

Revista de Ciencias Sociales

Gestión inicial de costos de proyectos: Modelo Lean Construction en sector de la construcción en México

Bustos Acevedo, Andrés*
García Guiliany, Jesús**
Annherys Paz, Marcano***
Montero Bula, Carlos****

Resumen

La gestión de proyectos mediante la filosofía Lean pretende disminuir o eliminar desperdicios en las fases de los proyectos mejorando la productividad. En este sentido, el objetivo de la investigación fue analizar la gestión inicial de costos de proyectos a través del modelo Lean Construction en el sector de la construcción en México, para lo cual se tomó la fase de estimación del costo inicial, al desarrollo de ocho proyectos de construcción de obras civiles en México. Metodológicamente, aplicó un estudio de alcance analítico, con diseño no experimental, transversal, documental, seleccionando la población mediante muestreo no probabilístico intencional. Entre los resultados se tiene, que la utilización de Lean Construction mejora la gestión del costo estimado, optimizando un 0,30% la estimación inicial, además se estableció las prioridades de contratación, fabricación pre-construcción, y especificó las estimaciones de riesgo, probabilidad e impacto de cada rubro, especificando mano de obra, materiales, subcontratos, tasa de cambio e imprevistos. Se concluye que, aplicando Lean Construction en gestión de proyectos de construcción, el sector puede presentar ofertas más competitivas al reducir tiempos en el desarrollo de los presupuestos, mejora la obtención de cantidades de trabajo, optimizando su precisión, y reduciendo tiempo de gestación de la oferta técnico-económica.

Palabras clave: Gestión de costos; proyectos; construcción ajustada; optimización; sector construcción.

* Doctor en Administración y Gestión Empresarial. Consultor Lean México. Profesor en el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Nuevo León, México. E-mail: afbustos12@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-4555-6961>

** Doctor en Ciencias Gerenciales. Docente Investigador en la Institución Universitaria de Barranquilla, Barranquilla, Atlántico, Colombia. E-mail: jesusgarcia@unibarranquilla.edu.co ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3777-3667>

*** Doctora en Ciencias Gerenciales. Docente Investigadora en la Universidad de la Guajira, Riohacha, Colombia. E-mail: aipaz@uniguajira.edu.co ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7538-1563>

**** Magister en Ingeniería Industrial. Docente Investigador en la Institución Universitaria de Barranquilla, Barranquilla, Atlántico, Colombia. E-mail: cmontero@unibarranquilla.edu.co ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-3871-9373>

Initial project cost management: Lean Construction Model in the Mexican construction sector

Abstract

Lean project management aims to reduce or eliminate waste throughout project phases, improving productivity. The objective of this research was to analyze initial project cost management using the Lean Construction model in the Mexican construction sector. The initial cost estimation phase was analyzed in the development of eight civil works construction projects in Mexico. Methodologically, an analytical scope study was applied, with a non-experimental, cross-sectional, documentary design, selecting the population through intentional non-probability sampling. Among the results, the use of Lean Construction improves estimated cost management, optimizing the initial estimate by 0.30%. In addition, contracting and pre-construction manufacturing priorities were established, and risk, probability, and impact estimates for each item were specified, including labor, materials, subcontracts, exchange rates, and contingencies. It is concluded that, by applying Lean Construction in construction project management, the sector can present more competitive offers by reducing times in the development of budgets, improving the obtaining of work quantities, optimizing their precision, and reducing the gestation time of the technical-economic offer.

Keywords: Cost management; projects; lean construction; optimization; construction sector

Introducción

En el transcurrir del tiempo se ha observado un crecimiento paulatino en la productividad de determinadas industrias, producido posiblemente por el desarrollo económico y los procesos tecnológicos (Boscán y Sandrea, 2020). No obstante, la industria de la construcción no ha tenido el mismo avance que la mayoría (García et al., 2023). La construcción ha tenido un crecimiento de escasamente el 1% en los últimos 20 años. Muy por debajo de industrias como la manufacturera, agrícola y automotriz, entre otras, cuyos crecimientos ascienden desde el 4% hasta el 10% (Barboza et al., 2017).

El sector de la construcción representa el 13% del producto interno bruto mundial; asimismo, corresponde a una importante industria para contratación directa e indirecta de la población global, ocupando un lugar significativo en el crecimiento económico de las naciones (García et al., 2022; Bustos, 2022). De igual manera, Barbosa et al. (2017), mencionan que la industria de la construcción

puede generar desperdicios, y que por cuestión de productividad y retrabajos está perdiendo 1.6 billones de dólares, aunado al escaso crecimiento de solo uno por ciento en los últimos 20 años.

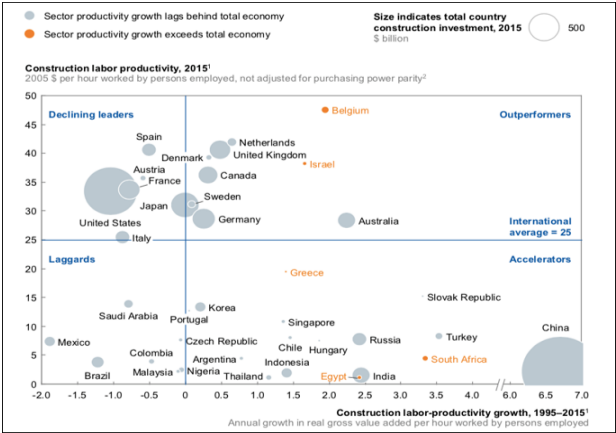
De acuerdo con lo anterior, el sector de la construcción se ha insertado en la economía global; sin embargo, no se ha generado un incremento en la productividad, como se espera de ella (García et al., 2023). Es necesario reinventar la construcción con un enfoque eficiencia, productividad y gestión de costos. En este orden de ideas, la industria de la construcción desde la perspectiva latinoamericana no gestiona sus proyectos de forma productiva. La forma de construir, sin mayor cambio en los últimos 50 años, ha hecho que esta sea una industria rústica y con alto riesgo de accidentes, además de la gran incertidumbre en la finalización de proyectos (Estrada, 2015; JLL, 2023).

Mientras algunos países desarrollados apuestan por la tecnología y la prefabricación, son pocos los países latinoamericanos que invierten en esto. No obstante, existen casos excepcionales, como lo es la apuesta por la

tecnología y nuevos procesos para la industria según estudios de Alarcón y Calderón (2003), aplicados en Perú y Chile, países pioneros en Latinoamérica que han apostado por nuevas formas de construcción (Bustos, 2022).

En este orden de ideas, México, es el

país con menos productividad de la zona. En cuanto a salarios, solo supera el pago por hora de países como Brasil, Colombia y Malasia (Barboza et al., 2017), como se detalla en la Figura I.

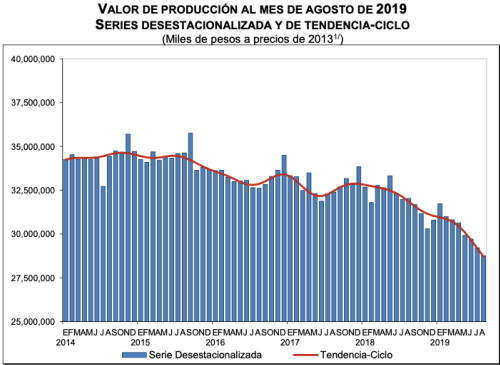


Fuente: Barbosa et al. (2017).

Figura I: Crecimiento de la productividad laboral en la construcción por países

El gran obstáculo que presenta México y su industria de la construcción, además del estancamiento en sus pagos, es el decrecimiento de inversión en el sector (Heath, 2012), tal como ce muestra en el

Gráfico I. Esto ocasiona más competencia entre la industria y menos oportunidades para el sector. Por lo anterior, urge tener una nueva forma de gestionar los proyectos, que sean productivos y congruentes al modelo de negocio.



Fuente: Heath (2012).

Gráfico I: Valor de producción de las empresas constructoras

Desde principios de los 90's, en Estados Unidos y parte de Europa, se conforma un grupo de investigadores encabezados por Lauri Koskela y Glenn Ballard, entre otros, para desarrollar y transmitir una nueva forma de concebir la construcción (Hoyos y Botero, 2018). Este pensamiento basado en el sistema de producción de Toyota a mediados de siglo ha logrado transmitir y difundir un mensaje de cambio y de mejora a la industria.

Esa filosofía ha logrado adeptos y prácticas que evidencian un cambio en la industria. *Lean Construction*, siendo el hito estratégico más importante que ha tenido la industria de la construcción en los últimos cien años (Pérez et al., 2019), pues ni la tecnología ni los diferentes métodos y prácticas llevadas hasta el momento han logrado un cambio tan evidente en la construcción (Porras et al., 2014; Pérez et al., 2019).

Por su parte, Koskela (1992) plantea esta modalidad de producción para la construcción, estableciendo la necesidad de aplicar una teoría de producción en la construcción, indicando tres ejes fundamentales para su estudio: El flujo, la transformación y el valor. Bajo estos tres elementos define la industria y la necesidad de empezar a ser más productivos y eficientes (Hoyos y Botero, 2018). Koskela (1992), hace inferencia sobre la importancia de tener una teoría de producción basada en el pensamiento *Lean Construction*, señalando las bondades y beneficios que trae el pensar de una forma diferente la producción y gestión de proyectos, así como los costos correspondientes.

En este sentido, la investigación pretende abordar la etapa de gestión inicial de los costos de proyectos, enfocándose en el método *Lean*, en el sector de la construcción en la ciudad de México, esto bajo las consideraciones de rezago de esa industria, el trabajo rústico, la falta de implementación de nuevas tecnologías y sobre todo el no buscar nuevas formas de gestionar proyectos (Bustos, 2022).

Su baja productividad escala problemas en las entregas y sobre costos en las obras, haciendo aún más difícil el crecimiento de la industria y su credibilidad. De continuar con dicha improductividad, el sector de

la construcción se volvería insostenible, e inseguro para las transformaciones que está viviendo el mundo con la tecnología (García et al., 2019). De no existir un cambio en la forma de gestión de los proyectos y sus costos, los países de la región serán incapaces de satisfacer la demanda que otros seguramente si van a poder cubrir (Barbosa et al., 2017).

1. Fundamentación teórica

1.1. Gestión de costos

La gestión de costos es materia de interés por la necesidad que tienen las empresas de mejorar su competitividad (Paz et al., 2023). Conocer el costo de los bienes, de los productos, de mano de obra, entre otros, es fundamental para la toma de decisiones. Es necesario poder conocer la composición de los costos y los efectos de optimizar los mismos, con base en una apropiada toma de decisiones (León et al., 2024).

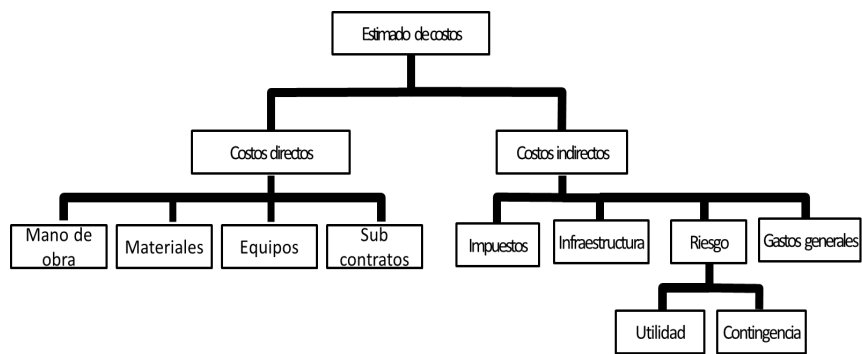
Para gestionar los costos de un proyecto de construcción, se requiere una estimación inicial, lo cual identificará el costo potencial de todo el proyecto (Bustos, 2022). En tal sentido, es relevante considerar aspectos como: Materiales, equipos, mano de obra, tiempos, gastos generales, ejecución y otros costos indirectos (Casanova et al., 2021), entre ellos los permisos y seguros asociados. Esta estimación inicial, es el punto de referencia para la planeación y futuro monitoreo, a fin de llevar el proyecto por el camino adecuado (Bustos, 2022).

En la perspectiva de los costos, los procesos productivos involucran recursos, los cuales, al incluirse en los procesos de producción, se convierten en costos de producción, siendo los elementos básicos los materiales directos, la mano de obra directa y los costos indirectos (Cevallos, 2021; Casanova-Villalba et al., 2023). En este sentido, la gestión de costos emerge de una diversidad de actividades, donde se integran procesos de planificación y control del uso de los recursos en cada fase (Meleán-Romero y Torres, 2018).

Toda empresa busca maximizar su inversión, ¿solo con una reducción de costos, realizada adecuadamente, podrá lograrlo? La gestión de costos ha ido evolucionando en el tiempo, principalmente por los nuevos cambios constantes en las economías. Tiempo atrás entre los objetivos de conocer los costos estaba la fijación del precio de venta del mercado, hoy día el precio se fundamenta en el cliente. Una apropiada gestión de costos asegura que las tareas se lleven a cabo

dentro de los rangos económicos esperados (presupuesto del proyecto/recursos asignados – para la actividad correspondiente).

Durante el ciclo de vida del proyecto se establece en “qué” y “cómo” se va a construir. Todas estas definiciones tienen como resultado en “cuánto” va a costar, este componente se enfoca a establecer un proceso de trabajo que permita gestionar el costo total del proyecto (ver Figura II).



Fuente: Elaboración propia, 2025.

Figura II: Componentes de Estimado de Costos de Construcción

La Figura II, presenta los componentes del estimado de costos de construcción de proyectos, considerando los costos directos e indirectos (Medina y Ingaluque, 2020; Gutiérrez, 2024), donde los directos, corresponden a la mano de obra, materiales, equipos y subcontratos; en tanto los indirectos, involucran impuestos, infraestructura, riesgo y gastos generales. Siendo la utilidad y contingencia, derivados del riesgo.

De acuerdo con lo señalado, la gestión de costos implica la planeación de los recursos básicos dentro del proceso que involucran los materiales directos, la mano de obra directa y los costos indirectos. Para ello, es fundamental considerar los rubros correspondientes a los materiales, equipos, mano de obra, gastos generales, tiempos, ejecución, además de los costos indirectos de permisos y seguros.

Así, en la gestión de los costos dentro de los proyectos de construcción, es importante realizar la estimación inicial, identificando de esta manera la proyección de proyecto general. Por ello se considera, que dicha estimación es la base de la etapa de planeación y del establecimiento de los indicadores de control, para el monitoreo adecuado.

1.2. Estimación de inicio

La estimación inicial de costos es el proceso predictivo usado para cuantificar, costar y cotizar los recursos requeridos por el alcance de una opción de inversión, actividad o proyecto (Estrada, 2015; Cruz et al., 2020). Esta estimación inicial del costo, según Bustos (2022), puede ser usada para varios propósitos

tales como la determinación de la viabilidad económica de un proyecto, la valuación entre alternativas de este, establecer el presupuesto y proporcionar una base para el costo del proyecto y el control del cronograma.

Para Álvarez y Lazo (2017), estimar inicialmente los costos corresponde a una de las operaciones más significativas en las empresas. En el sector de la construcción, una estimación preliminar de calidad es fundamental para alcanzar el éxito en la gestión global de los gastos de capital de un proyecto (Casanova et al., 2021; Bustos, 2022).

De acuerdo con lo expresado, se evidencia lo significativo de realizar estimaciones iniciales en los proyectos de construcción, dada su contribución a un uso más eficiente de los recursos, por lo general limitados, además de facilitar el establecimiento de la factibilidad de este. La estimación de inicio constituye un insumo dentro de la gestión de costos de proyectos, permite diseñar escenarios de planeación y de control haciendo eficaz el desarrollo de las obras.

1.3. Gestión de proyectos con *Lean Construction*

De acuerdo con el Project Management Institute (PMI, 2013), los proyectos son actividades direccionadas al alcance de un objetivo específico único, en forma temporal, con fechas de inicio y culminación establecidas. Para Estrada (2015), la gestión de proyectos representa una herramienta, que sirve de apoyo y al mismo tiempo influye de manera directa sobre las operaciones futuras de una empresa. La gestión de proyectos es la disciplina que se encarga de organizar y administrar los recursos, para que un proyecto dado sea terminado completamente dentro de las limitaciones de alcance, tiempo y costo planteados (Díaz et al., 2020).

Según el Lean Construction Institute (LCI, 2023), *Lean Construction* (LC) es una filosofía orientada a la gestión de la producción de obras de construcción, donde

su objetivo principal es reducir o eliminar aquellas actividades que no aportan valor al proyecto, además de optimizar las actividades que sí lo hacen. En este sentido, se fundamenta en generar herramientas específicas aplicadas al proceso de ejecución del proyecto y un buen sistema de producción que minimice los desperdicios.

En la gestión de proyectos con *Lean Construction*, se entiende por desperdicio todo aquello que no genera valor para las actividades necesarias para completar una unidad productiva, LC clasifica los residuos de construcción en siete categorías (Al-Aomar, 2012): a) Exceso de inventarios, b) Transporte innecesario, c) Defectos por demora, d) Exceso de producción, e) Movimiento inútil de personas, y f) Exceso de procesamiento.

Con relación a LC, Pérez et al. (2019) realizaron investigaciones centradas en el proceso constructivo de vivienda popular en México, destacando la importancia para la mejora en la eficiencia económica y de tiempo. Por su parte, Binninger et al. (2017), desarrollaron un estudio doctoral en el Karlsruhe Institute of Technology en Alemania, planteando la implementación de una metodología de LC, llamada *takt planning & takt control*. En ella definen un método basado en la planificación rítmica de procesos y actividades de los proyectos para lograr tener mejores resultados en tiempo y costo del proyecto, de igual forma mencionan la importancia de la disminución de retrabajos y obtención de calidad de los proyectos a través del método; buscando estabilizar y optimizar los procesos dentro de la ejecución y diseño de un proyecto.

El estudio tiene como resultado una metodología sólida con la integración de más de 50 proyectos a nivel mundial utilizando esta metodología; entre ellos se encuentra la construcción de la planta de producción de BMW en San Luis Potosí México.

Bajo lo descrito, LC es una metodología de estructuración de trabajo en la producción, utilizada en la gestión de proyectos, que busca estabilizar los procesos, disminuir el ciclo de la producción sin aumentar recursos y generar

proyectos y productos de valor para el cliente. Cabe señalar, que esta metodología ha sido de gran interés recientemente, y en países como Finlandia, es empleada como un sistema para mejorar la producción y optimizar los procesos.

2. Metodología

La investigación se centró en buscar conocimiento, en forma veraz y ética, sin el perjuicio de los actores participantes en el proceso (Mejías-Rivas, 2022). Esto implicó, un modelo soportado en ideas, reglas, creencias, y procedimientos, sobre el cual quien investiga, hace ciencia (Miranda

y Ortiz, 2020). En este orden de ideas, el estudio asumió un paradigma cuantitativo con enfoque positivista (De Pelekais et al., 2012), analizando la situación de la gestión de costos de proyectos, estableciendo distancia entre los investigadores y el objeto de estudio, validando que la persona que investiga es neutral, y utiliza mediciones y datos numéricos.

En cuanto al tipo de investigación, corresponde a un alcance analítico, con diseño no experimental, transversal, documental (Paz et al., 2022), con una población seleccionada a través de un muestreo no probabilístico intencional o a criterio, puesto que participaron ocho proyectos de obras en México, cuyo desarrollo y gestión se basó en la filosofía *LEAN Construcción* (ver Cuadro 1), realizados entre los años 2016 y 2022.

Cuadro 1
Población de estudio: Proyectos de implementación del modelo

Proyecto	Tipo	dimensión	Tiempo
Planta BMW San Luis Potosí	Industrial	400,000 m²	Oct 2016-mayo 2018
Semillero Purísima	vertical	65,000 m²	Mayo 2018-dic 2020
Paralelo Obispedo	vertical	40,000 m²	Mayo 2018-dic 2019
Carza	horizontal	2226,000 m²	Agosto 2019- marzo 2020
Patriota	vertical	45,000 m²	Marzo 2021-mayo-2022
El Lucero	vertical	60,000 m²	Marzo 2021-mayo-2022
Amazon Mérida	Industrial	22,000 m²	Mayo 2021- agosto 2021
Amazon Guadalajara	Industrial	22,000 m²	Agosto 2021- mayo 2022

Fuente: Elaboración propia, 2025 a partir de Bustos (2022).

3. Resultados y discusión

3.1. Clases de Estimación de los proyectos

Las estimaciones de los proyectos estuvieron directamente relacionadas a la ingeniería de estos (sus definiciones), lo

que implicó establecer la importancia de mantener un seguimiento del estado de dichas definiciones de ingeniería en cada obra, considerando que la incertidumbre o los supuestos utilizados en el diseño tienen influencia en el riesgo, y, por ende, en la necesidad de contingencias para el proyecto (ver Cuadro 2).

Cuadro 2
Clases de estimación

Clase	Definición del Proyecto	Uso (propósito del estimado)	Metodología	Rango de precisión	Esfuerzo de preparación
Clase 5	0% a 2%	Factibilidad Decisión de inversión	Estocástico (factores o modelos) o juicio de expertos	4 a 20	1

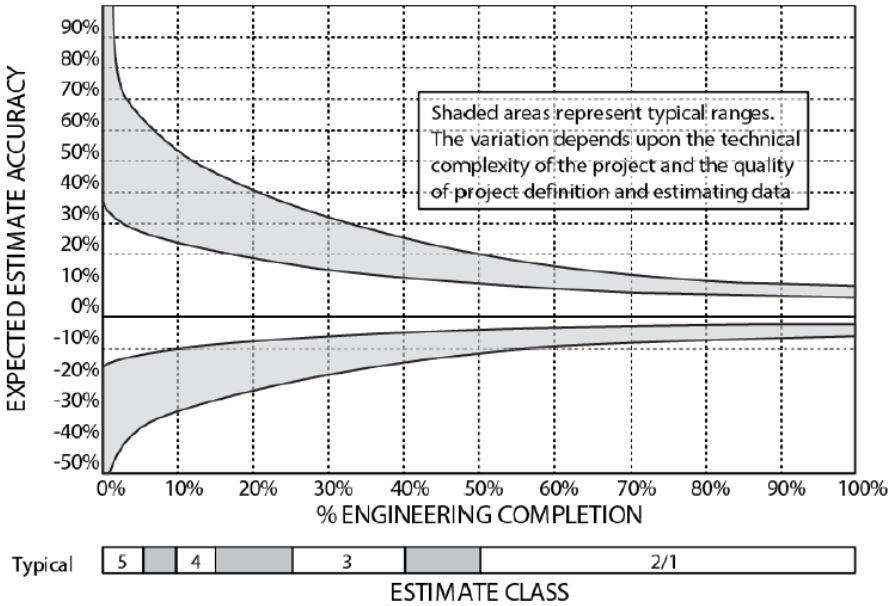
Cont... Cuadro 2

Clase 4	1% a 15%	Estudio de concepto o anteproyecto	Principalmente estocástico	3 a 12	2 a 4
Clase 3	10% a 40%	Presupuesto de licitación	Mixto, pero principalmente estocástico	2 a 6	3 a 10
Clase 2	30% a 70%	Presupuesto de control	Principalmente determinista	1 a 3	5 a 20
Clase 1	50% a 1000%	Control del saldo o de cierre	Determinista	1	10 a 100

Fuente: Elaboración propia, 2025 a partir de Bustos (2022).

El Cuadro 2, presenta las cinco clases de estimación para la gestión de los costos en los proyectos estudiados, donde por cada fila se tiene determinada la correspondiente clase, su rango de definición, el uso, la metodología a utilizar, el rango de precisión y el esfuerzo de preparación. Destacando que, la precisión de las estimaciones varía en función a la calidad de la información utilizada para la estimación.

El Gráfico II, permite definir la relación entre la precisión estimada que se espera contra la finalización del proceso de ingeniería en los proyectos. Donde, las áreas grises representan la variación típica dependiendo de la complejidad técnica del proyecto, así como de la calidad de su definición y de los datos para la estimación.



Fuente: Elaboración propia, 2025.

Gráfico II: Precisión estimada esperada vs finalización de ingeniería

Para este caso, la estimación inicial de los proyectos correspondió a un presupuesto

Clase 3, dado que se agrupa el presupuesto, en partidas de costo que facilitan la adquisición

y contratación de productos y servicios, coincidiendo así con los resultados obtenidos por Macalupu y Sánchez (2019); y, Paredes y Torres (2021), quienes al utilizar las herramientas de la metodología *BIM 5D* para el modelado, planeamiento y la obtención de presupuestos, determinaron una oferta más competitiva para los clientes, al reducir tiempo en el desarrollo de los presupuestos, mejorando la obtención de las cantidades de trabajo, optimizando su precisión, y reduciendo tiempo de gestación de la oferta técnico – económica, por ende, mejorando la gestión del costo.

Para la situación analizada, el resultado se muestra en la Tabla 1, de la estimación inicial de uno de los ocho proyectos estudiados,

llamado Proyecto A, para no identificar el elemento de la población objeto de estudio, por razón de confidencialidad. En esta Tabla, la estimación inicial para la clase 3 corresponde al total de 20.070.046,10 \$ (100%) derivado de los rubros de trabajos preliminares (0,48%); obras provisionales (1,46%); servicios generales (11,09%); estabilización (6,75%); sótano en estructura (6,44%) y acabados (0,6%); torre en estructura (3,28%) y acabados (30,43%); instalaciones y equipamientos (15.80%); más gastos generales (11.21%). Estos resultados obtenidos utilizando *Lean Construcción* mejoran la gestión del costo estimado (Pérez et al., 2019), optimizando en un 0,30% la estimación de los metrados.

Tabla 1

Estimación inicial del proyecto A

Partidas	Monto \$	Porcentaje
Trabajos preliminares	95.461,89	0,48%
Demolición de estructuras existentes	72.346,24	0,36%
Movilización y desmovilización	23.115,65	0,12%
Obras provicionales	293.536,78	1,46%
Obras provicionales	293.536,78	1,46%
Servicios generales	2.226.231,74	11,09%
Estabilización	1.354.657,68	6,75%
Estabilización de muros perimetricos	1.085.136,97	5,41%
Excavación masiva	269.520,71	1,34%
Sotano - estructuras	1.293.219,16	6,44%
Movimiento de tierras	42.318,20	0,21%
Obras de concreto armado	1.242.296,53	6,19%
Obras de concreto simple	8.604,43	0,04%
Sotano - acabados	613.225,39	3,06%
Acabados	351.773,93	1,75%
Tabiquería	100.099,90	0,50%
Tarrajeo y enlucidos	161.351,56	0,80%
Torre - estructuras	2.664.727,12	13,28%
Estructura metálica	10.702,29	0,05%
Obras de concreto armado	2.654.024,83	13,22%
Torre - acabados	6.106.797,78	30,43%
Acabados	4.864.871,13	24,24%
Coberturas	12.587,68	0,06%
Detalles de albañilería	27.575,10	0,14%
Tabiquería	541.178,63	2,70%
Tarrajeos y enlucidos	660.585,24	3,29%
Instalaciones y equipamiento	3.171.898,56	15,80%

Cont... Tabla 1

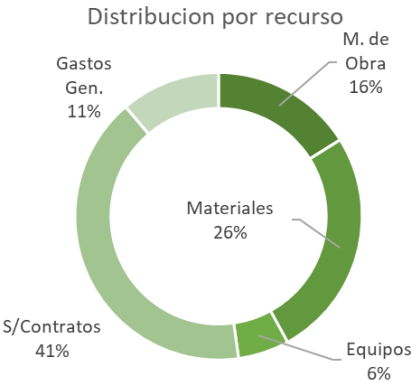
Equipamiento	1.021.135,16	5,09%
Instalaciones de gas	115.444,04	0,58%
Instalaciones electricas	814.803,98	4,06%
Instalaciones sanitarias	553.897,93	2,76%
Sistema aire acondicionado y extracción	344.083,19	1,71%
Sistema contra incendio	322.534,26	1,61%
Gastos generales	2.250.290,00	11,21%
Total general	20.070.046,10	100,00%

Fuente: Elaboración propia, 2025.

En el ámbito de los proyectos de construcción es fundamental la realización de estimaciones, dado que facilita prever recursos, costos y tiempos. En este sentido, se establecen cinco clases de estimaciones, acordes a la etapa o momento del proyecto, su nivel de detalle y de exactitud que se espera. Es así como se tienen las que se llevan a cabo en las fases iniciales, las que corresponden a una etapa más avanzada, donde se considera la factibilidad, las que implican el presupuesto, aquellas que estiman el control y las de cierre. En el caso de los proyectos que se estudiaron los mismos se encontraban en la tercera estimación o presupuestal, encontrando que la implementación de *Lean Constrution* contribuyó a un mejor desempeño en los costos estimados

3.2. Descomposición del proyecto

Respecto a las estimaciones de los proyectos en estudio, las mismas fueron analizadas por los miembros del equipo de trabajo, a fin de conocer la composición de este y así establecer un modelo paramétrico de costo que facilite conocer rápidamente el impacto de las variaciones en el proyecto (Martínez y Capuz, 2021). En este sentido, en primer lugar, es importante conocer la distribución que tienen los rubros de costo en los proyectos (Rivera et al., 2024): En el Gráfico III, se muestra la distribución que descompone los proyectos, en Rubros de Costo: a) Mano de Obra directa, b) Materiales, c) Equipos, d) Subcontratos, y e) Gastos generales.

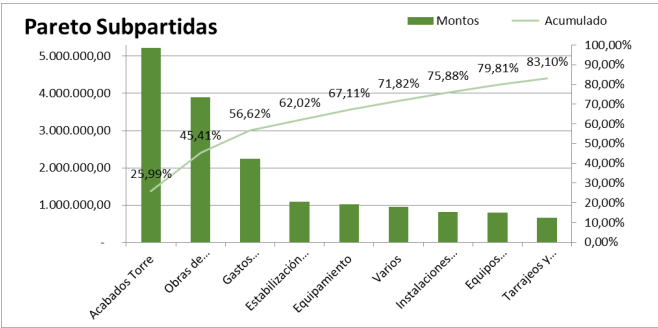


Fuente: Elaboración propia, 2025.

Gráfico III: Distribución por recurso

En el Gráfico III, se observa que para los ocho proyectos desarrollados y gestionados a través de la filosofía *Lean Construction*, el 67% del costo de estos se encuentra en sub-contratos y materiales, por lo que los procesos de contrataciones y adquisiciones son clave (Alayo, 2016; Moreno-Ramírez, 2022) respecto a tener a las personas correctas, en

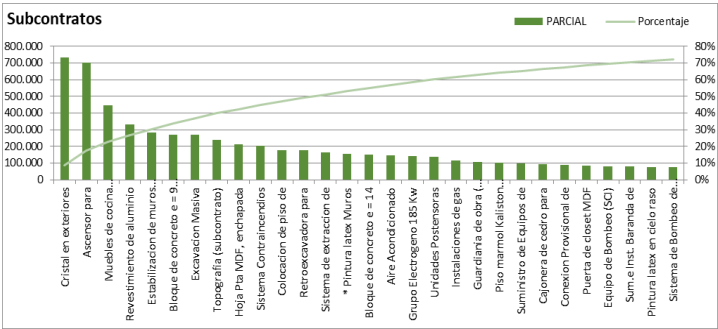
el lugar indicado, al momento conveniente, y los materiales adecuados para la gestión de las obras. Seguidamente, fue requerido conocer las partidas o paquetes de trabajo que presentan más incidentes en el presupuesto del proyecto (Rodríguez et al., 2018), tomando para ello datos de uno de los proyectos llamado B, observados en el Gráfico IV.



Fuente: Elaboración propia, 2025.
Gráfico IV: Pareto subpartidas

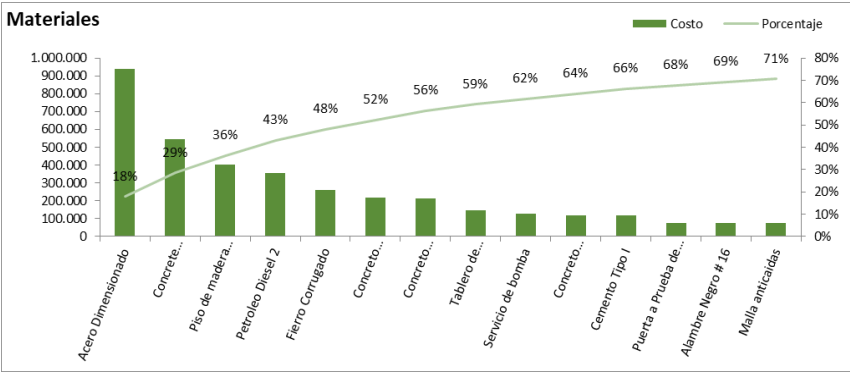
En el Gráfico IV, se evidencia que las sub-partidas de los acabados de la torre y las obras de infraestructura, acumulan el mayor monto con 45,5% de la gestión del proyecto. Posteriormente, se considera el análisis para establecer aquellos recursos con mayor incidencia en cada rubro (Nieto-Dorado y

Cuchiparte, 2022). El resultado del Pareto en el Gráfico V, indica que las incidencias mayores en los sub-contratos (70%), corresponden a la instalación de cristales en los exteriores y a la compra e instalación de ascensor.



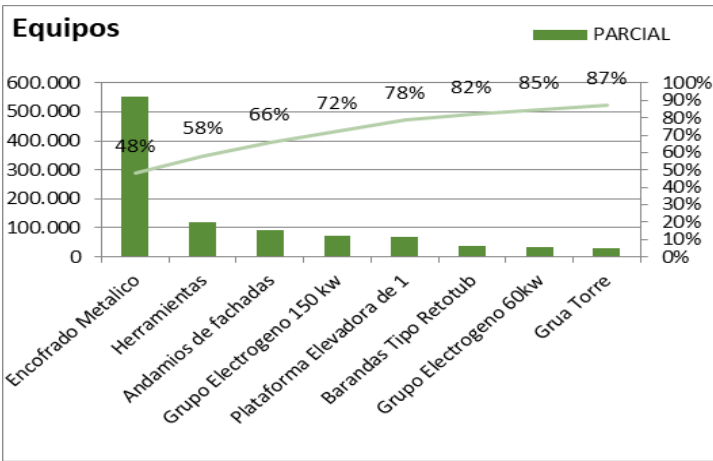
Fuente: Elaboración propia, 2025.
Gráfico V: Rubro Sub-contratos

En el Gráfico VI, el mayor impacto es la adquisición y utilización del acero dimensionado y el concreto, acumulando el 29% de incidencia en el proyecto B.



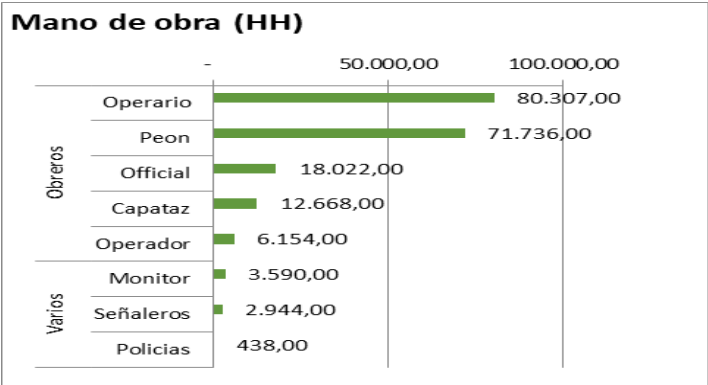
Fuente: Elaboración propia, 2025.
Gráfico VI: Rubro Materiales

En el Gráfico VII, se muestra que, en el rubro de los equipos, la mayor incidencia es la del encofrado metálico (Concha y Rodríguez, 2018) con 48%.



Fuente: Elaboración propia, 2025.
Gráfico VII: Rubro Equipos

Respecto al Gráfico VIII, correspondiente a la mano de obra, la mayor incidencia se da por los obreros tipo operarios (80.307,00) y peones (71.736,00); y, de los rubros varios, el monitor (3.550,00) y los señaleros (2.994,00). Con esta información analizada el equipo de proyecto establece las prioridades de contratación, fabricación pre-construcción, entre otros aspectos (Díaz et al, 2019; Moreno-Ramírez, 2022).



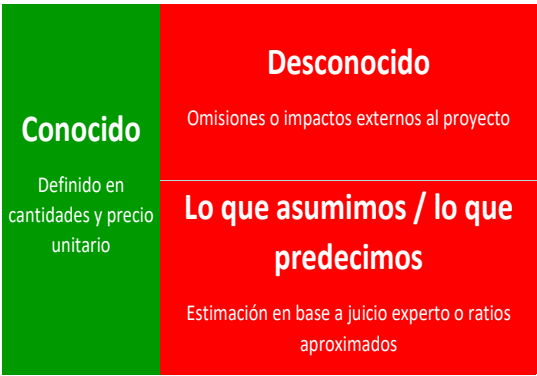
Fuente: Elaboración propia, 2025.

Gráfico VIII: Rubro mano de obra

La descomposición de los proyectos de construcción se estructuró en los principales rubros que facilitaron la organización y estimación adecuada de los costos y recursos. En este caso, la mano de obra directa, los materiales, equipos, subcontratos y gastos generales, constituyen los factores a considerar, como los de mayor impacto, resaltando el comportamiento sustentado en la implementación de *Lean Construction*.

3.3. Análisis de riesgos y contingencias

Por lo general en el proceso tradicional una pequeña parte del proyecto es conocido, otra parte es en base a supuestos o predicciones, y otra parte es desconocida, aquello que no está completamente definido genera incertidumbre y riesgo (ver Figura III) y como dice la Ley de Murphy (Sánchez-Mendiola, 2012), si algo malo puede pasar, entonces pasará.



Fuente: Elaboración propia, 2025.

Figura III: Distribución de la estimación inicial del proyecto

En el caso de la filosofía *Lean Construction*, las estimaciones iniciales cubren la incertidumbre de las definiciones asignando contingencias, las cuales pueden ser dimensionadas con datos reales de mercado (Delgado, 2014; Gamboa, 2023). Para dimensionar las contingencias en los proyectos fue necesario establecer 3 elementos importantes:

a. Costo mínimo Seguro, también conocido como el presupuesto sin grasas, el presupuesto que solo incluye las partidas definidas por el proyecto y estimadas en base a información confiable (Torres-Correa y Lamas-Lozano, 2012), es decir cotización recientes o históricos ajustados por índices económicos.

b. Análisis cualitativo de los riesgos, en el que se califican características que influyen en el resultado final las cuales no puedan ser cuantificadas como por ejemplo el modelo de entrega del proyecto, formas de pago, premios y penalidades, derecho a cambios, manejo de adicionales, reclamos o deducciones, tipo de financiación, moneda y tipo de cambio, situación financiera, confiabilidad del cliente, capacidad técnica de los socios principales del proyecto, entre otros (Martín et al., 2021).

c. Análisis Cuantitativo de los riesgos, estos pueden ser identificados por datos históricos o un análisis de la situación del mercado, es posible cuantificar el riesgo

estableciendo el monto base en riesgo, es decir cuánto puede variar (riesgo), y cuál es la probabilidad de que ocurra (probabilidad) (Martín et al., 2021; Cuadros-López et al., 2024).

Una vez identificados los riesgos y oportunidades en el proyecto se establecen la estrategia de manejo, se tiene tres posibles alternativas:

a. Incluirlo en el presupuesto, es decir agregarlo al costo mínimo seguro del proyecto indicado que es algo que puede suceder, por lo general esto se realiza en aquellos riesgos cuya probabilidad de ocurrencia es muy alta.

b. Excluirlo del alcance, donde se hace una declaración explícita sobre este tipo de incidencias, las cuales debe son asumidas por el cliente.

c. Dimensionar la contingencia, mediante un cálculo probabilístico de simultaneidad de riesgo se puede determinar cuál es el monto total de contingencia que debe establecerse en el proyecto, siempre y cuando estén dentro del costo meta para el proyecto.

En la Tabla 2, se presenta los cálculos de contingencia para uno de los proyectos, denominado C, especificando las estimaciones de riesgo, probabilidad e impacto de cada rubro, entre ellos la mano de obra, materiales, subcontratos, tasa de cambio e imprevistos, con sus correspondientes porcentajes de impacto.

Tabla 2
Cálculo de contingencias proyecto C

Descripción	Monto Base	Riesgo (%)	Probabilidad (%)	Total de impacto (%)	Monto
Costo directo					17.819.756,10
Gastos generales + Fin.					2.250.290,00
Total Costo Mínimo					20.070.046,10
Riesgos sobre el CMS					
Mano de obra	40.331,00	0,20%	90%	0,181%	36.297,90
Materiales					
Piso de madera	40.421,00	0,20%	75%	0,151%	30.315,75
Tablero de Distribución	29.639,00	0,15%	50%	0,074%	14.819,50
Saldo no revisado	1.523.060,00	7,59%	2%	0,152%	30.461,20
Equipos					

Cont... Tabla 2					
Subcontratos					
Cristal	87.929,00	0,44%	50%	0,219%	43.964,50
Excavaciones	53.904,00	0,27%	25%	0,067%	13.476,00
Contraincendios	4.059,00	0,02%	50%	0,010%	2.029,50
Saldo no revisado	2.288.074,00	11,40%	2%	0,228%	45.761,48
Gastos Generales					
Parcial (A)				1,082%	217.125,83
Riesgo sobre el Precio de Venta + utilidades GOP y Fee					
Del Contrato					
Prioridad document.					
Multas					
Tasa de cambio		0,500%	95,00%	0,475%	
Plazo etc.					
De la Ingeniería					
Alcances					
Imprevistos		1,000%	50,00%	0,500%	
Parcial (B)				0,975%	195.682,95

Fuente: Elaboración propia, 2025.

Conclusiones

Como parte de la implementación de la filosofía *Lean Construction* en la gestión de proyectos, se encontró que la estimación inicial de los proyectos estudiados correspondía a un presupuesto de tipo Clase 3, enfocado en las partidas de costo que facilitan la adquisición y contratación de productos y servicios. De acuerdo con esto, el planeamiento y la elaboración de los presupuestos, determinaron ofertas más competitivas dado que se redujo el tiempo en el desarrollo de los presupuestos, mejorando la obtención de las cantidades de trabajo, optimizando su precisión, y reduciendo tiempo de gestación de la oferta técnico – económica, por ende, mejorando la gestión del costo, optimizando la estimación de los metrados en los proyectos.

Asimismo, la implementación de *Lean Construction* facilitó que el equipo de los proyectos analizara la información de dichas obras, y estableciera las prioridades de contratación, fabricación pre-construcción, entre otros aspectos relevantes para la gestión de los costos iniciales. De igual forma, se identificaron los riesgos y oportunidades en

los proyectos bajo estudio, definiendo las estrategias de gestión de los costos, riesgo, probabilidad e impacto de cada rubro.

Estos resultados obtenidos se consideran relevantes, dado que validan la importancia que tiene la utilización de esta filosofía *Lean Construction* en el desarrollo de proyectos de construcción, tanto en México como en aquellos países que están presentando niveles de desarrollo e inversión en dicha industria. Además, el estudio se asume como un insumo para futuras investigaciones relacionadas con los procesos de gestión inicial de costos de proyectos: En el sector de la construcción, constituyendo un aporte para futuras líneas de investigación relacionadas con la metodología *Lean*.

Referencias bibliográficas

Al-Aomar, R. (2012). A lean construction framework with Six Sigma rating. *International Journal of Lean Six Sigma*, 3(4), 299-314. <https://doi.org/10.1108/20401461211284761>

- Alarcón, L. F., y Calderón, R. (2003). A production planning support system for construction projects. *11th Annual Conference of the International Group for Lean Construction*, 1-13. <https://iglc.net/Papers/Details/222>
- Alayo, J. S. (2016). Gestión de las contrataciones orientada a resultados en el Proyecto Especial Chavimochic. *Revista Ciencia y Tecnología*, 12(3), 275-280. <https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/PGM/article/view/1498>
- Álvarez, E. L., y Lazo, L. A. (2017). El sistema de costeo por actividades en las pymes con responsabilidad social empresarial. *Cofin Habana*, 12(2). 46-56.
- Barbosa, F., Woetzel, J., Mischke, J., Ribeiro, M. J., Sridhar, M., Parsons, M., Bertram, N., y Brown, S. (2017). *Reinventing construction: A route to higher productivity*. McKinsey Global Institute. <http://www.mckinsey.com/industries/capital-projects-and-infrastructure/our-insights/reinventing-construction-through-a-productivity-revolution>
- Binninger, M., Dlouhy, J., y Haghsheeno, S. (2017). Technical Takt Planning and Takt Control in Construction. In K. Walsh, R. Sacks y I. Brilakis (Eds.), *LC3 2017— Proceedings of the 25th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC)* (Vol. II, pp. 605–612), Heraklion, Greece. <https://doi.org/10.24928/2017/0297>
- Boscán, M., y Sandrea, M. (2020). Desarrollo sostenible en las empresas de manufacturas plásticas zulianas. *Repique*, 2(2), 56-68. <http://revistasdigitales.utelvt.edu.ec/revista/index.php/repique/article/view/179>
- Bustos, A. (2022). *Integración de un modelo de producción rítmico para la gestión de proyectos en la industria construcción* [Tesis doctoral, Universidad del Centro del Bajío].
- Casanova, C. I., Núñez, R. V., Navarrete, C. M., y Proaño, E. A. (2021). Gestión y costos de producción: Balances y perspectivas. *Revista de Ciencias Sociales (Ve)*, XXVII(1), 302-314. <https://doi.org/10.31876/rcs.v27i1.35315>
- Casanova-Villalba, C. I., Proaño-González, E. A., Macías-Loor, J. M., y Ruiz-López, S. E. (2023). La contabilidad de costos y su incidencia en la rentabilidad de las PYMES. *Journal of Economic and Social Science Research*, 3(1), 17-30. <https://doi.org/10.55813/gaea/jessr/v3/n1/59>
- Cevallos, M. V. (2021). Efectividad del sistema de gestión del costo como un óptimo empresarial. *Ciencias Administrativas*, 9(17), 15-22. <https://doi.org/10.24215/23143738E071>
- Concha, K. D., y Rodríguez, A. R. (2018). *Elaboración de un plan de mejora de gestión de la procura del encofrado y apuntalamiento para la construcción de un puente de 50m de altura, mediante la aplicación de técnicas y herramientas de gestión: Caso de estudio: Puente Balcones de Chilina* [Tesis de maestría, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/623864>
- Cruz, J. M., Guevara, H. E., Flores, J. P., y Ledesma, M. J. (2020). Áreas de conocimiento y fases clave en la gestión de proyectos: Consideraciones teóricas. *Revista Venezolana de Gerencia*, 25(90), 680-692. <https://produccioncientificaluz.org/index.php/rvg/article/view/32409>
- Cuadros-López, Á. J., Cruces, N. A., y Ortiz, C. (2024). Análisis cuantitativo de riesgos para proyectos de construcción considerando correlaciones entre

- riesgos y lógica difusa. *Revista UIS Ingenierías*, 23(1), 127-140. <https://doi.org/10.18273/revuin.v23n1-2024011>
- Delgado, D. (2014). *Método de Valor Ganado como herramienta Lean Construction* [Tesis de pregrado, Universitat Politècnica de València]. <https://riunet.upv.es/entities/publication/0ec6ec44-3d27-42e6-8b63-d168d06af073>
- De Pelekais, C., Finol, M. R., Neuman, N. A., Carrasquero, E. E., García, J. E., y Leal, M. (2012). *El ABC de la investigación. Un encuentro con la ciencia*. Astro Data.
- Díaz, L., De Oliveira, M., Pucharelli, P., y Pinzón, J. (2019). Integración entre el sistema last planner y el sistema de gestión de calidad aplicados al sector de la construcción civil. *Revista Ingeniería de Construcción*, 34(2), 146-158. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-50732019000200146>
- Díaz, S., Unger, N., y Alfonso, D. (2020). Metodología para evaluar las gestiones de proyecto y del conocimiento en una universidad. *Revista Científica "Visión de Futuro"*, 24(1), 93-113. <https://doi.org/10.36995/j.visiondefuturo.2020.24.01.005.es>
- Estrada, J. N. (2015). Análisis de la gestión de proyectos a nivel mundial. *Palermo Business Review*, (12), 61-98. https://www.palermo.edu/economicas/cbrs/pdf/pbr12/BusinessReview12_02.pdf
- Gamboa, J. E. (2023). *Implementación de la filosofía Lean Construction mediante la herramienta Last Planner System (LPS) para proyectos modulares y sostenibles en la constructora TEC HOGAR* [Tesis de pregrado, Instituto Tecnológico de Costa Rica]. <https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/15093>
- García, J., Paz, A., y Suarez, H. (2022). Elementos de la Filosofía de Gestión que sustentan la competitividad en empresas del sector construcción. *Revista de Ciencias Sociales (Ve)*, XXVIII(E-5), 184-197. <https://doi.org/10.31876/rcs.v28i.38155>
- García, J., Pizarro, A., Barragán, C., y Villarreal, F. (2023). Planeación estratégica para la competitividad de pequeñas y medianas empresas del sector construcción e inmobiliario. *Revista de Ciencias Sociales (Ve)*, XXIX(2), 315-326. <https://doi.org/10.31876/rcs.v29i2.39978>
- García, J., Paz, A., y Cantillo, N. (2019). Estrategia y habilidades para la competitividad: caso de pymes del sector construcción en Barranquilla. *Aglala*, 10(1), 312-339. <https://revistas.uninunez.edu.co/index.php/aglala/article/view/1349>
- Gutierrez, W. A. (2024). Factores que Influyen en la Determinación de Costos en la Construcción de Viviendas. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(3), 2043-2062. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i3.11396
- Heath, J. (2012). *Lo que indican los indicadores: Cómo utilizar la información estadística para entender la realidad económica de México*. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/estudios/indican_indi/indica_v25iv12.pdf
- Hoyos, M. F., y Botero, L. F. (2018). Evolución e impacto mundial del Last Planner System: Una revisión de la literatura. *Ingeniería y Desarrollo*, 36(1), 187-214. <https://rcientificas.uninorte.edu.co/index.php/ingenieria/article/view/8990>
- JLL (2023). Servicios integrados de bienes raíces en Colombia. *JLL*. <https://www.>

- jll.com.co/es/trends-and-insights/research/global/gmp
- Koskela, L. (1992). *Application of the new production philosophy to construction*. Stanford University.
- Lean Construction Institute - LCI (2023). Lean Construction. *Lean Construction Institute*. <https://leanconstruction.org/lean-topics/lean-construction/>
- León, R. D. L. Á., Lino, P., y Rodríguez, H. (2024). Sistema de costos por proceso con enfoque de calidad para la Industria Cárnica. *Retos de la Dirección*, 18(2), e24203. <https://revistas.reduc.edu.cu/index.php/retos/article/view/e2420>
- Macalupu, I. L., y Sánchez, J. A. (2019). *Optimización del proceso de elaboración de presupuestos para obras privadas en edificaciones mediante el uso de la metodología BIM* [Tesis de pregrado, Universidad peruana de Ciencias Aplicadas]. <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/628181>
- Martin, N., Pérez, D. F., y Piñero, P. Y. (2021). Análisis cualitativo y cuantitativo de los riesgos en proyectos de software. *Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas*, 14(4), 96-110. <https://publicaciones.uci.cu/index.php/serie/article/view/790>
- Martínez, E., y Capuz, S. (July 6-9, 2021). Análisis y viabilidad del Facility Management en proyectos de construcción mediante entrevistas en profundidad a expertos. *25th International Congress on Project Management and Engineering Alcoin* (pp. 152-163).
- Medina, E. J., y Ingaluque, S. L. (2020). Factores que influyen en el nivel de cumplimiento de obras de saneamiento en gobiernos locales. *Revista de Investigaciones*, 9(3), 181-194. <https://doi.org/10.26788/riepg.v9i3.1597>
- Mejía-Rivas, J. (2022). Los paradigmas en la investigación científica. *Revista Ciencia Agraria*, 1(3), 7-14. <https://doi.org/10.35622/j.rca.2022.03.001>
- Meleán-Romero, R., y Torres, F. (2018). Gestión de costos en las cadenas productivas: reflexiones sobre su génesis. *Retos Revista de Ciencias de la Administración y Economía*, 11(21), 131-146.
- Miranda, S., y Ortiz, J. A. (2020). Los paradigmas de la investigación: Un acercamiento teórico para reflexionar desde el campo de la investigación educativa. *RIDE Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 11(21), e113. <https://doi.org/10.23913/ride.v11i21.717>
- Moreno-Ramírez, B. D. C. (2022). Gestión de adquisiciones de materiales en el sector construcción (el Reto de los Gerentes de Proyectos). *Revista Científica Anfíbios*, 5(1), 105-116. <https://doi.org/10.37979/afb.2022v5n1.107>
- Nieto-Dorado, W. F., y Cuchiparte, J. P. (2022). Análisis e interpretación de los Estados Financieros y su incidencia en la toma de decisiones para una Pyme de servicios durante los periodos 2020 y 2021. *Dominio de las Ciencias*, 8(3), 1062-1085. <https://www.dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/article/view/2856>
- Paredes, S. G., y Torres, H. (2021). *Aplicación de la metodología BIM 5D para optimizar la gestión del costo en la etapa de diseño de un proyecto en el distrito de Comas en el año 2021* [Tesis de pregrado, Universidad Tecnológica del Perú]. <https://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/5308>
- Paz, A., Pinto, E., y Araujo, D. (2023). Economía solidaria: Visión integradora en pequeñas y medianas empresas comercializadoras de artesanía Wayúu. *Revista de Ciencias Sociales*

- (ve), *XXIX*(1), 202-214. <https://doi.org/10.31876/rcs.v29i1.39746>
- Paz, U. A., Paz, A. I., Burgos, M. C., y Estaba, R. J. (2022). *Reflexiones sobre el proceso de investigación científica*. Pragmátika Ediciones.
- Pérez, G. J. F., Del Toro, H. Y., y López, A. M. (2019). Mejora en la construcción por medio de lean construction y building information modeling: Caso estudio. *RITI Revista de Investigación en Tecnologías de la Información*, 7(14), 110-121. <https://doi.org/10.36825/RITI.07.14.010>
- Porras, H., Sánchez, O. G., y Galvis, 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>
- Project Management Institute - PMI (2013). *A Guide to Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide)*. PMI.
- Rivera, A., Saigua, S., Castillo, T., Andrade, A., y Zárate, A. (2024). Consecuencias en el costo y plazo de proyectos de construcción debido al bajo nivel de uso de la metodología BIM. *Revista Ingeniería de Construcción*, 39(2), 151-160. <https://dx.doi.org/10.7764/ric.00107.21>
- Rodríguez, E., Rivera, C., y Castillo, T. (2018). Insatisfacción con el sistema nacional de contratación pública: una visión del contratista en ejecución de obras. *Revista Digital Novasinerгия*, 1(1), 80-91. <https://doi.org/10.37135/unach.ns.001.01.10>
- Sánchez-Mendiola, M. (2012). Editorial. La eterna batalla contra la Ley de Murphy (y sus corolarios). *Investigación en Educación Médica*, 1(2), 47-48. <https://doi.org/10.22201/fm.20075057e.2012.02.00001>
- Torres-Correa, R. R., y Lamas-Lozano, R. (2012). El Costo total mínimo como criterio de eficiencia económica en el servicio de salud. *Ciencias Holguín*, XVIII(2), 1-10.