UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

GUÍA PARA LA REVISIÓN DE PRESUPUESTOS Y CONTROL DE COSTOS DIRIGIDO A LA INTERVENTORIA ADMINISTRATIVA EN PROYECTOS DE VIVIENDA MULTIFAMILIAR EN SISTEMA INDUSTRIALIZADO

Autor

Carlos Castilla Hernández

Fabio Martínez Diaz

Javier Tarazona Gaona

Asesor de Orientación

Ing. Milton Mena Serna

Universidad Distrital Francisco José De Caldas

Especialización en Interventoría y Supervisión de Obras de Construcción

Bogotá, Colombia

Mayo 2024

DEDICATORIA

Esta monografía es dedicada principalmente a nuestras familias que han sido un apoyo fundamental en el transcurso de nuestra vida profesional, académica y personal.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a nuestros profesores de esta etapa de especialización por su orientación y enseñanzas, al ingeniero Milton Mena Serna por su acompañamiento en el desarrollo de este trabajo. A la universidad Francisco José de Caldas por brindarnos este espacio académico para formarnos y seguir aportando como profesionales al País.

CONTENIDO

1. Resumen 9
2. Palabras Clave 9
3. Introducción 10
1. Planteamiento del caso de estudio 13
   1.1 La construcción de Vivienda en Colombia. 13
   1.2 El papel de la interventoría administrativa en proyectos de vivienda multifamiliar. 14
   1.3 Problemática 15
   1.4 caso de estudio. 17
   1.5 Estado actual vs estado ideal. 18
2. Objetivos 20
   2.1 Objetivo General 20
   2.2 Objetivos Específicos 20
3. Alcances y limitaciones 21
   3.1. Alcance 21
   3.2. Limitaciones 23
4. Marco Teórico 24
   4.1. Antecedentes Teóricos 24
      4.1.1. Evolución del sistema industrializado en el Mundo. 24
      4.1.2. La gestión de proyectos de construcción en Colombia. 26

4.1.3. El control presupuestario y de recursos. 27

4.1.4. Los sobrecostos en los proyectos de ingeniería y construcción. 28

4.2. Antecedentes Conceptuales 29

4.2.1. Interventoría Administrativa. 29

4.2.2. Presupuestos de Obra. 30

4.2.3. Sistema Industrializado. 31

4.2.4. Cronograma Preliminar de un Proyecto. 31

4.2.5. Desviaciones de Costo. 32

4.2.6. Desviaciones de Tiempo. 33

4.2.7. Fluctuación de la Moneda. 33

5. Metodología 35

6. Análisis de resultados 39

6.1. Encuesta aplicada a profesionales del sector. 39

6.1.1. Sección 1 del formulario: Caracterización de los encuestados. 39

6.1.2. Sección 2 del formulario: Factores internos del proyecto. 40

6.1.3. Sección 3 del formulario: Factores externos del proyecto. 40

6.2.1. Caracterización de encuestados. 41

6.2.2. Factores internos causantes de sobrecostos. 42

6.2.3. Factores externos causantes de sobrecostos. 48

6.2. caso de estudio “proyecto la hacienda 1”. 54

6.2.1. Características del proyecto. 54

6.2.2. Desviaciones del presupuesto. 54

6.2.3. Análisis de resultados caso de estudio. 55

6.3. Entregables para revision de presupuestos. 58

6.3.1. Infografía. 58

6.3.2. Guía de revisión de presupuestos en Excel. (Anexo 1). 58

7. Aportes y recomendaciones 61

8. Conclusiones 63

9. Bibliografía 68

ÍNDICE DE FIGURAS

Ilustración 1: Estado actual vs estado ideal..... 19
Ilustración 2: Ruta metodológica de investigación..... 37
Ilustración 3: Percepción de los profesionales con respecto a las principales causas que generan desviaciones del presupuesto de obra en proyectos en sistema industrializado. 43
Ilustración 4: Percepción de los profesionales sobre qué aspectos son más importantes en un presupuesto..... 46
Ilustración 5: Percepción de los profesionales sobre los capítulos del presupuesto de obra donde se presenta mayor ocurrencia diferencia de cantidades estimadas..... 47
Ilustración 6: Resultados de escala Likert para la opción "Clima adverso no previsto"..... 49
Ilustración 7: Resultados de escala Likert para la opción "Mala relación con los trabajadores" 49
Ilustración 8: Resultados de escala Likert para la opción "Problemas de orden público alrededor del sitio de obra". 50
Ilustración 9: Resultado de escala Likert para la opción "Demoras en la adquisición de permisos"..... 50
Ilustración 10: Resultado de escala Likert para la opción de "Dificultades financieras de la empresa constructora"..... 51
Ilustración 11: Resultados de escala Likert para la opción "Manipulación de precios por parte de proveedores"..... 51
Ilustración 12: Resultados de escala Likert para la opción "Dificultad en el acceso al sitio de la obra para el transporte de materiales". 52
Ilustración 13: Resultados de escala Likert para la opción "Demoras en la toma de decisiones por parte de la empresa constructora". 52
Ilustración 14: fotografia proyecto La Hacienda 1. (caso de estudio)..... 54
Ilustración 15: % de peso por capitulo..... 56
Ilustración 16: Principales desviaciones (caso de estudio)..... 57
Ilustración 17: Grafica de matriz evaluación de factores que afectan el presupuesto de obra. 59

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Caracterización de profesionales-– Rango de experiencia 41
Tabla 2: Caracterización de profesionales – Rol ejercido 41
Tabla 3: Caracterización de profesionales – Lugar de participación 42
Tabla 4: Posición No. 1 de Factores internos que causan de sobrecostos 44
Tabla 5: Presupuesto inicial y proyectado con desviaciones por capítulos del proyecto La Hacienda 1 55
Tabla 6: Ejemplo: Índices caso de estudio "Proyecto la Hacienda 1" 60

1. RESUMEN

En este trabajo se plantea una guía de revisión de presupuestos para proyectos de vivienda construidos en sistema industrializado, cuyo producto principal consiste en una herramienta en Excel para la interventoría administrativa que permita consolidar una base de datos con el fin de evaluar cuantías de materiales, índices de costos y factibilidad del proyecto. Para lo cual se realizó una revisión documental y encuestas a profesionales de la ingeniería, arquitectura y carreras afines con experiencia en este tipo de proyectos, con la finalidad de determinar los factores que inciden en las desviaciones del costo real del proyecto con respecto al presupuesto base.

Como caso de estudio se tomó el proyecto de vivienda multifamiliar La Hacienda 1 ubicado en la ciudad de Soacha Cundinamarca, en donde se analizan las desviaciones presentadas en el presupuesto, las causas y factores que influyeron, así como el papel de la interventoría en el control y seguimiento de los costos.

2. PALABRAS CLAVE

Interventoría administrativa, Presupuestos de obra, Vivienda multifamiliar, Sistema industrializado, Control y Seguimiento Costos.

3. INTRODUCCIÓN

En un mundo donde las urbanizaciones crecen notablemente, existe la necesidad de buscar e implementar nuevas tecnologías constructivas, que sostengan el ritmo de la demanda requerida en la actualidad. Como respuesta a esto, y analizando específicamente el ámbito de la construcción de vivienda multifamiliar; el uso de sistemas industrializados ha emergido como una alternativa innovadora y eficiente para agilizar los procesos constructivos y mejorar la calidad final de las edificaciones, lo que lo convierte en un sistema de construcción con múltiples ventajas frente a la obra "tradicional". La implementación de esta tecnología conlleva el desafío adicional de gestionar eficazmente los presupuestos y controlar los costos asociados, especialmente en lo que respecta a la estructura del edificio. La metodología de revisión de presupuestos y control de costos en sistemas industrializados cobra así una importancia crucial, ya que busca reducir posibles desviaciones que puedan comprometer la rentabilidad y viabilidad financiera del proyecto.

En ese sentido, este documento pretende desarrollar una guía de revisión de presupuestos para la interventoría administrativa en proyectos de vivienda multifamiliar desarrollados bajo la implementación de sistema industrializado, para mitigar las posibles desviaciones de la línea base presupuestal con respecto a los costos directos reales en la etapa de construcción.

La aplicación de esta guía no solo ayuda a garantizar la utilidad del proyecto, sino que también contribuye a optimizar los recursos disponibles y a minimizar los riesgos asociados a la construcción; entendiendo que durante la etapa de factibilidad de cualquier proyecto de construcción, la evaluación económica de los proyectos de inversión y la programación de obra juegan un papel fundamental ya que son estos los factores que establecen anticipadamente el monto

de los recursos económicos necesarios para determinar la viabilidad, además nos permite identificar, medir y valorar los costos y beneficios relevantes asociados a la toma de decisiones correspondientes a la inversión de un proyecto inmobiliario. (Aguilera & Sepúlveda, 2005).

La gestión de proyectos es una metodología que emplea herramientas para optimar las etapas involucradas en la concepción y ejecución de los diferentes tipos de proyectos, para el caso de estudio, el cual se enfoca desde la interventoría administrativa, para revisión de presupuestos en proyectos de vivienda multifamiliar; se analiza en el ámbito de la construcción la falta de planeación, seguimiento y sobre todo, control por parte de los entes de supervisión asignados para un proyecto, quienes de acuerdo a las obligaciones contractuales, no desarrollan la ejecución de las obras con una trazabilidad clara en cada uno de los aspectos técnicos, financieros, que conforman todo el actuar de la interventoría administrativa.

El objetivo de construir una obra es terminarla en el tiempo, dentro del presupuesto inicial y cumpliendo con la calidad y las especificaciones de esta; pero lograrlo es casi imposible sin una planeación y un sistema de control.

Mientras que la planeación nos enfoca en qué se quiere lograr y cómo se logrará, el control, nos permite saber si se está logrando y dónde estamos enfrentando desviaciones (Rasdorf, 1991). La planeación se alimenta de información pasada (experiencia) mientras que el control se retroalimenta con lo que sucede en la obra siendo la comparación de lo existente con lo planeado. El control de costes es una de las mayores preocupaciones dentro de la ejecución de una obra, el poder conocer si se está obteniendo una utilidad o generando una pérdida en la ejecución de una unidad de obra es información básica para la toma de decisiones; mientras más eficiente sea este control mejores resultados económicos y materiales se obtendrán, y eso es precisamente lo que se busca optimizar con este trabajo.

1. PLANTEAMIENTO DEL CASO DE ESTUDIO

1.1 LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDA EN COLOMBIA.

El sector de la construcción representa un ámbito importante en la economía mundial, por su impacto en la generación de empleo, comercio de materiales y desarrollo de infraestructura, de manera que se considera uno de los ejes fundamentales no sólo para el desarrollo de un país, sino también para el crecimiento social de cada región. De acuerdo con Alexandra Cañas, gerente de Camacol, afirma que “La actividad edificadora es hoy, una de las que lidera la reactivación económica, especialmente por su capacidad de reacción de corto plazo, su alta intensidad en la demanda de mano de obra y su articulación con otros sectores productivos. Cabe destacar, por ejemplo, que 1 de cada 5 colombianos trabaja de manera directa o indirecta para el sector de la construcción o su cadena de valor.”

Analizando puntualmente el sector constructivo, el área residencial es un elemento estructurante en el sector inmobiliario, dado que la vivienda suple una necesidad básica habitacional. En Colombia, el estado actual de la construcción de vivienda tiene un ambiente de incertidumbre económica y política, según lo expresado por Guillermo Herrera, presidente ejecutivo de Camacol indica que, “en enero de 2024, las ventas de vivienda cayeron 32,3% en comparación con el mismo mes del año anterior, y la comercialización de Viviendas de Interés Social, VIS, se redujo 29,4%”. Esta disminución en las ventas obedece a cambios en las políticas de subsidios de vivienda y el aumento de las tasas de interés, este quizá es el factor macroeconómico que más ha afectado el mercado de vivienda, en términos de oferta y demanda. (Walter, 2023)

A pesar de la baja oferta de vivienda que refleja el mercado actual en el país, existe un déficit que de acuerdo con un estudio realizado por el Urban Economics Lab en su artículo titulado; reflexiones sobre la evolución del mercado inmobiliario en América Latina: realidades y sueños (Saiz, 2022). Donde se describen los factores críticos que sustentan la demanda de vivienda y las necesidades actuales en la región. Siguiendo esta idea, el estudio establece que, en Colombia, es necesario construir alrededor de 400.000 viviendas al año para erradicar el déficit cualitativo y dar cabida al crecimiento futuro. Razón por la cual el gobierno debe desarrollar programas de acceso a vivienda de acuerdo con la constitución política de Colombia (1991):

> Todos los colombianos tienen derecho a vivienda digna. El Estado fijará las condiciones necesarias para hacer efectivo este derecho y promoverá planes de vivienda de interés social, sistemas adecuados de financiación a largo plazo y formas asociativas de ejecución de estos programas de vivienda. (Art. 51)

Esto nos indica que en el país tanto el gobierno actual como los que están por venir y especialmente desde el ministerio de vivienda tienen la tarea de formular, dirigir y coordinar las políticas, planes, programas y regulaciones que fomenten el desarrollo de proyectos que suplan el déficit de vivienda.

1.2 EL PAPEL DE LA INTERVENTORÍA ADMINISTRATIVA EN PROYECTOS DE VIVIENDA MULTIFAMILIAR.

En Colombia debido al déficit de vivienda, desde el gobierno nacional y locales se han desarrollado políticas que permitan el acceso a un techo a toda la población, Dentro de estas estrategias se tienen las viviendas VIS (vivienda de interés social) cuyo valor no debe exceder los 150 Salarios Mínimos Legales Mensuales Vigentes (SMLMV) y la vivienda VIP (vivienda de

interés prioritario) cuyo valor máximo es de 90 Salarios Mínimos Legales Mensuales Vigentes (SMLMV).

Los proyectos de vivienda son desarrollados en su gran mayoría por constructoras cuya inversión es privada, donde la inversión por parte del estado se da a través de subsidios a sus compradores dependiendo del tipo de vivienda. Aunque también existen proyectos de vivienda formulados y contratados por entidades públicas o en alianzas publico privadas.

En cuanto al papel de la interventoría administrativa en este tipo de proyectos existen varias entidades públicas que han creado manuales de supervisión e interventoría entre ellas el ministerio de vivienda, ciudad y territorio-MVTC fondo nacional de vivienda FONVIVIENDA; con el fin de vigilar y propender por la correcta ejecución de los objetos contractuales desarrollados por estas entidades.

Cabe resaltar que las constructoras que desarrollan proyectos con inversión privada no están obligados a tener una interventoría, aunque es muy común que, por alianzas entre constructoras, cajas de compensación y entidades públicas para el desarrollo de proyectos de vivienda se tenga la figura de una interventoría técnica y administrativa que garantice la calidad y control de los recursos. También es importante destacar que se debe tener una supervisión técnica en aquellas construcciones con área mayor de 3000 m2 ó mayores a 25 unidades de vivienda. (ley 400, 1997) cuyas funciones están contempladas en el título I del reglamento colombiano de construcción sismorresistente (nsr10).

1.3 PROBLEMÁTICA

Parte del éxito de un proyecto inmobiliario depende de la planeación, pero lamentablemente muchas constructoras no le dan la importancia que esta etapa requiere. Es

muy común que, durante el desarrollo de proyectos de construcción de vivienda multifamiliar en Colombia, se tengan problemas relacionados con diferencias de costos respecto a la línea base establecida en el presupuesto de obra contemplado en la etapa de planeación. Esto se traduce en efectos negativos al área financiera de la compañía, retrasos en el cronograma, reprocesos o fracaso de los proyectos.

Los retrasos y sobrecostos en proyectos de construcción son objeto de constante preocupación por parte de los desarrolladores de proyectos, ya que incluso pueden afectar la viabilidad de estos. Por esto, es necesario estudiar las causas, especialmente en Colombia donde los factores que generan de este tipo de desviaciones no han sido analizados a profundidad.

Los sobrecostos en la construcción son muy variantes según el tipo de obra y la región, esta problemática es común en proyectos públicos y privados; hoy en día, los sobrecostos se han convertido en un factor normal al desarrollar una obra, tanto así que se destina un porcentaje del valor de la obra para culminarla, que se conoce como porcentaje de incertidumbre; pero, por mala práctica y poca planeación, es imposible para muchos proyectos, culminar la obra con el valor del presupuesto estimado inicialmente.

Así las cosas, identificar de manera oportuna las posibles causas durante etapas previas que puedan generar consecuencias en etapas posteriores del desarrollo de un proyecto de construcción de vivienda multifamiliar, considerando las particularidades de cada proyecto, puede disminuir la posibilidad de ocurrencia de imprevistos que se convierten en inconvenientes para el fin de cada proyecto.

1.4 CASO DE ESTUDIO.

El proyecto de vivienda La Hacienda 1 ubicado en el municipio de Soacha Cundinamarca, es un macroproyecto de 1040 unidades de vivienda de tipo Vis y Vip, que corresponde a un total de 28 torres en sistema industrializado, el proyecto es desarrollado por una reconocida constructora del país en alianza con una caja de compensación familiar. Por solicitud de la caja de compensación se tiene una interventoría, encargada de ejercer control y seguimiento técnico y administrativo.

De manera que la interventoría administrativa debe realizar el control y seguimiento del cronograma, presupuesto, prestaciones sociales y pólizas y demás obligaciones contractuales, tanto en la etapa de planeación, ejecución y cierre del proyecto. Para este caso es necesario identificar los factores que causan desviaciones al presupuesto y que afectan la utilidad del proyecto. Lo anterior con una revisión a los costos del proyecto, consulta a profesionales del sector por medio de una encuesta que nos permita identificar las causas que afectan el costo del proyecto respecto al presupuesto inicial y revisión bibliográfica, información que será la base para revisión y análisis de futuros presupuestos de proyectos de vivienda en sistema industrializado.

A la fecha el proyecto La Hacienda 1 se encuentra en un avance del 35%, presenta desviaciones respecto al presupuesto del 6% cuya información se presenta más adelante en la tabla numero 5 (Presupuesto inicial y proyectado con desviaciones por capítulos del proyecto La Hacienda 1).

1.5 ESTADO ACTUAL VS ESTADO IDEAL.

El abordaje de la problemática del presente trabajo de grado es relevante para brindar una opción de comunicación entre los profesionales que intervienen en etapas diferentes de los proyectos de construcción. Es decir, la identificación de las lecciones aprendidas por parte de profesionales que han intervenido en proyectos de construcción durante etapas de ejecución y/o estimación de componentes del proyecto y la transmisión del conocimiento de dichas lecciones hacia profesionales y/o estudiantes de áreas afines a la ingeniería o áreas administrativas que deseen complementar los conocimientos adquiridos de las metodologías prestablecidas y añadir recomendaciones prácticas que conlleven a consolidar estimaciones más reales de los proyectos de acuerdo a lo experimentado y evidenciado en proyectos que puedan presentar características similares, y por ende se puedan identificar las alertas tempranas que permitan desarrollar una estrategia de mitigación.

Aunque es difícil tener una estimación precisa del presupuesto de obra en la etapa de planeación debido a las múltiples variables que involucran la ejecución de un proyecto de construcción, se plantea identificar los principales factores que influyen en los sobrecostos en la edificación de vivienda multifamiliar en sistema industrializado, ya que es uno de los procesos constructivos más utilizados en la actualidad para este tipo de proyectos.

Reducir la incertidumbre de la gestión del presupuesto de obra que surge cuando no se conocen todas las variables que conforman el modelo presupuestal y el cumplimiento de este es el reto al que se enfrentan la mayoría de los constructores. Esta incertidumbre se puede reducir con un análisis detallado y más profundo de la información que se obtiene durante la etapa de ejecución de las obras, al comparar los resultados con los presupuestos realizados en la etapa de planificación (Jacinto, 2019). Por este motivo, las empresas constructoras deben mejorar las

revisiones de control que se deben aplicar para conocer las deficiencias o insuficiencias entre lo ejecutado y lo planificado para que se puedan tomar acciones correctivas que reduzcan el riesgo de pérdida de recursos financieros (Medina, 2019).

De esta forma, este trabajo analiza a grandes rasgos las diferentes variables que hoy son, las principales causantes de sobrecosto en proyectos de construcción; y busca por medio de la aplicación de una guía de revisión de presupuestos reducir las posibles desviaciones de la línea base presupuestal con respecto a los costos directos reales en la etapa de construcción, como se muestra en la siguiente tabla.

Ilustración 1: Estado actual vs estado ideal

ESTADO ACTUAL	ESTADO IDEAL
01. Desviaciones	
Las desviaciones económicas durante la ejecución del proyecto superan el presupuesto planeado.	Que las desviaciones respecto a lo planeado sean como máximo del 5%.
02. Detección de alertas	
No se detectan las alertas que generan los sobrecostos	Detección oportuna de las causas que generan los sobrecostos
03. Tiempo de ejecución	
Mayor tiempo de ejecución al planeado en el cronograma	Tiempo de ejecución igual al contemplado en la programación de obra
04. Identificación de causas	
Falencias de la interventoría administrativa en la etapa de planeación, que derivan en sobrecostos en la etapa de ejecución.	Seguimiento administrativo y generación de alertas durante la etapa de planeación de un proyecto.

Fuente: Elaboración propia.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Proponer una guía de revisión de presupuestos para la interventoría administrativa en proyectos de vivienda multifamiliar en sistema industrializado, para mitigar las posibles desviaciones de la línea base presupuestal con respecto a los costos directos reales en la etapa de construcción.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar los factores que causan desviaciones en el presupuesto de obra en proyectos de vivienda en sistema industrializado, que sirvan como antecedente preventivo para proyectos posteriores.
- Determinar los parámetros mínimos a contemplar en la etapa de planificación, con el fin de reducir la incertidumbre en la elaboración de un presupuesto de obra.
- Elaborar una herramienta en Excel de interventoría administrativa para evaluar la información, realizar análisis y seguimiento al presupuesto de un proyecto de vivienda en sistema industrializado.

3. ALCANCES Y LIMITACIONES

3.1. ALCANCE

El desarrollo de este trabajo de grado busca identificar los principales factores que causan desviaciones en los costos respecto al presupuesto inicial en proyectos de vivienda multifamiliar construidos con sistema industrializado ya sea mano portable o tipo túnel. Mediante un estudio de caso, encuesta aplicada a profesionales del sector y consulta de información bibliográfica. Con la finalidad de determinar unos parámetros mínimos para tener en cuenta durante la etapa de elaboración de un presupuesto de obra.

Como resultado final se desarrollará una herramienta en Excel para la interventoría administrativa compuesta de dos partes:

La primera es una matriz de evaluación de presupuestos de obra para proyectos de vivienda multifamiliar en sistema industrializado, que permite calificar los principales factores que influyen en la elaboración de un presupuesto con base en unos parámetros establecidos e identificados mediante la investigación, junto con los criterios del profesional encargado de la revisión.

La segunda parte de la herramienta Excel es una plantilla de cálculo de índices de presupuestos, cuantías de materiales y costos. La idea es recopilar los datos del presupuesto de varios proyectos de vivienda multifamiliar en sistema industrializado para tener unas cuantías de materiales y costos por m2 construido o vendible, así como porcentaje de mano de obra, equipos, materiales y gastos administrativos. Además de la recopilación de información de las características del proyecto en cuanto a ubicación (zona de amenaza sísmica), altura en pisos

de la edificación, tipos de cimentación, área de los apartamentos y demás características del proyecto establecidas en la herramienta Excel que permiten tener un criterio de revisión comparando índices de presupuestos de proyectos con características similares.

Los proyectos de construcción requieren planificación, por lo que el enfoque que tienen es de tipo predictivo; con la guía de revisión se pretende dar mayor precisión a los presupuestos de obra, para garantizar la factibilidad del proyecto referentes a temas económicos y de control financiero.

Es necesario resaltar, que para el proceso de mejora continua en las diferentes empresas del sector inmobiliario, además de la correcta aplicación de medidas preventivas y de control financiero; se requiere involucrar un seguimiento permanente, la efectiva supervisión de la interventoría administrativa y cada una de las partes que conforman una organización, para lograr actualizaciones óptimas, lo que se verá reflejado en la calidad del producto, satisfacción del cliente e impacto en el sector productivo.

Este trabajo de grado SI contempla lo siguiente:

- El alcance de este trabajo basa en el análisis y revisión de presupuestos, sobre la tipología de proyectos de vivienda multifamiliar en edificaciones con sistema industrializado ya sea de tipo mano portable o tipo túnel.
- Identificación y evaluación en la etapa de planeación de un proyecto de los principales factores que generan desviaciones en cuanto a costos, con el fin de determinar la calidad de la información y aceptación del presupuesto de obra por parte de la interventoría administrativa.

- Una guía de revisión de presupuestos formulada para establecer las cuantías de insumos con mayor incidencia en el presupuesto como; Concreto, acero y mano de obra, así como costos por m2. Con el objetivo de comparar con índices de otros proyectos de vivienda en sistema industrializado de características similares. (altura en pisos, tipo de cimentación, estrato, área apartamentos y ubicación).
- Plantea una base de criterios para que el profesional que afronta la elaboración o revisión del presupuesto de un proyecto contemple los contratiempos y sobrecostos desde una etapa previa a la ejecución.

3.2. LIMITACIONES

Dentro de las principales limitaciones encontradas, está la aplicación de este instructivo a la diversificación de procesos constructivos, dado que el contenido de este documento se sesga a la implementación en empresas del sector constructor, dedicadas únicamente a edificaciones de vivienda multifamiliar desarrolladas bajo el sistema industrializado ya sea de tipo mano portable o túnel, sean del sector público o privado; ya que actualmente es el proceso constructivo mas usado en el país para la construcción de vivienda multifamiliar por las ventajas que ofrece en cuanto a reducción de tiempos de ejecución, calidad y competitividad en costos.

Este trabajo de grado NO contempla lo siguiente:

- Este trabajo no es aplicable a vivienda multifamiliar con sistema constructivo distinto al sistema industrializado.
- Modificar las metodologías empleadas actualmente para la elaboración de presupuestos de obra.

- El porcentaje de incidencia del valor de la formaleta corresponde al 1.7% del costo total del proyecto en el caso de estudio. Razón por la cual la guía propuesta no distingue el tipo de formaleta a utilizar en el sistema industrializado ya sea mano portable o tipo túnel.
- La herramienta en Excel para comparación de índices de materiales y costos es aplicable únicamente entre proyectos con características similares en cuanto a; (Altura pisos, tipo de cimentación, zona de amenaza sísmica, numero de sótanos, estrato de las viviendas). Si se comparan proyectos con características muy diferentes los índices no son comparables y no se puede obtener un criterio de evaluación de presupuestos.

4. MARCO TEÓRICO

4.1. ANTECEDENTES TEÓRICOS

4.1.1. Evolución del sistema industrializado en el Mundo.

Desde el siglo XIX se observó una tendencia hacía el cambio de las metodologías de construcción de la época que representaran cambios en los costos y tiempos de producción. Surgen los retos de ampliar la accesibilidad de vivienda a grupos de la sociedad que no cuentan con recursos económicos para la obtención de viviendas construidas con metodologías tradicionales de la época; lo que conllevó a buscar alternativas para ampliar las soluciones de vivienda. La búsqueda de alternativas para la reducción de costos y tiempos de producción condujo a plantear nuevos procesos de construcción que representaron la industrialización de la producción de componentes para las soluciones de vivienda de la época. Sin duda, uno de los

principales exponentes y promotores de la industrialización fue Le Corbusier y su planteamiento de casas en serie a mediados del siglo XIX, con lo que había insistido en la necesidad de estandarizar y producir de manera industrial los componentes constructivos (Sarmiento, 2017). Dicho planteamiento se relaciona con el pensamiento de la construcción modular desarrollado con los años y permitió obtener alternativas para las diferentes regiones del mundo donde surgieron necesidades de producción en cortos plazos.

Los sistemas industrializados para construir edificaciones surgen como una solución a la alta demanda de construcción que se acrecentó a finales del siglo XX por la necesidad en Europa de reparar las edificaciones afectadas por la Segunda Guerra Mundial entre 1939 y 1945 (Chang, 2014). Por lo anterior, junto a la alta demanda de construcciones para la época, se desarrolló la fabricación e instalación de sistemas prefabricados con especificaciones prestablecidas evolucionando por la variabilidad de las necesidades y los requerimientos del comportamiento de los materiales a instalar. Por eso se han desarrollado diferentes niveles de industrializado en los sistemas de construcción, lo que depende de los requerimientos, especificaciones y particularidades del proyecto a construir y define niveles de industrialización de los procesos constructivos implementados actualmente.

Dentro de los niveles de industrialización se encuentran los siguientes: (i) Sistemas que emplean parcialmente componentes industrializados, los cuales son los sistemas constructivos cuyo grado de industrialización es baja, (ii) Sistemas de módulos tridimensionales, empleados como resultado de la evolución de los sistemas cerrados, con la diferencia de que son sistemas fabricados para adaptarse y combinarse de manera eficiente y sostenible en diversas medidas según el proyecto en el que será empleado y (iii) Sistemas abiertos que son los sistemas constructivos constituidos totalmente por componentes prefabricados de diferente procedencia y

aptos para ser colocados en diferentes tipos de obras sean o no sean industrializadas (Chang, 2014).

El proceso constructivo que es objeto de estudio del presente trabajo de grado consiste en un nivel de componente parcialmente industrializados denominado encofrados de tipo Túnel y Manoportables. Los sistemas tipo Túnel son conformados por moldes metálicos que conforman una figura de U invertida que conforma los espesores prestablecidos para la colocación del concreto. El sistema requiere de componentes de machimbrado que conforman un grupo de piezas modulares que permite reducción de tiempos de instalación y avance de diferentes componentes de la estructura a ejecutar (Chang, 2014). Mientras que el sistema Manoportable está conformado por paneles de diferentes materiales, con marcos en acero, aluminio y plástico que unidos entre si forman el molde según la necesidad del proyecto, el tamaño de sus piezas permite manejarlos de forma manual, permitiendo su manejo sin la ayuda de grúa o equipo especializado (Silva, 2011).

4.1.2. La gestión de proyectos de construcción en Colombia.

La gestión de proyectos ha evolucionado a la par de la historia de la humanidad; no obstante, la consolidación de la gestión de proyectos, como se conoce; comenzó a darse a principios de la década de 1920, cuando las empresas comenzaron a trazarse objetivos y metas, con el fin de medir sus fallas e iniciar el proceso de mejora continua, haciendo de ellas, empresas sostenibles y de calidad en el mercado. Moreno, Sánchez y Veloza (2018) Considerando el análisis de diferentes investigadores, se evidencia que el factor primordial para formar un equipo de trabajo es el recurso humano, ya que son eficientes para optimizar una labor (Miranda, 2000); el segundo aspecto es una buena planificación de las actividades, que permiten gestionar el uso del tiempo, esta etapa hace referencia a lo que se hará e incluye la estimación de costos y

tiempos, y los demás recursos necesarios, el análisis de riesgos, la planificación de la actividad y racionalización de procesos (Moreno et al., 2018).

Existen diferentes metodologías aplicables a la gestión de proyectos, desarrolladas por instituciones dedicadas a la mejora continua de las organizaciones, una de ellas es el PMI, enfocado en las buenas prácticas que permiten terminar con éxito un proyecto. La definición de dirección de proyectos según el PMI "es la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades del proyecto para cumplir con los requisitos de este" (PMI, 2012). El proceso se clasifica en cinco fases: inicio, planificación, ejecución, seguimiento y control, cierre; en la primera se identifican factores primordiales como alcance y definición del proyecto, recursos, miembros, partes interesadas, entre otros; en la segunda fase se definen objetivos y cómo se van a cumplir; en la tercera fase de da cumplimiento a lo propuesto, llevando a cabo procesos definidos previamente los cuales procuren satisfacer los requerimientos de los interesados; en la cuarta fase se finalizan las ***tareas (López, 2019).***

4.1.3. El control presupuestario y de recursos.

En Colombia, la evolución del presupuesto inicia desde la Constitución de 1991, donde en el Capítulo 2 del título XII destaca la importancia del Plan de Desarrollo siendo el instrumento a través del cual se materializa la acción del Estado y se ejecuta el Plan Nacional de Desarrollo, PND.

En el ámbito constructivo, el control presupuestario es el medio de mantener el plan de operaciones dentro de los límites preestablecidos. Mediante él se comparan los resultados reales frente a los presupuestos, se determina las variaciones y se suministran a la administración elementos de juicio para la aplicación de acciones correctivas. Para efectuar un correcto control

de los presupuestos, se deben realizar mediciones periódicas que permitan vislumbrar el panorama de la ejecución del proyecto (Burbano, 2005).

En ese sentido se puede deducir, que el presupuesto es la estimación programada de forma sistemática, de las condiciones de operación y de los resultados a obtener por una compañía, en un período de tiempo previamente establecido.

Sin embargo, es importante tener presente que la ejecución de obras de construcción se ejecute en el tiempo esperado, bajo los parámetros contemplados en presupuesto y con un óptimo manejo administrativo del mismo, dado que de este depende que no se generen sobrecostos que puedan derivar pérdidas en el área financiera de las empresas (Castro, 2018).

4.1.4. Los sobrecostos en los proyectos de ingeniería y construcción.

La ocurrencia de sobrecostos en proyectos de construcción sea cualquiera de su tipo público, privado o público - privado es algo muy habitual, hasta casi inevitable. Es necesario preguntarse por el porqué de su ocurrencia.

Los sobrecostos en el período de construcción o desarrollo son habituales. En la actualidad internacional acerca de todo tipo de proyectos, nos damos cuenta de que ello sucede también de manera frecuente aún en total ausencia de corrupción. Hasta se podría decir que lo inhabitual es que no haya sobrecostos (Moreno y Tamayo, 2020).

Para empezar, entre los especialistas del Project Finance en su artículo “Los Riesgos de Sobrecostos en los Proyectos”, la idea de que se van a producir sobrecostos está tan integrada que, en los cálculos de costo de un proyecto, que es considerado como una buena práctica el prever una reserva de sobrecostos, que se suele fijar en 10 % o algo menos y se incluye en la estructuración financiera. Entre los factores que derivan estos sobrecostos, en gran parte a causa

del factor tiempo: entre el momento en que se fija el presupuesto del proyecto y su culminación, que puede tomar varios años, suceden cosas como: un obstáculo geológico o arqueológico que obliga a gastar más en un segmento de la obra o a modificar trazos, eventos desfavorables con el costo de ciertos insumos clave, debido a alzas bruscas del tipo de cambio o en los materiales usados en una obra, etc. Peor aún, cuando un proyecto se atrasa ("sobre plazos"): primero ése solo hecho suele generar sobrecostos, porque el factor de atraso viene a menudo con un costo adicional asociado; pero, además, el tiempo alargado aumenta el riesgo de que se produzcan más imprevistos.

4.2. ANTECEDENTES CONCEPTUALES

A partir de una revisión bibliográfica de los conceptos fundamentales desde los cuales se sustentan las labores ejercidas por la interventoría, el marco normativo correspondiente al territorio nacional y demás conceptos relacionados con el tema de investigación, se elabora la definición de ciertos términos que son necesarios para entender, estudiar y desarrollar el presente proyecto.

4.2.1. Interventoría Administrativa.

En principio, es pertinente empezar definiendo el concepto de interventoría, la cual se basa en la función como parte mediadora y participe de un proyecto, en el que intercede tomando parte en el asunto, siendo entonces un profesional o persona jurídica que presta sus servicios profesionales y que representa al dueño del proyecto o entidad encargada de administrar los recursos necesarios para su consecución, realizando actividades relacionadas con la supervisión y control de actividades desarrolladas dentro de un proyecto.

Según Trujillo y Oñate (2021), el objetivo de la interventoría consiste en registrar que el contratista durante la ejecución del contrato cumpla con el cronograma, términos y demás condiciones contractuales, garantizando con ello la eficiente y oportuna inversión de los recursos establecidos contractualmente, asistiendo con el contratista en la correcta ejecución de las obligaciones con orden y eficiencia. Es función del interventor vigilar que la obra se lleve a cabo en los plazos y tiempos establecidos para que se desarrolle dentro del presupuesto establecido en el contrato. También debe supervisar el cumplimiento de las pólizas de garantía, pagos de prestaciones sociales, pagos de carácter fiscal y obligaciones contractuales y legales. De igual forma, es la persona que autoriza pagos y entregas de dinero al constructor, así que deberá revisar los gastos que haga a fin de garantizar inversiones eficientes en la obra.

4.2.2. Presupuestos de Obra.

En este orden de ideas, es importante tener claridad sobre el presupuesto de obra, que es una estimación de lo que costará un proyecto, en el caso específico de construcción, detallando cuánto ascienden los costes asociados a la obra. Es esencial saber qué elementos debe incluir y cómo calcularlos. A través del presupuesto de obra se conoce la cantidad de los servicios, los tiempos de trabajo, los materiales y equipos necesarios a implementar; permitiendo controlar, distribuir y cuidar de manera más responsable el presupuesto. Cuando no se realiza un presupuesto de obra no se sabe cuánto dinero se debe invertir para construir un proyecto, llevando a cabo gastos innecesarios que nos impiden concluir con la obra.

El presupuesto de obra consiste en la elaboración de una tabla de cantidades a las que se dan valores unitarios; dando un costo total del proyecto a construir. La valoración económica de la obra debe ser lo más cercana a la realidad, sin embargo, el costo final puede no ser la

estimación planteada inicialmente. Contar con un presupuesto bien elaborado y completo nos permitirá construir correctamente un proyecto de obra civil.

4.2.3. Sistema Industrializado.

Puntualmente, el tipo de proyectos sobre el cual se pretende establecer un método de revisión de presupuesto en este trabajo es para vivienda multifamiliar, específicamente desarrollada con el sistema industrializado; por ende, se describe un poco este sistema constructivo a continuación: La base del sistema industrializado es el uso de formaletas reutilizables, que pueden ser de diversos materiales, siendo los más comunes el acero y el aluminio. Según el peso y las dimensiones de las formaletas, pueden clasificarse en formaletas Manoportables y sistema túnel.

El concreto utilizado para el sistema industrializado debe cumplir con las especificaciones de la NSR-10. El tamaño máximo del agregado no debe ser mayor a :1/3 de la menor separación entre los lados de la formaleta, 1/3 de la altura de la losa, ¾ del espaciamiento mínimo libre entre barras de refuerzo (individuales, paquetes de barras, tendones individuales, paquetes de tendones o ductos).

La forma del vaciado es muy importante. El éxito del sistema industrializado está en la forma como se lleve a cabo el vaciado del concreto, el cual debe seguir un plano instructivo determinado antes de iniciar el procedimiento, que debe ser concertado entre los ingenieros de la obra, el proveedor de concreto y el técnico de la formaleta.

4.2.4. Cronograma Preliminar de un Proyecto.

De forma paralela, hay que entender qué es y cómo se desarrolla el cronograma de un proyecto, herramienta esencial para elaborar calendarios de trabajo o actividades donde se especifican las etapas de la construcción. Podría resumirse como un documento que establece

la duración de un proyecto, la fecha de inicio y final de cada tarea; una manera sencilla de organizar el trabajo de acuerdo con las actividades o items del presupuesto.

El cronograma de actividades de un proyecto es además una herramienta de gestión de proyectos que muestra el listado de tareas necesarias para realizar un proyecto en orden cronológico, de forma que con un cronograma de actividades todos los integrantes de un proyecto pueden visualizar de forma rápida la hoja de ruta del proyecto, los hitos, asignación de tareas individuales e interdependencia entre tareas.

4.2.5. Desviaciones de Costo.

Sobre la base de adentrarse a conocer el manejo presupuestal, cabe mencionar las desviaciones de costo que suelen presentarse en el ámbito de la construcción, entendiendo que el % Desviación en costo = Medida de la variación del costo planteado inicialmente.

Estas desviaciones pueden darse por diferentes factores, los cuales pueden ser el cambio de diseños técnicos durante la ejecución de la obra, por ausencia de diseños o especificaciones en el momento de cálculo del presupuesto y las que se generan por errores en la realización de los diseños, omisión de actividades, errores en rendimientos, errores por criterio del personal que desarrolla en presupuesto, errores en cálculo de incrementos estimados por cambios de año, errores en sobredimensionamiento o cálculo de actividades que no se ejecutan durante la construcción, entre otras… Se puede definir que un presupuesto es la expresión cuantitativa formal de los objetivos que se propone alcanzar la empresa en un periodo, en desarrollo de las estrategias adaptadas, que permite organizar los recursos y procesos necesarios para lograrlos y evaluar su ejecución. Evidentemente, el cambio de precios es un factor común de desviaciones, así como por variaciones del mercado que no se pueden prever desde la realización de presupuesto. Los valores unitarios que se contemplan en la elaboración del mismo, se calculan

de acuerdo a los precios de negociaciones de mano de obra y materiales establecidos por la empresa en el año de cálculo de presupuesto, a estos valores se le realizan determinados incrementos por cambio de año de acuerdo a históricos de IPC definidos por el gobierno y se realiza la proyección de acuerdo al tiempo de ejecución de la obra; las desviaciones ocasionadas porque los incrementos reales son mayores o menores a los presupuestados, también se encuentran en esta categoría, de igual manera, se encuentran las ocasionadas cuando por condiciones de utilidad para los contratistas se requiere ajustar los precios de mano de obra.

4.2.6. Desviaciones de Tiempo.

Siguiendo esta línea de conceptos, las desviaciones de tiempo suelen ser ocasionadas por ampliación en la fecha de finalización de ejecución de la obra, retrasos de proveedores, actores climáticos, por insuficiencia de mano de obra, al igual que por actividades adicionales que inicialmente no se tenían estipuladas.

4.2.7. Fluctuación de la Moneda.

Ya se analizó como la fluctuación de moneda es uno de los factores principales en la desviación de costos, por tal razón es preciso conocer porque sucede este hecho. La tasa de cambio real (TCR) simboliza uno de los precios relativos con mayor peso dentro de una economía, no solo porque representa la conexión entre los precios nacionales y los extranjeros, sino porque también permite identificar los niveles de competitividad del sector transable de un país a través de sus interacciones comerciales (Bergstrand y Reinhart, 1995). Sin embargo, cabe aclarar que las variaciones de los precios de las exportaciones e importaciones también presentan una fuerte influencia, incluso mayor en los países en vía de desarrollo. La respuesta de la TCR ante los choques se traduce en variaciones directas sobre diferentes agregados económicos, a partir de estas fluctuaciones, se da lugar a efectos sobre el flujo de comercio, la

cuenta corriente de la balanza de pagos, la producción, el consumo, la asignación de recursos y el empleo. Por lo tanto, resulta importante entender la dinámica de las variaciones de la TCR y sus efectos sobre la economía y el desarrollo.

Así como ocurre con el precio de la gasolina, que depende de las fluctuaciones internacionales del petróleo, en el caso de la construcción el valor de los bienes importados y de aquellos cuyo valor se ajusta en la misma medida que el precio internacional son definitivos para establecer el costo de un proyecto inmobiliario, en especial porque, según el DANE, el costo de los materiales para la cimentación y estructuras representa cerca de 21% del total (Dinero, 2015). Por todo esto es sumamente importante tener en cuenta el valor de las fluctuaciones a la hora de planificar presupuestos de manera asertiva.

5. METODOLOGÍA

Esta investigación, realizó inicialmente una revisión de la literatura para identificar causas generadoras de desviaciones en tiempos y costos a nivel proyectual. Posteriormente, se realizó una encuesta dirigida a profesionales dedicados al desarrollo de proyectos de vivienda multifamiliar en sistema industrializado en Colombia, para poder conocer en su concepto los factores significativos en la generación de desviaciones en tiempos y costos. Finalmente, se ejecutó un análisis de significancia basado en los factores influyentes, estableciendo las correlaciones entre estos y aspectos como magnitud, tipo de proyecto, tamaño de las empresas, entre otros, implementando herramientas estadísticas y computacionales.

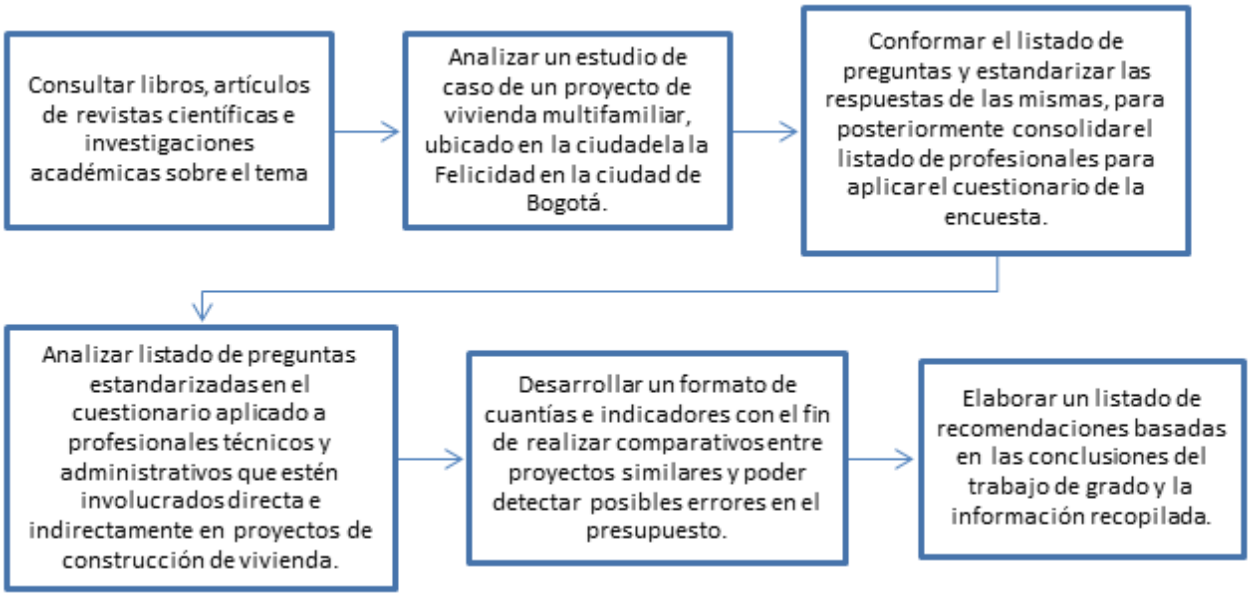
La primera etapa de este trabajo de grado consiste en recopilar información de libros, artículos de revistas científicas e investigaciones académicas sobre el tema de análisis, para formular las preguntas que harán parte de la forma de indagación a profesionales con experiencia en construcción. Según la metodología de consulta empírica denominada encuesta, instrumento utilizado para recolección de datos y aplicado cuestionario controlado con preguntas que relacionan variables medibles (Feria *et al.*, 2020). Además, se empleará una escala de Likert para evaluar las percepciones de los profesionales encuestados en un rango de 1 a 5 sobre los factores externos que representen causas de sobrecostos en los proyectos de construcción en características de frecuencia y severidad.

Posteriormente, el foco de atención se centraliza en analizar el caso de estudio de fuente propia, para lo que se espera el desglose de eventos relacionados con situaciones evidenciadas en la bibliografía consultada. Una vez adquirido el contexto del caso de estudio y la información de investigaciones académicas, se procederá a conformar el listado de preguntas y estandarizar

las respuestas de las mismas, para luego consolidar el listado de profesionales para aplicar el cuestionario de la encuesta; y con esto obtener los puntos de vista de distintos profesionales para relacionar los eventos típicos que se relacionan con la generación de sobrecostos durante la etapa de ejecución y que pueden ser contemplados desde la etapa de planeación para su mitigación.

Finalmente, se analizan las respuestas obtenidas del cuestionario aplicado y desarrollar un formato de cuantías que relacione la ocurrencia de eventos contemplados en la etapa de planeación de proyectos según su caracterización particular. La siguiente imagen ilustra la ruta a seguir dentro de la metodología de trabajo.

Ilustración 2: Ruta metodológica de investigación



Fuente: Elaboración propia.

La anterior imagen describe a grandes rasgos el camino en la investigación, al tiempo que en el siguiente listado define el mecanismo metodológico pero esta vez, con un paso a paso más desglosado:

1. Consultar información en investigaciones académicas.
2. Identificación de las causas que generan desviaciones en el presupuesto.
3. Proponer una estructura de presupuesto organizada por capítulos y subcapítulos de actividades de obra.
4. Desarrollo de un formato de cálculo de cuantías de materiales por unidades de medida, de acuerdo con el tipo de proyecto que sirva como base para comparar con otros proyectos y analizar la información de un presupuesto.

5. Obtener índices por m2.
6. Con base en la investigación, establecer una guía de revisión de presupuestos.

6. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Como se enmarca en la metodología del presente trabajo, para poder conocer los factores significativos en la generación de desviaciones en tiempos y costos, desde la experiencia de los actores principales en proyectos de construcción; se desarrolló la implementación de un instrumento para consulta a profesionales afines a dichos proyectos. El cuestionario se entregó de forma virtual, por medio de la herramienta Google Forms a una muestra de profesionales en el área de la ingeniería, arquitectura y construcción; incluidos propietarios, contratistas y consultores. Las respuestas se recopilaron de forma virtual para términos de practicidad, lo que facilitó llegar a más personas; sin embargo, este tipo de estrategia favoreció en materia de agilidad el proceso, sin afectar la eficiencia de este.

6.1. ENCUESTA APLICADA A PROFESIONALES DEL SECTOR.

Cumpliendo con el objetivo específico número 1 se aplica un formulario aplicado para la recolección de las experiencias y opiniones de los profesionales y técnicos consultados estuvo dividido en tres (3) secciones en las que se agruparon los tipos de preguntas para facilitar la identificación y análisis de los datos recopilados. La primera sección de la encuesta consistió en la caracterización de los profesionales que participaron, la segunda sección sobre las causas de factores internos en los proyectos de construcción y la tercera sección hacia la identificación de factores externos en los proyectos de construcción.

6.1.1. Sección 1 del formulario: Caracterización de los encuestados.

Se contempló la sección inicial del formulario aplicado hacia la caracterización de los profesionales encuestados para su segregación y analizar los datos recolectados en conjunto con las variables que se pueden identificar.

6.1.2. Sección 2 del formulario: Factores internos del proyecto.

En el formulario aplicado se incluyeron preguntas con diferentes respuestas para garantizar que los profesionales encuestados discernimiento entre las opciones de respuesta y obtener resultados de mejor calidad para lograr los objetivos de este documento de investigación.

Con base en lo expuesto por Feria, Matilla y Mantecón (2020), sobre la imparcialidad al elegir el tipo de pregunta, se definió un cuestionario de preguntas abiertas o cerradas para instrumentalizar el ejercicio. Para la aplicación y recolección de información, en esta segunda sección del formulario, se incluyeron preguntas con respuestas dicotómicas y múltiples para ser elegidas por los participantes.

6.1.3. Sección 3 del formulario: Factores externos del proyecto.

Para dar flexibilidad al pensamiento y opiniones que se pueden recolectar de los profesionales participantes de la encuesta, y aun así mantener criterios estrictos sobre el planteamiento previo de las causas identificadas como factores externos y su comportamiento en cuanto a frecuencia de ocurrencia y la severidad de dichos eventos, se incluyeron en esta tercera sección preguntas de tipo de selección compuesta que condujo a los profesionales participantes a considerar sus experiencias particulares en aspectos de tiempo y gravedad de cada evento analizado. El anterior planteamiento se realizó para adicionar flexibilidad a las consideraciones que puedan condicionar el discernimiento de los participantes de la encuesta. Como ventaja de la aplicación de dicho instrumento de investigación, las preguntas de la presente sección permiten una mejor alternativa para tabular y estudiar las opiniones recibidas

de los encuestados, para convertirla en información útil para la investigación (Feria *et al*. 2020). Lo anterior con el propósito de presentar las experiencias recibidas de los profesionales con perspectiva en sus roles ejercidos en los proyectos de construcción en los que han participado; de la información recopilada en esta sección se encuentran los siguientes resultados;

6.2.1. Caracterización de encuestados.

La caracterización de los profesionales que participaron en la encuesta aplicada permite identificar perfiles demográficos

Tabla 1: Caracterización de profesionales–– Rango de experiencia

Rango de experiencia	Cantidad de profesionales	Porcentaje de representación (%)
menos de 1 año	1	3,33
1 - 3 años	10	33,3
4 - 8 años	11	36,6
9 - 15 años	3	10,0
16 - 20 años	2	6,6
más de 20 años	3	10,0

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2: Caracterización de profesionales – Rol ejercido

Tipo de rol ejercido en los proyectos de construcción	Cantidad de profesionales	Porcentaje de representación (%)
Gerente de proyecto	1	3,33
Director de proyecto	5	16,6
Residente	9	30,0
Auxiliar	1	3,33

Tipo de rol ejercido en los proyectos de construcción	Cantidad de profesionales	Porcentaje de representación (%)
Supervisor	2	6,6
Coordinador	3	10,0
Arquitecta	1	3,33
Ingeniero civil	5	16,6
Contratista del estado	1	3,33
Formulador de proyectos	1	3,33
No responde	1	3,33

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3: Caracterización de profesionales – Lugar de participación

Ciudades colombianas de las experiencias consultada	Cantidad de profesionales	Porcentaje de representación
Bogotá D.C.	17	56,6
Riohacha	4	13,33
Barranquilla	2	6,6
Santa Marta	2	6,6
Tunja	1	3,33
Bucaramanga	1	3,33
Cúcuta	1	3,33
Manizales	1	3,33
Neiva	1	3,33

Fuente: Elaboración propia.

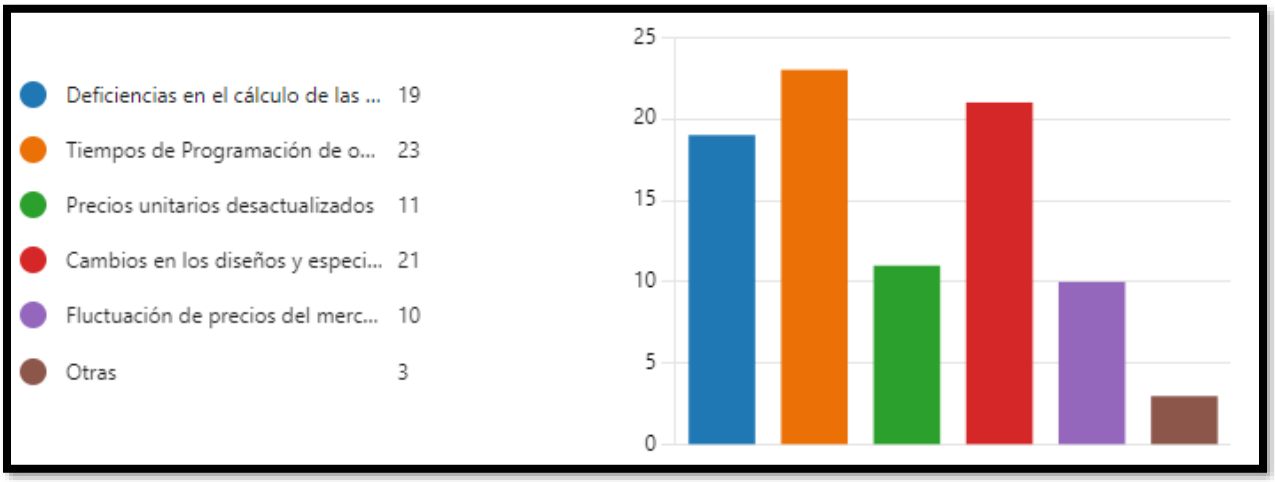
6.2.2. Factores internos causantes de sobrecostos.

Para facilidad de identificación de las principales causas de acuerdo con la jerarquía que asignó cada uno de los profesionales encuestados, se presentan los resultados a manera de podio con las 5 opciones de respuesta seleccionadas por los encuestados.

De la información recopilada en esta sección se encuentran los siguientes resultados:

En la pregunta No. 5, en donde se plantean seis (6) opciones de respuesta para selección de única respuesta, se busca obtener la consideración de los encuestados con respecto a las principales causas que generan desviaciones del presupuesto de obra en proyectos en sistema industrializado. De esta manera, a continuación, se presentan los resultados obtenidos:

Ilustración 3: Percepción de los profesionales con respecto a las principales causas que generan desviaciones del presupuesto de obra en proyectos en sistema industrializado.



Fuente: Elaboración propia.

De la Imagen 2 se puede observar que las opciones de mayor votación son (1° – color anaranjado) los tiempos de programación de obra no ajustados a la realidad con 23 votos, (2° – color rojo) cambios en los diseños y especificaciones técnicas con 21 votos y (3° – color azul) deficiencias en el cálculo de las cantidades de obra con 19 votos.

En la pregunta No. 6, teniendo en consideración que se prestablecieron 10 opciones y todas excluyentes entre sí para la jerarquización de los encuestados al momento de su evaluación de la pregunta, en este trabajo se plantea una jerarquización de importancia de

acuerdo con la posición que cada encuestado ubicó cada opción. Lo anterior se representará en un factor que resultará en una afectación a la cantidad de personas que ubicaron cada opción de respuesta en la jerarquía que se presenta en la Tabla 4, en donde se presentan las posiciones de 1° a la 5°; también se presenta la sumatoria de la cantidad de encuestado que seleccionaron la opción en cada posición de jerarquía ponderada con los factores de importancia de cada posición ordinal. Los factores de importancia serán de la siguiente manera: desde la primera posición (1°) se tomará un factor de 1,0 con disminuciones graduales y proporcionales hasta la última posición (10°) que tendrá un factor de 0,1.

Para el análisis de resultados se presentará la importancia asignada por los encuestados de la posición 1° a la posición 5° y el cálculo de la importancia se realizará de acuerdo con la descripción de la ecuación No. 1.

$$Importancia = \sum Posición_i * Factor_{posición\ i} \qquad Ecuación\ No. 1$$

Tabla 4: Posición No. 1 de Factores internos que causan de sobrecostos

Factores internos que causan de sobrecostos	Cantidad de encuestados que seleccionaron la opción en la posición señalada					Importancia según encuestados (∑ sumatoria de peso ponderado)
	1°	2°	3°	4°	5°	
a. Diseños definitivos	16	3	2	0	5	20,0
b. Estudio de suelos	0	4	5	3	5	12,7
c. Licencia de construcción.	1	2	1	0	2	4,8
d. Topografía del lote	2	3	3	4	3	11,7
e. Estudio del entorno de la obra.	2	1	4	3	1	8,8

Factores internos que causan de sobrecostos	Cantidad de encuestados que seleccionaron la opción en la posición señalada					Importancia según encuestados (∑ sumatoria de peso ponderado)
	1°	2°	3°	4°	5°	
f. Estimación de tiempo de ejecución de obra.	0	5	2	7	1	11,6
g. Conocer el tipo de contratación a manejar en el proyecto.	3	0	4	2	4	10,0
h. Actas de vecindad	0	0	0	0	0	0
i. Conocer los procesos constructivos a desarrollar en el proyecto, para determinar los gastos en maquinaria, personal operativo y administrativo de obra.	3	6	4	8	3	19,0
j. Estudio de precios del mercado de acuerdo con el entorno del proyecto.	3	6	5	4	6	18,8

Fuente: Elaboración propia.

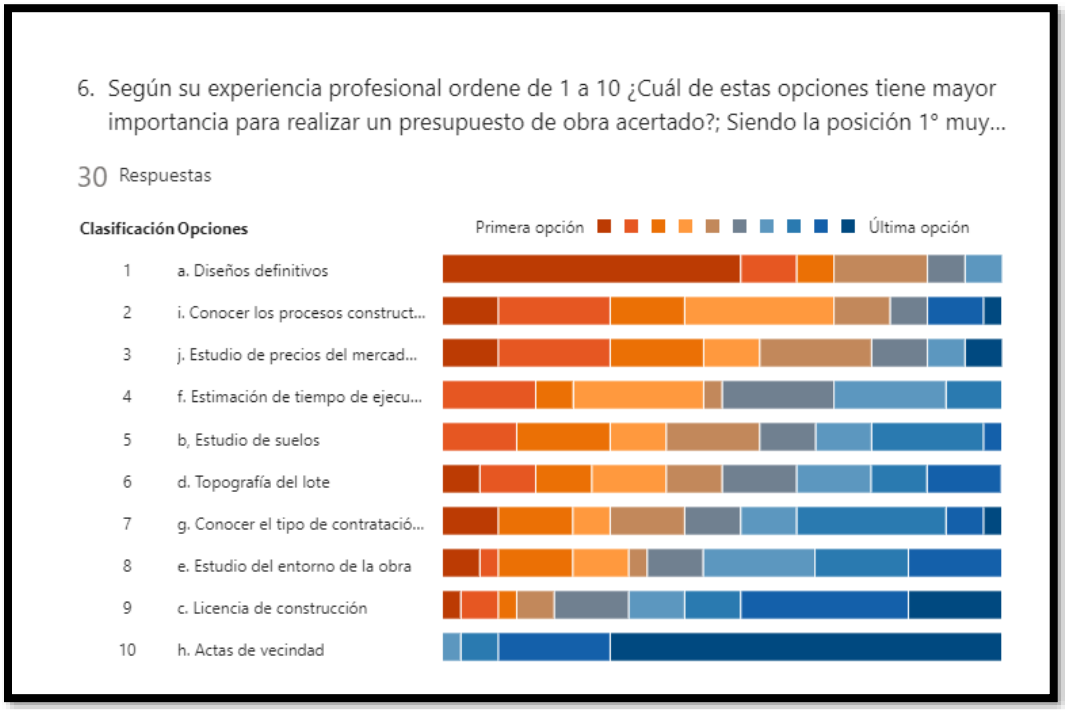
Se observa que las opciones con mayor impacto, según las respuestas de los profesionales encuestados, se refieren a las opciones (a), (i) y (j) en dicho orden de importancia. Por lo que las causas internas que los encuestado ubican como de mayor importancia en la ocurrencia de sobrecostos en la ejecución de proyectos de construcción son:

1. Diseños definitivos

2. Conocer los procesos constructivos a desarrollar en el proyecto, para determinar los gastos en maquinaria, personal operativo y administrativo de obra.
3. Estudio de precios del mercado de acuerdo con el entorno del proyecto.

Lo anterior se puede observar gráficamente en la Imagen 2 mediante la demostración de una escala de colores que permite establecer el comportamiento de las respuestas de los encuestados sobre la importancia de cada una de las opciones planteadas, en donde el color rojo representa mayor votación en importancia y el color azul menor votación en importancia.

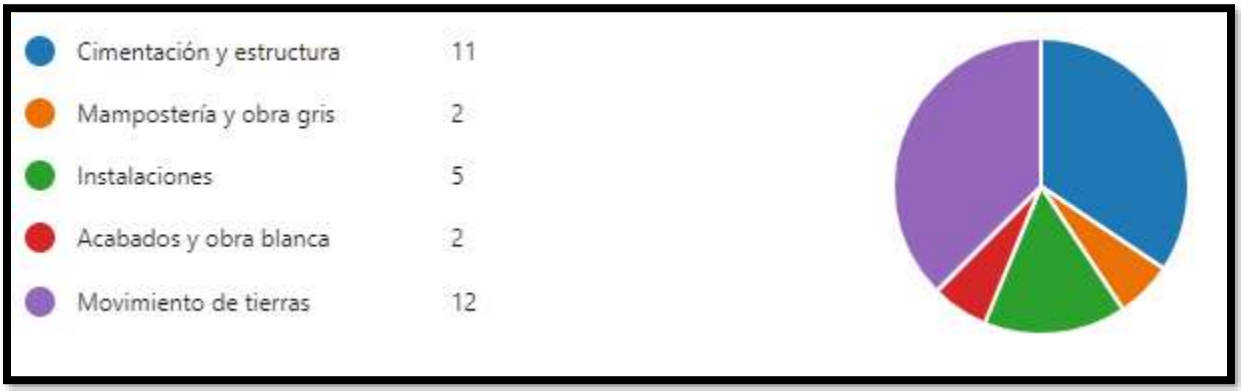
Ilustración 4: Percepción de los profesionales sobre qué aspectos son más importantes en un presupuesto



Fuente: Elaboración propia.

Posteriormente, en la pregunta No. 7 se consultó sobre la consideración de la ocurrencia de diferencias en las cantidades de obra en los diferentes capítulos que conforman el presupuesto de obra de acuerdo con la agrupación convencional de actividades de obra. Los capítulos dispuestos para la selección de respuesta de los encuestados fueron cinco (5): (i) cimentación, (ii) Mampostería, (iii) Instalaciones, (iv) Acabados y obra blanca y (v) Movimiento de tierras.

Ilustración 5: Percepción de los profesionales sobre los capítulos del presupuesto de obra donde se presenta mayor ocurrencia diferencia de cantidades estimadas.



Fuente: Elaboración propia.

De la Imagen 4 se observa que los capítulos de (1°) Movimiento de tierras y (2°) Cimentación y Estructura representan el 37,5% y 34,4% de la votación de los encuestados, respectivamente, y en conjunto representan el 71,9% del total de la participación de los encuestados.

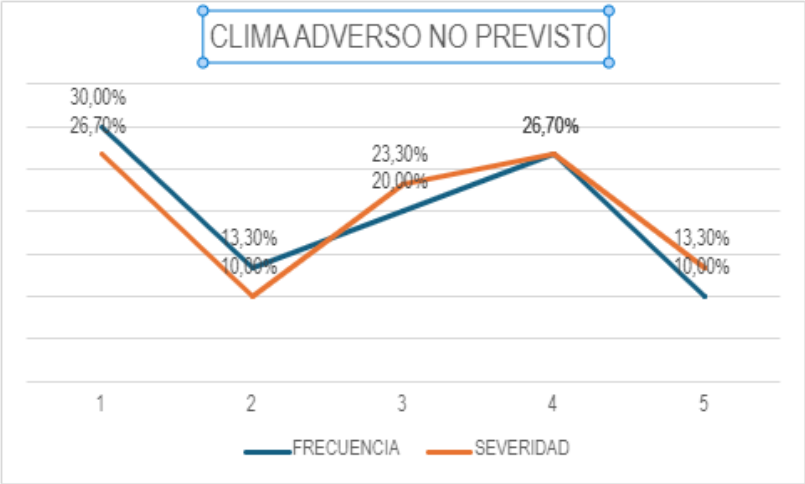
Con respecto a la apreciación de los encuestados sobre los rendimientos que se estiman en los presupuestos de obra, se presentaron las preguntas No. 9, No. 10 y No. 11 en las que se

consulta a los profesionales encuestados sobre los rendimientos de los ítems que componen la formulación de los costos unitarios. Los ítems o componentes del precio unitario que fueron consultados en la encuesta son: (i) mano de obra, (ii) equipos y maquinaria y (iii) materiales. Para las tres preguntas (No. 9, No. 10 y No. 11) se dispusieron tres respuestas idénticas en cada una de las preguntas con el propósito de observar la tendencia en cuanto al comportamiento de los requerimientos reales con relación a las estimaciones realizadas durante la etapa de planeación del presupuesto de obra. De lo anterior, se obtuvieron respuestas en dichas preguntas que representan una amplia votación por la opción de respuesta que los rendimientos del presupuesto son menores y, generalmente, se requieren más recursos a los presupuestados inicialmente; de esta consideración de respuesta se obtuvo una representación del 81,25% para el ítem de mano de obra, del 81,25% para el ítem de equipos y maquinaria y del 53,12% para el ítem de materiales.

6.2.3. Factores externos causantes de sobrecostos.

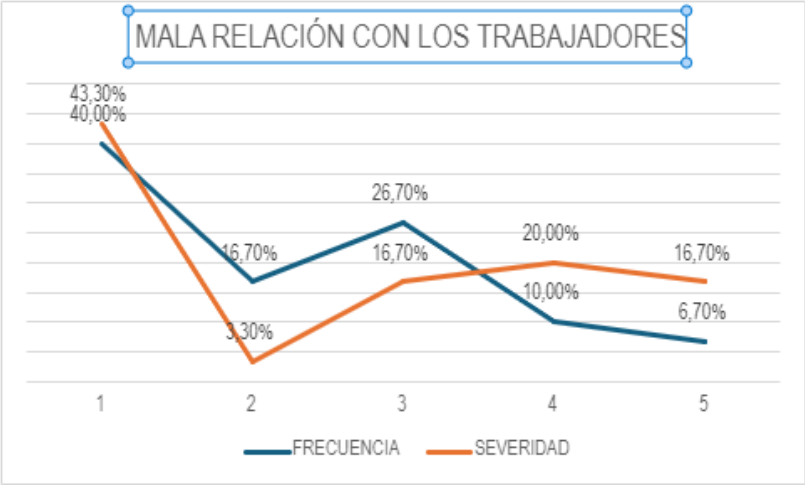
Luego de la aplicación del instrumento de encuesta en su sección 3, la cual contenía preguntas formuladas con tipología de una escala de Likert para evaluar percepciones de los profesionales consultados. Los resultados obtenidos se presentan a continuación:

Ilustración 6: Resultados de escala Likert para la opción "Clima adverso no previsto"



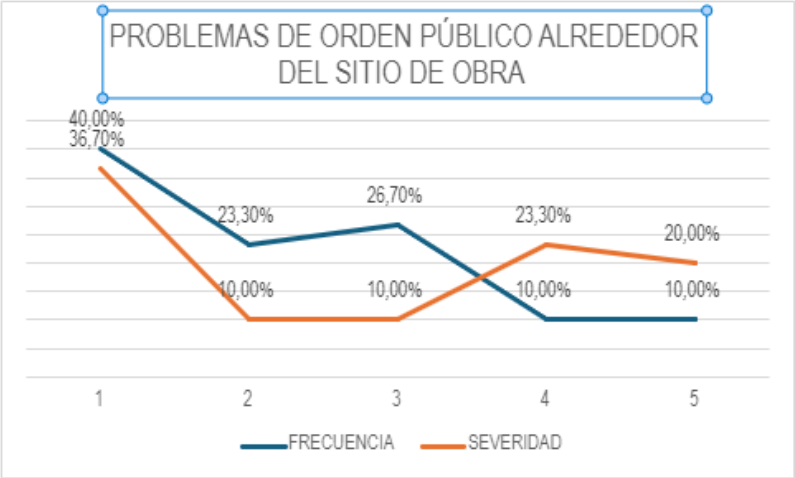
Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 7: Resultados de escala Likert para la opción "Mala relación con los trabajadores"



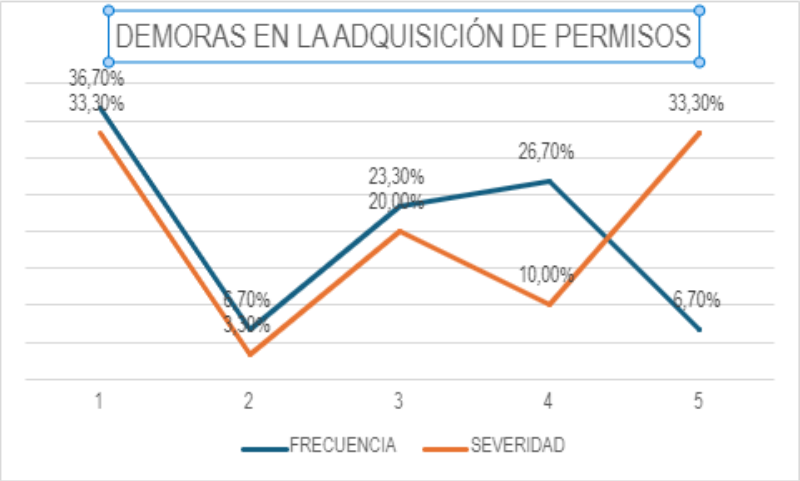
Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 8: Resultados de escala Likert para la opción "Problemas de orden público alrededor del sitio de obra".



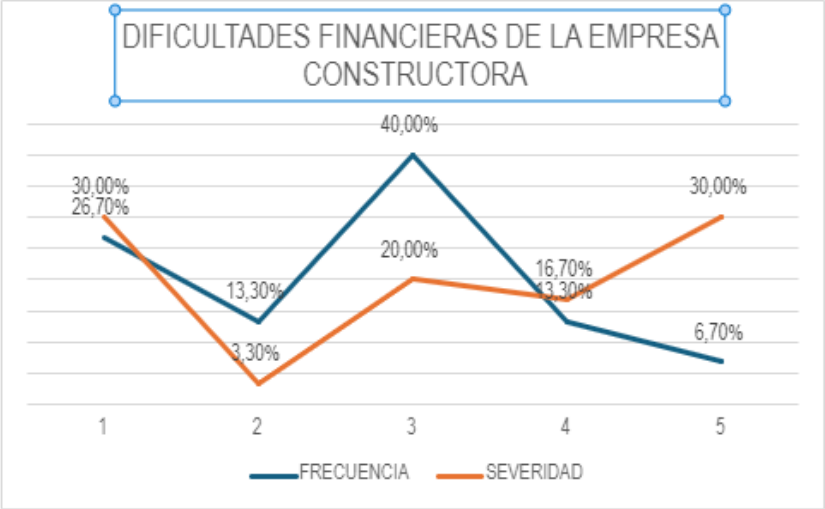
Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 9: Resultado de escala Likert para la opción "Demoras en la adquisición de permisos".



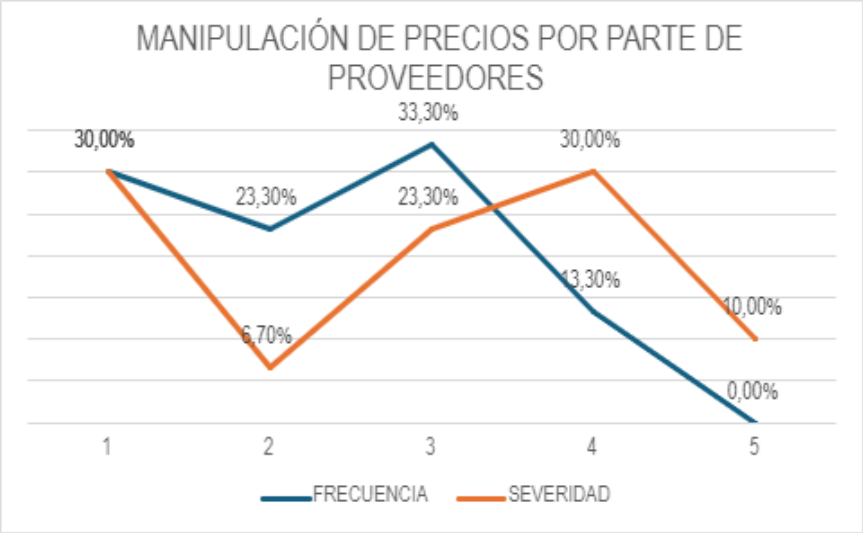
Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 10: Resultado de escala Likert para la opción de "Dificultades financieras de la empresa constructora".



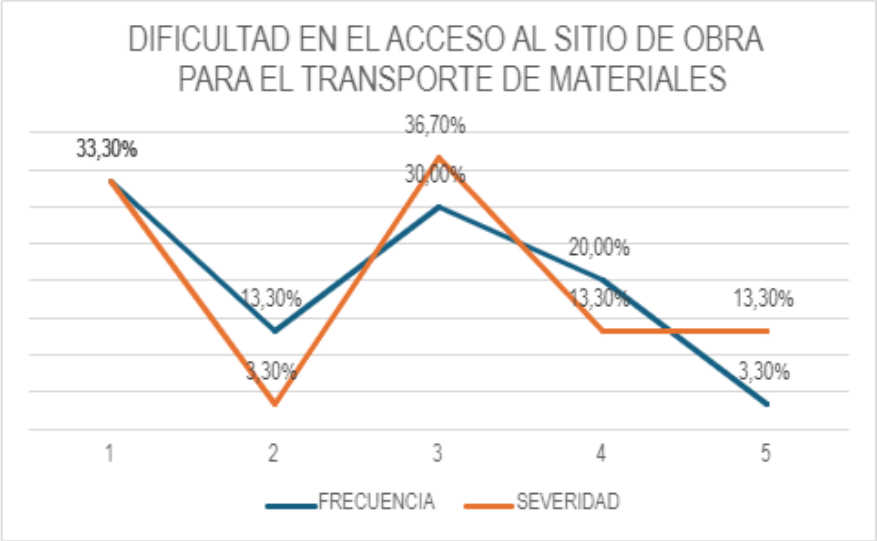
Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 11: Resultados de escala Likert para la opción "Manipulación de precios por parte de proveedores".



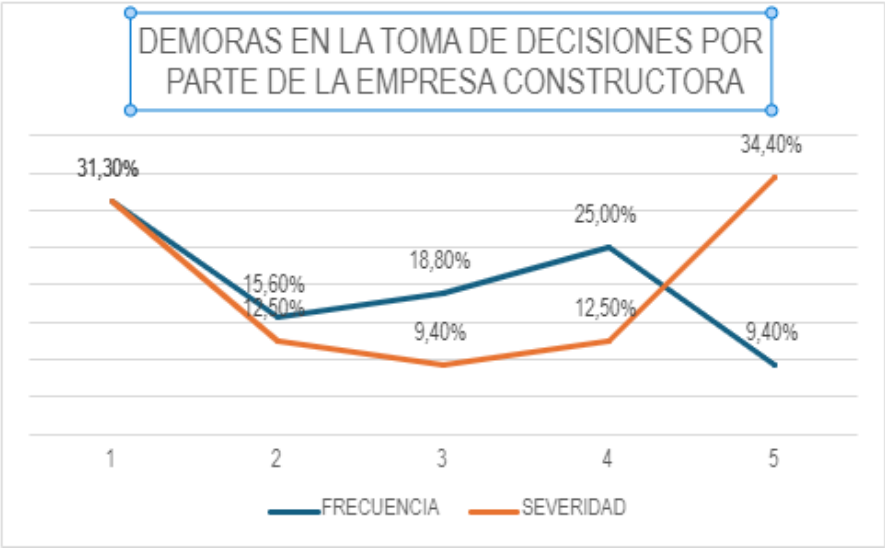
Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 12: Resultados de escala Likert para la opción "Dificultad en el acceso al sitio de la obra para el transporte de materiales".



Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 13: Resultados de escala Likert para la opción "Demoras en la toma de decisiones por parte de la empresa constructora".



Fuente: Elaboración propia.

Entre la gráfica 1 a la gráfica 8 se presenta consolidación de las escalas de Likert con la información recolectada sobre las causas externas en la ocurrencia de sobrecostos en la ejecución de proyectos de construcción. En donde se evalúa el criterio de frecuencia con la severidad de cada factor al momento de su ocurrencia. De las anteriores gráficas se observa que algunos factores externos tienen mayor influencia sobre la ocurrencia de sobrecostos de manera distinta entre sí.

En las gráficas No. 4, No. 5 y No. 8 se presentan las apreciaciones de los profesionales encuestados con relación a factores externos como las (a) demoras en la adquisición de permisos, (b) las dificultades financieras de la empresa constructora y (c) las demoras en la toma de decisiones por parte de la empresa constructora y como estos han tenido influencia en la ocurrencia de sobrecostos en los proyectos de construcción donde dichos profesionales han adquirido su experiencia y lecciones aprendidas sobre los eventos reales al momento de la ejecución de cada proyecto. Lo anterior permite observar el comportamiento de los factores mencionados, tal que los resultados analizados evidencian una relación de dichos factores con una baja frecuencia, pero una alta severidad en los momentos de su ocurrencia, lo que permite inducir el análisis hacia las causas principales que están desatendidas o sin la consideración de importancia que les corresponde. Para este caso de consulta a profesionales, se observa que estos factores externos al proyecto de construcción están relacionados con eventos que conllevan subprocesos de actividades inherentes al desarrollo propio del proyecto de construcción, es decir, la no contemplación de eventos como los factores descritos anteriormente (a, b y c), en la etapa de planeación, incrementa la probabilidad de ocurrencia de sobrecostos al presupuesto de obra para el proyecto durante la etapa posterior de ejecución.

6.2. CASO DE ESTUDIO "PROYECTO LA HACIENDA 1".

6.2.1. Características del proyecto.

El proyecto la Hacienda 1, es un proyecto de vivienda multifamiliar en sistema industrializado ubicado en el municipio de Soacha Cundinamarca compuesto por 1040 unidades de vivienda. El cual es desarrollado por una reconocida constructora del país en alianza con una caja de compensación familiar. Por solicitud de la caja de compensación se tiene una interventoría de carácter técnico y administrativo.

Ilustración 14: fotografia proyecto La Hacienda 1. (caso de estudio)

Fuente: Elaboración propia.

6.2.2. Desviaciones del presupuesto.

A continuación, en la tabla 5 se presenta los datos del presupuesto y seguimiento de costos por capítulos del proyecto caso de estudio.

Descripción: corresponde a los capítulos que componen la estructura del presupuesto de obra.

Presupuesto: Hace referencia al costo estimado para cada capítulo en el presupuesto inicial.

Proyectado: Corresponde a los costos reales correspondientes a la ejecución del proyecto.

% peso capitulo: Nos muestra el porcentaje de peso de cada capítulo en cuanto a valor respecto al costo total proyectado. Se calcula con la formula: (% peso cap= vr proy capitulo/vr total proy*100).

Desviaciones: Corresponde a la diferencia entre el presupuesto inicial y el presupuesto proyectado.

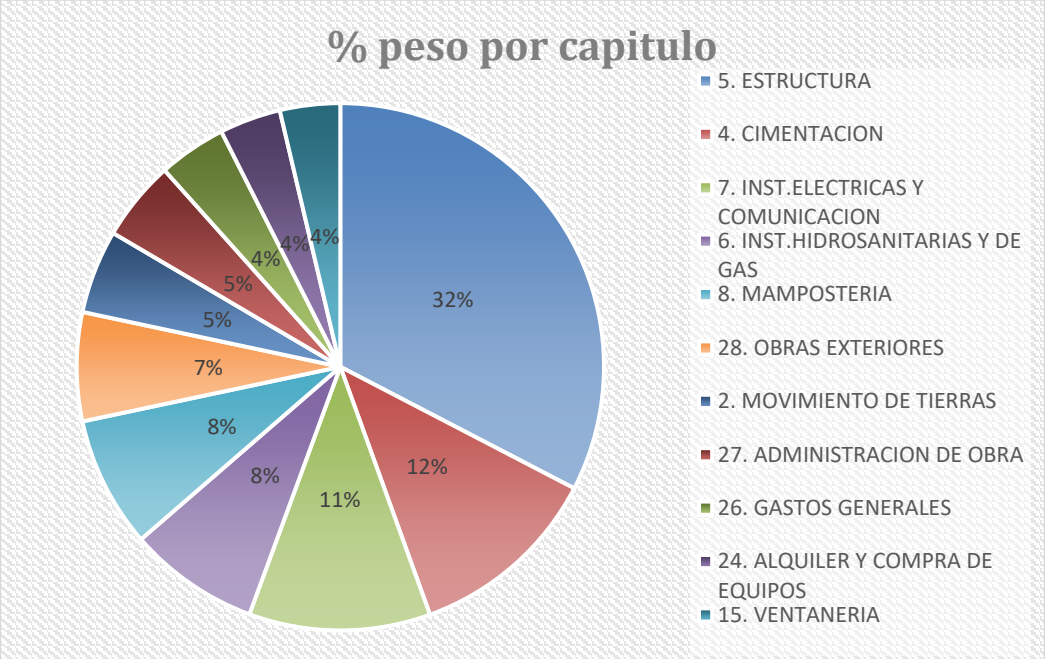
Tabla 5: Presupuesto inicial y proyectado con desviaciones por capítulos del proyecto La Hacienda 1.

Descripción	Presupuesto	Proyectado	% peso capitulo	Desviaciones
COSTOS DIRECTOS	**$ 86,411,119,675.31**	**$ 91,363,242,632.42**	**100%**	**-$ 4,952,122,957.11**
1-PRELIMINARES	$ 852,468,107.47	$ 960,629,418.32	1.1%	-$ 108,161,310.85
2-MOVIMIENTO DE TIERRAS	$ 3,059,310,788.82	$ 3,871,368,545.67	4.2%	-$ 812,057,756.86
3-DESAGUE DE PISO	$ 1,526,902,778.13	$ 1,740,777,829.05	1.9%	-$ 213,875,050.93
4-CIMENTACION	$ 8,956,380,151.22	$ 8,937,530,501.19	9.8%	$ 18,849,650.04
5-ESTRUCTURA	$ 22,806,902,310.30	$ 24,608,528,042.88	26.9%	-$ 1,801,625,732.58
6-INST.HIDROSANITARIAS Y DE GAS	$ 5,690,235,811.18	$ 6,064,105,483.85	6.6%	-$ 373,869,672.67
7-INST.ELECTRICAS Y COMUNICACION	$ 8,294,737,798.97	$ 8,392,186,882.31	9.2%	-$ 97,449,083.34
8-MAMPOSTERIA	$ 6,215,660,942.26	$ 6,058,457,281.60	6.6%	$ 157,203,660.65
9-CUBIERTA	$ 2,163,021,003.84	$ 1,931,396,151.28	2.1%	$ 231,624,852.56
10-PAÑETES	$ 787,907,508.32	$ 836,797,035.27	0.9%	-$ 48,889,526.95
11-PISOS	$ 1,296,944,408.73	$ 1,541,541,710.76	1.7%	-$ 244,597,302.03
12-ENCHAPES	$ 319,885,619.26	$ 337,327,217.13	0.4%	-$ 17,441,597.87
13-IMPERMEABILIZACIONES	$ 550,782,614.51	$ 562,693,889.24	0.6%	-$ 11,911,274.72
14-CIELORASOS	$ 66,425,160.38	$ 88,184,745.54	0.1%	-$ 21,759,585.16
15-VENTANERIA	$ 2,909,729,646.00	$ 2,784,416,425.90	3.0%	$ 125,313,220.10
16-CARPINTERIA METALICA	$ 2,429,606,472.31	$ 2,266,699,733.95	2.5%	$ 162,906,738.36
17-CARPINTERIA DE MADERA	$ 20,319,209.82	$ 28,323,657.18	0.0%	-$ 8,004,447.36
18-PORC.SANITARIA,GRIFER.REJILLAS	$ 493,244,996.13	$ 612,588,865.34	0.7%	-$ 119,343,869.21
19-APARATOS Y MUEBLES DE COCINA	$ 630,349,436.70	$ 713,699,537.86	0.8%	-$ 83,350,101.16
20-EQUIPOS ESPECIALES	$ 1,391,900,666.95	$ 1,052,313,844.69	1.2%	$ 339,586,822.26
21-CERRADURAS Y HERRAJES	$ 303,367.58	$ 327,636.99	0.0%	-$ 24,269.41
22-ESPEJOS Y VIDRIOS	$ 72,144,337.89	$ 77,915,884.92	0.1%	-$ 5,771,547.03
23-PINTURA	$ 1,325,751,788.79	$ 1,459,044,442.51	1.6%	-$ 133,292,653.71
24-ALQUILER Y COMPRA DE EQUIPOS	$ 2,688,354,659.18	$ 2,835,894,094.07	3.1%	-$ 147,539,434.89
25-ASEOS Y JARDINERIA	$ 750,155,254.06	$ 833,837,634.68	0.9%	-$ 83,682,380.62
26-GASTOS GENERALES	$ 3,004,222,769.27	$ 3,137,042,015.97	3.4%	-$ 132,819,246.70
27-ADMINISTRACION DE OBRA	$ 3,601,365,666.61	$ 3,710,700,403.72	4.1%	-$ 109,334,737.11
28-OBRAS EXTERIORES	$ 4,506,106,400.63	$ 5,023,571,477.90	5.5%	-$ 517,465,077.27
60-REPROCESOS	$ -	$ 41,525,019.54	0.0%	-$ 41,525,019.54
36-AJUSTE DE EXCEDENTES	$ -	$ 853,817,223.08	0.9%	-$ 853,817,223.08

Fuente: Elaboración propia.

6.2.3. Análisis de resultados caso de estudio.

Ilustración 15: % de peso por capitulo



Fuente: Elaboración propia.

La ilustración 15, muestra los capítulos del proyecto de vivienda multifamiliar La Hacienda 1 con mayor incidencia en el presupuesto de obra. Donde el 44% del proyecto corresponde a la cimentación y estructura, capítulos que son de gran relevancia en este tipo de proyectos y que corresponde a actividades donde se involucra directamente el sistema industrializado en este caso con el uso de formaleta tipo Manoportable, concretos y morteros acelerados que permiten un rendimiento en obra de vaciado de 2 unidades de apartamentos por día.

Así mismo se observa gran importancia de los capítulos correspondientes a instalaciones eléctricas e hidráulicas, mampostería, obras exteriores que corresponde a urbanismo, acometidas y vías de acceso del proyecto, así como el movimiento de tierras y gastos administrativos y generales.

Ilustración 16: Principales desviaciones (caso de estudio)

Fuente: Elaboración propia.

La ilustración 16 de las principales desviaciones del proyecto la Hacienda 1 nos muestra las desviaciones mas grandes en cuanto a dinero en millones de pesos colombianos, Donde se tiene como la mayor desviación el capítulo de estructura, seguido por movimiento de tierras y obras exteriores (vías y urbanismo del proyecto), así como instalaciones y pisos. Información que es congruente con la gráfica… y que indica la importancia de estos capítulos y que un error en el cálculo de cantidades, precios u omisión de alguna actividad de obra repercute en desviaciones en el costo de gran magnitud.

6.3. ENTREGABLES PARA REVISION DE PRESUPUESTOS.

6.3.1. Infografía.

La gestión efectiva de costos en proyectos de construcción de vivienda multifamiliar mediante sistemas industrializados es crucial para asegurar la factibilidad y rentabilidad del proyecto. Basándonos en la investigación y experiencia del caso de estudio donde se identificaron los principales factores que generan desviaciones de costos y con base en esta información se genera una infografía con recomendaciones y parámetros mínimos a tener en cuenta al momento de desarrollar un presupuesto de obra.

6.3.2. Guía de revisión de presupuestos en Excel. (Anexo 1).

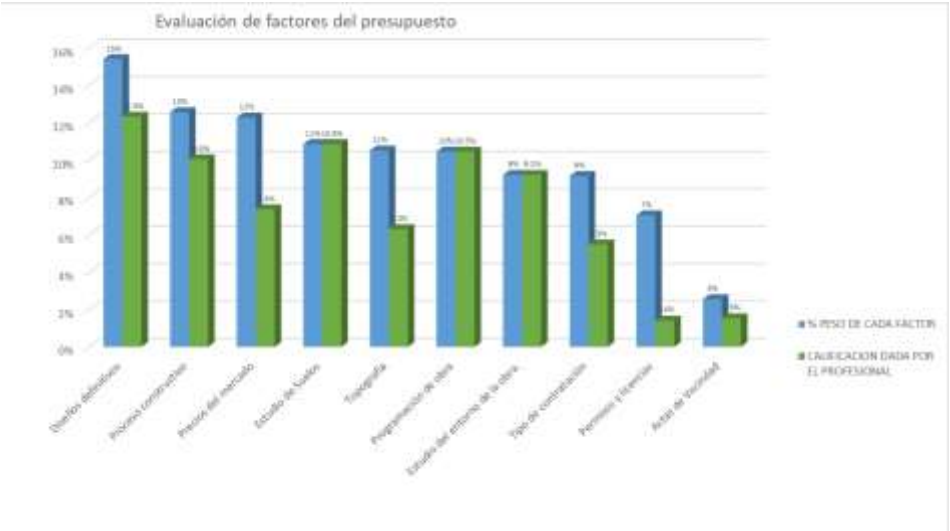
Esta herramienta de evaluación de presupuestos y de comprobación de cuantías y costos de proyectos de vivienda multifamiliar se divide en dos partes:

6.3.2.1. Matriz de evaluación de factores que causan desviación al presupuesto.

Con base en los resultados de la encuesta y los datos de la Tabla 4 “Factores internos que causan de sobrecostos”, se elabora una matriz de evaluación de presupuestos, En la cual el profesional encargado de la revisión del presupuesto califica cada uno de los factores del proyecto que afectan un presupuesto de obra en sistema industrializado, de acuerdo con unos parámetros dados en la herramienta. Cada factor tiene un puntaje ponderado obtenido con los resultados de la encuesta y con base en la calificación que le asigne el profesional la herramienta genera unas recomendaciones y sugerencias. Una vez evaluados cada factor se obtiene una calificación final del presupuesto junto con una serie de observaciones generales que son el criterio de aceptación o de rechazo del presupuesto por parte de la interventoría administrativa.

La siguiente grafica muestra los resultados que se obtienen una vez evaluados cada uno de los factores del proyecto y su incidencia en el presupuesto, las barras azules muestran el puntaje ponderado que tiene cada factor de acuerdo con resultados obtenidos en la encuesta, las barras verdes muestran el puntaje calculado en base a la calificación dada por el profesional encargado de la revisión del presupuesto.

Ilustración 17: Grafica de matriz evaluación de factores que afectan el presupuesto de obra.



Fuente: Elaboración propia.

6.3.2.2. Plantilla de cálculo de índices de presupuestos.

La finalidad de esta plantilla es recolectar los datos de presupuestos y costos de varios proyectos de vivienda en sistema industrializado y conformar una base de datos que sirva como herramienta de comparación y comprobación de cuantías de materiales y de costos. Como se evidencio en el caso de estudio mas del 40% del costo total corresponde a la cimentación y la estructura del proyecto, razón por la cual se formuló la herramienta para recolectar la mayor cantidad de índices de materiales como el concreto y acero.

Tabla 6: Ejemplo: Índices caso de estudio "Proyecto la Hacienda 1"

DATOS INICIALES	LA HACIENDA 1 (CASO ESTUDIO)
NOMBRE DEL PROYECTO	LA HACIENDA 1
CIUDAD	SOACHA
SISTEMA CONSTRUCTIVO	Industrializado
SISTEMA CIMENTACIÓN	Pilas (Caisson)
ACABADOS TIPO	VIS
ALTURA (PISOS)	9.00
M2 VENDIBLE	$ 1,302,274.46
M2 CONSTRUIDO	$ 1,308,875.14
CUANTIAS ACERO KG/M2	
CUANTÍA CIM PROFUNDA (Kg/m2)	7.005
CUANTÍA CIM SUPERFICIAL (Kg/m2)	4.083
CUANTÍA MUROS/COL./PANT. (Kg/m2)	14.6893
CUANTÍA PLACAS (Kg/m2)	16.465
CUANTÍA TOTAL (Kg/m2)	42.243
CUANTIAS CONCRETO M3/M2	
CUANTÍA CIM SUPERFICIAL (m3/m2)	0.037
CUANTÍA MUROS/COL./PANT. (m3/m2)	0.235
CUANTÍA PLACAS (m3/m2)	0.153
CUANTÍA TOTAL (m3/m2)	0.425

Fuente: Elaboración propia.

De los datos obtenidos del caso de estudio, obtenemos unos índices de cuantías que pueden ser comparados con proyectos de similares características. Ejemplo: En mi caso de estudio tengo una cuantía de acero en muros de 14.68 kg/m2 y una cuantía en placas de 16.46 kg/m2. Estas cuantías las puedo comparar con proyectos de similares características en cuanto a número de pisos, estrato del proyecto, ubicación y tipo de cimentación. Así mismo esta herramienta otorga datos de costo por m2 construido y vendible el cual es un dato base para calcular la utilidad y factibilidad del proyecto.

En caso que al comparar con proyectos similares, las cuantías y los índices de costo sean muy diferentes de acuerdo al criterio del profesional, Es preciso generar una alerta de que el presupuesto presenta deficiencias y es pertinente realizar una revisión detallada de las memorias de cálculo de cantidades y fuentes de precios, así como también acudir a los consultores y diseñadores para buscar respuestas referente a la diferencia en las cuantías de los materiales respecto a proyectos de características similares. Finalmente es preciso anotar que la comparación de índices se puede realizar con dos o más proyectos, pero entre mayor sea el número de proyectos que se puedan comparar mayor va a ser la confianza del índice y por ende se tendrán más criterios para evaluar el presupuesto.

7. APORTES Y RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar una revisión de los presupuestos, ya sea utilizando la herramienta en Excel (adjunto N°2) o un método similar, donde se evalúen todos los factores relevantes del proyecto, desde los diseños, materiales, proceso constructivo, mano de obra, equipos y maquinaria. Este análisis detallado proporcionará una base sólida para la elaboración de presupuestos precisos y realistas.

Sugerimos utilizar nuestra plantilla de índices de presupuestos (adjunto N°2), ya que es importante que como empresa o como profesionales se cuente con una base de datos de los proyectos en los cuales se ha participado. En este caso proponemos tener las características

relevantes de cada proyecto y datos de cuantías de materiales, consumo de mano de obra, equipos y maquinaria. Información que servirá como punto de comparación y factibilidad de futuros proyectos.

Es fundamental incluir reservas de contingencia en el presupuesto inicial para hacer frente a posibles imprevistos durante la ejecución del proyecto. Según nuestra investigación con profesionales del sector suelen están entre el 3% a 4% del total del presupuesto. Sin embargo, recomendamos asignar un porcentaje basado en la complejidad y riesgos inherentes al proyecto.

Se sugiere realizar una selección estratégica de proveedores y subcontratistas, priorizando aquellos con experiencia probada en proyectos similares y una sólida reputación en cuanto a calidad y cumplimiento de plazos. La colaboración con proveedores confiables reduce el riesgo de retrasos y sobrecostos.

Es importante que los profesionales involucrados en la elaboración de presupuestos conozcan los procesos constructivos, de contratación, licencias y tramites que conlleva la ejecución de un proyecto, por eso es fundamental las visitas a obra, las capacitaciones y formación del equipo. Esto permitirá adquirir competencias que conllevan a tener presupuestos con información de calidad acorde a la necesidad de cada proyecto.

La implementación de estas recomendaciones es una guía útil para la revisión de presupuestos y control de costos en la construcción de vivienda multifamiliar mediante sistemas industrializados. Al reducir las posibles desviaciones y garantizar la eficiencia en la gestión de costos, se maximiza la probabilidad de obtener una utilidad satisfactoria del proyecto.

8. CONCLUSIONES

La construcción de vivienda multifamiliar en un sistema industrializado requiere de una meticulosa metodología de revisión de presupuestos y control de costos para garantizar la viabilidad financiera del proyecto desde sus etapas tempranas de desarrollo. Después de un análisis de conocimientos previos y datos recolectados por medio de un instrumento de consulta a profesionales del sector, se formulan varias conclusiones que resaltan la importancia del esfuerzo profesional con el propósito de reducir o mitigar la ocurrencia de posibles desviaciones en la ejecución real de un proyecto de construcción y como orientar el desarrollo de actividades hacia la rentabilidad proyectada en la etapa de planeación.

Luego del análisis de los antecedentes y de los resultados obtenidos en el marco de la consulta realizada a los profesionales que fueron seleccionados con el perfil adecuado para participar, lo que requería haber participado en proyectos de construcción de vivienda multifamiliar con sistema industrializado, se presentan las siguientes conclusiones:

- De acuerdo con los datos recolectados y analizados, se concluye que las estimaciones de las cantidades requeridas para los ítems de los precios unitarios presentan un incremento durante la etapa de ejecución; dicho incremento fue valorado por un 53,12% de los profesionales encuestados para el caso del ítem de materiales de obra y un 81,25% para el caso de la mano de obra y los equipos y maquinaria empleada para la ejecución de actividades. La precisión en la estimación inicial es fundamental para evitar desviaciones significativas en etapas posteriores del proyecto. La presente investigación

ha mostrado indicios hacia un planteamiento sobre la implementación de un proceso detallado de análisis de costos desde el inicio permite identificar y anticipar posibles fluctuaciones, lo que facilita la toma de decisiones proactivas para mitigar riesgos financieros. La selección cuidadosa de proveedores y subcontratistas es crucial para mantener el control de costos. El estudio permite concluir que establecer criterios claros de evaluación, incluyendo la experiencia previa, la calidad de los materiales y la capacidad para cumplir con los plazos, contribuye significativamente a evitar sobrecostos y retrasos no previstos.

- En comparación el caso de estudio presentado, se observa un comportamiento con tendencia comparable con los resultados obtenidos de la encuesta; ya que los capítulos en los cuales ocurren sobrecostos están relacionados con mayores cantidades de obra que las estimadas inicialmente se trata de las actividades de *Movimientos de tierras y Cimentación y estructura*, lo que permite inducir que los proyectos de construcción con sistema industrializado requieren una mayor supervisión y control de su presupuesto y costo real para estos capítulos de actividades de obra.
- Dentro de los factores que pueden afectar internamente la ocurrencia de sobrecostos descritos en la sección 6.2.2. del presente documento, se presentan los cinco (5) principales con mayor importancia calificada por los profesionales consultados. Entre estas están: (a.) los diseños definitivos, (b.) el estudio de suelos, (d.) la topografía del lote, (i.) el conocimiento de los procesos constructivos a desarrollar en el proyecto, para determinar los gastos en maquinaria, personal operativo y administrativo de obra y (j.) Estudio de precios del mercado de acuerdo con el entorno del proyecto; los cuales requieren de una alta intervención del factor humano para el análisis y la toma de decisiones. Así las cosas, se puede concluir una incidencia del recurso humano del

personal técnico idóneo para la toma de decisiones y la estimación sobre los estudios técnicos desde la etapa de planeación.

- Se analizó la utilidad de la administración de costos y presupuestos, y su efectiva aplicación a los procesos constructivos de edificaciones, dado que los antecedentes históricos arrojan fallas en la manera en que ejecutan y controlan los procesos; el empleo de la guía propuesta en el presente proyecto de investigación le entrega recomendaciones al profesional interesado en la revisión de un presupuesto de obra dentro de las respectivas revisiones al proceso constructivo; lo que además permitirá, al profesional que consulta este documento, gestionar e inspeccionar la tendencia del comportamiento adecuado de los costos, recursos, procesos y actividades ejecutables, con el propósito de mitigar la ocurrencia de pérdidas económicas para las partes interesadas en el desarrollo según lo planeado de cada proyecto de construcción.
- Con las valoraciones recolectadas por medio de las preguntas que emplean una escala Likert para la consulta de las percepciones de los profesionales encuestados con respecto a factores externos al proyecto de construcción; se observa que existe una tendencia en el comportamiento de factores externos con una frecuencia de ocurrencia baja pero un alto nivel de severidad cuando estos ocurren, como lo son las demoras en la adquisición de permisos, las dificultades financieras de la empresa constructora y las demoras en la toma de decisiones por parte de la empresa constructora. Por lo tanto, se demuestra el impacto de alta severidad de eventos con baja frecuencia y que posiblemente no son contemplados por los encargados de la elaboración de presupuestos de obra. Es decir, se requiere incluir un análisis de eventos de este tipo en la revisión del presupuesto para que se desarrolle de la manera mejor estimada posible.

- A pesar de una planificación meticulosa, es inevitable que surjan cambios inesperados durante la ejecución del proyecto. La presente investigación resalta la importancia de conservar la flexibilidad y la capacidad de adaptación para gestionar con eficacia las situaciones que puedan ocurrir con relación a una variación de los supuestos sobre los que se realice el planteamiento financiero del proyecto. La revisión periódica del comportamiento financiero y la evaluación de alternativas facilita la toma de decisiones basadas en información real que minimice el impacto de los cambios en los costos totales. Así mismo, una comunicación transparente y una coordinación efectiva entre todos los actores involucrados en el proyecto son elementos esenciales para garantizar el éxito en la gestión de costos; se destaca la importancia de establecer canales de comunicación claros y fomentar una cultura colaborativa que promueva la identificación y resolución proactiva de posibles desafíos.
- Finalmente, se obtuvo una valoración personal y subjetiva por parte de cada profesional encuestado sobre su percepción con respecto a la elaboración de presupuestos que son empleados actualmente en el país; de lo cual se induce a una valoración promedio de 3,4 (en una escala de 1 a 5 en nivel de satisfacción), con valoración de 3 con un porcentaje del 43% y una valoración de 2 con un porcentaje del 12,5%. Por lo cual se concluye que, el método que se emplee para la revisión de presupuestos de obra y el control de costos desempeña un papel crítico en la construcción de vivienda multifamiliar en un sistema industrializado y debe analizar las particularidades de cada proyecto, puesto que se evidencia una insatisfacción de los profesionales a cargo de las etapas posteriores puesto que la tendencia es el incremento de todas las estimaciones y supuestos de la etapa de planeación. Al adoptar un enfoque integral que abarque desde la estimación inicial hasta la adaptación flexible durante la ejecución del proyecto, es posible reducir las posibles

desviaciones y mitigar la ocurrencia de eventos desfavorable para la utilidad del proyecto en su etapa de ejecución y entrega.

9. BIBLIOGRAFÍA

Aguilera, R. y Sepúlveda, F. (2005). La evaluación de proyectos de inversión para la toma de decisiones. *Informe Económico Regional, Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas de la Universidad de Concepción*, P. 91- 100. Recuperado de https://www.udec.cl/~rea/REVISTA%20PDF/Rev64/art5rea64.pdf

Almanza, L., Cadavid, R. (2021). *Principales factores causales del sobrecosto en proyectos de construcción colombianos: una consulta a profesionales del sector.* (Tesis de pregrado). Universidad Católica de Bogotá, Colombia.

Bergstrand, J. (1985). *La ecuación de gravedad en el comercio internacional: algunos fundamentos microeconómicos y evidencia empírica.* Revisión de economía y estadística, 67(3), 474-481. https://doi.org/10.2307/1925976

Burbano, J. (2005). *Presupuestos, Enfoque de gestión, planeación y control de recursos*; Tercera Edición, Universidad del Valle, Editorial Mc Graw Hill. Recuperado de burbano-presupuestos-enfoque-de-gestic3b3n.pdf

Castro, D. (2018). *Indicadores de alerta de desviaciones presupuestales en proyectos de vivienda. caso de estudio: proyecto sol naciente.* (Tesis de grado). Universidad Católica de Colombia, Bogotá, Colombia.

Chang, M. (2014). *Propuesta y evaluación de la aplicación del sistema de construcción industrializada modular*. Tesis para optar al grado de Ingeniero Civil en la Pontificia universidad católica del Perú, Lima.

Dinero. (5 de agosto de 2015). Los precios del dólar ponen a pensar a los constructores colombianos. DOI:10.53995/23463279.464

Echavarría, J. y Arbeláez, M. (2003). *Tasa de cambio y crecimiento económico en Colombia durante la última década.* (Borradores de Economía, 338). Banco de la República. Recuperado de https://www.banrep.gov.co/docum/ftp/borra338.pdf

El País. (25 de julio de 2022). El negocio de la vivienda empuja la reactivación, ¿cómo está y para dónde va? *El País*. Recuperado de https://www.elpais.com.co/economia/el-negocio-de-la-vivienda-empuja-la-reactivacion-como-esta-y-para-donde-va.html

Feria, H., Matilla, M. y Mantecón S. (2020). *La entrevista y la encuesta: ¿métodos o técnicas de indagación empírica?* Recuperado de https://revistas.ult.edu.cu/index.php/didascalia/article/view/992/997

Jacinto, D. (2019). *Risk Simulator en la evaluación de la rentabilidad económica financiera en la empresa minera Winchusmayo E.I.R.L*. (Tesis de grado). Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú.

López, L. (2019). *Resultados exitosos en proyectos bajo los lineamientos del Project Management Institute*. (Tesis de grado). Universidad Católica de Colombia. Bogotá, Colombia.

Lozano, S., Patiño, I., Gómez, A., Torres, A. (2018) *Identificación de factores que generan diferencias de tiempo y costos en proyectos de construcción en Colombia*. Facultad de ingeniería y ciencia. Universidad EAFIT, Colombia.

Medina, S. (2019). *Diseño de procedimientos de control interno para gestión administrativa en empresa constructora Cimetcorp S.A*. (Tesis de grado). Universidad de Guayaquil. Guayaquil, Ecuador

Ministerio de vivienda, ciudad y territorio- MVTC, Fondo nacional de vivienda FONVIVIENDA (2019), Manual de supervisión e interventoría.

Miranda, J. (2000). *Gestión de proyectos: Identificación, formulación, evaluación financiera, económica, social, ambiental. Gestión de proyectos: Identificación, formulación, evaluación financiera, económica, social, ambiental*. Bogotá: MM EDITORES, 2000. Recuperado de https://leidanoguera.wordpress.com/wp-content/uploads/2014/04/gestic3b3n-de-proyectos-juan-josc3a9-miranda.pdf

Moreno, L. y Tamayo, D. (2020). *Análisis de sobrecostos presentados en los proyectos, caso contrato "construcción de la avenida Tintal desde la avenida bosa hasta la avenida Manuel cepeda Vargas y obras complementarias – tramo 8, en Bogotá, D.C, año 2019*. (Tesis de grado). Universidad Católica de Colombia, Bogotá, Colombia.

Moreno, N, Sánchez, L y Veloza, J. (2018). *Introducción a la gerencia de proyectos, conceptos y aplicación*. Bogotá: Ediciones EAN, 2018. pág. 260. Recuperado de https://editorial.universidadean.edu.co/media/acceso-abierto/Introduccion-a-la-gerencia-de-proyectos-conceptos-y-aplicacion-ean.pdf

Project Management Institute - PMI (2004). *Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos* (Guía del PMBOK) Tercera Edición. Project Management Institute, Four Campus Boulevard, Newtown Square, PA 19073-3299 EE.UU.

Rasdorf, W. (1991). Integración del control de costos y cronogramas: problemas y necesidades. Journal of *Construction Engineering and Management*, 486-502. Recuperado de https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9364(1991)117:3(486

Reinhart, C. M. (1995). *Devaluación, precios relativos y comercio internacional: evidencia de países en desarrollo*. Documentos del personal (Fondo Monetario Internacional), 42(2), 290-312. Recuperado de https://doi.org/10.2307/3867574

Saiz, A. (06 de julio de 2022). Reflexiones sobre la evolución del mercado inmobiliario en América Latina: realidades y sueños. *Urban Economics Lab*. Recuperado de https://cre.mit.edu/news-insights/urban-economics-lab-and-la-haus-uncover-extent-of-housing-needs-in-mexico-and-colombia/

Sarmiento, J. (2017). *Vivienda industrializada: antecedentes en el mundo y propuesta al déficit de vivienda social en Colombia Cuadernos de Vivienda y Urbanismo*, vol. 10, núm. 20, julio-diciembre, 2017, pp. 79-96 Pontificia Universidad Javeriana Bogotá, Colombia. Recuperado de https://www.redalyc.org/pdf/6297/629768816006.pdf

Silva, Omar Javier (2011). Formaletas para la construcción con sistemas industrializados. Bogotá. Disponible en: http://blog.360gradosenconcreto.com/formaletas-para-la-construccion-con-sistemas-industrializados/

Torres, A. (15 de febrero de 2024). La estrategia de Camacol para reactivar el sector de la vivienda. *La República*. Recuperado de https://www.larepublica.co/economia/camacol-indico-estrategia-para-reactivar-sector-vivienda-con-2-4-billones-3801897

Trujillo, C. y Oñate, J. (2021). *Diseño e implementación del formato de informe ejecutivo mensual de interventoría para la aplicación contractual*. (Tesis de grado). Universidad Santo Tomás, Bucaramanga. Colombia.

Walter, F. (27 de agosto de 2023). La coyuntura de la vivienda en Colombia: una tormenta perfecta. *Razón Pública*. Recuperado de https://razonpublica.com/la-coyuntura-la-vivienda-colombia-una-tormenta-perfecta/