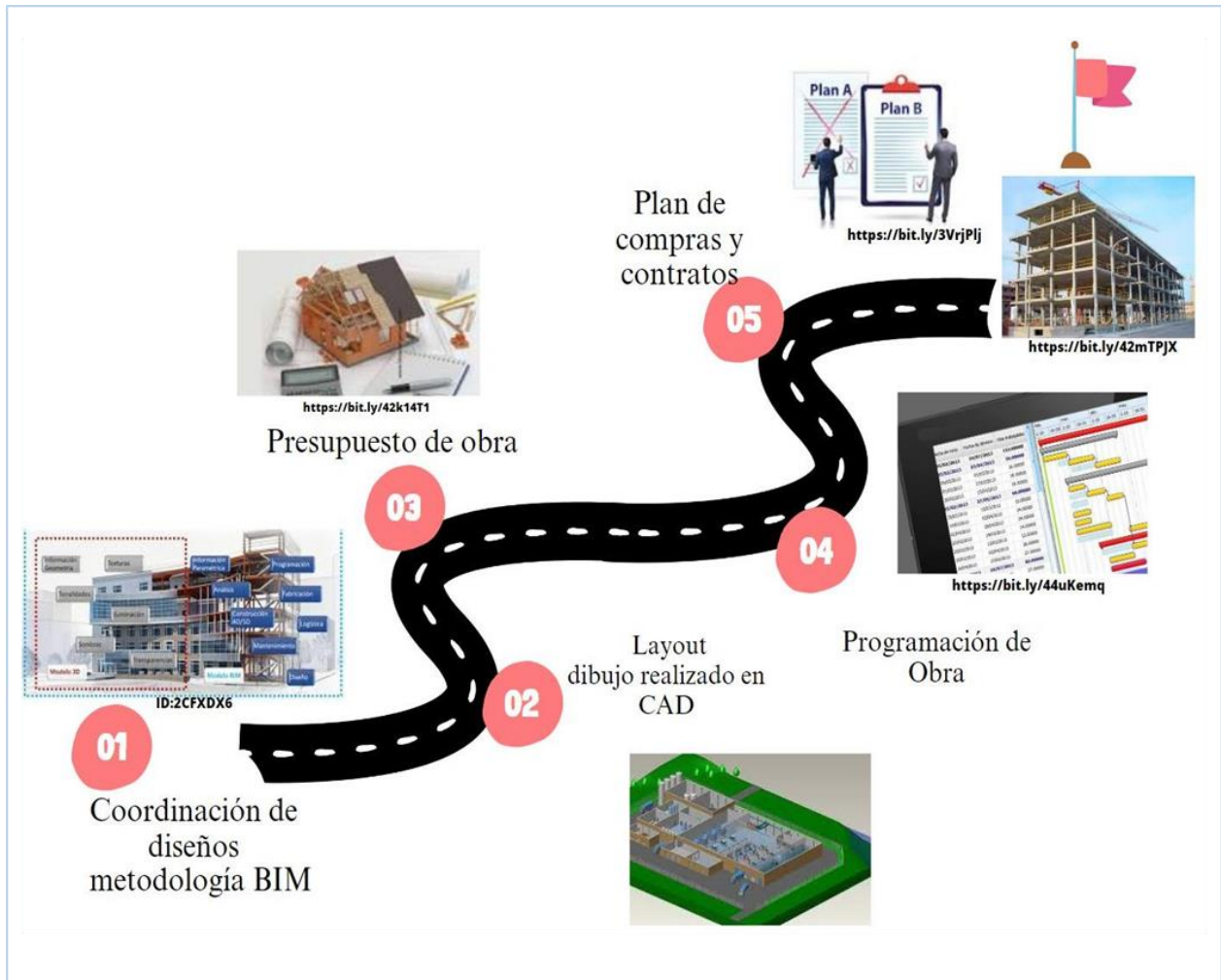
Planificación del proyecto



Nota. Propuesta para el desarrollo del proceso de planificación de una obra mediante el uso de herramientas para la ejecución de la metodología LC

Figura 44

Ejemplo de planificación de un proyecto



Nota. Propuesta gráfica para el desarrollo del proceso de planificación de una obra mediante el uso de herramientas para la ejecución de la metodología LC

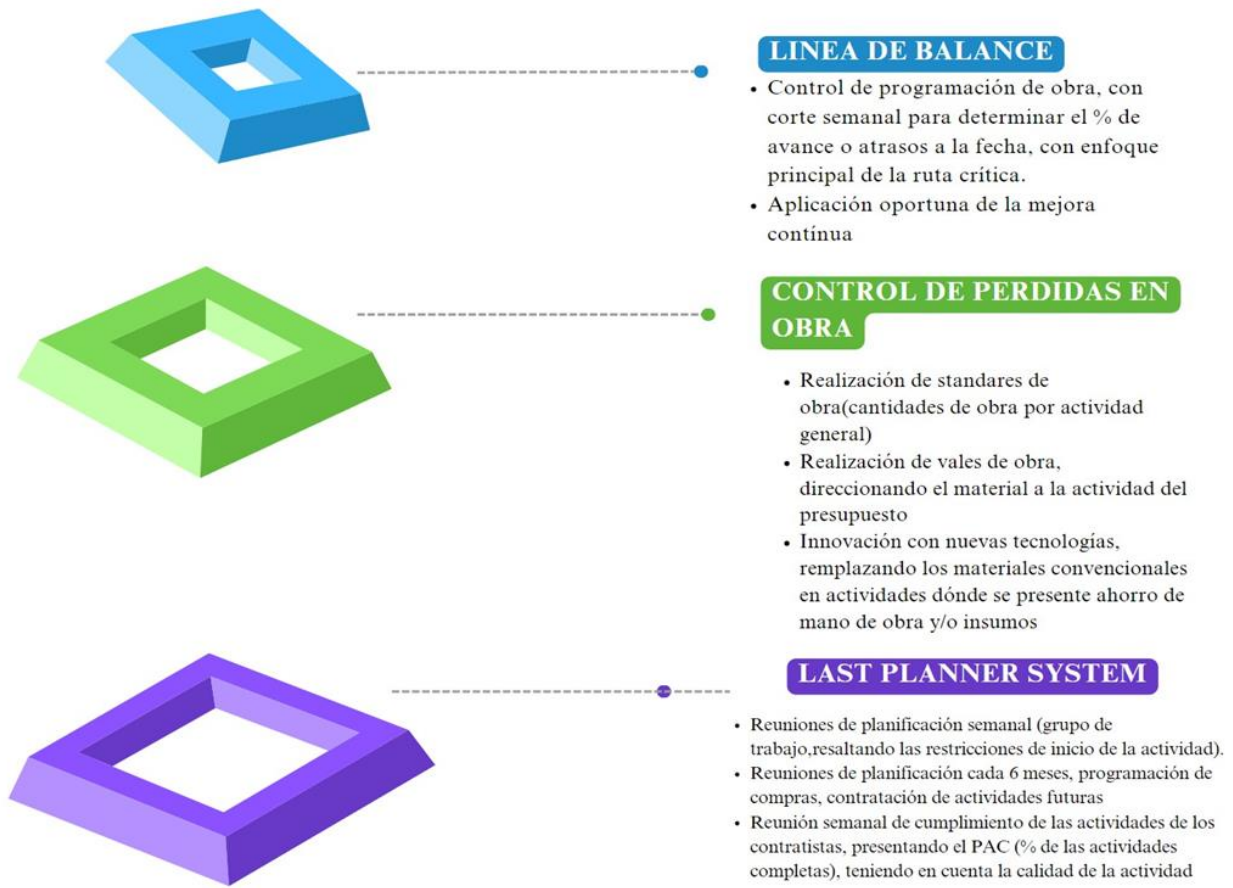
6.3.3 Control del proyecto

Tener un buen control del proyecto, requiere que el colaborador tenga cultura organizacional, adicional que la empresa cuente con los recursos económicos y humanos para poder llevar con éxito el control del proyecto, lo cual garantizara un buen desarrollo cumpliendo con tiempos, costos y calidad. Asimismo, Es fundamental que la empresa, brinde las capacitaciones necesarias y requeridas a los colaboradores para el manejo adecuado de la herramienta que se utilizaran de control ya sea por medio de actas de reunión, software de planeación entre otros, con el fin de cumplir con los objetivos establecidos por cada organización. De acuerdo con la investigación y

revisión bibliográfica, se debe utilizar el lineamiento de Sistema de ultimo planificador - SUP (Last Planner System), como principal líder de control, orientado a la ejecución de cualquier proyecto de construcción, involucrando varios Stakeholder, teniendo como base principal el constructor, colaboradores, contratistas y proveedores.

Figura 45

Estructura de control de proyecto



Nota. Se presenta propuesta de la estructura con indicaciones para el desarrollo de la estructura para el control de proyecto

6.3.4 Ejecución y finalización del proyecto

Durante el proceso de ejecución y finalización del proyecto, se debe tener en cuenta que la forma para poder tomar decisiones oportunas por la gerencia, es por medio de indicadores establecidos. En todos los procesos de construcción, uno de los principales enfoques es la rentabilidad económica, donde se establece el inicio de la construcción del proyecto y se define su continuidad. Para evitar los reprocesos de obra que son muy comunes dados por factores de cambio en el diseño,

mano de obra no calificada y/o materiales que no cuentan con la calidad necesaria, se debe disponer del respectivo control de calidad y así evitar impacto en la programación de obra y a nivel presupuestal.

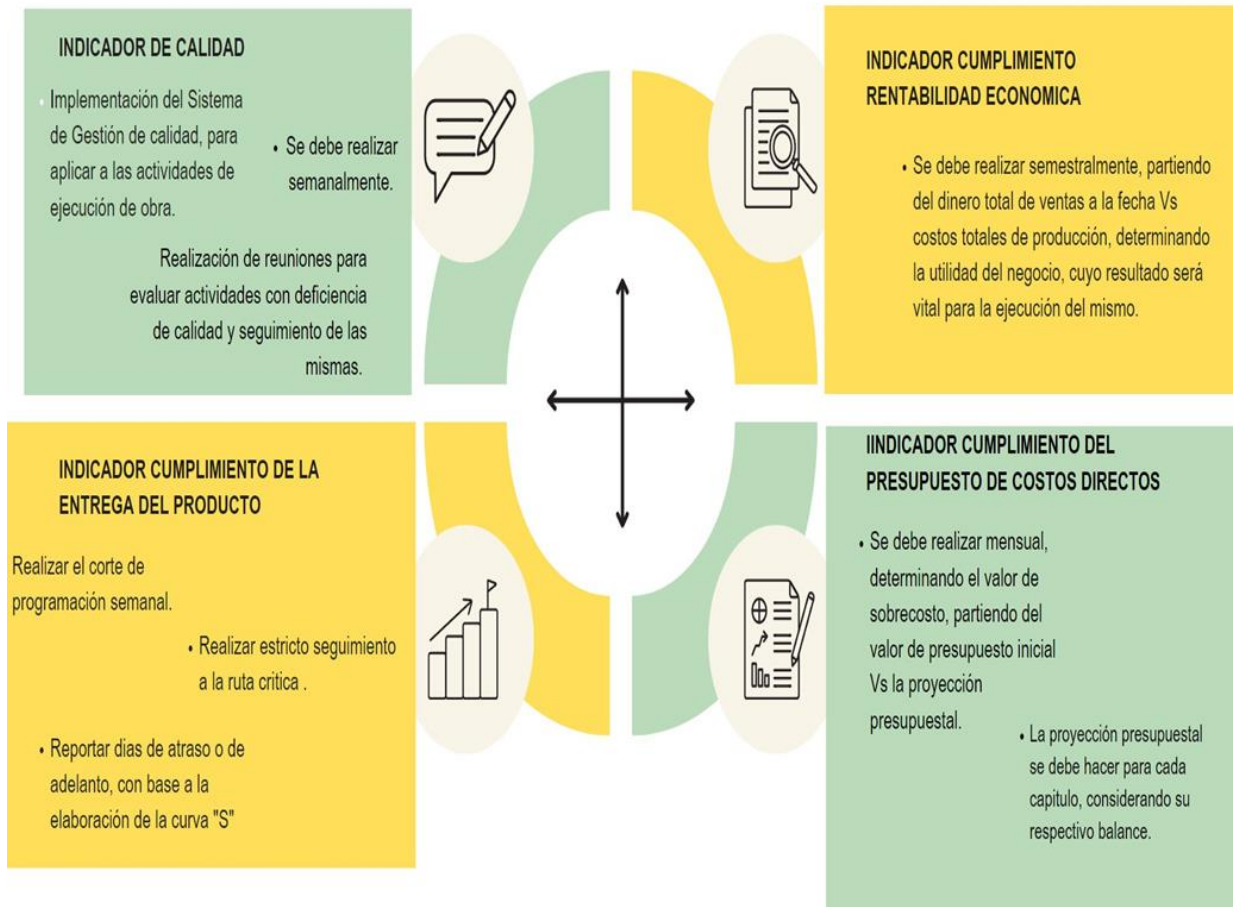
Teniendo en cuenta que los presupuestos de obra, por lo general se realizan con un tiempo anticipado a la ejecución del proyecto es necesario tener en cuenta el alza actual al momento de contratación (insumos y/o mano de obra).

Para la gerencia del proyecto el éxito, se basa en estar dentro del presupuesto inicial establecido o dentro de la meta de la organización, por ende, es indispensable llevar a cabo el control de costos que determinara si se presentaron sobrecostos durante la ejecución. Al finalizar el proyecto, se debe evaluar el cumplimiento de la entrega del producto, lo que hace que al cumplir no se estimen mayores costos por tiempo, generando a su vez satisfacción y fidelización de clientes.

En la figura 45 muestra un modelo de la fase final del proyecto

Figura 46

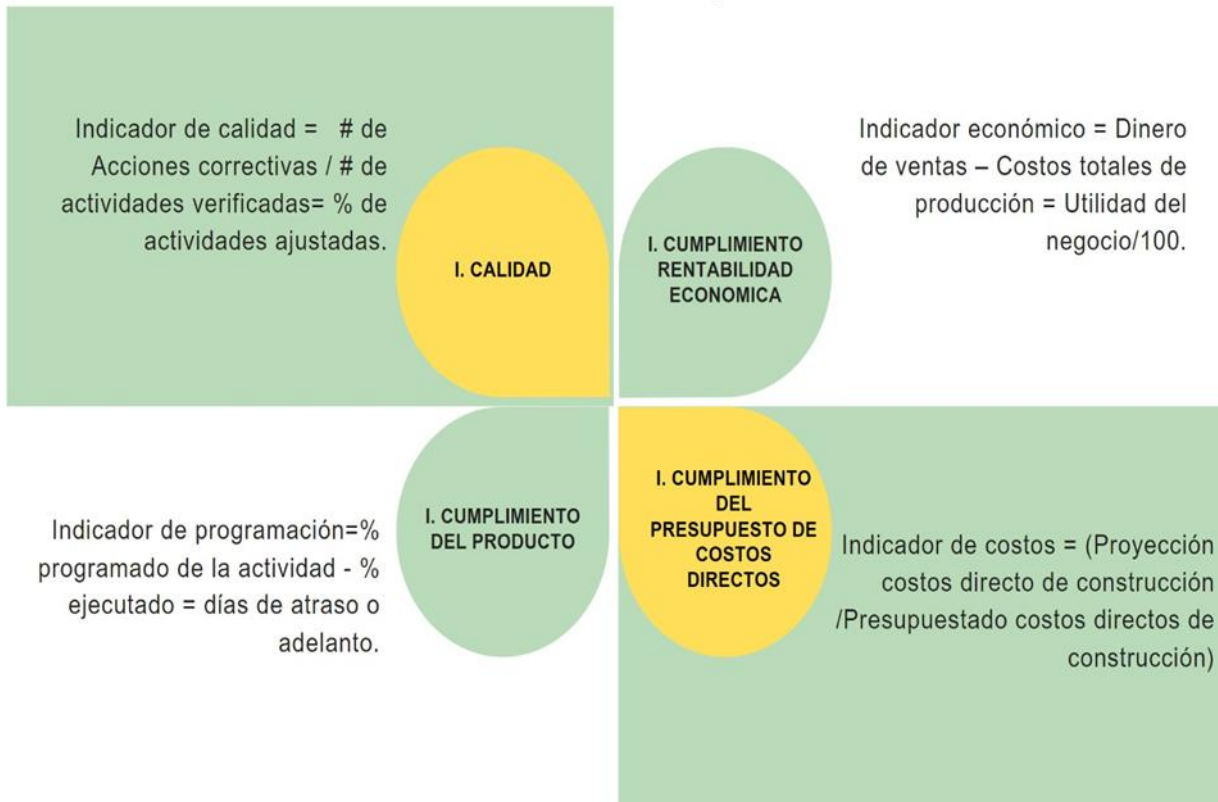
Ejecución y finalización del proyecto



Nota. Indicadores de seguimiento para la ejecución de un proyecto

Figura 47

Indicadores



Nota. Estructuración de indicadores para una organización.


6.3.5 Aplicación para determinar los indicadores

La Implementación del Sistema de Gestión de Calidad, para el control de las actividades de ejecución de un proyecto es una herramienta para medir el nivel de cumplimiento de las especificaciones establecidas para una determinada actividad o proceso empresarial.

En las siguientes figuras 38 y 39 se pueden observar algunos modelos de formatos de calidad que se puede implementar en la obra, un ejemplo de un formato inspección en situ de la lista de chequeo que se realiza en una actividad de excavación, asimismo en la figura 39 se identifican un formato de evolución de acciones corregidas vs actividades verificadas.

Figura 48

Ejemplo de listado de calidad en la actividad de excavación



SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD	CÓDIGO	En revisión
ORGANIZACIÓN CONSTRUCTORA CONSTRUMAX S.A	FECHA	
LISTADO DE REVISIÓN DE CALIDAD DE EXCAVACION	VERSIÓN	1

MATERIAL B

ELEMENTO





400

PARÁMETRO S A REVISAR	CALIFICACIÓN		OBSERVACIONES	CORRECCIÓN
	CUMPLE	NO CUMPLE		
Localización	X		SEGÚN PLANOS CUMPLE.	
NIVELES	X		Se verifico nivel de excavacion de vigas de cimentacion, terrazas	
PRUEBAS DE DENSIDAD			se realiza de 2 a 3 capas según el terreno , no se pudo realizar en día de hoy por motivos de lluvia.	
Disponibilidad de equipos (Vibrado y transporte)	X		COMPACTACION , VIBRADO Y MOTONIVELADO DEL TERRENO	
DIMENSIONES	X		Se verifican cotas y absixas de casas y rellenos junto con el maestro	
ASEO	X		Se observo plastico ordenado para proteccion de terrazas.(lluvia)	

Nota. Formato de control de calidad para seguimiento en obra. Tomado de Muñoz Sierra, C. (2011). Propuesta de mejoramiento del sistema de control interno durante la construcción de las obras, como soporte de la gestión de calidad de Construmax S.A. https://ciencia.lasalle.edu.co/administracion_de_empresas/88

Figura 49

Ejemplo de formato de evolución de acciones corregidas Vs actividades verificadas

		SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD										CODIGO	FR GT 019			
		ORGANIZACIÓN CONSTRUCTORA CONSTRUMAX S.A.										FECHA	25/08/2008			
		REGISTRO DE PORCENTAJE DE ASIGNACIONES COMPLETADAS										VERSIÓN	2			
SEMANA		31 de Octubre al 5 de Noviembre										OBRA		CAMPO REAL ETAPA 2		
ACTIVIDAD	RESPONSABLE	META			CALIFICACION CONTRATISTAS				CAUSAS DE NO CUMPLIMIENTO						Observaciones	
		Comprometido	Alcanzada	Calificación	Cumplimiento	calidad	Seguridad	Aseo	Proveedor	Herramientas y Equipos	Mano de Obra	Mal Tiempo	Prerequisito	Cambios Diseños		Otros
Fundida vigas de cimentacion tramo 3 rampa de acceso principal 100%	CLEVER PRECIADO	1	1	100%												
Fundida tablero tramo 3 rampa de acceso principal 100%	CLEVER PRECIADO	1	1	100%												
Levante de mamposteria para cerramiento definitivo contra Carrera 5B 100%	CLEVER PRECIADO	1	1	100%												
Formes para materas de acceso a conjunto 80%	CLEVER PRECIADO	1	1	100%												
Excavacion y fundida vigas de cimentacion Torre 5 100 %	CLEVER PRECIADO	1	0	0%							1					ADJUDICACION TARDIA DE CONTRATISTA
Placa de cimentacion Torre 5 100 %	CLEVER PRECIADO	1	0	0%							1					ADJUDICACION TARDIA DE CONTRATISTA
Excavacion y fundida vigas de cimentacion Torre 4 40 %	CLEVER PRECIADO	1	0	0%							1					ADJUDICACION TARDIA DE CONTRATISTA
Placa de cimentacion Torre 4 40 %	CLEVER PRECIADO	1	0	0%							1					ADJUDICACION TARDIA DE CONTRATISTA
PAC CLEVER PRECIADO		8	4	50%												
ASIGNACIONES COMPROMETIDAS		27			PAC	52%	TOTAL	4	0	6	0	0	0	4		
ASIGNACIONES COMPLETADAS		14														

Nota. Formato de seguimiento de reuniones intermedias de cumplimiento de actividades. Tomado de Muñoz Sierra, C. (2011). Propuesta de mejoramiento del sistema de control interno durante la construcción de las obras, como soporte de la gestión de calidad de Construmax S.A. https://ciencia.lasalle.edu.co/administracion_de_empresas/88

6.3.6 Indicador cumplimiento de la entrega del producto

Es un indicador que mide el control de corte de una programación. En otras palabras, mide la puntualidad de entrega del producto y aplica para cualquier tipo de ejecución de proyectos. en la tabla se muestra un ejemplo.

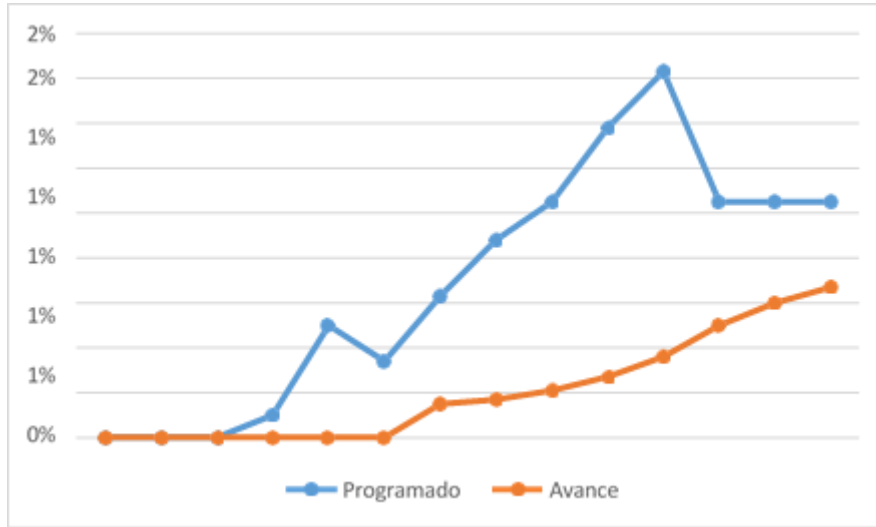
Tabla 2*Control de corte de programación*

Semana	Corte	Programado	Avance
Semana 1	29/05/2022	0%	0%
Semana 2	5/06/2022	0%	0%
Semana 3	12/06/2022	0%	0%
Semana 4	19/06/2022	0,1%	0%
Semana 5	26/06/2022	0,5%	0%
Semana 6	3/07/2022	0,34%	0%
Semana 7	10/07/2022	0,63%	0,15%
Semana 8	17/07/2022	0,88%	0,17%
Semana 9	24/07/2022	1,05%	0,21%
Semana 10	31/07/2022	1,38%	0,27%
Semana 11	7/08/2022	1,63%	0,36%
Semana 12	14/08/2022	1,05%	0,50%
Semana 13	21/08/2022	1,05%	0,60%
Semana 14	28/08/2022	1,05%	0,67%

Nota. Ejercicio aplicado de la programación y avance de una obra

Figura 50

Programado Vs Ejecutado



Nota. Ejercicio aplicado de la programación y avance de una obra ejecutado en una obra de construcción

6.3.7 Indicador Cumplimiento del presupuesto de Costos Directos

Para la determinación de este indicativo, se debe contar con la información preliminar de avance de costos hasta la fecha como se muestra a continuación

Tabla 3

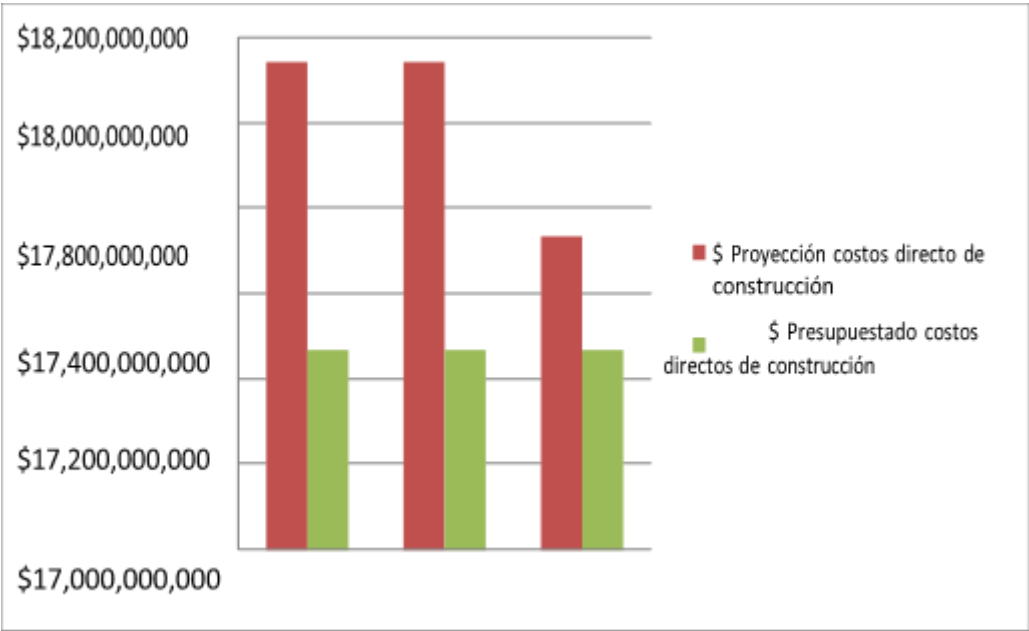
Cumplimiento presupuestal

Periodo 2019	\$ proyección costos directos de construcción	\$ Presupuesto costos directos de construcción	% Cumplimiento – meta mensual
dic-18	\$ 18,140,524,764	\$ 17,464,419,507	1,04
ene-19	\$ 18,141,581,546	\$ 17,464,419,507	1,04
feb-19	\$ 17,734,618,247	\$ 17,464,419,507	1,02

Nota. Esta tabla muestra cómo se puede dar el cumplimiento de metas presupuestal en el ejercicio propuesto

Figura 51

Relación presupuesto vs Proyección presupuestal



Nota. Proyección grafica de control presupuestal de presupuesto inicial Vs su desviación mensual.

7. CONCLUSIONES

A pesar de lo que implica la industria de la construcción como un factor clave en la economía de los territorios, equívocamente uno de los sectores que menor grado de desarrollo presenta en la mayoría de los países latinoamericanos, convirtiéndose en una actividad caracterizada por grandes deficiencias y falta de efectividad. Lo que se traduce en la poca competitividad y coloca a las empresas constructoras en desventaja frente a los mercados de la economía nacional e internacional

Actualmente diversos expertos del área de la construcción emplean técnicas de producción para mejorar las prácticas constructivas, y así mismo la rentabilidad de los proyectos y la calidad, en consecuencia, la metodología administrativa de Lean construcción nace como una necesidad para mejorar la producción en los proyectos de construcción.

En Colombia existen algunas empresas que han implementado estas prácticas de construcción, sin embargo, no es algo que esté totalmente difundido, tampoco es considerado como algo estrictamente necesario para la construcción de proyectos, a pesar de ello vemos que se presentan desperdicios exagerados, sobrecostos y atrasos que finalmente se traducen en pérdidas económicas que afectan directamente la rentabilidad económica de los inversionistas

Alcanzar la productividad involucra la eficiencia y la efectividad por lo que no tiene sentido producir una cantidad de obra si ésta presenta problemas de calidad, lo que se consigue mediante la implementación de un nuevo modelo de administración que le permita a la medianas empresas del sector de la construcción el logro de objetivos y más aún con un valor agregado a la estructura jerárquica que al no ser tan compleja les permitirá realizar la reestructuración de los métodos y herramientas adecuadas en la implementación del Lean Construction al reducir pérdidas, sobrecostos, calidad, entrega oportuna de los proyectos, siendo trascendental el compromiso de capacitar al personal calificado y no calificado en estas nuevas estrategias.

Con base a los resultados obtenidos, en la siguiente figura se muestra aspectos identificados en las empresas y se realiza la recomendación de la aplicación de herramientas del Lean Construcción, así como las ventajas que ofrece, todo esto para potencializar la sostenibilidad y crecimiento de las empresas y la optimización de los recursos en sus diferentes áreas de trabajo.

Figura 52

Herramientas y Ventajas LC

Aspectos identificados	Herramientas más eficientes de la metodología Lean Construction	Ventajas en la implementación
<ul style="list-style-type: none"> ● Planeación de las obras reside en el área administrativa ● Reuniones de seguimiento inadecuados ● Requerimiento material inadecuado ● No se lleva control de desperdicios ● Atrasos frente a los tiempos establecidos por razones internas y externas 	BIM	<p>La práctica convencional sobre el manejo de la información en la construcción a veces ha creado falta de comunicación y errores entre los actores de la construcción. El Modelado de Información de Construcción (BIM) es valioso para gestionar proyectos de construcción de manera eficaz y eficiente aportando para el funcionamiento, la innovación y la gestión empresarial, dinamizando y optimizando las prácticas y procesos que, desde el punto de vista estructural que se generan a nivel interno. Esta herramienta, solo se pueden alcanzar si se cuenta con las tecnologías necesarias, para lo cual es indispensable que las empresas las asuman como propias y necesarias.</p>
<ul style="list-style-type: none"> ● Evaluación de la ruta crítica ● Trabajo individual ● Capacitación 	SUP	<p>Requiere de gestión colaborativa, para la coordinación de la programación, producción, planificación y ejecución de los proyectos controla de una manera más efectiva la ejecución de las actividades necesarias para completar el proyecto, asegurándose de que lo que se planea hacer en la obra realmente será hecho y así evitar paros en obra que conllevan pérdidas de tiempo que retrasan el proyecto y se traducen en un detrimento económico.</p>
	Prueba de los cinco minutos para el análisis de pérdidas	<p>Analizar cómo están distribuyendo el tiempo que debe ser dedicado para trabajar en la obra y así tener un estimado del tiempo dedicado realmente a hacer labores para optimizarlo y tomar medidas de corrección en cuanto al el tiempo desperdiciado</p>

Nota. Síntesis de las ventajas competitivas al usar herramientas en la metodología de construcción LC de acuerdo al ejercicio realizado y la investigación efectuada

BIBLIOGRAFÍA

- Banco Mundial. (2016, febrero 5). *Ciudades Competitivas: Una solución local para una falta Mundial de Crecimiento y Puestos de Trabajo*. World Bank. Retrieved April 4, 2023, from <http://bit.ly/3zHEozS>
- Banco Mundial. (2018). Encuestas empresariales 2017. Recuperado el 3 de abril de 2023 desde: <https://bit.ly/3Kk1Ms6>
- Bermúdez -H., J., & Pulgarín, S. M. P. (2017). Implementación del método Justo a Tiempo (JIT). *Revista CIES Escolme*, 5(02), 9-28. <https://bit.ly/440s0aR>
- Botero, B. L. F. (Ed.). (2021). *Principios, herramientas e implementación de Lean Construction*. Editorial EAFIT. <https://doi.org/10.17230/9789587207040lr0>
- Botero, B. L. F., & Álvarez Villa, M. E. (2012). Guía de mejoramiento continuo para la productividad en la construcción de proyectos de vivienda (Lean construction como estrategia de mejoramiento). *Revista Universidad EAFIT*, 40(136), 50–64. Recuperado a partir de <https://bit.ly/3DHY0Ww>
- Cantillo, Guerrero, E. F., & Daza., E. J. M. (2011). Influencia de la Cultura Organizacional en la Competitividad de las Empresas. *Escenarios*, Vol. 9, N°. 1, 2011, págs. 18-23 9. <https://bit.ly/45gp0Im>
- Chiavenato Idalberto (2017). *Planeación Estratégica Fundamentos y Aplicaciones*. Río de Janeiro Brasil: Mc Graw Hill. Recuperado el 5/ abril/2022 en <http://bit.ly/3nMLqAq>
- Cossio, A. (2019, febrero 2). *Breve Historia de Lean Construction*. Breve historia de lean construction. Retrieved April 5, 2023, from <http://www.itnmexico.com/historia-lean.html>
- Díaz-Bateca, D.C.; & Rolón-Cárdenas O.P (2020) El Lean Construcción como estrategia de mejora continua en empresas dedicadas a la construcción de infraestructura vial en la ciudad de Cúcuta. *Revista de Ingenierías Interfaces*, vol. 3, no. 1, pp.1-19, 2020. <https://bit.ly/4503dor>
- Dorta, N. M., de Chaves Assef, P. G., & Méndez, M. R. (2014). Building Information Modeling (BIM): una oportunidad para transformar la industria de la construcción. *Spanish Journal of Building Information Modeling*, 14, 12-18.
- Flórez, F.H. (2019). *Aplicación de técnicas Lean construction para el seguimiento y control de un proyecto de obra civil*. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/20.500.11912/6326>.

- Franco, M., & Urbano, D. (2019, March 19). *Caracterización de las pymes colombianas y de sus fundadores: Un Análisis Desde dos Regiones del País: Estudios Gerenciales.*, 35 (150), 81-91. Revisado, abril 3, 2023. <http://bit.ly/3GnoBd6>
- Gómez, R., J., & Borda, E. (2020, diciembre 28). *Diagnóstico de Las Micro, Pequeñas y Medianas Empresas: Políticas e Instituciones de Fomento En Colombia*, 227–288. <https://hdl.handle.net/11362/44176>
- Govea Cortés, A. G., Cabral Martell, A., Aguilar Valdés, A., Cruz Hernández, M. A., López Trujillo, R., & García Elizondo, R. (2016). Aplicación de la planeación estratégica y fundamento normativo en una empresa procesadora de carne. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 39, 389-398.
- Julon Ortiz, W. T., & Quiroz Izquierdo, C. R. (2022). Aplicación de Lean Construction para mejorar el rendimiento de la mano de obra en edificaciones; 2021. <http://repositorio.ucp.edu.pe/handle/UCP/2273>
- Koskela, L. (1992). *Application of the new production philosophy to construction* (Vol. 72, p. 39). Stanford: Stanford university. <https://bit.ly/4506G6s>
- Martínez Henao, Y. A. (2019, junio). *Formulación un Plan Estratégico Basado en la Filosofía Lean Construction para Pequeñas Empresas Constructoras; caso en estudio: HM Inversiones y Construcciones S.A.S.* Repositorio Institucional Universidad Católica de Colombia - RIUCaC. <https://hdl.handle.net/10983/23435>
- Materiales de Construcción: Invierta en Bogotá.* Investinbogota.org. (2023, marzo 16). Retrieved abril 3, 2023, desde <https://bit.ly/3UhbU9v>
- Maya Prado, J. M. (2022). Replanteando la gestión estratégica en constructora de ciudad intermedia. <http://hdl.handle.net/1992/58068>
- Método justo a tiempo. (2022, 3 de octubre). *Wikipedia, La enciclopedia libre*. Fecha de consulta: abril 5, 2023 desde <https://bit.ly/3zJppoQ>
- Ministerio de Vivienda (s.f) *Vis y vip*. <https://www.minvivienda.gov.co/viceministerio-de-vivienda/vis-y-vip>
- Morales, N. (2022, enero14). *Servicios y Construcción, los sectores con más empresas nuevas, Según Confecámaras.* Diario La República. Fecha de consulta abril 3, 2023, desde <http://bit.ly/3MmsNO9>

- Muñoz Sierra, C. (2011). Propuesta de mejoramiento del sistema de control interno durante la construcción de las obras, como soporte de la gestión de calidad de Construmax S.A. Retrieved from https://ciencia.lasalle.edu.co/administracion_de_empresas/88
- Pascual, R. C., & Guardiet, J. B. F. (1989). *Nuevas técnicas de gestión de stocks: MRP y JIT* (Vol. 22). Marcombo.
- Pérez Gómez Martínez, G. J. F., Del Toro Botello, H. Y., & López Montelongo, A. M. (2019). Mejora en la construcción por medio de lean construction y building information modeling: caso estudio. *Revista De Investigación En Tecnologías De La Información*, 7(14), 110–121. <https://doi.org/10.36825/RITI.07.14.010>.
- Pérez, M. (1990). Guía práctica de planeación estratégica Programa Editorial Universidad del Valle. <https://bit.ly/45gnzcU>
- Pons, J. F., & Rubio, I. (2021, febrero). *Colección Guías prácticas de lean construction lean construction*. oaatmenorca.com. <https://bit.ly/3rZoyjp>
- Porras Díaz, H., Sánchez Rivera, P. G., & Galvis Guerra, J. A. (2014, June 3). *Filosofía lean construction para la Gestión de Proyectos de Construcción: Una Revisión actual*. Filosofía Lean Construction para la gestión de proyectos de construcción: una revisión actual. Revisado, abril 4, 2023. <http://bit.ly/3zFz1ky>
- Porter, M. (1985). La ventaja competitiva según Michael Porter. *Web y Empresas, Administración, Ingeniería, Gestión y mucho más*. <https://bit.ly/3YoHG6u>
- Racking, A. R. (2021, October 13). *Inicio*. Método Just in Time JIT en almacén: Qué es y cómo se usa | AR Racking Colombia. Retrieved April 5, 2023, <http://bit.ly/3nLIc03>
- Saavedra García, M. L., Camarena Adame, M. E., & Tapia Sánchez, B. (2017). Calidad para la competitividad en las micro, pequeñas y medianas empresas, de la Ciudad de México. *Revista Venezolana de Gerencia*, 22(80), 551-575.
- Segredo Pérez, A., García Milian, A., León Cabrera, P., & Perdomo Victoria, I. (2016). Desarrollo organizacional, cultura organizacional y clima organizacional. Una aproximación conceptual. *Revista De Información Científica Para La Dirección En Salud. INFODIR*, 0(24), 86-99. Recuperado de <https://bit.ly/3s3BB3p>

- Valdivieso Gómez, C. L. (2020). la cultura organizacional como elemento clave en los sistemas de gestión de la calidad para el sector de la construcción: una revisión. <https://bit.ly/3KvNmG8>
- Vargas, N. (2023, January 31). *El sector de la Construcción empleó a 1,6 millones de colombianos en diciembre*. El sector de la construcción empleó a 1,6 millones de colombianos en diciembre. Recuperado abril 4, 2023, desde <http://bit.ly/3nYwpM7>
- Varum, C.A y Rocha, VC (2013). Empleo y Pymes durante las crisis. *Economía de la pequeña empresa*, 40, 9-25.
- Volk, R., Stengel, J. y Schultmann, F. (2014). Modelado de información de construcción (BIM) para edificios existentes: revisión de literatura y necesidades futuras. *Automatización en la construcción*, 38, 109-127. <http://dx.doi.org/10.1016/j.autcon.2013.10.023>
- Zambrano, B., Caballero, S., & Ponce, E. (2018). Estado actual de la aplicación de la metodología lean construction en la gestión de proyectos de construcción en Colombia. *Revista Ingeniare*, (25), 39-66. <https://doi.org/10.18041/1909-2458/ingeniare.25.5968>

ANEXOS

ANEXO 1.

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Actividad	SEMANA 1					SEMANA 2					SEMANA 3					SEMANA 4					SEMANA 5				
	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V	L	M	M	J	VV
1. Se realiza una investigación de las falencias que puede tener la metodología Lean Construction.																									
2. Se proponen mejoras de acuerdo a la investigación realizada																									
3. se realizan las encuestas enfocadas a cada departamento y al personal que intervienen directamente																									
4. se realiza una tabulación de los resultados																									
5. se emite un concepto, con la serie de recomendaciones positivas o negativas según sea el caso.																									
6. Entrega de resultados																									

ANEXO 2.

ANÁLISIS ENCUESTA

Excel hoja de respuestas departamento de proyectos

Departamento de proyectos	Nombre de la Obra	Cargo	Fecha	¿En los procesos de construcción, están establecidos controles de calidad con el fin de evitar reprocesos?	Indique los motivos si la respuesta anterior fue NO	Desde la dirección de proyectos, se realiza la planeación de la obra	¿Se realizan o se autorizan planes de contingencia, al momento de detectar actividades de ruta crítica?	Indique las formas de plan de contingencia si la respuesta anterior fue si	¿En la obra, se realiza el cálculo del desperdicio de materia?	¿Conoce la metodología Lean Construction?
Si	Acanto Parque residencial	Director de proyecto	27/2/2023	Si	Ninguna de las anteriores	Si	Si	Todas las anteriores	No	Si
Si	Cerros Verdes	Director de proyecto	3/4/2023	Si	Ninguna de las anteriores	Si	Si	Todas las anteriores	No	Un poco
Si	Ra3 Arquitectura y Proyectos SAS	Jefe de Proyectos	4/4/2023	Si	Ninguna de las anteriores	Si	Si	Todas las anteriores	No	Si

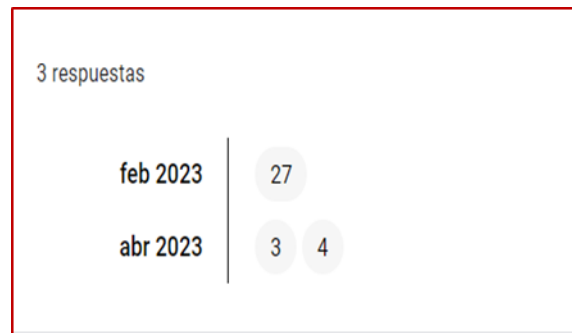
Preguntas Respuestas Configuración

Nombre de la Obra
3 respuestas

Acanto Parque residencial
Cerros Verdes
Ra3 Arquitectura y Proyectos SAS

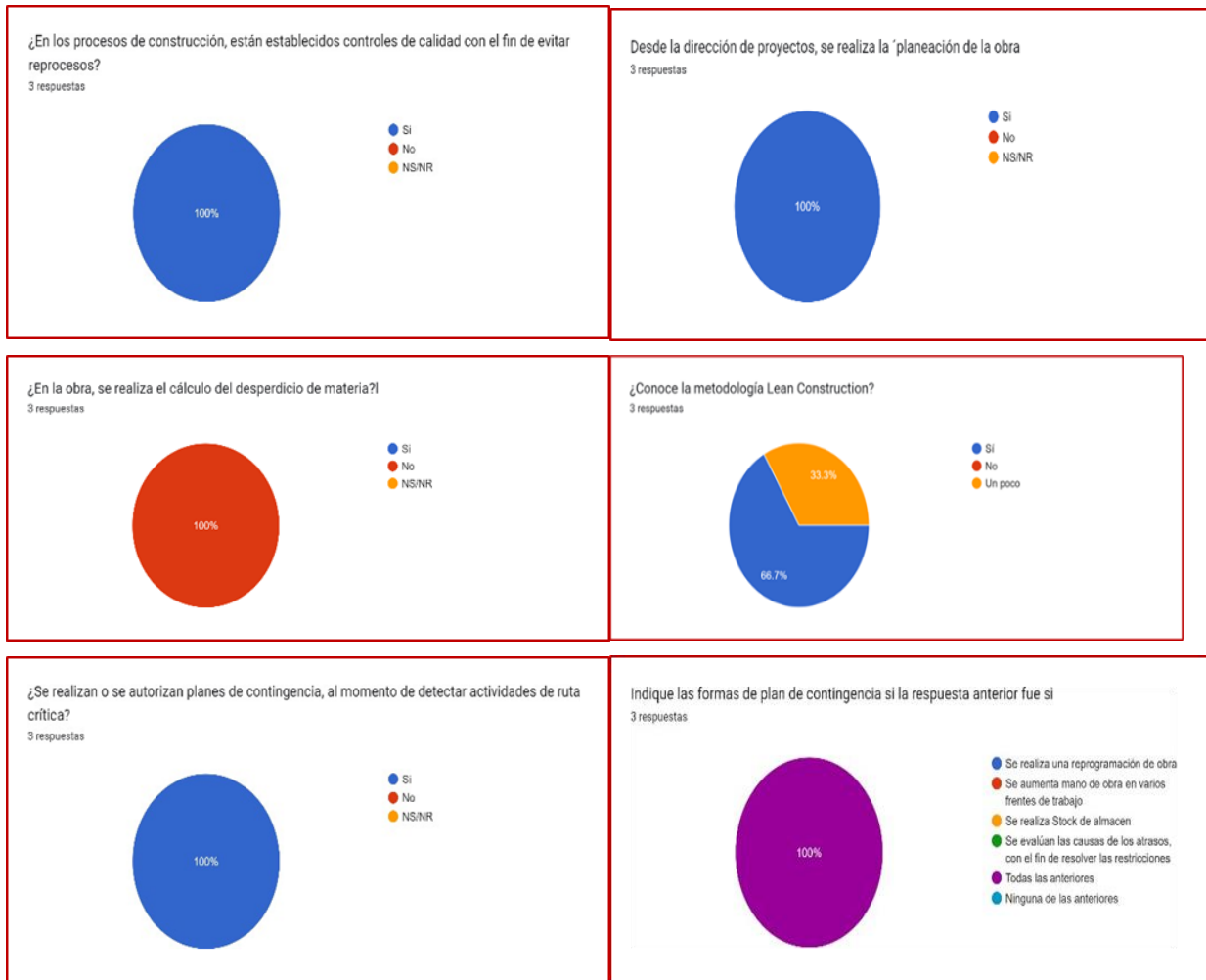
Cargo
3 respuestas

Director de proyectos
Director de proyecto
Jefe de Proyectos



Los participantes en la encuesta todos pertenecen al área de dirección de proyectos siendo los directores o jefes de área, inicialmente se realizó una encuesta a la empresa Mevic SAS, con enfoque al proyecto Alcanto Parque Residencial y posteriormente se desarrollaron a dos empresas más, para ampliar el análisis de la percepción de estas empresas.

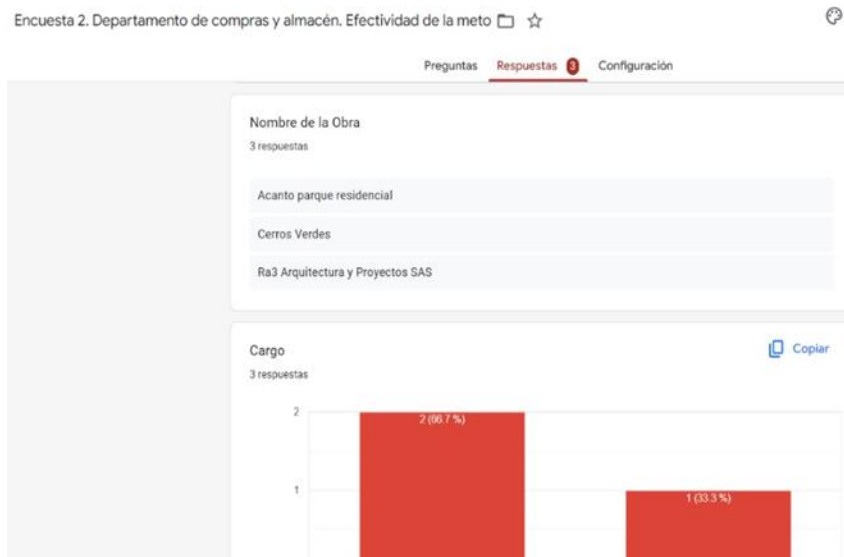
Análisis preguntas 5 a 10



El 100% manifiestan tener implementado controles de calidad en la obra y que la planeación del proyecto se efectúa en esta área, de igual manera el 100% afirma realizar y ejecutar los planes de contingencia en casos de ruta crítica o en caso contrario contar con una serie de lineamientos establecidos en el plan de obra, de igual manera el 100% manifiestan que el control de desperdicios no se realiza y el 66.7% afirman tener conocimiento sobre la metodología Lean Construction mientras que el 33.3 afirma no tener conocimiento sobre esta.

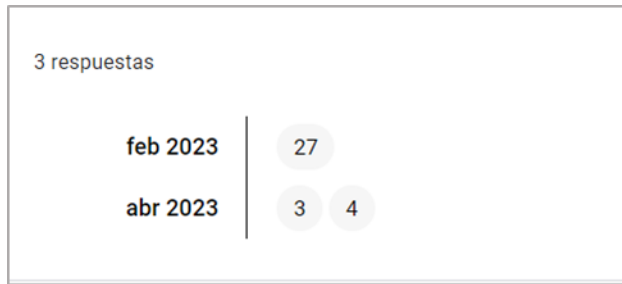
Excel hoja de respuestas área compras y almacén

Nombre de la Obra	Cargo	La solicitud de materiales, se realiza teniendo en cuenta el tiempo y/o importación	La realización de los órdenes de compra cuenta con un procedimiento establecido por la compañía	Asiste a reuniones de control y ejecución del proyecto?	Al material solicitado se pide certificados de calidad, ficha técnicas, ensayos, entre otros	Cuenta con un plan de compras	Realiza trazabilidad del material entregado para el desarrollo del proyecto?	¿Conoce la metodología Lean Construction?
Acanto parque residencial	Almacenista	No	Si	No	Si	Si	Si	No
Cerros Verdes	Almacenista	No	Si	No	Si	No	Si	No
Ra3 Arquitectura y Proye	Jefe de Compras	No	Si	Si	Si	Si	Si	Un poco



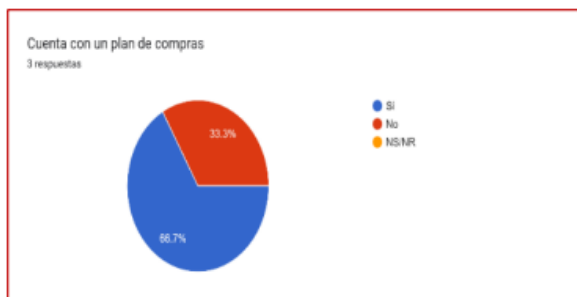
Los participantes en la encuesta todos pertenecen al área de compras y almacén de las empresas seleccionadas el 66.7% al área de almacén y el 33.3% a compras

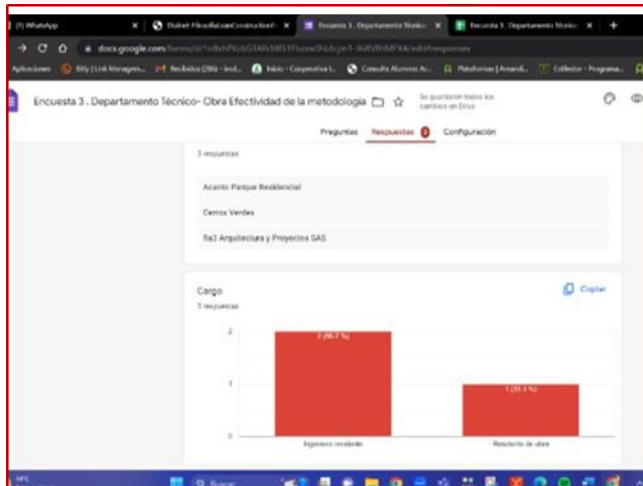
Fecha de respuesta



Inicialmente se realizó una encuesta a la empresa Mevic SAS, con enfoque al proyecto Alcanto Parque Residencial y posteriormente se desarrollaron a dos empresas más, para ampliar el análisis de la perception de estas empresas

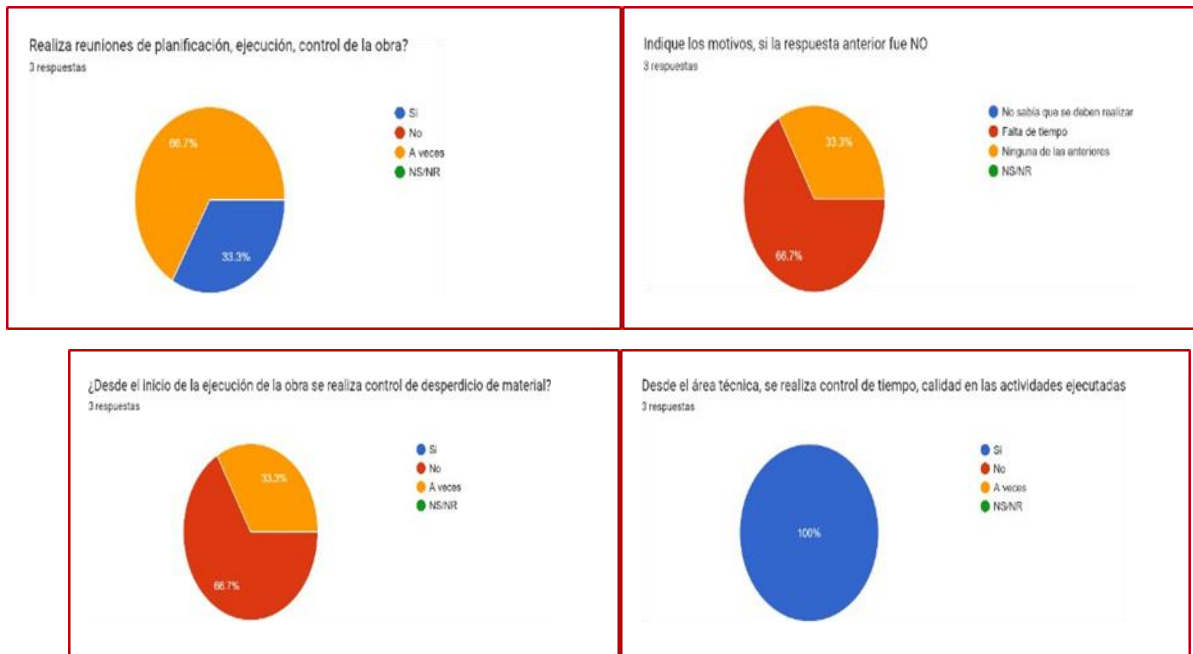
Respuestas 5-11





Los participantes en la encuesta todos pertenecen al área de técnica de las empresas y su cargo son ingenieros residentes de obra, inicialmente se realizó una encuesta a la empresa Mevic SAS, con enfoque al proyecto Acanto Parque Residencial y posteriormente se desarrollaron a dos empresas más, para ampliar el análisis de la percepción de estas empresas.

Respuestas 5-10.ATO





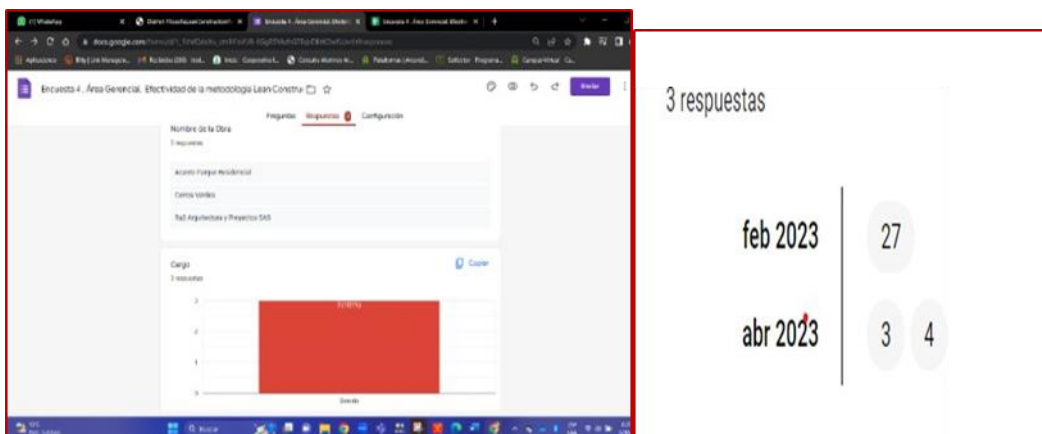
El 66.7% manifiestan que a veces realizan reuniones para planificación, ejecución y control de obra por falta de tiempo y el 33-3% si las realiza, asimismo, manifiestan que desde el inicio no se realiza control de desperdicio de material, y el 100% manifiestan que si realizan actividades de control en la obra; el 66.7% tiene conocimiento del Lean Construction y estan dispuestos al 100% de capacitarse si la empresa así lo requiere.

Excel hoja de respuestas Área de Gerencia

Encuesta 4. Área Gerencial. Efectividad de la metodología Lean Construction en pymes de Colom...
Archivo Editar Ver Insertar Formato Datos Herramientas Extensiones Ayuda

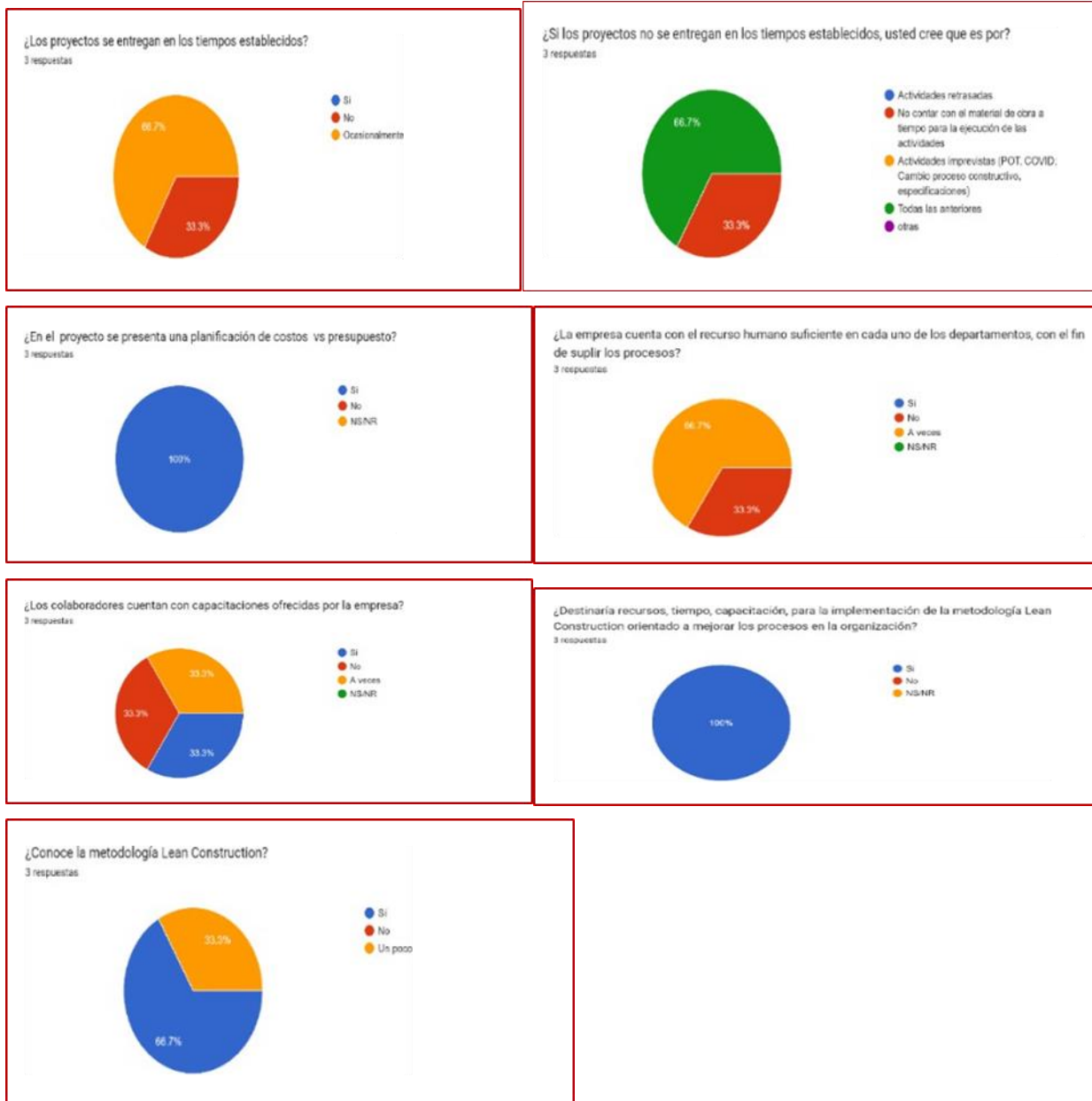
H12

	C	D	F	G	H	I	J	K	L
1	Nombre de la Obra	Cargo	¿Los proyectos se entregan en los tiempos establecidos?	¿Si los proyectos no se entregan en los tiempos establecidos, usted cree que es por?	¿En el proyecto se presenta una planificación de costos vs presupuesto?	¿La empresa cuenta con el recurso humano suficiente en cada uno de los departamentos, con el fin de suplir los procesos?	¿Los colaboradores cuentan con capacitaciones ofrecidas por la empresa?	¿Conoce la metodología Lean Construction?	¿Destinaria recursos, tiempo, capacitación, para la implementación de la metodología Lean Construction orientado a mejorar los procesos en la organización?
2	Acanto Parque Residenc	Gerente	Ocasionalmente	Todas las anteriores	Si	A veces	A veces	Si	Si
3	Cerros Verdes	Gerente	No	No contar con el material	Si	No	Si	Si	Si
4	Ra3 Arquitectura y Proye	Gerente	Ocasionalmente	Todas las anteriores	Si	A veces	No	Un poco	Si
5									



Los participantes en la encuesta todos pertenecen al área administrativa de las empresas y su cargo son Gerentes de proyecto, inicialmente se realizó una encuesta a la empresa Mevic SAS, con enfoque al proyecto Acanto Parque Residencial y posteriormente se desarrollaron a dos empresas más, para ampliar el análisis de la percepción de estas empresas.

Respuestas preguntas 5-11 AD



Los gerentes de las empresas en un 66.7% considera que las entregas se dan ocasionalmente cumplimiento con los tiempos de entrega y el 33.3% no se entregan en los tiempos establecidos; asimismo consideran que son diferentes los factores por los cuales no se logra la ejecución a

tiempo; el 100% de los gerentes confirman que se realiza planificación de costos y presupuesto para las obras, de igual manera el 66.7 considera que no siempre se tiene el personal suficiente en las obras, con respecto a las capacitaciones los tres gerentes presentan diferentes opiniones, no, si, a veces; el 67.7% conoce sobre el Lean Construction y consideran que destinarían los recursos y medios para efectuar capacitación sobre el sistema en pro de mejora en la organización.

ANEXO 3

RECOMENDACIONES

De acuerdo a la investigación se recomienda a las empresas PYMES de construcción en Colombia, la aplicación de la metodología Lean Construction, por lo que les permite mejorar los procesos de calidad, tiempo y costos en los proyectos manteniendo o generando más utilidad.

Para poder contar con un buen proceso, es necesario realizar las capacitaciones necesarias en toda la organización, con el fin de contar con el conocimiento necesario y básico al momento de desarrollar y/o gestionar cualquier proceso de acuerdo a la estructura organizacional.

Se sugiere, tener en cuenta las cuatro fases de implementación que son: estructura organizacional, planificación del proyecto, control del proyecto, ejecución y finalización del proyecto, ya que utilizando estas fases se pueden detectar a tiempo irregularidades, en cualquier proceso, permitiendo a la gerencia tomar decisiones oportunas, con el propósito de cumplir los objetivos de la organización.

Las herramientas Lean Construction, resaltadas en esta investigación, ofrecen beneficios significativos que, llevados a cabo en una curva de aprendizaje, garantizaran ventaja competitiva en el sector de la construcción, generando crecimiento.

Se recomienda, como complemento a la metodología Lean Construction, tener en cuenta los modelos gerenciales, planteados en esta investigación como planeación estratégica, ventaja competitiva, cultura organizacional y justo a tiempo (JIT), orientado a lograr mayor efectividad en la organización.

Se recomienda en las empresas Pymes de construcción en Colombia, vincular los lineamientos de Lean construction al cumplimiento de los indicadores propios de cada organización para evidenciar el impacto positivo que esto generara en el proyecto.

Para la implementación de LC en los proyectos de obra, es necesario iniciar con el compromiso de asumir una cultura de mejora continua de la producción, corrección de todo el proceso de gestión del proyecto, la integración de los interesados para que se optimice la seguridad, la calidad y la eficiencia del proyecto, siendo valioso que la estructura jerárquica de las medianas empresas no es tan compleja, lo cual es un elemento a tener en cuenta para abordar los principios y herramientas del Lean en las actividades del proyecto, optimizando al máximo los procesos para disminuir costos y cumplir con los plazos de entrega antes de los tiempos estimados. Estas herramientas están

enfocadas en el rompimiento de paradigmas y malas costumbres constructivas, que han afectado por años la industria de la construcción