

Análisis de los factores que influyen en la desviación de los costos en la construcción y/o remodelación de colegios públicos en Bucaramanga en el periodo 2019-2023

María Edith Conde Lizcano y María José Peñaloza Ríos

Trabajo de grado para optar a el título de Especialista en Interventoría y Supervisión de la Construcción

Director

David Ernesto Gómez Contreras

Magister en Ingeniería Civil

Universidad Santo Tomás, Bucaramanga

División de Ingenierías y Arquitectura

Especialización en Interventoría y Supervisión de la Construcción

2025

Contenido

1.	Introducción	14
2.	Justificación	16
3.	Planteamiento del problema.....	18
3.1.	Descripción del problema	18
3.2.	Formulación del problema	20
3.3.	Objetivos de la investigación	21
3.3.1.	Objetivo general.....	21
3.3.2.	Objetivos específicos	21
4.	Marco referencial	22
4.1.	Estado del arte/antecedentes	22
4.1.1.	Antecedente internacional.....	22
4.1.2.	Antecedentes nacionales	27
4.1.3.	Antecedentes regionales o locales	32
4.2.	Marco teórico	36
4.2.1.	Fase de planificación según el PMBOK	36
4.2.2.	Fase de ejecución	37
4.2.3.	Gestión de la calidad	38
4.2.4.	Alcance de un proyecto.....	38

4.2.5. Función de la interventoría y el PMI	39
4.2.6. Obras civiles públicas en Colombia: enfoque en la educación y las instituciones educativas de Santander.....	40
4.2.7. Gestión de costos y desviaciones.....	42
4.2.8. Riesgos.....	42
4.3. Marco jurídico.....	43
4.3.1. Norma Técnica Colombiana (NTC).....	43
4.3.2. ISO 9000	43
4.3.3. Metodología PMBOK.....	43
4.3.4. Norma Sismo Resistente NSR-10.....	44
4.3.5. Ley 80 de 1993.....	44
4.3.6. Ley 1618 de 2013.....	44
4.3.7. RETIE	44
4.3.8. RETILAP	45
4.3.9. SECOP y Colombia Compra Eficiente	45
4.3.10. Ley 1150 de 2007.....	45
4.3.11. Decreto 1082 de 2015	45
4.3.12. Ley 400 de 1997.....	45
4.4. Marco conceptual.....	46

4.4.1. Desviación de costos.....	46
4.4.2. Construcción y remodelación	46
4.4.3. Gestión de proyectos.....	46
4.4.4. Infraestructura educativa.....	47
4.4.5. Sobrecostos	47
5. Metodología.....	47
5.1. Tipo de investigación.....	47
5.2. Diseño de la investigación	48
5.3. Enfoque de la investigación.	49
5.4. Variables o categorías de la investigación.....	50
5.4.1. Variables cuantitativas	50
5.4.2. Categorías cualitativas	51
5.5. Hipótesis o supuestos.....	53
5.5.1. Hipótesis general.....	53
5.5.2. Hipótesis específicas.....	54
5.6. Población y muestra poblacional	54
5.7. Técnicas e instrumentos de recolección de información	57
5.7.1. Caracterizar los proyectos estudiados.....	57
5.7.2. Identificar patrones y tendencias	57

5.7.3.	Examinar la relación entre costos y ejecución	58
6.	Resultados de la investigación	58
6.1.	Identificación de contratos y distribución de los recursos destinados a la educación en los diferentes sectores de Bucaramanga.	59
6.2.	Identificación de desviación en costos de los proyectos estudiados	64
6.2.1.	Intervalo de Confianza para la Proporción muestral (99%).....	66
6.2.2.	Relación del presupuesto contratado respecto al presupuesto final de la muestra (35 contratos).....	67
6.3.	Identificación de factores generadores de desviaciones en los costos	70
6.3.1.	Desviaciones en los costos generadas por ofertas adjudicadas inferiores al 96% del presupuesto oficial	71
6.3.2.	Frecuencia de Factores de riesgo en la desviación de costos y plazo en 35 Contratos analizados.....	73
6.3.3.	Determinar principales factores que generan desviaciones en los costos.	80
6.3.4.	Determinar principales factores que generan desviaciones en el plazo afectando directamente los costos.	85
6.4.	Análisis de la interventoría en los contratos estudiados.	89
6.5.	Importancia de la Interventoría en la Etapa de Planeación, Estudios y Diseños de Proyectos de Infraestructura	90
6.6.	Análisis de la participación de proponentes (SECOP I y SECOP II)	93

7.	Recomendaciones	96
7.1.	Recomendaciones para Mitigar la Desviación en Costos causados por modificaciones Contractuales (C1).	97
7.1.1.	Recomendación 1.....	97
7.1.2.	Recomendación 2.....	97
7.1.3.	Recomendación 3.....	97
7.1.4.	Recomendación 4.....	98
7.1.5.	Recomendación 5.....	98
7.2.	Recomendaciones para Mitigar la desviación costos generada por las Modificaciones de ítems y cantidades (mayores y menores cantidades), (C2).....	99
7.2.1.	Recomendación 1.....	99
7.2.2.	Recomendación 2.....	99
7.2.3.	Recomendación 3.....	99
7.2.4.	Recomendación 4.....	100
7.2.5.	Recomendación 5.....	100
7.2.6.	Recomendación 6.....	101
7.3.	Recomendaciones para Mitigar la desviación en los costos por la causa de los ítems no previstos (C3).....	101
7.3.1.	Recomendación 1.....	101

7.3.2. Recomendación 2.....	101
7.3.3. Recomendación 3.....	102
7.3.4. Recomendación 4.....	102
7.3.5. Recomendación 5.....	103
7.3.6. Recomendación 6.....	103
7.4. Recomendaciones para Mitigar la Desviación en costos por la Modificación del alcance de actividades contratadas (C4).....	103
7.4.1. Recomendación 1.....	104
7.4.2. Recomendación 2.....	104
7.4.3. Recomendación 3.....	104
7.4.4. Recomendación 4.....	105
7.4.5. Recomendación 5.....	105
7.4.6. Recomendación 6.....	105
7.4.7. Recomendación 7.....	106
7.5. Recomendaciones para Mitigar la Desviación en costos generado por Irregularidades en el terreno (C5).....	106
7.5.1. Recomendación 1.....	106
7.5.2. Recomendación 2.....	107
7.5.3. Recomendación 3.....	107

7.5.4. Recomendación 4.....	108
7.5.5. Recomendación 5.....	108
8. Conclusiones	110

Lista de tablas

Tabla 1. Instituciones y sedes en los contratos identificados.....	60
Tabla 2. Distribución de la inversión por comunas en colegios públicos de Bucaramanga (2019-2023).	62
Tabla 3. Proyectos institucionales en Bucaramanga.	64
Tabla 4. Cálculo de la muestra.....	67
Tabla 5. Desviación de costo en procesos estudiados.....	68
Tabla 6. Ubicación de actas donde se registra las desviaciones.	74
Tabla 7. Factores de costo encontrados en los contratos.	78
Tabla 8. Factores de tiempo encontrados en los contratos.....	79
Tabla 9. Factores de costo encontrados en los contratos.	80
Tabla 10. Factores de desviación de costos en procesos estudiados.....	81
Tabla 11. Factores causantes de desviacion en el tiempo encontrados en los contratos.....	85
Tabla 12. Factores de desviación en el tiempo identificados en cada contrato	85
Tabla 13. Recomendaciones para Mitigar Desviaciones en Costos Contractuales.....	109

Lista de figuras

Figura 1. Mapa de comunas de Bucaramanga.	63
Figura 2. Distribución de Inversión por comunas en colegios públicos de Bucaramanga (2019-2023).	63
Figura 3. Contratos adjudicados más del 5% abajo del presupuesto oficial.	72
Figura 4. Contratos adjudicados abajo del presupuesto oficial.	73
Figura 5. Frecuencia de costos por proceso.	82
Figura 6. Factores de riesgo con sus valores normalizados.	84
Figura 7. Frecuencia en aparición de factores de desviación en tiempo por proceso.	87
Figura 8. Factores de riesgo con sus valores normalizados.	88
Figura 9. Número de proponentes en los contratos del SECOP I y SECOP II.	94

Lista de ecuaciones

(1)..... 67

(2)..... 70

(3)..... 79

Resumen

La desviación de costos en proyectos de construcción es un problema relevante en Colombia, con impactos económicos y financieros para el sector. Este fenómeno refleja la diferencia entre los costos estimados y reales. En Colombia, el SECOP es la plataforma para gestionar y publicar procesos de obra pública, incluyendo proyectos educativos. Sin embargo, en Bucaramanga (Santander) se han detectado discrepancias entre costos previstos y ejecutados en la construcción de colegios, atribuibles a fallas en planificación, gestión y supervisión.

A partir de una revisión de la literatura y el análisis de 35 procesos de construcción o remodelación de colegios públicos en Bucaramanga en los últimos cinco años, se identificaron cinco factores asociados a desviaciones de costos y siete relacionados con ampliaciones de plazos contractuales. Para evaluar el impacto de los factores de riesgo, se usaron dos criterios: frecuencia (número de veces que un factor se presentó) y valor normalizado (impacto de 0 a 1, siendo 0 el más negativo). Esta metodología permitió jerarquizar los factores, priorizando los de alta frecuencia y mayor impacto negativo.

El análisis destacó dos factores clave: deficiente planificación, con alta recurrencia e impacto en sobrecostos, y modificaciones durante la ejecución, frecuentes y con efecto directo en el presupuesto. Estos factores fueron la base para proponer recomendaciones orientadas a reducir desviaciones y mejorar la eficiencia en el uso de recursos públicos en infraestructura educativa de Bucaramanga.

Palabras clave: desviación de costos, gestión de proyectos, estimación de costos, infraestructura educativa

Abstract

Cost deviations in construction projects are a significant issue in Colombia, with economic and financial impacts on the sector. This phenomenon refers to the gap between estimated and actual costs. In Colombia, the SECOP platform is used to manage and publish public works processes, including educational infrastructure projects. However, in Bucaramanga (Santander), discrepancies have been found between estimated and actual costs in school construction, mainly due to shortcomings in planning, project management, and supervision.

Based on a literature review and an analysis of 35 school construction or renovation projects in Bucaramanga over the past five years, five factors related to cost deviations and seven related to contract deadline extensions were identified. To assess the impact of these risk factors, two criteria were applied: frequency (how often each factor occurred) and normalized value (impact on a scale from 0 to 1, with 0 being the most negative). This method allowed for the prioritization of high-frequency, high-impact factors.

The analysis highlighted two key issues: poor project planning, which was frequent and strongly linked to cost overruns, and design changes during execution, which were also common and directly increased budgets. These factors served as the foundation for recommendations aimed at reducing cost deviations and improving the efficiency of public resource management in Bucaramanga's educational infrastructure.

Keywords: cost deviation, project management, cost estimation, educational infrastructure

1. Introducción

La desviación de costos en la construcción y/o remodelación de edificaciones en Colombia representa un problema que impacta negativamente la eficiencia del gasto público y la ejecución de obras en la industria de la construcción, especialmente en sectores estratégicos como la educación. Esta desviación se refiere a la diferencia entre los costos estimados y los costos reales de un proyecto, lo que puede generar consecuencias económicas y financieras tanto para el sector público como para el privado (Cámara Colombiana de la Construcción - Camacol, 2020).

Uno de los principales mecanismos para conocer esta situación en el contexto colombiano es el Servicio Electrónico de Contratación Pública (SECOP), plataforma administrada por la Agencia Nacional de Contratación Pública - Colombia Compra Eficiente (2019), es una fuente clave que permite el acceso a los contratos de obra pública. El análisis de esta base de datos es fundamental para comprender cómo se invierten los recursos públicos. Entender y controlar las desviaciones de costos permite una mejor planificación territorial y una distribución más eficiente de los recursos públicos (DNP, 2020).

A nivel internacional, las desviaciones de costos son un fenómeno ampliamente documentado. Estudios como los de Flyvbjerg et al. (2002) señalan que cerca del 70% de los proyectos de infraestructura en el mundo presentan sobrecostos, con una desviación promedio del 28%. En el contexto colombiano, investigaciones recientes reflejan patrones similares, con sobrecostos frecuentes que rondan el 20% al 30% en proyectos públicos (Pérez & Rojas, 2021; Contraloría General de la República, 2022). Estas cifras evidencian la magnitud del problema y su impacto en la eficiencia del gasto público, reducir estas diferencias permitiría gestionar los recursos de manera más eficiente y destinarlos a otros proyectos.

De acuerdo con un estudio reciente, a pesar de los esfuerzos por mitigar los sobrecostos en proyectos de construcción, alrededor del 93 % de los proyectos analizados en instituciones de educación superior presentaron incrementos en el presupuesto, siendo la mayoría de entre el 5 % y el 10 %. El análisis evidenció que medidas como la planificación del proyecto, la evaluación de ofertas y una adecuada selección de contratistas tienen un efecto positivo sobre causas frecuentes como las deficiencias en la planificación, estimaciones inexactas y problemas de gestión contractual. (Alhammad et al., 2024).

Particularmente en Bucaramanga, Santander, la construcción de colegios públicos ha enfrentado desafíos importantes en cuanto al control de costos. A partir de una revisión sistemática de la información publicada en el SECOP sobre 35 contratos adjudicados entre 2019 y 2023 para la construcción y/o remodelación de colegios públicos en Bucaramanga, se identificaron discrepancias significativas entre los valores inicialmente estimados y los costos finales reportados. Estas desviaciones se han asociado a fallas en la planificación, debilidades en la gestión y control del proyecto, y deficiencias en la supervisión técnica (Observatorio de Contratación Estatal, 2023).

En esta monografía se identifican y analizan las principales causas de estas desviaciones, lo que permitió establecer un diagnóstico de los factores críticos. A partir de estos hallazgos, se proponen recomendaciones orientadas a mejorar la gestión de costos en las etapas de estimación, planificación y ejecución. La implementación de estas buenas prácticas podría contribuir no solo a cerrar las brechas actuales, sino también a optimizar el uso de los recursos públicos y contribuir a la distribución más eficiente de los recursos en proyectos destinados a la infraestructura educativa.

Análisis de los factores que influyen en la desviación de los costos en la construcción y/o remodelación de colegios públicos en Bucaramanga en el periodo 2019-2023

2. Justificación

La propuesta de investigación busca analizar los factores que influyen en la desviación de los costos en los proyectos de construcción y/o remodelación de colegios públicos en Bucaramanga durante el periodo 2019-2023, esta problemática adquiere especial relevancia debido al impacto directo que los sobrecostos generan en la eficiencia del uso de los recursos públicos, así como en la calidad y oportunidad de la infraestructura educativa que se entrega a la comunidad.

Para abordar esta situación, se plantea realizar un análisis detallado de contratos públicos relacionados con estos proyectos, identificando aquellos en los que se presentan desviaciones significativas respecto al presupuesto inicialmente aprobado. La fuente principal de información será el Servicio Electrónico de Contratación Pública (SECOP), plataforma oficial del Estado colombiano que garantiza el acceso transparente y confiable a los datos contractuales.

A través de este análisis, se busca identificar las principales causas que originan los sobrecostos, tales como deficiencias en la fase de planeación, problemas en la supervisión o interventoría, o inadecuadas estimaciones presupuestales. Comprender estos factores permitirá proponer soluciones que contribuyan a una gestión más eficiente y responsable de los recursos destinados a la infraestructura educativa, fortaleciendo así los procesos de contratación pública y el desarrollo institucional en la ciudad.

El beneficio social de esta propuesta radica en la mejora de la calidad educativa. Una infraestructura educativa adecuada y bien gestionada es fundamental para un entorno de

aprendizaje óptimo. Los estudiantes necesitan espacios físicos bien diseñados y funcionales para desarrollar su potencial académico, lo cual impacta directamente en los índices de desempeño educativo. Además, al reducirse los sobrecostos y garantizar la ejecución eficiente de los proyectos, se podrán destinar más recursos a otras áreas críticas de la educación, como la capacitación docente, la adquisición de materiales educativos y la implementación de tecnologías que mejoren el proceso de enseñanza-aprendizaje. De esta manera, la propuesta contribuirá no solo a la mejora de las condiciones físicas de las escuelas, sino también a una mayor equidad y calidad en el sistema educativo de la ciudad.

Desde una perspectiva metodológica y disciplinar, esta investigación representa una aportación valiosa al campo de la administración pública y la gestión de proyectos. La metodología que se empleará permitirá realizar un análisis riguroso de los contratos públicos, utilizando una base de datos oficial y accesible, lo que garantizará la fiabilidad de los resultados. Este enfoque no solo ayudará a comprender las causas de los sobrecostos, sino que también ofrecerá una guía práctica para la mejora de la gestión de proyectos de infraestructura pública. Además, la investigación podrá servir como un recurso para otros profesionales y académicos interesados en profundizar en el manejo eficiente de los recursos públicos, promoviendo buenas prácticas en la planificación, ejecución y control de proyectos de construcción pública.

En caso de no respaldarse esta propuesta, se seguirían presentando los mismos problemas de sobrecostos y dilaciones en los proyectos de infraestructura educativa en Bucaramanga, lo que afectaría negativamente la calidad de la educación. Los recursos destinados a mejorar las infraestructuras no se utilizarían de manera eficiente, y los proyectos podrían extenderse indefinidamente, retrasando la mejora de las condiciones educativas. Además, la falta de un

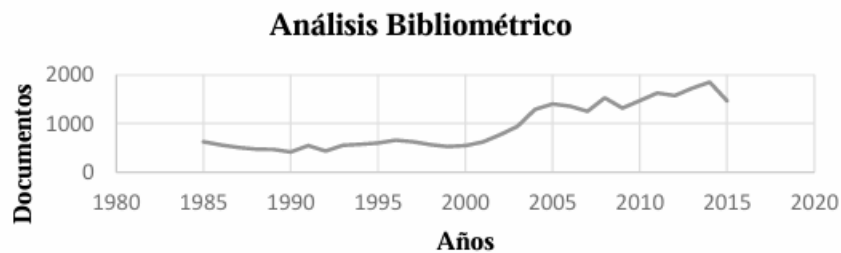
análisis sistemático sobre las causas de los sobrecostos podría perpetuar malas prácticas en la gestión de los recursos públicos, lo que resultaría en una continua pérdida de confianza por parte de la ciudadanía en la gestión del Estado. La ausencia de un respaldo a esta propuesta significaría desaprovechar una oportunidad para mejorar la eficiencia en la utilización de los fondos públicos y la calidad de los servicios educativos, elementos esenciales para el progreso y bienestar de la comunidad.

3. Planteamiento del problema

3.1. Descripción del problema

La desviación de costos en la construcción y/o remodelación de edificaciones en Colombia es un problema de gran relevancia que afecta significativamente a la industria de la construcción en el país, esta se refiere a la diferencia entre los costos estimados y los costos reales de un proyecto de construcción, lo que puede generar importantes consecuencias económicas y financieras.

Para contextualizar lo anterior es válido citar estudios realizados por la Universidad Industrial de Santander en donde se afirma la realización de “análisis bibliométrico de las publicaciones relacionadas con las desviaciones de costo en proyectos de ingeniería y construcción desde 1980 hasta 2016 mediante la base de datos Scopus como se observa en la figura 1.” (Vargas, et al.,2017).

Figura 1 . *Análisis bibliométrico desviaciones de costos en los proyectos.*

Tomado de Vargas, et al. (2017).

En la figura anterior se evidencia un crecimiento en las desviaciones de costo desde 1980 hasta 2016, pero se puede demostrar un aumento en el crecimiento en la revisión bibliográfica del tema desde el año 2005 en adelante. Existen diversos factores que contribuyen a la desviación de costos en la construcción de edificaciones nuevas en Colombia.

Desde el contexto internacional, la problemática se puede evidenciar desde las obras civiles, pues se observa que alrededor de 7 de cada 10 contratos presentan una diferencia significativa entre los costos previstos y los finales, con un aumento aproximado del 24%. A nivel global, estas variaciones alcanzan un 28%, evidenciando una discrepancia entre lo planificado y lo que se ejecuta (Flyvbjerg et al., 2002). Reducir estas diferencias permitiría gestionar los recursos de manera más eficiente y destinarlos a otros proyectos o a otras actividades de obra.

Un análisis reciente de (Alhammad et al., 2024). sobre proyectos de construcción en instituciones de educación superior reveló que, a pesar de los esfuerzos implementados para controlar los costos, aproximadamente el 93 % de los proyectos examinados experimentaron sobrecostos, siendo la mayoría de estos entre el 5 % y el 10 %. El estudio identificó que medidas como una planificación integral del proyecto, una evaluación rigurosa de las ofertas y una selección adecuada de contratistas tienen un impacto positivo en la mitigación de causas comunes

de sobre costos, tales como estimaciones inexactas, deficiencias en el diseño y problemas en la gestión contractual.

En la actualidad, la construcción de infraestructura educativa enfrenta desafíos significativos relacionados con la gestión de costos. Especialmente en ciudades como Bucaramanga. A partir de una revisión en el SECOP de los contratos de obra pública de los últimos cinco años destinados a la construcción de colegios en Bucaramanga, Santander, se identificaron discrepancias significativas entre los costos estimados y los costos finales. Estas desviaciones en los costos se atribuyen, en algunos casos, a deficiencias en la planificación de los proyectos, y en otros, a fallas en la gestión y control por parte de la interventoría.

Se identificaron las principales deficiencias en los contratos de construcción y/o remodelación de colegios públicos, lo que permitió realizar un análisis y formular recomendaciones orientadas a mejorar la gestión de costos en las etapas de estimación, planificación y control de ejecución. Estas medidas buscan reducir las brechas asociadas a las desviaciones actualmente observadas. Además, la implementación de buenas prácticas podría contribuir a la distribución más eficiente de los recursos en estos proyectos.

3.2. Formulación del problema

¿Cuáles son los factores claves que contribuyen a la desviación de los costos en los proyectos de construcción y remodelación de colegios públicos en Bucaramanga en el periodo 2019-2023?

3.3. Objetivos de la investigación

3.3.1. *Objetivo general*

Analizar los principales factores que han contribuido a las desviaciones de costos en los proyectos de construcción y/o remodelación de colegios públicos en Bucaramanga en el periodo 2019-2023 recomendando acciones correctivas que garanticen la eficiencia en la asignación y uso de los recursos públicos de futuros proyectos educativos.

3.3.2. *Objetivos específicos*

Identificar los colegios públicos de Bucaramanga que hayan realizado proyectos de construcción y/o remodelación durante el periodo 2019-2023.

Determinar las principales causas de las desviaciones en los costos de los proyectos de construcción y/o remodelación de colegios públicos en Bucaramanga, durante el periodo 2019-2023, por medio del método de análisis de frecuencia de datos

Proponer un conjunto de recomendaciones dirigidas a optimizar la eficiencia en la asignación y uso de los recursos públicos en futuros proyectos de construcción y/o remodelación de colegios públicos en Bucaramanga.

4. Marco referencial

4.1. Estado del arte/antecedentes

4.1.1. Antecedente internacional

Se presenta la recopilación de investigaciones que identificaron los factores que sirven como base para esta investigación, teniendo en cuenta los porcentajes a nivel nacional e internacional en la desviación de costos.

El estudio titulado *Factors Influencing the Construction Cost of Industrialised Building System (IBS) Projects* fue realizado por Bari et al. (2012) en Malasia, con el objetivo de identificar los factores que influyen en los costos de los proyectos de construcción que utilizan el Sistema de Edificación Industrializada (IBS). La investigación se llevó a cabo a través de un enfoque cuantitativo, utilizando encuestas aplicadas a expertos de la industria de la construcción en Malasia, con el fin de obtener una visión clara sobre los factores determinantes en los costos. Los resultados revelaron que factores como la planificación inadecuada, la falta de experiencia técnica, los costos laborales elevados y la selección inapropiada de materiales fueron los más influyentes en los sobrecostos de los proyectos que emplean el IBS.

En cuanto a las conclusiones, los autores indicaron que una correcta gestión de estos factores puede reducir significativamente los sobrecostos y mejorar la eficiencia en los proyectos. Además, destacaron la necesidad de optimizar la planificación y gestión del tiempo, así como de mejorar la capacitación técnica de los involucrados en los proyectos. La pertinencia de este estudio es significativa, ya que las conclusiones y recomendaciones obtenidas no solo son relevantes para

el contexto malasio, sino que también pueden aplicarse a otros países con condiciones similares en la industria de la construcción. Las estrategias propuestas podrían ser fundamentales para mejorar la planificación, ejecución y control de costos en proyectos de infraestructura en diversos contextos internacionales (Bari et al., 2012).

El estudio titulado *Factors causing cost variation for constructing wastewater projects in Egypt* fue realizado por Aziz (2013) en Egipto, con el objetivo de identificar los factores que influyen en la desviación de los costos en obras civiles, particularmente en proyectos de tratamiento de aguas residuales. La investigación se llevó a cabo mediante un enfoque cuantitativo utilizando el índice de importancia relativa para clasificar 52 factores que afectan los costos en estos proyectos. Los resultados revelaron que la falta de planificación adecuada, los imprevistos en el suministro de materiales y la deficiencia en la gestión del tiempo fueron algunos de los factores más relevantes que causaban desviaciones en los costos.

En otro estudio realizado por Rahman et al. (2013) en Malasia, se aplicaron 400 cuestionarios para identificar los factores que causan sobrecostos en proyectos de construcción. Los resultados de esta investigación identificaron 35 factores, de los cuales muchos coincidieron con los encontrados en el estudio de Aziz. Estos factores se clasificaron según su relevancia y contribuyeron significativamente a la base de datos utilizada para la investigación en cuestión. Entre los factores más destacados se encuentran la inexperiencia en la gestión de proyectos, los cambios inesperados en el alcance del proyecto y los problemas en la coordinación entre las partes involucradas. La pertinencia de estos estudios radica en su aplicabilidad para mejorar la gestión de los proyectos de construcción en diversas regiones. Las investigaciones realizadas en Egipto y Malasia proporcionan un marco valioso para la identificación de factores que afectan los costos,

los cuales pueden ser utilizados como base para optimizar la planificación, ejecución y control de costos en futuros proyectos, no solo en los contextos de estos países, sino también en otros con características similares en la industria de la construcción. La clasificación y análisis de estos factores permiten formular estrategias para mitigar los riesgos de sobre costos y mejorar la eficiencia en los proyectos (Aziz, 2013).

El estudio titulado *An exploration into cost-influencing factors on construction projects* fue realizado por Cheng (2014) en Taiwán, con el objetivo de identificar y analizar los factores que influyen en los costos de los proyectos de construcción. La investigación se centró en comprender cómo diferentes variables afectan la gestión financiera en proyectos de infraestructura. Utilizando el índice de importancia relativa, Cheng identificó un total de 42 factores que contribuyen a las variaciones de los costos en proyectos de construcción en Taiwán. La metodología utilizada en este estudio consistió en una combinación de encuestas a expertos en la industria de la construcción y el análisis de datos obtenidos de diversos proyectos en Taiwán. Los resultados indicaron que los factores más relevantes que afectan los costos son la falta de planificación adecuada, los cambios en los requisitos del cliente, las fluctuaciones en los precios de los materiales y los retrasos en el cronograma. Estos factores fueron clasificados según su impacto en los costos, lo que permitió identificar áreas críticas donde se puede intervenir para reducir los sobre costos.

La pertinencia de este estudio radica en su utilidad para mejorar la gestión de proyectos de construcción, no solo en Taiwán, sino en otros países que enfrentan problemas similares en cuanto a la desviación de los costos. La identificación y clasificación de estos 42 factores proporciona un marco valioso para la mejora en la planificación, ejecución y control de costos en proyectos de

construcción, permitiendo una mejor toma de decisiones y optimización de recursos en futuros proyectos de infraestructura (Cheng, 2014).

El estudio en Riad, Arabia Saudita, titulado *Modeling the Causes and Mitigation Measures for Cost Overruns in Building Construction: The Case of Higher Education Projects* (Alhammad et al., 2024). et al. 2024) analiza las causas de los sobrecostos en proyectos de construcción de instituciones de educación superior y propone medidas de mitigación. Utilizando un enfoque cuantitativo, los autores identifican factores clave que contribuyen a las desviaciones de costos, como una planificación deficiente, cambios en el alcance del proyecto y una gestión ineficaz. Además, el estudio sugiere estrategias para mitigar estos sobrecostos, incluyendo una mejor planificación, una gestión de riesgos más efectiva y una comunicación clara entre las partes interesadas.

Este estudio es relevante para la monografía, ya que proporciona un marco teórico y metodológico aplicable al contexto local. Aunque el estudio se centra en instituciones de educación superior, los factores identificados y las estrategias de mitigación propuestas pueden ser adaptados para abordar los desafíos específicos en la construcción y remodelación de colegios públicos en Bucaramanga. La comprensión de estas causas y soluciones potenciales puede contribuir a mejorar la eficiencia y la gestión de costos en proyectos educativos locales (Alhammad et al., 2024).

El estudio titulado *Causes of Delay and Cost Overrun for Educational Building Projects in Egypt* fue realizado por Gebrel, Assaf, Atef y Awad (2021) y se desarrolló en Egipto. Esta investigación tiene como objetivo identificar y evaluar las principales causas que generan retrasos y sobrecostos en proyectos de construcción de edificaciones educativas, tanto públicas como privadas, dentro del contexto egipcio. A partir de una revisión bibliográfica y el análisis de

encuestas aplicadas a 130 profesionales del sector (consultores, contratistas y propietarios), se identificaron 40 factores causales agrupados en siete categorías principales. El estudio destaca elementos críticos como deficiencias en la planificación, financiamiento inadecuado, cambios de diseño durante la ejecución y demoras en la toma de decisiones, los cuales afectan significativamente el desempeño del proyecto.

Este trabajo resulta de gran importancia para el desarrollo de la presente monografía, ya que proporciona una base comparativa para analizar problemáticas similares en proyectos educativos en contextos latinoamericanos, especialmente en Colombia. Además, permite establecer estrategias de prevención y mitigación ante situaciones que comprometen el cumplimiento de los objetivos en tiempo y costo en la gerencia de proyectos de infraestructura educativa. (Gebrel et al. 2021).

Este estudio se llevó a cabo en Ghana, África Occidental. "Comparative assessment of construction cost overruns: A case study of regional distribution in Ghana", realizado por George Harrison Coffie y Clinton Ohis Aigbavboa, fue publicado en 2020 en la revista *African Journal of Science, Technology, Innovation and Development*. Este análisis se centra en la evaluación comparativa de los sobrecostos en proyectos de construcción de edificaciones educativas en Ghana, completados entre 2011 y 2016. El objetivo principal fue determinar la magnitud de la variación entre el costo inicial adjudicado por contrato y el costo real al finalizar los proyectos.

Los resultados revelaron que el 95,9% de los 911 proyectos analizados experimentaron sobrecostos, con un promedio del 23,7%, y en algunos casos alcanzando hasta el 95,9%. En términos monetarios, esto representó un sobrecosto total de aproximadamente 47,65 millones de cedis ghaneses. La duración promedio de los proyectos fue de 9 meses, con un costo medio por

proyecto de 164.569,20 cedis ghaneses. (Coffie et al., 2019). La importancia de este estudio para una monografía radica en su contribución al entendimiento de los factores que influyen en los sobrecostos de proyectos de construcción, especialmente en el sector educativo. Proporciona datos empíricos que pueden ser utilizados para comparar situaciones similares en otros contextos geográficos, como Colombia, y para desarrollar estrategias que mitiguen los riesgos financieros en la ejecución de proyectos de infraestructura.

El estudio titulado *An Analysis of Global Construction Projects: Causes and Implications of Cost Overruns* fue realizado por Hussain, A., Akram, T., y Ullah, K. (2023). Esta investigación se centra en analizar las causas y consecuencias de los sobrecostos en proyectos de construcción a nivel mundial, basándose en una revisión sistemática de literatura y estudios de caso de diversas regiones. Aunque se analiza un contexto global, el enfoque principal del análisis y la recopilación de datos proviene de experiencias en Pakistán, lo cual permite observar cómo los factores técnicos, administrativos, financieros y contractuales influyen en el incremento de costos en obras civiles.

El estudio identifica factores críticos como la mala planificación, estimaciones imprecisas, cambios de alcance, demoras en pagos, falta de control y supervisión, entre otros. También se exploran las consecuencias negativas de estos sobrecostos, incluyendo la pérdida de confianza de los stakeholders, retrasos en la entrega de infraestructura y aumento del gasto público. (Hussain, A et al., 2023)

4.1.2. Antecedentes nacionales

El estudio titulado Estudio preliminar de los factores y/o causas significativas en los costos de la construcción en Colombia fue realizado por Hackspiel y Ponz en el año 2015 en Colombia.

El objetivo de la investigación fue identificar y analizar los factores que afectan los costos en los proyectos de construcción en el país, con el fin de proporcionar una base sólida para futuras investigaciones sobre la variación de los costos en este sector. Para ello, los autores revisaron 8 artículos previos relacionados con el tema y realizaron 11 encuestas a expertos de la industria de la construcción en Colombia.

La metodología utilizada en este estudio consistió en una revisión documental de artículos previos, complementada con la aplicación de encuestas a profesionales de la construcción para recopilar datos sobre los factores que inciden en los costos. Los resultados revelaron que se identificaron un total de 39 factores, los cuales fueron analizados y clasificados utilizando el índice de severidad. Este índice permitió priorizar los factores más relevantes en cuanto a su impacto en la variación de los costos de los proyectos de construcción.

La pertinencia de este estudio radica en su contribución a la comprensión de las causas que provocan las desviaciones en los costos de la construcción en Colombia. Los resultados y el análisis de los factores identificados proporcionan información valiosa para mejorar la planificación y ejecución de proyectos de construcción, y sirven como base para futuras investigaciones en la región. Las conclusiones obtenidas pueden ser útiles para optimizar el control de costos y la eficiencia en los proyectos de infraestructura en Colombia y en países con condiciones similares (Hackspiel y Ponz, 2015).

El estudio titulado Diagnóstico de los factores del incremento de costes de las obras civiles contratadas en el sector público de Ecuador fue realizado por Saraguro (2019) en Latinoamérica, específicamente en Ecuador. El objetivo de la investigación fue identificar los factores que provocan el incremento de costos en la ejecución de obras civiles contratadas por el sector público.

A través de una revisión exhaustiva de artículos previos y estudios de caso, el autor logró identificar 20 factores que influyen en los sobrecostos de estos proyectos.

La metodología empleada en este estudio consistió en la revisión de artículos académicos y la recopilación de datos de proyectos de infraestructura pública en Ecuador. Además, se utilizaron herramientas cualitativas para analizar los factores encontrados y clasificar su impacto en los costos de las obras. Los resultados indicaron que los principales factores que causan desviaciones de costos incluyen la falta de planificación adecuada, la corrupción, los cambios en el diseño del proyecto y las demoras en la aprobación de trámites administrativos. Estos factores fueron clasificados y analizados con el fin de ofrecer una visión detallada de los elementos críticos que afectan la ejecución de obras en el sector público.

La pertinencia de este estudio radica en su aplicabilidad a otras naciones de Latinoamérica, como Colombia, que enfrentan problemas similares en cuanto a los sobrecostos en los proyectos de infraestructura pública. Los resultados y las conclusiones extraídas de este análisis pueden servir como base para mejorar la gestión de recursos y la planificación en futuros proyectos de construcción pública, ayudando a reducir los costos y mejorar la eficiencia en la ejecución de obras civiles en la región (Saraguro, 2019).

El estudio titulado "Fallos en la formulación y ejecución de proyectos públicos", realizado en Colombia por Natalia Andrea Aguilera-Bustamante, Jennifer Natalia Díaz-Tuta y Harol Yesid Villamizar-Orduz, fue presentado como trabajo de grado en la Universidad Católica de Colombia en el año 2021. Este trabajo de investigación se sumerge en una problemática que afecta directamente el desarrollo socioeconómico de Colombia; las deficiencias en la formulación y ejecución de proyectos públicos. Los autores analizan cómo la mala gestión de recursos y la

corrupción pueden llevar a la creación de los llamados "elefantes blancos", infraestructuras inconclusas o inoperantes que no cumplen con su propósito y representan una pérdida significativa para la sociedad. A través de este estudio, se busca comprender las causas y consecuencias de estas fallas, con el objetivo de proponer soluciones que mejoren la eficiencia y transparencia en la gestión de proyectos públicos. Además, proporciona un análisis detallado de las fallas comunes en la gestión de proyectos públicos en Colombia. Al entender las causas y efectos de estas deficiencias, puedes contextualizar tu investigación dentro de un marco real y actual, identificando áreas de mejora (Aguilera et al., 2021).

Este estudio se desarrolló en Colombia y se titula “Principales factores causales del sobrecosto en proyectos de construcción colombianos: una consulta a profesionales del sector”. A partir de una rigurosa revisión documental y un enfoque mixto de análisis, la investigación se propuso identificar y jerarquizar los principales factores que generan sobrecostos en obras civiles del país. A lo largo del estudio, se recopilaron 38 factores críticos a través de fuentes académicas y técnicas, los cuales luego fueron validados mediante un cuestionario aplicado a 84 profesionales del sector, incluyendo diseñadores, interventores, constructores, propietarios y académicos. (Almanza & Cadavid, 2021)

Este cuestionario, elaborado con escalas Likert de frecuencia y severidad, permitió calcular un Índice de Influencia para cada factor, con el objetivo de determinar cuáles inciden con mayor peso en los sobrecostos. Los resultados arrojaron que los tres factores más influyentes son: la demora en permisos por parte de autoridades locales, la duración del contrato no realista, y los cambios de diseño. (Almanza & Cadavid, 2021)

Además, el estudio evidenció que una inadecuada estimación de costos y plazos, sumada a decisiones tardías y modificaciones inesperadas por parte de los propietarios, son las principales causas de que muchas obras en Colombia se vuelvan interminables y excedan ampliamente su presupuesto inicial. Se destaca también que casi la mitad de los encuestados cuenta con más de 15 años de experiencia, lo cual fortalece la validez de los hallazgos. (Almanza & Cadavid, 2021).

Según un estudio desarrollado en Colombia por la Universidad Distrital Francisco José de Caldas (2023), se identificó la necesidad de analizar la variación de costos en la construcción de infraestructura educativa en los departamentos de Bolívar y Cundinamarca, ya que no se contaban con antecedentes que permitieran tipificar estos proyectos de forma comparativa. El análisis se realizó siguiendo los lineamientos arquitectónicos para colegios de jornada única con entre 12 y 24 aulas, utilizando como base el Listado de Precios de Construcción del Instituto de Infraestructura y Concesiones de Cundinamarca (ICCU) del año 2021. Como resultado, se lograron establecer diferencias porcentuales promedio en los costos de construcción entre ambos departamentos, así como calcular el valor del metro cuadrado por estudiante. Este estudio es altamente relevante para mi monografía, ya que permite comprender cómo las condiciones regionales influyen en los costos unitarios de infraestructura educativa. Además, aporta una metodología clara para estimar presupuestos según tipología y ubicación, lo cual es esencial para la planificación y formulación de proyectos sostenibles en educación. La comparación entre dos regiones contrastantes dentro del país fortalece el análisis de viabilidad técnica y financiera en entornos diversos, lo que respalda propuestas fundamentadas para mejorar la eficiencia del gasto público en educación. (Cifuentes et al., 2022).

4.1.3. Antecedentes regionales o locales

El estudio titulado Identificación y análisis de los factores que afectan la desviación de los costos planeados vs ejecutados en obras civiles de Santander a partir de las percepciones de los expertos fue realizado por David Ernesto Gómez Contreras en Santander, Colombia, con el objetivo de identificar y analizar los factores que generan desviaciones en los costos de las obras civiles en la región. A través de este estudio, el autor buscó comprender cómo estos factores afectan la planificación y ejecución de los proyectos, con la finalidad de proponer soluciones específicas para mitigar los sobrecostos en futuros proyectos de construcción.

La metodología empleada en la investigación consistió en la aplicación de encuestas a 96 profesionales del sector de la construcción en Santander. Estas encuestas fueron diseñadas para recabar las percepciones de los expertos sobre los factores que influyen en las desviaciones de costos en los proyectos de construcción. Los resultados obtenidos permitieron identificar los factores más críticos que afectan el costo de las obras, tales como la falta de planificación adecuada, la insuficiencia de recursos, los imprevistos en el diseño y la falta de control durante la ejecución de los proyectos.

Las conclusiones del estudio fueron claras en cuanto a la necesidad de implementar buenas prácticas para reducir las desviaciones de costos, tales como mejorar la planificación y la gestión de recursos, reforzar la capacitación del personal involucrado y establecer un control riguroso durante todo el ciclo de vida del proyecto. La pertinencia de esta investigación radica en su capacidad para proporcionar soluciones prácticas que pueden ser aplicadas a proyectos de construcción en Santander y otras regiones de Colombia. Las propuestas de mejora identificadas

son esenciales para optimizar la ejecución de proyectos y reducir los sobrecostos en la construcción civil (Gómez, 2021).

En el contexto de la construcción en Santander, Según el Balance de la Construcción publicado por la Cámara de Comercio de Bucaramanga (2023), señala que la región ha experimentado un comportamiento mixto en términos de crecimiento y desafíos en el sector durante los últimos años. A pesar de los avances en algunos proyectos de infraestructura, las fluctuaciones en los precios de los materiales, la escasez de mano de obra calificada y los problemas logísticos han generado incertidumbre en el sector. Estos factores, junto con la variabilidad de la demanda, han impactado significativamente los costos de los proyectos, incluida la construcción y remodelación de infraestructuras públicas, como los colegios en Bucaramanga. Lo anterior para entender cómo los factores económicos y logísticos pueden influir en la gestión de proyectos en el ámbito público, afectando no solo la ejecución, sino también la calidad y el tiempo de entrega de las infraestructuras educativas.

El estudio de (Gómez et al., 2021) sobre el impacto en la gestión y costos de los proyectos de infraestructura educativa bajo la revisión de la SECOPI revela una serie de factores clave que influyen en la ejecución de estos proyectos. En particular, se señala que la implementación de la SECOPI ha generado tanto oportunidades como desafíos para el control y seguimiento de los costos en las obras educativas, evidenciando que las desviaciones de presupuesto en proyectos de infraestructura se deben, en parte, a la falta de eficiencia en la planificación, supervisión y ejecución de las obras. Este estudio resalta la importancia de la revisión exhaustiva de los procesos administrativos y financieros, así como la necesidad de fortalecer los mecanismos de control para garantizar una mejor gestión de los recursos en proyectos educativos, el estudio sobre el impacto

en la gestión y costos de los proyectos de infraestructura educativa en Santander, particularmente el análisis del contrato N°136 para el mejoramiento del Colegio Integrado Mesa de Jéridas en Los Santos, proporciona un referente relevante para comprender los factores que afectan la desviación de costos en proyectos educativos. A través de la revisión de los documentos publicados en el Sistema Electrónico de Contratación Pública (SECOPI), se evidenció que el proyecto experimentó dos adiciones presupuestales cercanas al 14% del presupuesto inicial y tres adiciones en tiempo, alcanzando el 87.5% del tiempo originalmente establecido en el contrato. Las alteraciones de orden público a nivel nacional, como el desabastecimiento de materiales, impactaron directamente en la programación y ejecución de las actividades del proyecto (Gómez et al., 2021). Este caso resalta la importancia de una adecuada planificación técnica y legal, especialmente en la formulación y ejecución de obras civiles, lo que resulta crucial también para los proyectos de construcción y remodelación de colegios públicos en Bucaramanga, donde los factores administrativos y los imprevistos externos también han influido en los costos y plazos de las obras.

El estudio realizado por Rosales Coral y Moriano Cortés (2024) analiza las causas principales de las desviaciones de costos y tiempos en proyectos de infraestructura educativa pública en el departamento de Nariño, Colombia. A través de una metodología cuantitativa con enfoque descriptivo-correlacional y revisión documental en el SECOP, así como encuestas a profesionales del sector, se identificaron factores críticos como deficiencias en los estudios preliminares, modificaciones en el alcance del proyecto, problemas logísticos y condiciones climáticas. Los autores concluyen que una planificación más rigurosa, una gestión efectiva y el cumplimiento estricto de los requisitos legales desde la fase inicial del proyecto son fundamentales para evitar sobrecostos y retrasos. El trabajo también revela que, en algunos casos, los costos

excedieron el 50% del valor inicial contratado, lo cual representa una infracción a la Ley 80 de 1993, evidenciando fallas estructurales en la gestión contractual y el control administrativo. Este estudio es clave para mi monografía porque proporciona un análisis detallado y contextualizado de los errores comunes en la ejecución de proyectos de infraestructura educativa pública, lo cual es directamente aplicable al enfoque que desarrollo sobre gestión de riesgos y mejora en la eficiencia de obras públicas en Bucaramanga. Sus hallazgos permiten entender cómo la falta de una planificación integral, la omisión de estudios técnicos adecuados y la debilidad en el control contractual pueden desencadenar sobrecostos significativos. Incorporar este análisis refuerza la relevancia de aplicar herramientas de gerencia de proyectos, tales como una adecuada gestión del alcance y del riesgo, especialmente en contextos de alta vulnerabilidad como el departamento de Nariño. (Rosales et al., 2024).

El estudio realizado por Suárez Avendaño y Bocanegra Rojas (2024) aborda de manera crítica las causas que generan retrasos en la ejecución de proyectos de construcción de edificaciones en el departamento del Meta, Colombia. Basándose en información del Sistema Electrónico de Contratación Pública (SECOP), los autores identifican que las principales causas de estos retrasos son fallas en la planeación, deficiencias administrativas y la falta de experiencia técnica por parte de los contratistas. Además, se evidencian problemas como la desarticulación entre cronogramas y recursos, trámites burocráticos extensos, y la ausencia de una adecuada gestión de riesgos. El estudio concluye que una intervención más rigurosa desde las fases iniciales del proyecto, el fortalecimiento de los procesos de supervisión técnica y legal, y la modernización de trámites mediante digitalización pueden reducir significativamente los tiempos de ejecución y los sobrecostos. También se propone el uso de nuevas tecnologías constructivas, como estructuras

prefabricadas, para enfrentar limitaciones logísticas y climáticas. Este estudio permite comprender cómo factores como la planificación inadecuada, los trámites administrativos y las debilidades contractuales pueden desencadenar sobrecostos y prolongaciones innecesarias. Además, las recomendaciones prácticas sobre supervisión técnica, gestión de riesgos y digitalización administrativa enriquecen el marco propositivo de mi monografía. (Suárez Avendaño & Bocanegra Rojas, 2024).

4.2. Marco teórico

4.2.1. Fase de planificación según el PMBOK

La fase de planificación es fundamental para el éxito de cualquier proyecto, pues proporciona el marco dentro del cual se desarrollarán todas las actividades posteriores. Según el (Project Management Institute, 2021), esta fase implica la definición clara de los objetivos del proyecto, la identificación de los recursos necesarios, la gestión de los riesgos y la creación de una hoja de ruta detallada para el cumplimiento de los mismos. En esta etapa, los planes de gestión, tales como el de alcance, tiempo, costos y calidad, son elaborados y coordinados. Un aspecto clave de la planificación es la creación de una línea base que servirá para medir el desempeño del proyecto a lo largo de su ejecución (Harrison, 2020). Además, la planificación no solo es importante para el alcance y la ejecución del proyecto, sino también para la satisfacción de las partes interesadas, asegurando que sus expectativas y requisitos sean claramente comprendidos y gestionados (Kerzner, 2017).

En el contexto de las obras públicas, como las que se desarrollan en Colombia, la planificación detallada es aún más crítica debido a las múltiples variables externas que pueden afectar el proyecto, como los cambios normativos, los riesgos sociales y las políticas gubernamentales. Para garantizar una adecuada planificación en estas circunstancias, es recomendable la inclusión de estrategias de mitigación ante posibles contingencias y desviaciones (Gómez, 2021).

4.2.2. Fase de ejecución

La fase de ejecución es la etapa en la que los planes desarrollados durante la fase de planificación se ponen en práctica. Durante esta fase, se lleva a cabo la implementación real del trabajo, lo que incluye la asignación de recursos, la coordinación de actividades y la gestión de los equipos de trabajo. La comunicación eficaz y la toma de decisiones rápidas son esenciales para asegurar que se mantenga el progreso del proyecto conforme a lo planificado. En la ejecución, se gestionan aspectos como la calidad, el tiempo y los costos, siempre con el fin de cumplir con los objetivos establecidos. Es aquí donde los problemas imprevistos suelen emerger, por lo que la capacidad de adaptación es clave para mantener el control sobre el proyecto (Fleming y Koppelman, 2020).

La gestión efectiva durante la ejecución también involucra la supervisión y el monitoreo constantes, utilizando métricas y KPIs (indicadores clave de rendimiento) que permiten identificar posibles desviaciones de forma temprana (Kerzner, 2017).

4.2.3. Gestión de la calidad

La gestión de la calidad es uno de los pilares fundamentales para el éxito de un proyecto, ya que asegura que el producto final cumpla con los estándares establecidos. Según el (Project Management Institute, 2021), la gestión de la calidad no se limita a la verificación de la calidad del producto final, sino que también abarca los procesos necesarios para asegurar que el trabajo se realice conforme a los estándares establecidos desde el inicio. Esta gestión incluye actividades como el aseguramiento de la calidad y el control de la calidad, que permiten identificar posibles problemas antes de que se conviertan en fallos críticos.

En proyectos de obras civiles públicas, como los que se realizan en Colombia, los estándares de calidad deben ajustarse a las normativas locales y las regulaciones internacionales. (Project Management Institute, 2021) también se resalta que la calidad no debe verse como un objetivo aislado, sino como parte integral del proceso de gestión del proyecto. Los estándares de calidad en el sector de obras públicas incluyen no solo los requisitos técnicos, sino también aspectos relacionados con la sostenibilidad y el impacto social de las obras (González, 2020).

4.2.4. Alcance de un proyecto

El alcance de un proyecto define de manera precisa los entregables y los límites del proyecto, lo que lo hace uno de los componentes más críticos en la gestión de proyectos. (Project Management Institute, 2021), la expansión no controlada del alcance puede generar desviaciones en tiempo, costos y calidad. La planificación detallada del alcance implica la definición de los objetivos del proyecto, las actividades necesarias para lograrlos y los entregables específicos que se deben producir.

Una adecuada gestión del alcance también está estrechamente relacionada con la gestión de las expectativas de las partes interesadas. Como señala Schwalbe (2019), el éxito de un proyecto depende de cómo se gestionen las expectativas de todas las partes involucradas, ya que cualquier cambio en el alcance puede generar conflictos o malentendidos que afecten la viabilidad del proyecto. En Colombia, los proyectos de obra pública frecuentemente enfrentan dificultades en esta área debido a la falta de claridad en los contratos y la variabilidad de las demandas de las partes interesadas (Díaz y Rodríguez, 2019).

4.2.5. *Función de la interventoría y el PMI*

La interventoría desempeña un papel esencial en la supervisión de proyectos de obra pública en Colombia, la interventoría se considera una figura obligatoria para garantizar que los proyectos se ejecuten según lo estipulado en los contratos, asegurando el cumplimiento de los plazos, los costos y la calidad (Ministerio de Transporte de Colombia, 2020). La interventoría es un proceso de monitoreo y control, en el cual se verifica la correcta implementación de los planes establecidos y se realizan auditorías de los procesos de ejecución. Además, la interventoría actúa como una parte imparcial que protege los intereses de las partes, garantizando la transparencia en el manejo de los recursos.

El PMI (Project Management Institute) también proporciona una estructura global para la gestión de proyectos, promoviendo el uso de estándares internacionales que facilitan la intervención en proyectos complejos. La gestión de proyectos según los lineamientos del **PMI** permite una coordinación más eficiente de los actores involucrados y mejora la ejecución de los proyectos en general (Harrison y Lock, 2020).

4.2.6. Obras civiles públicas en Colombia: enfoque en la educación y las instituciones educativas de Santander

En Colombia, las obras civiles públicas son fundamentales para el desarrollo de la infraestructura del país y la mejora de la calidad de vida de la población. Este tipo de proyectos abarca una amplia gama de áreas, entre ellas, la construcción y renovación de edificios públicos, el desarrollo de redes viales, la provisión de servicios básicos y, de manera especial, la construcción y adecuación de infraestructuras educativas. La educación es un sector prioritario para el gobierno colombiano, y la infraestructura educativa juega un papel crucial en la calidad del proceso de enseñanza-aprendizaje. Sin embargo, los proyectos de obras civiles en el ámbito educativo, particularmente en departamentos como Santander, enfrentan diversos desafíos, que van desde la falta de planificación adecuada hasta una ejecución deficiente.

En el caso específico de Santander, un departamento clave en el norte de Colombia, la infraestructura educativa se ha visto históricamente afectada por la falta de recursos suficientes y la necesidad de atender una población estudiantil en expansión. Según Díaz y Rodríguez (2019), Muchos proyectos han sufrido retrasos y han sobrepasado los presupuestos inicialmente asignados. Esto ha tenido un impacto directo sobre las instituciones educativas, que no solo carecen de espacios adecuados para ofrecer educación de calidad, sino que también enfrentan condiciones insostenibles para la enseñanza, como edificios deteriorados, insuficientes o mal distribuidos.

De acuerdo con el Ministerio de Educación Nacional de Colombia (2020), uno de los principales objetivos del gobierno es mejorar las infraestructuras educativas del país mediante el fortalecimiento de la inversión pública en el sector. La Ley 80 de 1993, que regula la contratación estatal, ha establecido los lineamientos para asegurar la transparencia en la ejecución de proyectos

de infraestructura, incluyendo aquellos dirigidos a la construcción de escuelas y colegios. Sin embargo, la implementación efectiva de esta ley se ve afectada por las debilidades en el control de los recursos, planeación deficiente y la falta de una adecuada supervisión en la ejecución de obra, ha generado que muchos proyectos de infraestructura educativa no se ejecuten conforme a los plazos y los presupuestos establecidos.

El Sistema de Información de Gestión de Obras (SIGOB), una iniciativa del gobierno colombiano para mejorar la transparencia en la gestión de obras públicas ha sido implementado como un mecanismo para hacer frente a estos problemas. Según el Ministerio de Transporte de Colombia (2020), el SIGOB permite un seguimiento más estricto de las obras civiles en todo el país, incluidos los proyectos educativos, y promueve una mayor participación de las comunidades en el proceso de supervisión. Esta plataforma es una herramienta crucial para garantizar que los recursos sean utilizados de manera eficiente y para aumentar la rendición de cuentas en los proyectos públicos.

Las obras civiles en el sector educativo de Santander también deben alinearse con las normas y los estándares de calidad internacionales, como los establecidos por la **Unesco** (2020), que definen la infraestructura educativa como un elemento esencial para la mejora de los resultados académicos. Las escuelas deben ser diseñadas no solo para albergar a los estudiantes, sino también para promover un entorno que facilite la innovación educativa, como aulas equipadas con tecnologías modernas, espacios deportivos, laboratorios y áreas recreativas.

4.2.7. Gestión de costos y desviaciones

La gestión de costos es un área fundamental en la administración de proyectos, pues asegura que los recursos se utilicen de manera eficiente y que el proyecto se mantenga dentro del presupuesto establecido. Según el PMBOK (Project Management Institute, 2021), la gestión de costos incluye la planificación de los costos, la estimación, la asignación de recursos y el control de las variaciones. Las desviaciones por mala planeación son comunes cuando las estimaciones iniciales no son precisas, o cuando no se realiza un seguimiento adecuado de los gastos a lo largo de la ejecución del proyecto.

Fleming y Koppelman (2020) señalan que las desviaciones de costos en proyectos de obras públicas, especialmente en Colombia, suelen estar relacionadas con la falta de planificación rigurosa, la subestimación de los costos y la falta de control en la ejecución. En este sentido, es crucial la utilización de herramientas de control y seguimiento, como los análisis de valor ganado, que permiten a los gerentes identificar desviaciones en tiempo y costo de manera oportuna.

4.2.8. Riesgos

La comunicación efectiva en la gestión de riesgos no solo facilita la toma de decisiones informadas, sino que también fomenta la colaboración entre los miembros del equipo de proyecto, mejorando así la capacidad de respuesta ante cualquier eventualidad (Schwalbe, 2019). En proyectos de infraestructura en Colombia, donde los riesgos pueden incluir desde desastres naturales hasta cambios políticos, la comunicación transparente y continua con las partes interesadas es esencial para mantener el proyecto en marcha y minimizar impactos negativos (González, 2020).

4.3. Marco jurídico

4.3.1. Norma Técnica Colombiana (NTC)

La Norma Técnica Colombiana (NTC) agrupa un conjunto de estándares desarrollados por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC) para asegurar la calidad en productos, servicios y procesos. Las NTC son esenciales en el sector de la ingeniería civil, particularmente en la construcción y ejecución de proyectos, al garantizar conformidad con especificaciones técnicas reconocidas (Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, 2022).

4.3.2. ISO 9000

La familia de normas ISO 9000 se centra en sistemas de gestión de calidad y establece principios fundamentales para mejorar la eficiencia organizacional y la satisfacción del cliente. Es especialmente útil en proyectos de ingeniería civil, garantizando la calidad de procesos y resultados finales (Project Management Institute, 2021).

4.3.3. Metodología PMBOK

El Project Management Body of Knowledge (PMBOK) es un marco metodológico publicado por el Project Management Institute (PMI). Este manual proporciona guías estandarizadas para la planificación, ejecución, monitoreo y cierre de proyectos, siendo ampliamente utilizado en el ámbito de la gerencia de proyectos en ingeniería (Project Management Institute, 2021)

4.3.4. Norma Sismo Resistente NSR-10

La Norma Sismo Resistente 2010 (NSR-10) es un conjunto de reglamentaciones técnicas aplicadas en Colombia para garantizar la seguridad de las construcciones frente a los eventos sísmicos. Cada título de la NSR-10 desempeña un papel clave para garantizar la seguridad estructural y funcional de las edificaciones en Colombia, promoviendo la protección de vidas humanas y la resiliencia de las construcciones frente a eventos naturales (NSR-10, 2010).

4.3.5. Ley 80 de 1993

La Ley 80 de 1993, también conocida como el Estatuto General de Contratación de la Administración Pública, establece las normas que rigen los procesos de contratación de entidades estatales en Colombia. Su objetivo es garantizar la transparencia, la eficiencia y el cumplimiento de los principios de economía y responsabilidad (Congreso de la República de Colombia, 1993).

4.3.6. Ley 1618 de 2013

La Ley 1618 de 2013 tiene como objetivo garantizar el ejercicio pleno de los derechos de las personas con discapacidad. Establece medidas de inclusión y accesibilidad en las construcciones y en el desarrollo de proyectos. (Congreso de Colombia, 2013).

4.3.7. RETIE

El Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas regula las normas de seguridad para instalaciones eléctricas, protegiendo la vida, los bienes y el medio ambiente (Ministerio de Minas y Energía, 2013).

4.3.8. RETILAP

Este reglamento regula los requisitos técnicos de iluminación y alumbrado público, promoviendo la eficiencia energética (Ministerio de Minas y Energía, 2013).

4.3.9. SECOP y Colombia Compra Eficiente

El SECOP es el Sistema Electrónico de Contratación Pública, que permite la publicación y gestión de procesos contractuales. Colombia Compra Eficiente, como agencia nacional, lidera las políticas de contratación con el fin de garantizar la transparencia y la eficiencia (Colombia Compra Eficiente, 2019).

4.3.10. Ley 1150 de 2007

Introduce modificaciones al Estatuto General de Contratación Pública, promoviendo mayor eficiencia en los procesos (Congreso de la República de Colombia, 2007).

4.3.11. Decreto 1082 de 2015

Reglamenta la contratación pública y compila normas aplicables (Presidencia de la República de Colombia, 2015).

4.3.12. Ley 400 de 1997

La Ley 400 de 1997 establece normas para construcciones sismo resistentes, asegurando la seguridad de las edificaciones frente a amenazas sísmicas (Congreso de la República de Colombia, 1997).

4.4. Marco conceptual

El presente marco conceptual define los conceptos clave que estructuran y orientan la investigación. Estos conceptos son fundamentales para comprender el alcance del problema investigado y proporcionar un marco para el análisis.

4.4.1. *Desviación de costos*

Se refiere a la diferencia entre el costo presupuestado y el costo real de un proyecto. En el contexto de la construcción de infraestructura educativa, esta desviación puede deberse a factores como deficiencias en la planeación, problemas durante la ejecución o circunstancias externas imprevistas. Estas desviaciones representan un desafío recurrente en la gestión de recursos públicos (Flyvbjerg et al., 2003).

4.4.2. *Construcción y remodelación*

Proceso que implica diseño, planeación, ejecución y control de actividades para edificar nuevas instalaciones o renovar estructuras existentes. En el caso de los colegios públicos, estos proyectos buscan mejorar las condiciones físicas para favorecer el proceso educativo. Además, estas actividades suelen estar sujetas a lineamientos normativos que garantizan estándares de calidad (Hendrickson y Au, 2000).

4.4.3. *Gestión de proyectos*

Disciplina que comprende la organización, dirección y supervisión de recursos para alcanzar objetivos definidos en un proyecto, respetando las restricciones de tiempo, presupuesto y

calidad. La gestión de proyectos permite identificar riesgos y establecer estrategias para mitigarlos, asegurando la eficiencia en la ejecución (Kerzner, 2022).

4.4.4. *Infraestructura educativa*

Instalaciones físicas diseñadas para el desarrollo de actividades académicas. Su calidad y gestión impactan directamente el desempeño y la equidad en los sistemas educativos. La falta de una infraestructura adecuada puede repercutir negativamente en los índices de rendimiento escolar y en la calidad de la enseñanza (UNESCO, 2017).

4.4.5. *Sobrecostos*

Incrementos imprevistos en los costos inicialmente proyectados de un proyecto. Pueden surgir debido a errores en los cálculos presupuestarios, cambios en los requisitos del proyecto o ineficiencias en la ejecución. La identificación y análisis de estos sobrecostos es fundamental para optimizar la asignación de recursos (Morris, 1994).

5. Metodología

5.1. Tipo de investigación

Se clasifica como una investigación explicativa porque el objetivo de este análisis es entender por qué ocurren las desviaciones en los costos (identificar causas y factores subyacentes que influyen en el fenómeno). Esto implica establecer relaciones de causa y efecto, lo que es característico de una investigación explicativa.

El enfoque y causa se basa en Investigar los factores que influyen implica buscar explicaciones profundas sobre los elementos que generan las desviaciones. Se busca más que describir el fenómeno o correlacionar variables; se trata de explicar las razones detrás de las desviaciones.

5.2. Diseño de la investigación

La presente investigación se enmarca dentro del enfoque no experimental, ya que no implica la manipulación deliberada de variables ni la intervención directa en los procesos observados. En este tipo de estudios, el investigador se limita a observar fenómenos tal como ocurren en su contexto natural, sin introducir cambios que puedan alterar sus resultados (Hernández Sampieri et al., 2014). Es decir, no se modificarán los costos de los proyectos para analizar su impacto, sino que se trabajará con los datos ya existentes, lo cual es característico de los diseños no experimentales, especialmente de tipo transeccional descriptivo.

Además, se desarrolla en un entorno específico, los proyectos de construcción y remodelación de colegios públicos en la ciudad de Bucaramanga. Para ello, se recurre al análisis de información registrada en plataformas oficiales como SECOP I y II, lo que refuerza la elección de un enfoque basado en el análisis documental. Este tipo de análisis permite examinar, clasificar e interpretar datos secundarios provenientes de fuentes oficiales, con el fin de comprender mejor los factores que inciden en las desviaciones de costos (Babbie, 2021)., el análisis documental es una estrategia válida y pertinente en estudios donde el acceso a registros institucionales resulta esencial para comprender fenómenos administrativos o financieros.

Una investigación titulada *"Estado del arte de la investigación en gestión pública en la Universidad Nacional Abierta y a Distancia"*, realizado por Jhon Harold Pabón Astudillo en 2022, Este estudio analizó 625 trabajos de grado de la Especialización en Gestión Pública de la UNAD, publicados entre 2015 y 2020. Los resultados indican que el 57% de los trabajos emplearon un diseño de investigación documental, mientras que el 27% utilizaron un diseño no experimental de tipo transversal. Estos hallazgos respaldan la prevalencia y pertinencia de estos enfoques metodológicos en investigaciones relacionadas con la gestión pública. (Pabón Astudillo, 2022).

5.3. Enfoque de la investigación.

El presente estudio adopta un enfoque de investigación mixto, el cual integra métodos cualitativos y cuantitativos con el propósito de lograr una comprensión más amplia, profunda y contextualizada del fenómeno de las desviaciones. Este tipo de enfoque permite no solo identificar y medir las desviaciones desde una perspectiva numérica, sino también explorar las causas subyacentes, percepciones y significados que rodean dichas situaciones. Según Creswell y Plano Clark (2018), el enfoque mixto resulta especialmente útil cuando se requiere una comprensión integral de problemas complejos que no pueden abordarse completamente desde una sola perspectiva metodológica. En esta línea, señala que los estudios mixtos potencian la validez de los resultados, ya que permiten la triangulación de datos y el contraste entre distintas fuentes de información. Así, en el presente trabajo, la combinación de ambos enfoques resulta estratégica, ya que no solo se pretende identificar las desviaciones en los procesos analizados, sino también comprender sus causas y proponer soluciones efectivas y contextualizadas, lo que fortalece la toma de decisiones basada en evidencia.

Bagur-Pons et al. (2021) analizan la integración del enfoque mixto en investigaciones educativas. Subrayan que la combinación de métodos cualitativos y cuantitativos permite una comprensión más completa de fenómenos educativos complejos, mejorando la calidad y validez de los estudios.

5.4. Variables o categorías de la investigación

5.4.1. Variables cuantitativas

Estas variables se utilizan para analizar datos numéricos, como presupuestos, tiempos y porcentajes. Son fundamentales para medir la magnitud de las desviaciones y su impacto.

5.4.1.1. Variable dependiente. Desviación de los costos. Diferencia entre el costo presupuestado y el costo final. Su Indicador es el Porcentaje de desviación que se determina con la siguiente formula ($[(\text{Costo final} - \text{Costo presupuestado}) / \text{Costo presupuestado}] \times 100$).

5.4.1.2. Variables independientes (posibles factores que influyen).

- *Tiempo de ejecución.* Duración real del proyecto en comparación con la duración planificada.
- *Cambios en el diseño.* Número y tipo de modificaciones en los planos o especificaciones técnicas.
- *Gestión de contratistas.* Experiencia o desempeño del contratista en proyectos similares (medido en años o número de proyectos).

- *Condiciones climáticas.* Impacto de días lluviosos o eventos climáticos adversos.

5.4.2. Categorías cualitativas

Estas se enfocan en aspectos subjetivos, como percepciones, experiencias o causas subyacentes, identificadas a través del análisis de diferentes especialistas registrado en la recopilación de información.

- Lenta toma de decisiones y deficiencia en el liderazgo.
- Mala gestión de proyectos.
- Deficiencia en la planificación del alcance.
- Numero de construcción llevándose a cabo al mismo tiempo.
- Obras adicionales
- Cambio en el alcance del proyecto.
- Sanciones resultantes de demoras en la entrega.
- Deficiencia en la estimación del cronograma y atrasos en la programación.
- Deficiencia en la estimación de los costos.
- Presupuesto para el diseño es muy pequeño
- Dificultades financieras del contratista.
- Omisiones y errores en la facturación de cantidades.
- Flujo de caja del proyecto
- Ausencia de datos de costos de construcción
- Método incorrecto de estimación de costos
- Retraso en los pagos a proveedores por parte del contratista

- Demoras en la inspección y las pruebas de los trabajos.
- Reprocesos.
- Errores y discrepancias en los documentos de construcción.
- Errores en la construcción.
- Monitoreo y control inadecuados.
- Demora en la aprobación de obras.
- Frecuentes averías de maquinaria y equipos de construcción.
- Escasez de materiales y equipos en planta.
- Entrega tarde de materiales y equipos.
- Deficiencia en la comunicación y coordinación.
- complejidad del proyecto.
- Mala gestión del proyecto sin control de costos
- Tomar la oferta más baja.
- Burocracia y documentos prematuros en el método de licitación.
- Periodo de licitaciones y condiciones del mercado.
- Fluctuación de precios de materiales.
- Alto costo de transporte
- Robo y desperdicio en el sitio.
- Diseño deficiente y demoras en el diseño y frecuentes cambios en el diseño.
- Falta de experiencia por parte de los diseñadores.
- Omisiones y errores en papeles de licitación.

- Problemas del terreno o sitio.
- Retraso en la aprobación de planos
- Costo de inversión bajo en el diseño del proyecto
- Largo periodo entre el diseño y el momento de la licitación.
- Aumento en el costo de materiales por inflación.
- Condiciones climáticas impredecibles.
- Políticas gubernamentales inapropiadas
- Falta de experiencia por parte de los consultores
- Escasez de personal técnico y escasez de mano de obra.
- Prácticas fraudulentas y sobornos.
- Reclamaciones contractuales.
- Experiencia inadecuada del contratista
- Horas extras severas
- Suspensiones laborales por conflictos
- Métodos de construcción obsoletos o inadecuados.

5.5. Hipótesis o supuestos

5.5.1. Hipótesis general

Las desviaciones de los costos en la construcción y/o remodelación de colegios públicos en Bucaramanga durante el periodo 2019-2023 están influenciadas significativamente por los items no previstos de obra.

5.5.2. Hipótesis específicas

El principal factor que genera desviaciones en los plazos contractuales identificados corresponde a la inclusión de modificaciones de ítems y cantidades (mayores y menores cantidades) en la obra.

Más del 35% de los proyectos de educación en Bucaramanga estudiados presentan desviaciones en los costos.

La zona dónde hay mayor inversión es en la zona central de la ciudad hacia la comuna 3.

En los proyectos analizados, cuando la oferta adjudicada es un 5% inferior al presupuesto oficial de la entidad, se presenta una desviación en los costos.

En los proyectos estudiados, hay mayor número de proponentes en los contratos del SECOP II.

5.6. Población y muestra poblacional

Estos proyectos fueron identificados a través de los registros disponibles en las plataformas oficiales del Estado colombiano: SECOP I y SECOP II, y se seleccionaron únicamente aquellos contratos que se encuentran debidamente liquidados, lo cual garantiza que las obras han concluido formalmente y que existe información verificable sobre su ejecución. Como resultado del proceso de depuración y verificación de la información, se determinó que las siguientes veinticuatro instituciones educativas conforman la población objeto de estudio:

1. Institución Educativa Nuestra Señora del Pilar
2. Institución Educativa Comuneros
3. Institución Educativa Oriente Miraflores

4. Institución Educativa Luis Carlos Galán Sarmiento
5. Institución Educativa La Libertad
6. Instituto Politécnico
7. Institución Educativa Provenza
8. Institución Educativa Centro Piloto Simón Bolívar
9. Institución Educativa Colegio Andrés Páez de Sotomayor
10. Instituto Técnico Superior Dámaso Zapata
11. Escuela Normal Superior de Bucaramanga
12. Instituto Técnico Nacional de Comercio
13. Institución Educativa Gustavo Cote Uribe
14. Institución Educativa Promoción Social del Norte
15. Institución Educativa Santo Ángel
16. Institución Educativa Rafael García Herreros
17. Institución Educativa La Juventud
18. Institución Educativa Jorge Ardila Duarte
19. Colegio San José de La Salle
20. Institución Educativa Francisco de Paula Santander
21. Institución Educativa Camacho Carreño
22. Institución Educativa José Celestino Mutis
23. Institución Educativa Bicentenario
24. Centro Educativo Rural Vijagual

Estas instituciones representan la totalidad de los casos que cumplen con los parámetros establecidos, en este estudio se toman las sedes donde se realizó la ejecución del contrato eso quiere decir que puede que haya 2 o más contratos de la misma institución educativa, de esta manera se garantiza una cobertura exhaustiva del fenómeno investigado en el contexto específico de Bucaramanga durante el periodo definido.

En este sentido, no se recurrió a técnicas de muestreo, ya que se incluyeron la totalidad de los elementos que componen la población bajo los criterios definidos, es decir, todos los colegios públicos de Bucaramanga con intervenciones de infraestructura educativa durante el periodo señalado (2019 - 2023). Esta decisión metodológica se justifica en la intención de obtener una visión completa, objetiva y representativa de los proyectos ejecutados, evitando el sesgo que podría introducir una muestra parcial.

Según Hernández Sampieri, “cuando se realiza una investigación con todos los elementos de la población, se trata de un censo y no de una muestra” (Hernández Sampieri, Fernández Collado & Baptista Lucio, 2014, p. 176). Este enfoque censal es especialmente válido y recomendable cuando la población no es excesivamente numerosa y es factible acceder a la información de todos sus integrantes, como ocurre en este caso. Al tratarse de un número manejable de instituciones y contratos localizados dentro de una misma jurisdicción territorial, se optó por analizar el 100 % de los casos pertinentes.

El uso de un censo permite una mayor precisión en los resultados y fortalece la validez interna del estudio, ya que se eliminan los errores muestrales. Este abordaje proporciona una base sólida para el análisis posterior, facilitando la identificación de patrones, problemáticas comunes y buenas prácticas en la ejecución de obras públicas en el sector educativo.

5.7. Técnicas e instrumentos de recolección de información

La técnica de recolección de datos seleccionada para este estudio es el análisis documental, la cual se empleará de manera complementaria con el propósito de recopilar información precisa y relevante que permita alcanzar los objetivos planteados en la investigación.

El análisis documental se utilizará como una herramienta clave para identificar, organizar y examinar información contenida en documentos oficiales relacionados con los proyectos de construcción y/o remodelación de colegios públicos en Bucaramanga durante el periodo 2019-2023. Esto incluye, entre otros, contratos de obra, actas de inicio y liquidación, presupuestos originales y ajustados, reportes de avance de obra, y modificaciones contractuales disponibles en las plataformas SECOP I y SECOP II. Esta técnica permitirá:

5.7.1. *Caracterizar los proyectos estudiados*

Analizando aspectos como el alcance inicial, los montos presupuestados, los costos finales, los tiempos de ejecución y las modificaciones realizadas.

5.7.2. *Identificar patrones y tendencias*

Detectando las principales causas de desviaciones en los costos y su relación con factores técnicos, administrativos, económicos o normativos.

5.7.3. Examinar la relación entre costos y ejecución

Estableciendo vínculos entre las desviaciones presupuestarias y elementos como la calidad de los estudios preliminares, la gestión de contratistas, los cambios en el diseño, y las condiciones externas que pudieron impactar los proyectos.

El análisis documental no solo garantizará un acceso sistemático a información confiable, sino que también permitirá respaldar el estudio con evidencia objetiva, asegurando que las conclusiones derivadas sean válidas y pertinentes.

6. Resultados de la investigación

La presente investigación tuvo como objetivo analizar los principales factores que han contribuido a las desviaciones de costos en los proyectos de construcción y/o remodelación de colegios públicos en la ciudad de Bucaramanga durante el periodo comprendido entre 2019 y 2023, con el fin de proponer acciones correctivas que permitan optimizar la eficiencia en la asignación y uso de los recursos públicos en futuras intervenciones del sector educativo. Este propósito responde a la necesidad de fortalecer la gestión pública en el ámbito de la infraestructura escolar, especialmente en contextos donde los recursos disponibles son limitados y la correcta ejecución presupuestal resulta esencial para garantizar el acceso a una educación de calidad.

En este contexto, los resultados corresponden al cumplimiento de los objetivos específicos trazados en la investigación. En primer lugar, se identificaron los colegios públicos de Bucaramanga que desarrollaron proyectos de construcción y/o remodelación durante el periodo de estudio, permitiendo delimitar el universo de análisis y caracterizar el tipo de intervenciones

ejecutadas. Este paso fue fundamental para establecer la base de datos con la que se llevó a cabo el análisis posterior.

Posteriormente, se procedió a determinar las principales causas de las desviaciones en los costos de dichos proyectos. Para ello, se hizo el análisis de datos para identificar patrones y recurrencias en los factores que más incidieron en la pérdida de eficiencia presupuestal. Este análisis incluyó variables como retrasos en la ejecución, modificaciones en los diseños, procesos contractuales deficientes, problemas en la planeación inicial, entre otros aspectos técnicos, administrativos y contextuales que influyen directamente en el comportamiento financiero de las obras.

Finalmente, con base en los hallazgos obtenidos, se elaboró un conjunto de recomendaciones orientadas a mitigar las causas identificadas y mejorar la planeación, ejecución y seguimiento de los recursos públicos en futuros proyectos de infraestructura educativa. Estas recomendaciones buscan servir como herramienta de apoyo para las entidades responsables de la gestión de estos proyectos, con miras a fortalecer la transparencia, la eficacia y la sostenibilidad en el desarrollo de infraestructura escolar en Bucaramanga.

Los resultados que se presentan a continuación constituyen una aproximación integral a la problemática de las desviaciones de costos en proyectos educativos, permitiendo no solo evidenciar los errores del pasado, sino también construir lineamientos a partir de las recomendaciones para un mejor desempeño futuro en el uso de los recursos públicos.

6.1. Identificación de contratos y distribución de los recursos destinados a la educación en los diferentes sectores de Bucaramanga.

Estos proyectos fueron identificados a través de los registros disponibles en las plataformas oficiales del Estado colombiano SECOP I y SECOP II, y se seleccionaron únicamente aquellos contratos que se encuentran debidamente liquidados, lo cual garantiza que las obras han concluido formalmente y que existe información verificable sobre su ejecución. Como resultado se determinó que 35 contratos cumplen con los parámetros requeridos para el estudio.

Donde se identificaron 24 instituciones educativas y sus sedes es decir que hay 2 o más contratos de la misma institución educativa ya que algunos colegios tienen diversas sedes donde fueron realizados obras de construcción y/o adecuación, de esta manera se garantiza una cobertura exhaustiva del fenómeno investigado en el contexto específico de Bucaramanga durante el periodo definido.

Para comprender mejor la distribución de los recursos destinados a la educación en los diferentes contratos identificados en los sectores de Bucaramanga, es esencial observar cómo se asignan los fondos en las distintas comunas y corregimientos de la ciudad. De acuerdo con el análisis de los 35 contratos identificados, se evidenció que estos contemplan en un total de 52 intervenciones a infraestructura educativa, ya que son 24 colegios y sus respectivas sedes donde algunas se repiten al estar incluidas en más de un contrato como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 1. *Instituciones y sedes en los contratos identificados.*

No.	Nombre del colegio	Numero de proceso
1	Institución educativa de nuestra señora del pilar	SAMC-006-2023
2	Institución educativa comuneros	SAMC-001-2022
3	Institución educativa Vijagual kilómetro 10 vía al mar	SAMC-001-2022
4	Institución educativa rural Vijagual sede d	SAMC-002-2022
5	Institución educativa nuestra señora del pilar -sede a	SAMC-001-2023
6	Institución educativa oriente Miraflores	SAMC-01-2023

7	Institución educativa Luis Carlos galán sarmiento	SAMC-002-2023
8	Institución educativa Luis Carlos galán sarmiento	SAMC-001-2022
9	Institución educativa la libertad	SAMC-001-2022
10	Instituto politécnico	SA-COLPOL-002-2022
11	Institución educativa Provenza	SA-MC-001-2022
12	Institución educativa Luis Carlos galán sarmiento	SAMC-002-2022
13	Institución educativa centro piloto simón Bolívar	002-2022
14	Institución educativa colegio Andrés Páez de Sotomayor	SA-0002-2022
15	Instituto técnico superior Dámaso zapata	OT12-2022
16	Instituto técnico superior Dámaso zapata	OT09-2022
17	Instituto técnico superior Dámaso zapata	OT08-2022
18	Escuela normal superior de Bucaramanga	LP-001-2021
19	Instituto técnico superior Dámaso zapata	OT05-2022
20	Institución educativa centro piloto simón Bolívar	SAMC-001-2022
21	Instituto técnico nacional de comercio	LP-001-2021
22	Institución educativa gustavo cote Uribe	22-003
23	Instituto técnico superior Dámaso zapata	OT02-2022
24	IE club unión, IE técnico Dámaso zapata-sede villa helena, IE santo ángel sede A, IE gustavo cote Uribe sede A, IE Rafael García herreros, IE nuestra señora del pilar sede A, IE promoción social del norte sede A, centro educativo rural Vijagual sede A, IE la juventud sede A, e IE Jorge Ardila duarte sede A	SI-LP-025-2019
25	Colegio san José de la Salle del municipio de Bucaramanga.	ISJ-LP-001-2019
26	Institución educativa normal superior de la ciudad de Bucaramanga	LP-001- 2019
27	Institución educativa francisco de paula Santander	SAMC-001-2021
28	Instituto tecnológico Dámaso zapata	SI-LP-003-2021
29	IE francisco de paula Santander	LP-001-2022
30-1	IE Provenza sede c, IE bicentenario, IE Luis Carlos galán, IE politécnico, IE José celestino mutis, IE normal superior, IE Jorge Ardila duarte	SI-SI-LP-006-2023
30-2		
31	Institución educativa Camacho Carreño	SI-SI-LP-003-2023
32	Institución educativa técnico Dámaso zapata	SI-SI-LP-0012-2022
33	Institución educativa gustavo cote Uribe	LP-001-2022
34-1	Institución educativa oficial rural Vijagual	SI-LP-011-2021
34-2		

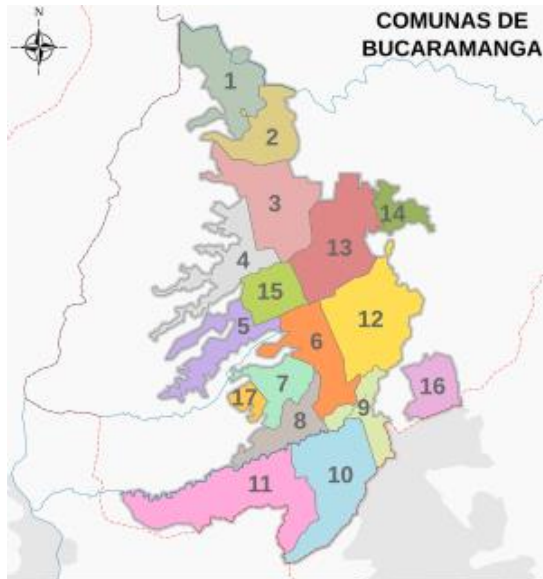
A partir de la información registrada en cada proceso contractual, se georreferenció cada institución según la comuna en la que se localiza. Este procedimiento permitió establecer la distribución territorial de los contratos, lo cual constituye un insumo clave para evaluar los criterios

de priorización en la asignación de recursos públicos, identificando las comunas con mayor concentración de inversión en infraestructura educativa.

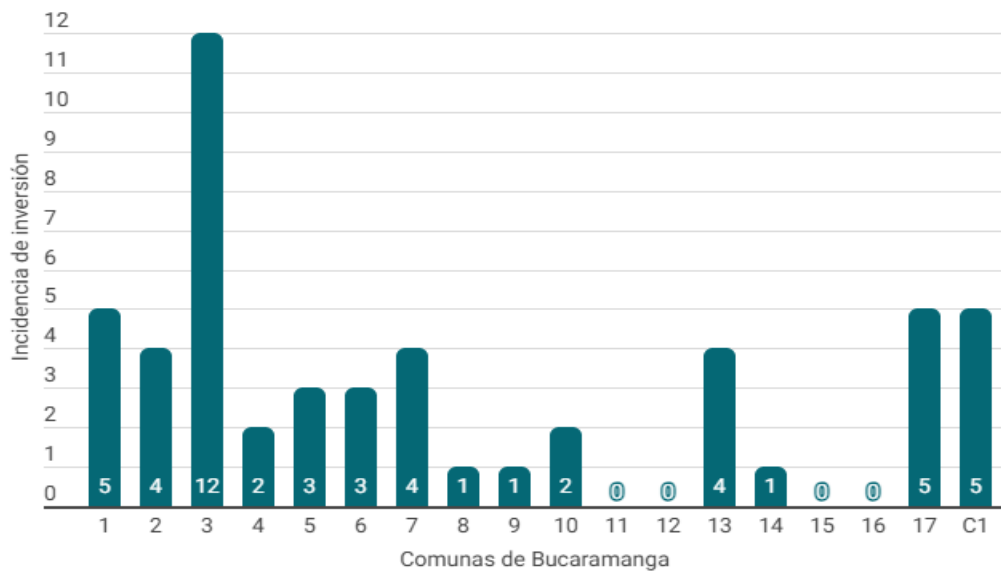
Tabla 2. *Distribución de la inversión por comunas en colegios públicos de Bucaramanga (2019-2023).*

Numero de Comuna	Nombre de la comuna	Incidencia de proyectos
1	Norte	5
2	Nororiental	4
3	San Francisco	12
4	Occidental	2
5	García Rovira	3
6	La Concordia	3
7	La Ciudadela	4
8	Suroccidente	1
9	La Pedregosa	1
10	Provenza	2
11	Comuna Sur	0
12	Cabecera del Llano	0
13	Centro Oriental	4
14	Morrórico	1
15	Centro	0
16	Lagos del Cacique	0
17	Mutis	5
C1	Corregimiento 1	5

El análisis de la distribución de la inversión en los distintos sectores de Bucaramanga revela una variabilidad en la asignación de recursos entre las comunas. A continuación, se presenta una gráfica que ilustra la variabilidad en la inversión en educación entre las comunas más relevantes. Esta información se complementa con una imagen de distribución de comunas lo que ayuda a evidenciar de manera clara y precisa las áreas de mayor y menor incidencia de recursos según el total de contratos identificados.

Figura 1. Mapa de comunas de Bucaramanga.

Tomado de Wikipedia (2015).

Figura 2. Distribución de Inversión por comunas en colegios públicos de Bucaramanga (2019-2023).

Con base en la distribución de la inversión en los diferentes sectores de Bucaramanga, se puede deducir que las comunas que reciben una mayor asignación de recursos para colegios

públicos son aquellas que tienen una mayor incidencia de proyectos. Por ejemplo, las comunas San Francisco y Norte, con 12 y 5 proyectos respectivamente, parecen ser las más favorecidas en términos de inversión. En contraste, comunas como Comuna Sur, Cabecera del Llano, Centro, y Lagos del Cacique no han recibido inversiones en este periodo (2019-2023).

Este hallazgo sugiere que la inversión en proyectos educativos se concentra principalmente en ciertas áreas de Bucaramanga, mientras que otras comunas podrían estar quedando rezagadas, lo que podría reflejar una falta de inversión en zonas con mayores necesidades o simplemente una distribución desigual de los recursos.

La inversión en educación debe centrarse en priorizar el acceso y la calidad educativa en aquellas áreas que requieren un mayor apoyo, tanto en términos de infraestructura como de recursos. Estas inversiones son fundamentales para reducir las desigualdades y promover un desarrollo más equilibrado y sostenible en toda la ciudad. Además, los resultados obtenidos proporcionan una base sólida para la toma de decisiones futuras en la planificación y ejecución de proyectos, con el objetivo de maximizar el impacto de las inversiones en las comunidades más necesitadas.

6.2. Identificación de desviación en costos de los proyectos estudiados

Para dar una visión inicial a continuación se muestra los procesos con el número de identificación en SECOP junto con su objeto.

Tabla 3. *Proyectos institucionales en Bucaramanga.*

Análisis de proyectos	
Numero de proceso	Alcance del proyecto (objeto)

1	SAMC-006-2023	Arreglos locativos del restaurante escolar y áreas definidas de la sede D y la sede E de la institución educativa de nuestra señora del pilar
2	SAMC-001-2022	Mejoramiento de la acústica y reubicación de puertas del auditorio y adecuación de espacio sobre vacío de escaleras del tercer piso de la I.E comuneros
3	SAMC-001-2022	Construcción de tanque almacenamiento de agua incluyendo motobomba y desarenador en la I.E rural Vijagual, sede a
4	SAMC-002-2022	Realizar mantenimiento general de la infraestructura, aplicación de pintura y friso, adecuación de pisos, instalación de canales y bajantes y cambios en la cubierta de la institución educativa rural Vijagual sede d
5	SAMC-001-2023	Adecuación de 4 aulas del segundo piso, bloque 2 para la instalación de aires acondicionados con sus redes eléctricas e hidráulicas de la IE nuestra señora del pilar - sede a
6	SAMC-01-2023	Instalación de redes eléctricas y de comunicación de las aulas de informática de la institución educativa oriente Miraflores del municipio de Bucaramanga Santander
7	SAMC-002-2023	Mantenimiento e impermeabilización y aplicación de pintura de exteriores y fachada principal de la institución educativa Luis Carlos galán sarmiento del municipio de Bucaramanga Santander
8	SAMC-001-2022	Impermeabilización de placa en zonas de circulación y zona de baños piso 2 y reparaciones locativas generales de la institución educativa Luis Carlos galán sarmiento de Bucaramanga”
9	SAMC-001-2022	Reparaciones locativas para mejorar la ventilación en las aulas de la institución educativa la libertad
10	SA-COLPOL-002-2022	Mantenimiento y remodelación de las cubiertas de la sede a y e de la institución educativa politécnico
11	SA-MC-001-2022	Mantenimiento y reparación de la placa cubierta, demolición de muro e instalaciones de cielo raso de la institución educativa Provenza-sede a
12	SAMC-002-2022	Adecuación y mejoramiento de las baterías sanitarias actuales junto a las aulas 5 y 6 del primer piso e impermeabilización de la placa existente en esta zona de la institución educativa Luis Carlos galán sarmiento de Bucaramanga
13	002-2022	Adecuación y reforma de batería de baños para hombre del tercer piso de la i.e piloto Simón Bolívar
14	SA-0002-2022	Adecuación de fachada y espacio público de la i.e. Andrés Paéz de Sotomayor
15	OT12-2022	Suministro e instalación de cielo raso en PVC y panel led empotrado de 24 w para las salas de informática 1 y 2, división de la sala 1 con su respectiva puerta,
16	OT09-2022	Mantenimiento de las instalaciones de la institución educativa técnico Dámaso zapata
17	OT08-2022	Trabajos de cerrajería para los diferentes salones, gavetas de la institución educativa
18	LP-001-2021	Construcción de la fase II de las obras complementarias en la institución educativa normal superior de la ciudad de Bucaramanga
19	OT05-2022	Mantenimiento de las instalaciones de la institución educativa técnico Dámaso zapata sede A, C Y D
20	SAMC-001-2022	Adecuaciones locativas necesarias para garantizar la idoneidad de la infraestructura física para el regreso a clase de manera presencial en la institución educativa piloto Simón Bolívar.
21	LP-001-2021	Adecuación de los espacios deportivos y obras anexas de la sede principal de la i.e. técnico nacional de comercio de Bucaramanga

22	22-003	Mantenimiento de 9.000 metros cuadrados de zonas verdes y jardines, incluye poda de pastos, árboles y arbustos, poda de setos y cercas vivas, recolección y disposición de residuos resultantes de las podas, limpieza de zanjas y cunetas de la planta física de la institución educativa gustavo cote Uribe del municipio de Bucaramanga.
23	OT02-2022	Mantenimiento de las instalaciones de la sede c y d en la institución educativa técnico Dámaso zapata
24	SI-LP-025-2019	Adecuaciones locativas a las instituciones educativas oficiales del municipio de Bucaramanga IE club unión , IE técnico Dámaso zapata-sede villa helena, IE santo ángel sede A, IE gustavo cote Uribe sede A, IE Rafael García herreros, IE nuestra señora del pilar sede A, IE promoción social del norte sede A, centro educativo rural Vijagual sede A, IE la juventud sede A, e IE Jorge Ardila duarte sede A, para la implementación de diez (10) ambientes de aprendizaje con enfoque Steam en el marco del cumplimiento de acuerdos de ciudad.
25	ISJ-LP-001-2019	Mantenimiento y adecuación de la infraestructura física del colegio san José de la Salle del municipio de Bucaramanga.
26	LP-001- 2019	Construcción de obras complementarias en la institución educativa normal superior de la ciudad de Bucaramanga
27	SAMC-001-2021	Adecuación de baterías sanitarias en la institución educativa francisco de paula Santander en el marco de los acuerdos escolares
28	SI-LP-003-2021	Mejoramiento de las instalaciones del instituto tecnológico Dámaso zapata fase i del municipio de Bucaramanga
29	LP-001-2022	Realizar mantenimiento y remodelación cubiertas de la institución educativa francisco de paula Santander sede a
30-2	SI-SI-LP-006-2023 (lote 2)	Mejoramiento de la infraestructura física en las instituciones educativas oficiales del municipio de Bucaramanga
31	SI-SI-LP-003-2023	Construcción de obras complementarias del espacio público, adyacente a la institución educativa Camacho Carreño del municipio de Bucaramanga
32	SI-SI-LP-0012-2022	Construcción espacio público de la institución educativa técnico Dámaso zapata en el municipio de Bucaramanga, Santander
33	LP-001-2022	Cambio total de la cubierta de la institución educativa gustavo cote Uribe del municipio de Bucaramanga
34-1	SI-LP-011-2021 (lote 1)	Adecuación de la infraestructura de las sedes i: el inicio y sede g: san pedro bajo de la institución educativa oficial rural Vijagual del municipio de Bucaramanga
34-2	SI-LP-011-2021 (lote 2)	

6.2.1. Intervalo de Confianza para la Proporción muestral (99%)

Para estimar la verdadera proporción de proyectos con desviaciones en toda la población, se calcula un intervalo de confianza del 99% usando la fórmula:

$$n = \frac{N \times Z^2 \times p \times (1 - p)}{(E^2 \times (N - 1)) + Z^2 \times p \times (1 - p)} \quad (1)$$

La fórmula mostrada corresponde al cálculo del tamaño de muestra para poblaciones finitas. Se utiliza en estadística para determinar el número adecuado de elementos que deben ser muestreados en una población de tamaño N, asegurando que los resultados sean representativos con un nivel de confianza específico. La fórmula para el cálculo del tamaño de muestra en poblaciones finitas se basa en principios estadísticos de inferencia y es ampliamente utilizada en investigaciones cuantitativas (Cochran, 1977).

En la siguiente grafica se evidencia el intervalo de confianza del 99% usando la fórmula.

Tabla 4. *Cálculo de la muestra.*

Muestra			
N	Z (99%)	p	E
35	2,58	0,5	0,05
33,30			

El cálculo del tamaño de la muestra utilizando la fórmula para poblaciones finitas da como resultado 33.30, lo que significa que se necesitarían aproximadamente 34 elementos en la muestra para garantizar un nivel de confianza del 99% con un margen de error del 5%. Se utilizó los 35 contratos para el análisis de esta manera garantizando un nivel de confianza alto.

6.2.2. Relación del presupuesto contratado respecto al presupuesto final de la muestra (35 contratos)

Tabla 5. *Desviación de costo en procesos estudiados.*

No.	Numero de proceso	Portal de contratación	Presupuesto inicial	Presupuesto contratado	Presupuesto final	Desviación del costo (contratado vs final)	Desviación del costo (inicial vs contratado)
1	SAMC-006-2023	secop i	\$195.121.500,87	\$188.291.939,00	\$ 188.291.939	\$ 0	\$6.829.561,87
2	SAMC-001-2022	secop i	\$42.788.205,20	\$42.684.331,00	\$42.684.331,00	\$ 0	\$103.874,20
3	SAMC-001-2022	secop i	\$129.762.766,42	\$129.736.031,00	\$ 129.736.031,00	\$ 0	\$ 26.735,42
4	SAMC-002-2022	secop i	\$105.868.811,75	\$ 104.034.003,00	\$104.015.902,21	-\$ 18.10	\$1.834.808,75
5	SAMC-001-2023	secop i	\$201.007.796,17	\$193.891.930,00	\$ 193.891.930,00	\$ 0	\$7.115.866,17
6	SAMC-01-2023	secop i	\$56.183.134,00	\$56.182.963,00	\$56.182.963,00	\$ 0	\$171,00
7	SAMC-002-2023	secop i	\$33.776.081,00	\$33.203.279,00	\$33.203.279,00	\$ 0	\$572.802,00
8	SAMC-001-2022	secop i	\$41.001.616,62	\$39.975.805,00	\$39.943.504,01	-\$ 32.30	\$1.025.811,62
9	SAMC-001-2022	secop i	\$53.514.790,56	\$52.592.376,00	\$52.592.376,00	\$ 0	\$ 922.414,56
10	SA-COLPOL-002-2022	secop i	\$244.098.560,00	\$244.098.560,00	\$244.098.560,00	\$ 0	\$ 0
11	SA-MC-001-2022	secop i	\$ 124.328.805,38	\$124.319.878,80	\$124.319.878,80	\$ 0	\$8.926,58
12	SAMC-002-2022	secop i	\$117.850.455,82	\$115.269.477,00	\$ 115.269.477,00	\$ 0	\$2.580.978,82
13	002-2022	secop i	\$47.013.688,00	\$ 45.908.916,00	\$45.908.916,00	\$ 0	\$1.104.772,00
14	SA-0002-2022	secop i	\$ 229.253.759,00	\$224.232.804,00	\$224.227.915,00	-\$ 4.89	\$5.020.955,00
15	OT12-2022	secop i	\$19.889.026,00	\$19.889.026,00	\$19.889.026,00	\$ 0	\$ 0
16	OT09-2022	secop i	\$16.685.992,00	\$16.685.992,00	\$16.685.992,00	\$ 0	\$ 0
17	OT08-2022	secop i	\$2.418.333,00	\$ 2.418.333,00	\$2.418.333,00	\$ 0	\$ 0
18	LP-001-2021	secop i	\$ 2.817.898.465,00	\$ 2.806.087.577,00	\$2.857.188.856,00	\$ 51.101.279,00	\$11.810.888,00
19	OT05-2022	secop i	\$ 9.831.200,000	\$ 9.831.200,000	\$9.831.200,000	\$ 0	\$ 0
20	SAMC-001-2022	secop i	\$59.818.355,580	\$ 58.397.840,580	\$58.397.840,580	\$ 0	\$1.420.515,00

No.	Numero de proceso	Portal de contratación	Presupuesto inicial	Presupuesto contratado	Presupuesto final	Desviación del costo (contratado vs final)	Desviación del costo (inicial vs contratado)
21	LP-001-2021	secop i	\$352.982.542,000	\$319.068.428,560	\$348.546.473,490	\$ 29.478.044,93	\$33.914.113,44
22	22-003	secop i	\$1.941.000,000	\$1.941.000,000	\$1.941.000,000	\$ 0	\$ 0
23	OT02-2022	secop i	\$5.000.000,000	\$5.000.000,000	\$5.000.000,000	\$ 0	\$ 0
24	SI-LP-025-2019	secop i	\$ 818.508.844,180	\$810.978.195,720	\$1.031.714.229,410	\$220.736.033,69	\$ 7.530.648,46
25	ISJ-LP-001-2019	secop i	\$ 509.687.588,000	\$ 504.047.844,370	\$ 504.047.844,370	\$ 0	\$5.639.743,63
26	LP-001-2019	secop i	\$ 1.907.127.631,000	\$1.884.243.403,000	\$2.122.424.845,26	\$ 238.181.442,26	\$ 22.884.228,00
27	SAMC-001-2021	secop i	\$ 98.011.242,000	\$94.099.999,760	\$98.008.990,04	\$ 3.908.990,28	\$3.911.242,24
28	SI-LP-003-2021	secop ii	\$10.497.362.787,000	\$10.161.443.099,000	\$15.544.119.207,300	\$5.382.676.108,30	\$ 335.919.688,00
29	LP-001-2022	secop ii	\$371.105.860,000	\$354.011.005,000	\$371.094.607,540	\$17.083.602,54	\$17.094.855,00
30-2	SI-SI-LP-006-2024	secop ii	\$1.490.475.519,000	\$1.419.087.074,000	\$1.638.702.734,000	\$219.615.660,00	\$71.388.445,00
31	SI-SI-LP-003-2023	secop ii	\$1.804.727.102,900	\$1.718.692.491,000	\$ 1.817.146.055,260	\$98.453.564,26	\$86.034.611,90
32	SI-SI-LP-0012-2022	secop ii	\$ 5.643.624.450,590	\$5.379.338.082,000	\$5.900.017.131	\$ 520.679.049,00	\$264.286.368,59
33	LP-001-2022	secop ii	\$550.569.576,790	\$482.106.758,000	\$ 582.088.180,000	\$99.981.422,00	\$ 68.462.818,79
34-1	SI-LP-011-2021	secop ii	\$ 536.882.740,620	\$ 517.115.246,000	\$ 717.108.916,000	\$199.993.670,00	\$19.767.494,62
34-2		secop ii	\$1.092.154.722,530	\$ 1.049.352.155,000	\$1.144.669.378,000	\$95.317.223,00	\$ 42.802.567,53

Según la tabla de recolección de datos, se identificaron un total de 21 contratos que presentan desviaciones en los costos. Para determinar el porcentaje respecto al 100% de la muestra se hará el cálculo con la fórmula de proporción muestral.

La proporción muestral (p) es el valor obtenido al dividir el número de elementos de la muestra que cumplen una característica determinada entre el tamaño total de la muestra:

$$p = \frac{\# \text{ de proyectos con desviación en costos}}{\text{total de proyectos estudiados}} \quad (2)$$

Se utiliza para estimar la proporción de una característica en la población a partir de una muestra. El cálculo de la proporción muestral es una técnica fundamental en la estadística inferencial, permitiendo realizar estimaciones sobre la población basadas en una muestra representativa (Montgomery y Runger, 2018).

Según lo encontrado en el análisis de la muestra de proyectos de construcción y/o remodelación de educación en Bucaramanga entre los años 2019 y 2023 se encontró que 21 proyectos presentaron desviación en los costos y para evaluar la frecuencia con la que presentan desviaciones en los costos.

$$p = \frac{21}{35}$$

$P = 0,40$ o 40%

Se encontró que el 40% de estos proyectos tienen sobrecostos o variaciones presupuestarias.

6.3. Identificación de factores generadores de desviaciones en los costos

Con el propósito de identificar las principales causas de las desviaciones en los costos de los proyectos analizados, se procede a realizar un análisis de datos orientado a detectar patrones y recurrencias en los factores que tuvieron mayor incidencia en la pérdida de eficiencia presupuestal.

En primera instancia, se examinarán las desviaciones asociadas a las ofertas adjudicadas por debajo del 96% del presupuesto oficial. Posteriormente, se analizarán los demás factores identificados en las actas contractuales y demás información disponible en el SECOP.

el más crítico con respecto a la desviación en el tiempo, ya que se presenta con mayor frecuencia. Esto indica que las variaciones en los ítems y cantidades tienen un impacto significativo en el proyecto, y deben ser gestionadas adecuadamente para evitar posibles complicaciones o desviaciones en los plazos y costos.

6.3.1. Desviaciones en los costos generadas por ofertas adjudicadas inferiores al 96% del presupuesto oficial

El análisis de los contratos de construcción y/o remodelación de colegios en Bucaramanga entre el 2019 y 2023 en los que los contratistas han presentado ofertas con reducciones superiores al 96% respecto al presupuesto oficial revela desviaciones significativas en los costos, ya que la reducción en los precios podría implicar una subestimación de los recursos necesarios para llevar a cabo las obras o actividades de manera adecuada. Además, estas desviaciones afectan directamente la distribución y asignación eficiente de los recursos, lo cual podría limitar su disponibilidad para otros proyectos y comprometer la ejecución de estos.

Figura 3. Contratos adjudicados más del 5% abajo del presupuesto oficial.

No.	Nombre del colegio	numero de proceso	presupuesto inicial	presupuesto contratado	presupuesto final	desviación del costo (contratado vs final)	abajo del presupuesto oficial
21	INSTITUTO TÉCNICO NACIONAL DE COMERCIO	LP-001-2021	\$ 352.982.542,000	\$ 319.068.428,560	\$ 348.546.473,490	\$ 29.478.044,93	90%
29	IE FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	LP-001-2022	\$ 371.105.860,000	\$ 354.011.005,000	\$ 371.094.607,540	\$ 17.083.602,54	95%
30-2	IE PROVENZA SEDE C, IE BICENTENARIO, IE LUIS CARLOS GALÁN, IE POLITECNICO, IE JOSE CELESTINO MUTIS, IE NORMAL SUPERIOR, IE JORGE ÁRDILA DUARTE	SI-SI-LP-006-2023	\$ 1.490.475.519,000	\$ 1.419.087.074,000	\$ 1.638.702.734,00	\$ 219.615.660,00	95%
31	INSTITUCION EDUCATIVA CAMACHO CARREÑO	SI-SI-LP-003-2023	\$ 1.804.727.102,900	\$ 1.718.692.491,000	\$ 1.817.146.055,260	\$ 98.453.564,26	95%
32	INSTITUCION EDUCATIVA TECNICO DÁMASO ZAPATA	SI-SI-LP-0012-2022	\$ 5.643.624.450,590	\$ 5.379.338.082,000	\$ 5.900.017.131	\$ 520.679.049,00	95%
33	INSTITUCION EDUCATIVA GUSTAVO COTE URIBE	LP-001-2022	\$ 550.569.576,790	\$ 482.106.758,000	\$ 582.088.180,000	\$ 99.981.422,00	88%

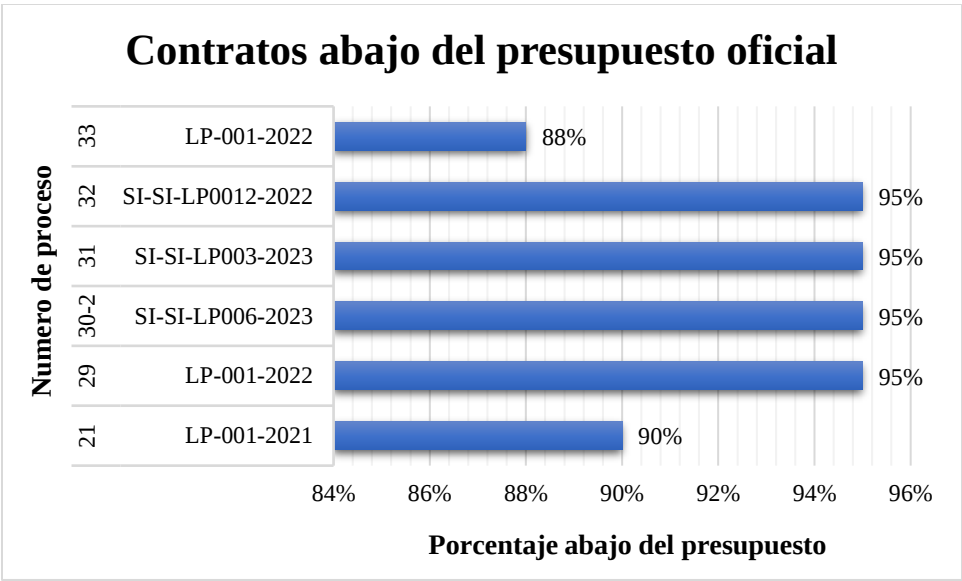
Asimismo, como se muestra en la casilla de “desviación del costo (contratado vs final)” todos los contratos presentan una desviación del costo significativa.

Se reconoce que la reducción de los presupuestos pone en riesgo la sostenibilidad financiera de los contratos, ya que los contratistas podrían no ser capaces de cumplir con los requerimientos del proyecto debido a la falta de recursos o costos subestimados, lo que podría generar sobrecostos inesperados o incluso la cancelación de los contratos. Este escenario también podría afectar la calidad de la ejecución, dado que los contratistas, al operar con márgenes de ganancia bajos, podrían verse obligados a reducir los estándares de calidad, contratar personal no calificado o utilizar materiales de menor calidad lo que hace que se incurra a un incumplimiento del contrato.

Los contratos analizados en Bucaramanga de los colegios en construcción y/o remodelación generaron los siguientes factores según la revisión bibliográfica realizada. A

continuación, en la tabla se identifican los factores de costos y se grafica la frecuencia de los costos por proceso.

Figura 4. *Contratos adjudicados abajo del presupuesto oficial.*



Del análisis realizado, se evidencia que todos los contratos adjudicados por debajo del 96% del presupuesto oficial presentan desviaciones significativas en los costos. Esta situación impacta directamente en la distribución y asignación eficiente de los recursos, afectando su disponibilidad para otros proyectos. Dichas desviaciones pueden comprometer la sostenibilidad financiera del contrato, la calidad de la ejecución y el cumplimiento de los objetivos establecidos, lo que requiere una evaluación rigurosa de los factores que las generan.

6.3.2. Frecuencia de Factores de riesgo en la desviación de costos y plazo en 35 Contratos analizados.

Para determinar los principales factores que dieron lugar a la necesidad de adiciones contractuales, se realizó un análisis detallado de las actas de cada contrato. En este proceso, se identificaron y clasificaron las causas que originaron dichos adicionales, permitiendo establecer patrones recurrentes y evaluar su impacto en la ejecución contractual.

El procedimiento consistió en revisar la documentación oficial asociada a cada contrato, incluyendo las justificaciones técnicas, económicas y administrativas presentadas para la aprobación de las adiciones. Se identificaron factores críticos de la siguiente manera:

Tabla 6. *Ubicación de actas donde se registra las desviaciones.*

No	Nombre colegio	del	Numero de proceso	Factor identificado	Documento soporte de análisis
1	Institución educativa de nuestra señora del pilar		SAMC-006-2023	T1, T3, T5	Otrosí modificatorio prorroga no. 01 al contrato de obra pública no. 002 de 2023, presentó a la interventoría y supervisor del contrato una solicitud de adición de prórroga de siete (07) días al contrato de obra no.002 de 2023
2	Institución educativa comuneros		SAMC-001-2022	C1, C2, C3	Acta de modificación de cantidades y pactacion de ítems no previstos no.1 del contrato no. 001 del 2022. El día 09 de septiembre fue suscrita el acta de modificación de cantidades y pactación de ítems no previstos, sin que ello llegara a variar el valor fiscal del contrato.
3	Institución educativa Vijagual kilómetro 10 vía al mar		SAMC-001-2022	N/a	N/a
4	Institución educativa rural Vijagual sede d		SAMC-002-2022	Sf	Hubo un saldo a favor de la institución por valor de \$18.100,79 mencionado en el acta de liquidación contrato de obra pública 001-2023
5	Institución educativa nuestra señora del pilar - sede a		SAMC-001-2023	N/A	N/A
6	Institución educativa oriente Miraflores		SAMC-01-2023	N/A	N/A
7	Institución educativa Luis Carlos Carlos sarmiento		SAMC-002-2023	N/A	N/A

No	Nombre del colegio	del	Numero de proceso	Factor identificado	Documento soporte de análisis
8	Institución educativa Carlos sarmiento	Luis galán	SAMC-001-2022	T7 y Sf	*acta de suspensión del plazo mediante acta contrato de obra N.º 12-2022 se pacta ampliar el plazo de ejecución por condiciones de lluvias. (64 días) *según acta de recibo final se pagan \$39,943,504.01 "pactados en la cláusula 5 del contrato de obra" pero en la cláusula 5 del contrato el valor pactado es de 39,975,805 por lo que hay un valor no ejecutado de \$32,301 como se menciona en el acta de liquidación de obra
9	Institución educativa libertad	la	SAMC-001-2022	N/A	N/A
10	Instituto politécnico		SA-COLPO L-002-2022	N/A	N/A
11	Institución educativa Provenza		SA-MC-001-2022	T7	Otrosí modificatorio no. 02 al contrato de obra pública no 14 de 2022, adición en tiempo por deficiencias en la etapa de planeación
12	Institución educativa Carlos sarmiento	Luis galán	SAMC-002-2022	T5	Acta no. 03 contrato de obra N.º 08-2022 de suspensión del plazo donde se registra la ampliación de plazo de 13 días
13	Institución educativa piloto Bolívar	centro simón	002-2022	N/A	N/A
14	Institución educativa Andrés Sotomayor	colegio Páez de	SA-0002-2022	T8 y Sf	Adición en tiempo inicialmente de 30 días y luego otra adición de 15 días por deficiencias en la etapa de planeación
15	Instituto superior zapata	técnico Dámaso	OT12-2022	N/A	N/A
16	Instituto superior zapata	técnico Dámaso	OT09-2022	N/A	N/A
17	Instituto superior zapata	técnico Dámaso	OT08-2022	N/A	N/A
18	Escuela superior de Bucaramanga	normal de	LP-001-2021	C1 y T1	*Para la adición número 1 en tiempo (60 días) fue documentada en el "adicional no 1 al contrato de obra pública no. 065 celebrando entre la institución educativa escuela normal superior de Bucaramanga y unión temporal c&c 2021" *Para la adición número 2 en tiempo y costo (15 días y \$51.101.279) fue documentado en el "adicional no 2 al contrato de obra pública no. 065 de 2021 celebrando entre la escuela normal superior de Bucaramanga y unión temporal c&c 2021"
19	Instituto superior zapata	técnico Dámaso	OT05-2022	N/A	N/A

No	Nombre del colegio	Numero de proceso	Factor identificado	Documento soporte de análisis
20	Institución educativa centro piloto Bolívar	SAMC-001-2022	N/A	N/A
21	Instituto nacional de comercio	LP-001-2021	c1, c2 y t2	*Para la adición en tiempo y costo (20 días y \$29.478044,93) fue documentado en el "otro si No. 2 contrato de obra No. 001 de 2021"
22	Institución educativa gustavo cote Uribe	22-003	N/A	N/A
23	Instituto superior zapata	OT02-2022	N/A	N/A
24	Instituciones educativas oficiales del municipio de Bucaramanga IE club unión, IE técnico Dámaso zapata-sede villa helenia, IE santo ángel sede A, IE gustavo cote Uribe sede A, IE Rafael García herreros, IE nuestra señora del pilar sede A, IE promoción social del norte sede A, centro educativo rural Vijagual sede A, IE la juventud sede A, e IE Jorge Ardila duarte sede A	SI-LP-025-2019	C2 y C3, T2 y T3	*Para la primera adición en tiempo (2 meses) fue documentado en el "adicional no 01 en plazo al contrato de obra pública no. 313 del 10 de septiembre de 2019 suscrito entre el municipio de Bucaramanga y Hernán julio barrios castillo" *Para la primera adición en costo (\$179.007.632,80) fue documentado en el "adicional no 02 en valor al contrato de obra pública no. 313 del 10 de septiembre de 2019 suscrito entre el municipio de Bucaramanga y Hernán julio barrios castillo" *Para la segunda adición en costo (\$41.728.400,86) y segunda adición en tiempo (21 días) fue documentado en el "adicional no 03 en valor y plazo al contrato de obra pública no. 313 del 10 de septiembre de 2019 suscrito entre el municipio de Bucaramanga y Hernán julio barrios castillo"
25	Colegio san José de la Salle del municipio de Bucaramanga.	ISJ-LP-001-2019	N/A	N/A
26	Institución educativa normal superior de la ciudad de Bucaramanga	LP-001-2019	C2 y C3, T2 y T3	*Para la primera adición en tiempo (1 mes y 20 días) y costo (\$ 297.569.390,00) fue documentado en el "acta de modificación de cantidades y plazo no 1" * Para la reducción de presupuesto de (\$59.387.947,74) generada por menores cantidades de obra se soporta con "acta de modificación de cantidades y precios no 2"

No	Nombre colegio	del	Numero de proceso	Factor identificado	Documento soporte de análisis
27	Institución educativa francisco de paula Santander		SAMC-001-2021	C2 y C3, T2 y T3	*Para la primera adición en costo (\$3.908.990,28) fue documentado en el "otro si N°. 1 al contrato de obra pública no. 001 de 2021" *Para la primera adición en tiempo (7 días) fue documentado en el "otro si N° 2 al contrato de obra pública no. 001 de 2021"
28	Instituto tecnológico Dámaso zapata		SI-LP-003-2021	C1, C2, C3 y C4, T3, T4, T5, T6	*Para la primera adición en costo (\$2.047.432.424,30) fue documentado en el "adicional no 1 en valor al contrato de obra no 104 del 20 de septiembre de 2021 suscrito entre el municipio de Bucaramanga y el consorcio Dámaso zapata" *Para la primera adición en tiempo (15 días) fue documentado en el "adicional no 2 en plazo al contrato de obra no 104 del 20 de septiembre de 2021 suscrito entre el municipio de Bucaramanga y el consorcio Dámaso zapata" *Para la segunda adición en tiempo (3 meses y 15 días) fue documentado en el "adicional no 3 en plazo al contrato de obra no 104 del 20 de septiembre de 2021 suscrito entre el municipio de Bucaramanga y el consorcio Dámaso zapata" *Para la segunda adición en costo (\$3.335.243.684,00) fue documentado en el "adicional no 4 en valor al contrato de obra no 104 del 20 de septiembre de 2021 suscrito entre el municipio de Bucaramanga y el consorcio Dámaso zapata" *Para la tercera adición en tiempo (2 meses) fue documentado en el "adicional no 5 en plazo al contrato de obra no 104 del 20 de septiembre de 2021 suscrito entre el municipio de Bucaramanga y el consorcio Dámaso zapata" * Para la cuarta adición en tiempo (2 meses) fue documentado en el "adicional no 6 en plazo al contrato de obra no 104 del 20 de septiembre de 2021 suscrito entre el municipio de Bucaramanga y el consorcio Dámaso zapata" *Para la quinta adición en tiempo (2 meses) fue documentado en el "adicional no 7 en plazo al contrato de obra no 104 del 20 de septiembre de 2021 suscrito entre el municipio de Bucaramanga y el consorcio Dámaso zapata"
29	IE francisco de paula Santander		LP-001-2022	C2	*Para la primera adición en costo (\$17.083.602,54) fue documentado en el "acta de pactacion de precios unitarios e ítems no previstos"
30-1	IE Provenza sede c, IE bicentenario, IE Luis Carlos		SI-SI-LP-006-2023	Suspensionado n/a	Suspendido N/A
30-2	galán, IE politécnico, IE José celestino mutis, IE normal superior, IE Jorge Ardila duarte			C3, T1 y T2	*Para la primera adición en costo (\$219.615.660,00) fue documentado en el "acta de captación de precios unitarios e ítems no previstos" *Para la adición primera (1 mes 15 días), segunda adición (15 días) y tercera adición (1 mes) en tiempo se puede documentar únicamente en "acta de recibo final" o "acta de liquidación del contrato"
31	Institución educativa Camacho Carreño		SI-SI-LP-003-2023	C2, C3, T1	*Para la primera adición en costo (\$98.453.564,26) y en tiempo (15 días) fue documentado en el "acta de modificación No 1"
32	Institución educativa técnico Dámaso zapata		SI-SI-LP-0012-2022	C2, c3, c5, t1	*Para la primera adición en costo (\$520.679.049) y en tiempo (2 meses) fue documentado en el "acta de pactacion de precios unitarios no 2"
33	Institución educativa gustavo cote Uribe		LP-001-2022	C3, t7	*Para la primera adición en costo (\$61.309.765) fue documentado en el "acta de pactacion de precios no previstos no 1"

No	Nombre del colegio	del	Numero de proceso	Factor identificado	Documento soporte de análisis
					*Para la primera adición en tiempo (30 días) fue documentado en el "acta de modificación de cantidades de obra y ampliación de plazo No 3" *Para la segunda y tercera adición en tiempo (60 días) y la adición en costo (\$ 38.671.657) fue documentado en el "acta de modificación de cantidades de obra y No 4"
34-1	Institución educativa oficial rural Vijagual	SI-LP-011-2021	C3, T3, T7		* para la primera adición en costo (\$199.993.670,00) y primera adición en tiempo (2 meses) fue documentado en el "adicional no 1 en valor y plazo al contrato de obra no 261 del 08 de octubre de 2021 suscrito entre el municipio de Bucaramanga y enrique pico merchán" *Para la segunda adición en tiempo (1,5 meses) fue documentado en la "modificatoria no 2 al plazo del contrato de obra no 261 del 08 de octubre de 2021 suscrito entre el municipio de Bucaramanga y enrique pico merchán"
34-2			C2, C3, T2, T3		*Para la primera adición en costo (\$95.317.223,00) y primera adición en tiempo (2 meses) fue documentado en el "adicional no 1 en valor y plazo al contrato de obra no 26 del 08 de octubre de 2021 suscrito entre el municipio de Bucaramanga y universal SEC S.A.S" *Para la segunda adición en tiempo (1,5 meses) fue documentado en la "modificatoria no 2 al plazo del contrato de obra no 26 del 08 de octubre de 2021 suscrito entre el municipio de Bucaramanga y universal SEC S.A.S"

A partir del análisis de las actas contractuales y demás documentos disponibles en la plataforma SECOP, consolidados en la tabla anterior, se identificaron diversos factores que han incidido en desviaciones tanto en el tiempo de ejecución como en los costos contractuales. Dichos factores se categorizan de la siguiente manera.

Tabla 7. Factores de costo encontrados en los contratos.

Factores costos	
C1	Modificaciones contractuales
C2	Modificaciones de ítems y cantidades (mayores y menores cantidades)
C3	Ítems no previstos
C4	Modificación del alcance de actividades contratadas
C5	Irregularidades en el terreno
Sf	Saldo a favor de la entidad
N/a	No aplica

Tabla 8. Factores de tiempo encontrados en los contratos.

Factores de tiempo	
T1	Modificaciones contractuales
T2	Modificaciones de ítems y cantidades (mayores y menores cantidades)
T3	Ítems no previstos
T4	Emergencia sanitaria COVID 19
T5	Modificaciones en planos
T6	Retrasos en entrega de materiales
T7	Clima desfavorable
T8	Retrasos en permisos o licencias
N/A	No aplica

Para determinar la frecuencia con la que se presentan los factores de desviación identificados en los contratos, se empleará la metodología de funciones de utilidad individuales, utilizando para ello el método MAUT (Multi-Attribute Utility Theory). Esta técnica permite asignar un valor cuantitativo a cada factor en función de su recurrencia, facilitando así un análisis comparativo y estructurado de su impacto relativo en los costos y tiempos contractuales.

6.3.2.1. Función de utilidad individuales, maunt

Esta función permite comparar parámetros que inicialmente se encontraban en rangos diferentes o evaluados de manera diferentes para poder entenderlos en un mismo lenguaje, por ejemplo, a la hora de evaluar multicriterio u objetivos múltiples la función permite ponderar con diferentes atributos generando importancia relativa y desempeño de los indicadores a evaluar. Para cada uno de los atributos, se asigna una utilidad de 0 a la alternativa que tenga el peor comportamiento en ese atributo y una utilidad de 1 a la que se comporte mejor. (Hernández, 2017).

$$\mu_i = \frac{x - \text{peor valor}}{\text{mejor valor} - \text{peor valor}} \quad (3)$$

Esta función permite igualar criterios de investigadores en donde cada uno tenía su manera de ordenar de acuerdo con su evaluación metodológica, es por esto que llevarlo a un mismo rango permite compararlos y analizar la información en general.

En el análisis de los contratos liquidados identificados en colegios de Bucaramanga entre el 2019 y 2023, se registraron ciertos factores de riesgo que afectaron la ejecución del proyecto. Para determinar su impacto relativo, se cuenta la frecuencia con la que aparecen en diferentes contratos. Los factores más repetidos representan los mayores problemas (peor desempeño), mientras que los menos repetidos son menos problemáticos (mejor desempeño).

6.3.3. Determinar principales factores que generan desviaciones en los costos.

Tabla 9. *Factores de costo encontrados en los contratos.*

Factores costos	
C1	Modificaciones contractuales
C2	Modificaciones de ítems y cantidades (mayores y menores cantidades)
C3	Ítems no previstos
C4	Modificación del alcance de actividades contratadas
C5	Irregularidades en el terreno
Sf	Saldo a favor de la entidad
N/a	No aplica

Con base en la anterior tabla de factores que explican las causas de desviaciones en los costos, se identifican los factores que están presentes en los contratos analizados. Como se evidencia a continuación en la tabla.

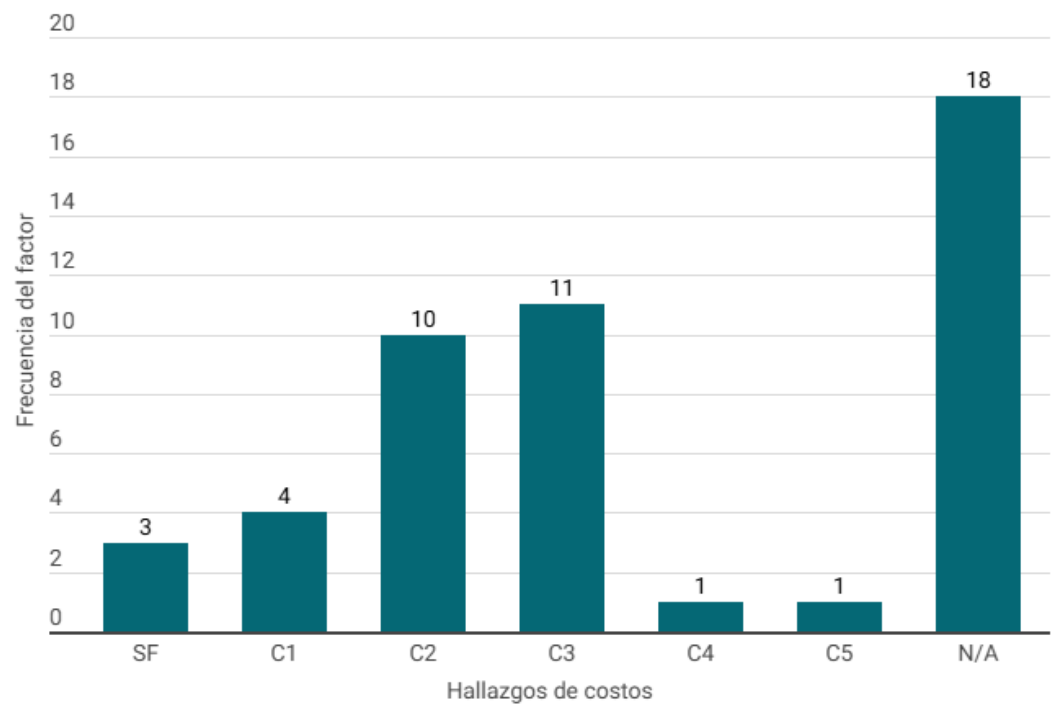
Tabla 10. Factores de desviación de costos en procesos estudiados.

	Numero de proceso	SF	Hallazgos costos					N/A
			C1	C2	C3	C4	C5	
1	SAMC-006-2023							X
2	SAMC-001-2022			X	X			
3	SAMC-001-2022		x					X
4	SAMC-002-2022	X						
5	SAMC-001-2023							X
6	SAMC-01-2023							X
7	SAMC-002-2023							X
8	SAMC-001-2022	X						
9	SAMC-001-2022							X
10	SA-COLPOL-002-2022							X
11	SA-MC-001-2022							X
12	SAMC-002-2022							X
13	002-2022							X
14	SA-0002-2022	X						
15	OT12-2022							X
16	OT09-2022							X
17	OT08-2022							X
18	LP-001-2021		X					
19	OT05-2022							X
20	SAMC-001-2022							X
21	LP-001-2021		x	X				
22	22-003							X
23	OT02-2022							X
24	SI-LP-025-2019			X	X			
25	ISJ-LP-001-2019							X
26	LP-001- 2019			X	X			
27	SAMC-001-2021			X	X			
28	SI-LP-003-2021		X	X	X	X		
29	LP-001-2022			X				
30-2	SI-SI-LP-006-2023 (lote 2)				X			
31	SI-SI-LP-003-2023			X	X			
32	SI-SI-LP-0012-2022			X	X		X	
33	LP-001-2022				X			
34-1	SI-LP-011-2021 (lote 1)				X			
34-2	SI-LP-011-2021 (lote 2)			X	X			

FRECUENCIA DEL FACTOR	Hallazgos costos						
	3	4	10	11	1	1	18

Con base en la información consignada en la tabla de factores que inciden en las desviaciones de costos, se elaboró una gráfica que permite visualizar de manera más clara y comparativa cuáles de estos factores están presentes con mayor frecuencia en los contratos analizados. Esta representación gráfica facilita la interpretación de los datos y resalta las causas predominantes de las desviaciones, permitiendo una mejor comprensión de los elementos que afectan la ejecución presupuestal de los proyectos.

Figura 5. *Frecuencia de costos por proceso.*



6.3.3.1. Identificar peor y mejor valor para hacer uso de la función de utilidad, maunt.

Peor valor (factor más frecuente). ítems no previstos (11 apariciones).

Mejor valor (factor menos frecuente). modificación del alcance de actividades contratadas e irregularidades en el terreno (1 aparición ambos con la menor frecuencia).

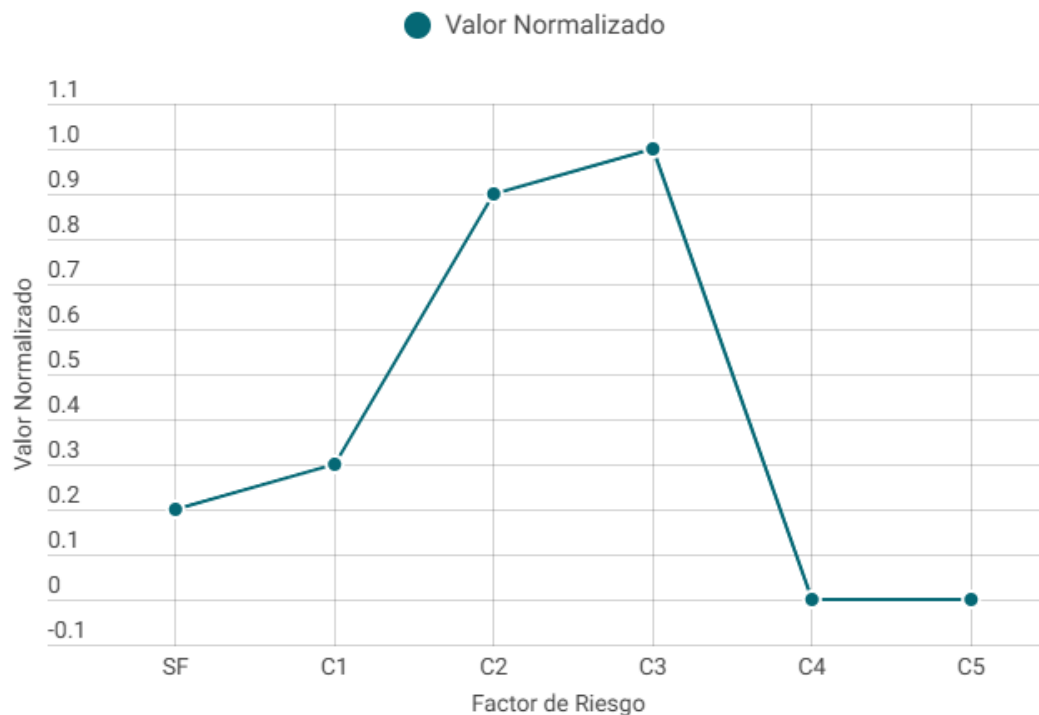
6.3.3.2. Resultados Normalizados.

En el análisis de los contratos liquidados identificados en colegios de Bucaramanga entre el 2019 y 2023, se registraron ciertos factores de riesgo que afectaron el plazo de la ejecución del proyecto. Para determinar su impacto relativo, se cuenta la frecuencia con la que aparecen en diferentes contratos. Los factores más repetidos representan los mayores problemas (peor desempeño), mientras que los menos repetidos son menos problemáticos (mejor desempeño). De esta manera según la gráfica se analiza los datos para después expresarlo en valores normalizados:

"ítems no previstos" ($U = 1.00$) es el factor más crítico, ya que aparece con mayor frecuencia.

"modificación del alcance de actividades contratadas" e "irregularidades en el terreno" ($U = 0.00$) son los factores menos problemáticos, ya que tienen la menor frecuencia.

"modificaciones de ítems y cantidades (mayores y menores cantidades)" ($U = 0.9$) tiene un impacto alto ya que tiene una frecuencia de 10.

Figura 6. Factores de riesgo con sus valores normalizados.

A partir del grafico se identifica que el principal desafío de la construcción y/o remodelación de colegios en Bucaramanga entre el 2019 y 2023 radica en la gestión de los "ítems no previstos", que son los más recurrentes, seguidos de cerca por las "modificaciones de ítems y cantidades". Los factores relacionados con la modificación del alcance y las irregularidades en el terreno tienen una relevancia menor en cuanto a su frecuencia de aparición, pero son factores que generan desviación en costos según el análisis hecho.

El factor de "modificaciones de ítems y cantidades (mayores y menores cantidades)" aunque es menos frecuente como los "ítems no previstos", tiene un impacto considerable debido a su frecuencia de aparición, ya que genera consecuencias importantes en la desviación de costos. Se comprueba por medio del análisis de función de utilidad que en la desviación en tiempo este factor es el principal lo que lo convierte en un factor que debe ser monitoreado y gestionado

adecuadamente como podemos verlo a continuación evaluando los factores que generan desviación en los plazos de los contratos estudiados.

6.3.4. Determinar principales factores que generan desviaciones en el plazo afectando directamente los costos.

Los contratos analizados en Bucaramanga de los colegios en construcción y/o remodelación generaron los siguientes factores según la revisión bibliográfica realizada. A continuación, en la tabla se identifican los factores de tiempo.

Tabla 11. Factores causantes de desviación en el tiempo encontrados en los contratos

Factores de tiempo	
T1	Modificaciones contractuales
T2	Modificaciones de ítems y cantidades (mayores y menores cantidades)
T3	Ítems no previstos
T4	Emergencia sanitaria COVID 19
T5	Modificaciones en planos
T6	Retrasos en entrega de materiales
T7	Clima desfavorable
T8	Retrasos en permisos o licencias
N/A	No aplica

Con base en la anterior tabla de factores que explican las causas de desviaciones en el plazo del contrato, se identifican los factores que están presentes en los contratos analizados. Como se evidencia a continuación en la tabla.

Tabla 12. Factores de desviación en el tiempo identificados en cada contrato

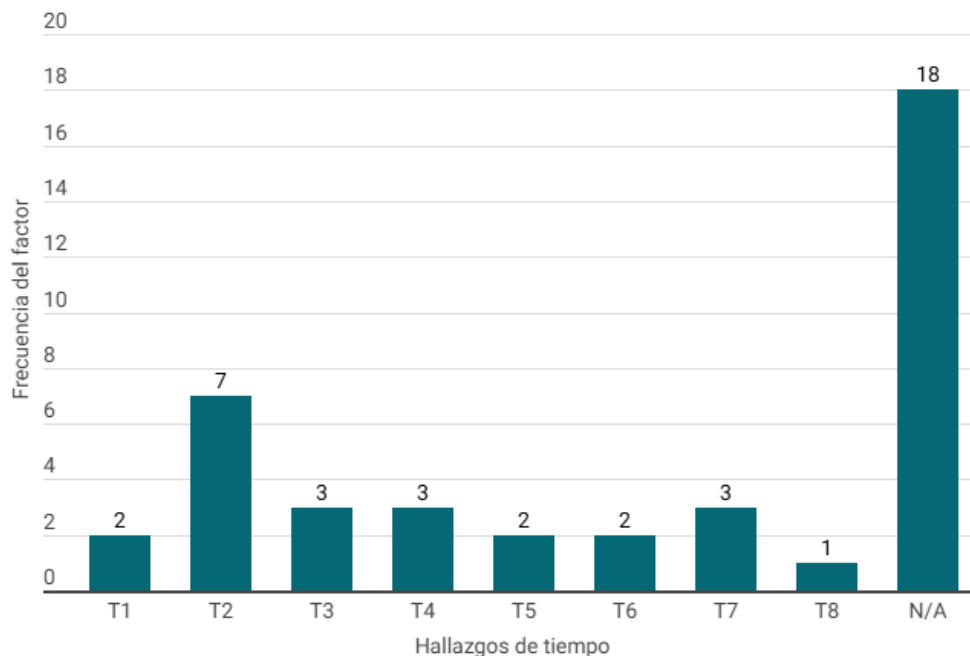
		Hallazgos tiempo								
	Numero de proceso	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	N/A
1	SAMC-006-2023	X		X		X				

Hallazgos tiempo									
2	SAMC-001-2022								X
3	SAMC-001-2022								X
4	SAMC-002-2022								X
5	SAMC-001-2023								X
6	SAMC-01-2023								X
7	SAMC-002-2023								X
8	SAMC-001-2022					X			
9	SAMC-001-2022								X
10	SA-COLPOL-002-2022								X
11	SA-MC-001-2022					X			
12	SAMC-002-2022				X				
13	002-2022								X
14	SA-0002-2022							X	
15	OT12-2022								X
16	OT09-2022								X
17	OT08-2022								X
18	LP-001-2021	X							
19	OT05-2022								X
20	SAMC-001-2022								X
21	LP-001-2021		X						
22	22-003								X
23	OT02-2022								X
24	SI-LP-025-2019		X	X					
25	ISJ-LP-001-2019								X
26	LP-001- 2019		X	X					
27	SAMC-001-2021		X	X					
28	SI-LP-003-2021			X	X	X	X		
29	LP-001-2022								X
30-2	SI-SI-LP-006-2023 (lote 2)		X	X					
31	SI-SI-LP-003-2023		X						
32	SI-SI-LP-0012-2022		X						
33	LP-001-2022							X	
34-1	SI-LP-011-2021 (lote 1)				X			X	
34-2	SI-LP-011-2021 (lote 2)			X	X				
Frecuencia del factor		2	7	3	3	2	2	3	18

Con base en la información consignada en la tabla de factores que inciden en las desviaciones en el plazo de los contratos, se elaboró una gráfica que permite visualizar de manera más clara y comparativa cuáles de estos factores están presentes con mayor frecuencia en los contratos analizados. Esta representación gráfica facilita la interpretación de los datos y resalta las

causas predominantes de las desviaciones, permitiendo una mejor comprensión de los elementos que afectan el tiempo en la ejecución de los proyectos.

Figura 7. Frecuencia en aparición de factores de desviación en tiempo por proceso.



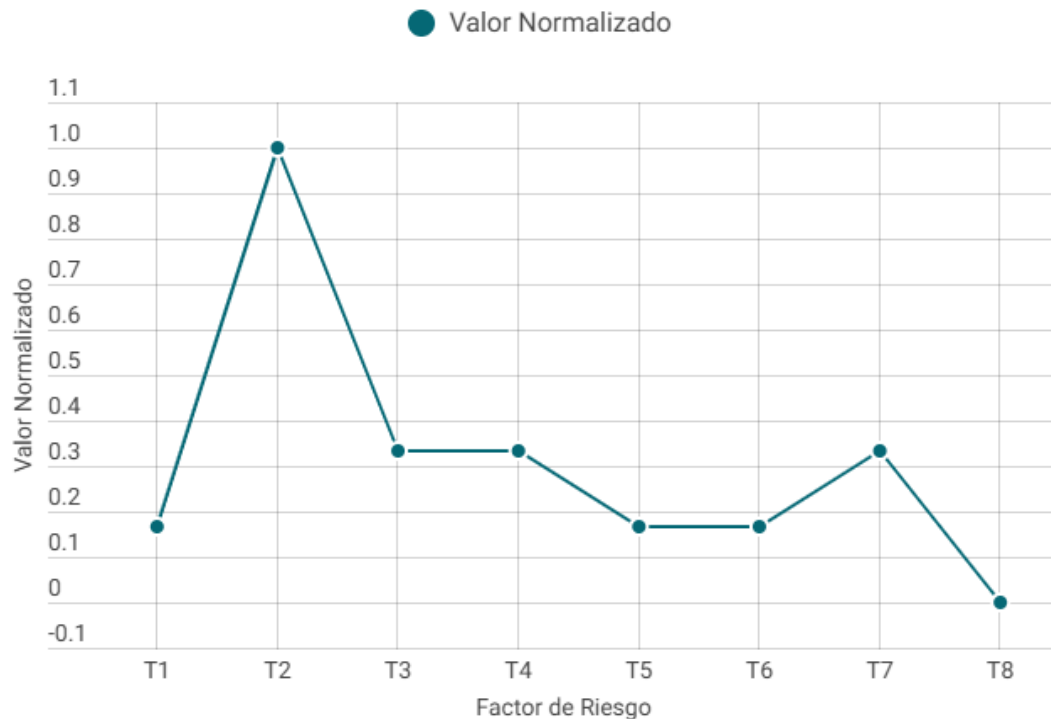
6.3.4.1. Identificar peor y mejor valor para hacer uso de la función de utilidad, maunt.

Peor valor (factor más frecuente). Modificaciones de ítems y cantidades (mayores y menores cantidades (7 apariciones).

Mejor valor (factor menos frecuente). Retrasos en permisos o licencias (1 aparición).

6.3.4.2. Resultados normalizados.

En la siguiente gráfica se muestra un análisis de los factores de riesgo con sus valores normalizados.

Figura 8. Factores de riesgo con sus valores normalizados.

De esta manera según la gráfica se analiza los datos para después expresarlo en valores normalizados:

"modificaciones de ítems y cantidades (mayores y menores cantidades)" ($U = 1.00$) es el factor más crítico, ya que aparece con mayor frecuencia.

“retrasos en permisos o licencias ” ($U = 0.00$) es el factor menos problemático, ya que tienen la menor frecuencia.

A partir de la gráfica y el estudio realizado se puede concluir que el factor "modificaciones de ítems y cantidades (mayores y menores cantidades)" es el más crítico con respecto a la desviación en el tiempo, ya que se presenta con mayor frecuencia. Esto indica que las variaciones en los ítems y cantidades tienen un impacto significativo en el proyecto, y deben

ser gestionadas adecuadamente para evitar posibles complicaciones o desviaciones en los plazos y costos.

Antes de proceder con la formulación de las recomendaciones correspondientes, es fundamental realizar un análisis detallado del rol desempeñado por la interventoría dentro de los contratos seleccionados para el presente estudio. Este análisis permitirá identificar no solo el cumplimiento de las obligaciones contractuales por parte del interventor, sino también evaluar la eficacia de sus funciones en relación con el seguimiento, control técnico, administrativo, financiero, contable, jurídico y ambiental de la ejecución contractual.

Paralelamente, se desarrollará un análisis comparativo sobre la participación de proponentes en los procesos contractuales registrados en las plataformas del Sistema Electrónico para la Contratación Pública – SECOP I y SECOP II. Este ejercicio tiene como finalidad determinar si existe una mayor concurrencia de oferentes en una u otra plataforma, lo cual puede estar asociado a un modelo de contratación más transparente, como lo dicta la ley 80 de 1993.

6.4. Análisis de la interventoría en los contratos estudiados.

El Manual de Interventoría fue ordenado por el Instituto Nacional de Vías a través de la Resolución 09337 del 2016 (Invías, 2016) se establece el marco y los procedimientos que permiten identificar, justificar y ajustar los cambios en las cantidades y en los costos de obra que no estaban previstos en la propuesta inicial, ya sean por la aparición de nuevos ítems o por mayores cantidades de trabajo necesarias para cumplir con el objeto contractual. El interventor tiene la responsabilidad de verificar que los imprevistos hayan sido correctamente incluidos en la propuesta y que, en caso de que ocurran eventos imprevistos, se sigan los procedimientos establecidos para justificar,

cuantificar y ajustar los costos. Esto incluye la revisión de documentación, la supervisión en terreno y la validación de los soportes necesarios para aprobar cualquier ajuste contractual. Tras el análisis de los 35 contratos revisados, se determinó que las funciones desempeñadas por la interventoría se ajustaron a lo estipulado en cada contrato y a las responsabilidades inherentes a su labor. En aquellos contratos que presentaron adiciones en costos, la interventoría justificó debidamente dichas modificaciones y llevó un control riguroso conforme a las disposiciones contractuales.

Asimismo, se efectuó un seguimiento periódico a la ejecución de las obras, con la elaboración y presentación de informes técnicos que reflejaban el avance, cumplimiento y eventuales novedades de cada proyecto. Además, se mantuvo un registro detallado de los pagos, asegurando la trazabilidad financiera y el cumplimiento de las obligaciones económicas.

Como resultado de esta gestión, no se registraron sanciones por incumplimiento en ninguno de los contratos analizados. En consecuencia, la interventoría desempeñó su labor de manera eficiente y conforme a la normativa vigente en todos los proyectos estudiados en SECOP I y SECOP II de construcción y/o remodelación de instituciones educativas en Bucaramanga durante el período comprendido entre 2019 y 2023.

6.5. Importancia de la Interventoría en la Etapa de Planeación, Estudios y Diseños de Proyectos de Infraestructura

Es fundamental destacar que la estructuración adecuada de un proyecto de infraestructura no puede concebirse únicamente desde la etapa de ejecución. Por el contrario, uno de los factores más determinantes para el éxito técnico, económico y social de una obra es la solidez de su fase de planeación, estudios y diseños, y en este sentido, la participación de una interventoría técnica

especializada desde las primeras fases del ciclo de vida del proyecto resulta absolutamente indispensable. el DNP (Departamento Nacional de Planeación), en su documento guía sobre la estructuración de proyectos, indica lo siguiente, “Una interventoría en la fase de estudios y diseños no solo mejora la calidad del proyecto, sino que permite asegurar su madurez técnica antes de contratar la ejecución, minimizando riesgos y mejorando la eficiencia del gasto público. (DNP, Guía para la estructuración de proyectos de inversión pública, 2020).

En muchas ocasiones, se subestima la importancia de contar con una interventoría desde el inicio del proceso, bajo la falsa premisa de que esta figura debe aparecer únicamente cuando inicia la ejecución física de las obras. Sin embargo, se ha demostrado que esta visión limitada puede conllevar a errores graves en los estudios, inconsistencias en los diseños, sobrecostos durante la construcción, e incluso el fracaso total del proyecto. La interventoría previa a la etapa de ejecución cumple un papel preventivo, técnico y de control de calidad, que permite verificar que los estudios y diseños presentados por el director de proyectos cumplen con las normativas vigentes, las condiciones del entorno, los requisitos del contratante, y la viabilidad técnica, económica, ambiental y social del proyecto. En otras palabras, su labor es asegurar que lo que se va a construir está correctamente formulado, dimensionado y planeado.

Algunas de las funciones esenciales que debe cumplir una interventoría temprana incluyen revisión de estudios previos y estudios de campo donde se verifica que la información topográfica, geotécnica, hidrológica, ambiental y socioeconómica utilizada en el diseño esté actualizada, sea confiable y se haya recolectado con metodologías adecuadas. Otra de las funciones esenciales es la evaluación técnica de los diseños en el cual se analiza la coherencia entre las diferentes disciplinas (estructural, hidráulica, vial, sanitaria, eléctrica, etc.), se

identifican posibles incompatibilidades, y se garantiza que los planos y memorias cumplan con las normas de diseño y construcción aplicables en Colombia. Una de las características principales es el Análisis de costos y cronogramas donde la interventoría también contribuye a evaluar si el presupuesto del proyecto es realista, si las cantidades de obra están correctamente calculadas y si el cronograma propuesto es coherente con la magnitud de las actividades planteadas.

La importancia de la identificación de riesgos técnicos y administrativos buscan que la intervención técnica de la interventoría desde la fase de diseño permite detectar riesgos asociados al proyecto y proponer medidas de mitigación antes de que estos se conviertan en problemas durante la ejecución. La validación para la apertura del proceso licitatorio es de gran relevancia ya que una vez se haya verificado la calidad técnica de los estudios y diseños, se deben iniciar los procesos contractuales, incluyendo la licitación de la obra y la contratación de una interventoría para el seguimiento de la ejecución.

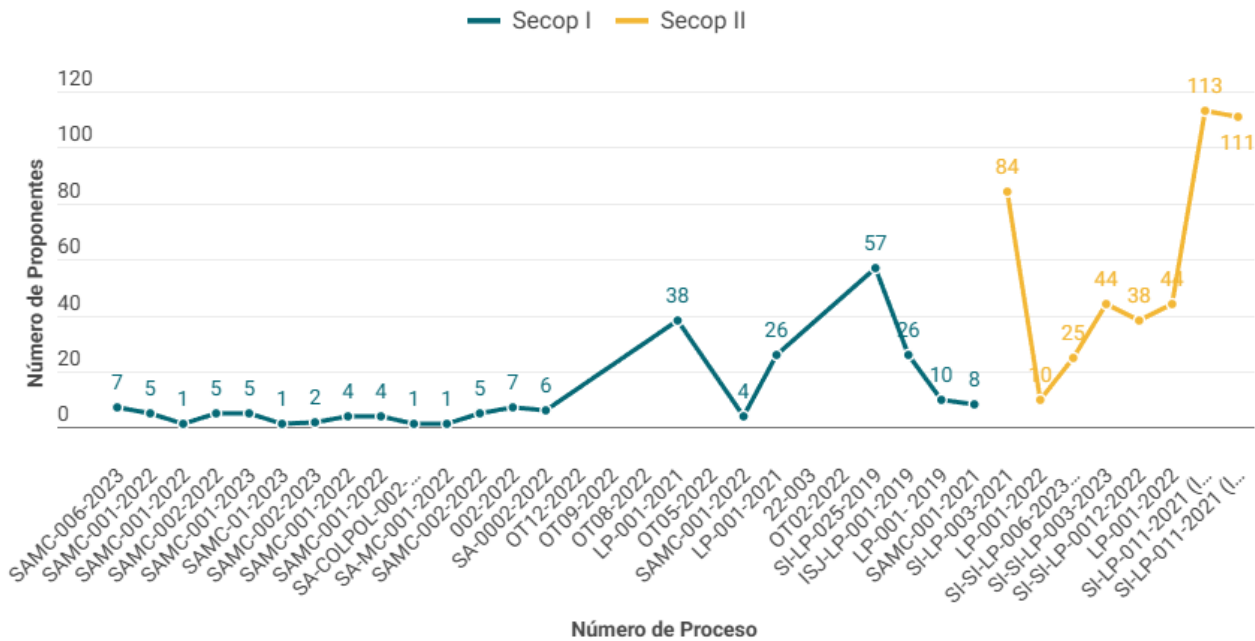
De esta forma, cuando se da paso a la licitación pública para seleccionar al contratista de obra y a la interventoría de ejecución, ya se cuenta con una base sólida que minimiza los riesgos de reprocesos, adiciones presupuestales, modificaciones contractuales o parálisis de obra. En este sentido, se debe hacer una clara distinción entre interventoría en la fase de estructuración y interventoría en la fase de ejecución. Aunque ambas cumplen funciones distintas, son complementarias, y es un error suponer que la segunda puede suplir las falencias de la primera. Una interventoría en estudios y diseños garantiza que el proyecto que se licita esté maduro técnicamente, es decir, que lo que se propone construir es técnicamente viable, jurídicamente soportado y económicamente realista.

Por lo tanto, se recomienda de forma categórica que las entidades contratantes incluyan en su programación presupuestal y cronograma de proyecto una etapa independiente y claramente delimitada para la interventoría en la fase de preinversión, con personal técnico altamente calificado, cuya labor sea garantizar que el proyecto esté bien concebido antes de pasar a la etapa contractual y constructiva. Por último, esta práctica no solo representa una mejora en la gestión técnica del proyecto, sino también una garantía para el adecuado uso de los recursos públicos, la reducción de litigios contractuales y la entrega oportuna de obras que cumplan con los objetivos para los cuales fueron concebidas. Una obra que inicia mal planeada, está condenada a fracasar. En cambio, una obra que se estructura con rigor técnico y supervisión desde sus etapas iniciales, tiene muchas más probabilidades de convertirse en un ejemplo de gestión eficiente, eficaz y transparente.

6.6. Análisis de la participación de proponentes (SECOP I y SECOP II)

Los contratos se divide entre SECOP I y SECOP II, para el caso de SECOP I se asocia a procesos hasta el 2021, y el SECOP II se utiliza en procesos más recientes, con participación de proponentes más alta. Algunos procesos están marcados como régimen especial, lo que indica que no siguen las normativas estándar de contratación pública y tienen características o condiciones particulares que pueden afectar el número de participantes, al no haber información sobre la cantidad de proponentes.

Figura 9. Número de proponentes en los contratos del SECOP I y SECOP II.



Con El análisis de los proyectos estudiados evidencia que en los contratos publicados a través del SECOP II se registra un mayor número de oferentes en comparación con el SECOP I. Esta tendencia se debe principalmente a la estandarización que ofrece el sistema, impulsada por la implementación del Pliego Tipo y las estrategias de Colombia Compra Eficiente, entidad encargada de optimizar la gestión contractual en el país.

El Pliego Tipo, establecido por el Decreto 1082 de 2015 y regulado por la Ley 1882 de 2018, ha permitido homogeneizar los requisitos de participación en los procesos de licitación de obra pública, reduciendo barreras de acceso y fomentando una mayor concurrencia de oferentes. Al establecer criterios uniformes, se evita la discrecionalidad en la elaboración de los pliegos de condiciones, lo que contribuye a generar confianza en los potenciales contratistas y a incrementar la competitividad del sector.

Adicionalmente, Colombia Compra Eficiente, como agencia rectora de la contratación pública, ha promovido la adopción de mecanismos que garantizan igualdad de oportunidades para los oferentes. La digitalización de los procesos a través del SECOP II facilita el acceso a la información contractual en tiempo real, permitiendo que un mayor número de empresas, incluidas aquellas de menor tamaño, puedan participar en licitaciones de manera equitativa.

Como resultado, el aumento en el número de proponentes en los contratos gestionados mediante el SECOP II refleja la consolidación de un modelo de contratación más transparente, eficiente y competitivo, que fortalece la gestión de los recursos públicos.

En comparación con el SECOP I, el SECOP II ha demostrado ser más accesible, transparente y eficiente, lo cual ha logrado captar la atención de un mayor número de actores económicos.

A lo largo de los años, la implementación del SECOP II ha mostrado un crecimiento constante en la cantidad de proponentes involucrados. Este incremento es un reflejo de varias razones interconectadas: primero, la transición hacia un sistema electrónico reduce la burocracia y mejora la agilidad del proceso de inscripción y participación. Esto se traduce en una menor carga administrativa tanto para las entidades contratantes como para los oferentes.

Además, los sistemas electrónicos como SECOP II ofrecen una mayor transparencia y trazabilidad de las decisiones, lo que genera mayor confianza en los procesos de contratación pública. Esta confianza, a su vez, fomenta un entorno de mayor competencia, donde los proponentes se sienten más seguros de que sus propuestas serán evaluadas de manera justa.

El análisis también sugiere que el incremento de la participación no es solo un reflejo del mayor número de actores, sino también de la creciente profesionalización de los proponentes. Cada

vez son más las empresas que conocen y se adaptan a las dinámicas del SECOP II, lo que no solo amplía la participación, sino que también mejora la calidad de las propuestas.

7. Recomendaciones

La desviación de costos en la construcción de edificaciones públicas representa una problemática recurrente en el contexto colombiano, con impactos significativos tanto en el cumplimiento de los objetivos de los proyectos como en el uso eficiente de los recursos públicos. En el caso específico de Bucaramanga, Santander, la ejecución de obras de infraestructura educativa ha evidenciado discrepancias notables entre los presupuestos estimados y los costos finales, situación que refleja deficiencias estructurales en la planificación, gestión y supervisión de los contratos.

Con base en el análisis de 35 procesos contractuales de construcción y/o remodelación de colegios públicos en los últimos cinco años, se identificaron los principales factores que inciden en estas desviaciones, siendo la deficiente planificación del proyecto y las modificaciones durante la ejecución de obra los más determinantes. Estos factores, seleccionados a partir de su frecuencia y su impacto relativo, se consolidan como los ejes centrales para el diseño de recomendaciones prácticas y estratégicas orientadas a mejorar la gestión de proyectos públicos.

Este capítulo presenta un conjunto de propuestas específicas para mitigar los efectos de estos factores críticos, con el objetivo de fortalecer los procesos de contratación pública, optimizar la inversión estatal en infraestructura educativa y contribuir al desarrollo de proyectos más alineados con las necesidades de la comunidad.

7.1. Recomendaciones para Mitigar la Desviación en Costos causados por modificaciones Contractuales (C1).

7.1.1. Recomendación 1

La experiencia en otros países, como Chile y Canadá, indica que una planificación contractual detallada y la utilización de metodologías de estimación de costos basadas en históricos y simulaciones pueden minimizar modificaciones contractuales (Martínez, 2021). Se recomienda implementar metodologías de gestión de riesgos y presupuestación basada en datos reales para mejorar la certidumbre financiera de los proyectos. Promueve una planificación contractual detallada y el uso de metodologías basadas en históricos y simulaciones, lo cual reduce la necesidad de modificar los contratos por falta de información o planificación deficiente.

7.1.2. Recomendación 2

Según Bari et al. (2012), una planificación inadecuada es uno de los principales factores que influyen en la desviación de costos en proyectos de construcción. Para evitar sobrecostos, se recomienda realizar un estudio detallado del alcance del proyecto, los recursos necesarios y los posibles riesgos. Esto incluye la elaboración de un cronograma detallado, el análisis de costos y la identificación de contingencias que permitan afrontar imprevistos de manera eficiente. Apunta a una planificación adecuada del alcance, cronograma y riesgos. Una mejor planificación reduce las condiciones que llevan a renegociar contratos.

7.1.3. Recomendación 3

El costo de la mano de obra es una variable crítica en la construcción. Bari et al. (2012) identificaron los altos costos laborales como un factor que afecta significativamente el presupuesto de los proyectos. Para mitigar este riesgo, se recomienda la optimización de los recursos humanos mediante una adecuada planificación de turnos, la contratación de personal calificado y la implementación de incentivos por productividad.

7.1.4. Recomendación 4

Cheng (2014) señala que los retrasos en el cronograma son una de las principales causas de sobrecostos en los proyectos de construcción. Para mitigar este riesgo, se recomienda realizar auditorías periódicas del cronograma, aplicar metodologías de seguimiento como la Ruta Crítica (CPM) y establecer indicadores clave de desempeño (KPI) para evaluar el avance del proyecto.

7.1.5. Recomendación 5

Diseñar esquemas de contratación eficientes y bien estructurados evita sobrecostos derivados de retrasos e ineficiencias que desequilibran el cronograma llevando procesos ineficientes desencadenando posibles retrasos de obra que pueden ser clave para evitar desviaciones en costos (Saraguro, 2019).

La aplicación de estas estrategias puede contribuir significativamente a la reducción de desviaciones en los costos de los proyectos de construcción, mejorando la eficiencia y optimizando los recursos disponibles en la industria ya que se basa en soluciones aplicadas en otros contextos o países que han mejorado su gestión de costos en proyectos civiles y de educación. Enfatiza el

diseño de esquemas de contratación eficientes, lo cual reduce la probabilidad de retrasos y cambios contractuales por condiciones contractuales mal estructuradas.

7.2. Recomendaciones para Mitigar la desviación costos generada por las Modificaciones de ítems y cantidades (mayores y menores cantidades), (C2).

7.2.1. Recomendación 1

Implementación de auditorías preventivas en proyectos educativos

Para mitigar el impacto de ítems no previstos y modificaciones en cantidades, se recomienda la ejecución de auditorías preventivas en las fases iniciales de los proyectos. Estudios han demostrado que auditorías tempranas permiten identificar riesgos y corregir inconsistencias antes de la adjudicación del contrato, lo que reduce la probabilidad de desviaciones presupuestales (Gómez et al., 2022).

7.2.2. Recomendación 2

El PMBOK Guide del Project Management Institute (PMI) establece que una planificación exhaustiva del alcance del proyecto y la implementación de una Estructura de Desglose del Trabajo (EDT) son esenciales para minimizar la aparición de ítems no previstos. Estas prácticas garantizan que todos los elementos del proyecto estén bien definidos y documentados en la fase de planificación y viabilidad, reduciendo el riesgo de cambios imprevistos durante la ejecución.

7.2.3. Recomendación 3

Para minimizar las modificaciones en ítems y cantidades durante la ejecución de proyectos de construcción, expertos en gestión de contratos recomiendan las siguientes estrategias como el uso de herramientas tecnológicas avanzadas, como Building Information Modeling (BIM), ha revolucionado la gestión y ejecución de proyectos de construcción, permitiendo una planificación más precisa y eficiente. BIM no solo facilita la cuantificación automatizada de las memorias de cantidades, reduciendo errores en los cálculos de materiales y costos, sino que también mejora la detección temprana de interferencias y posibles situaciones imprevistas que puedan afectar la ejecución del proyecto. Sánchez Rivera et al. (2016) señalan que, mediante la visualización y análisis tridimensional del proyecto en el modelo BIM, es posible detectar incoherencias en los diseños, lo que permite realizar modificaciones oportunas.

7.2.4. Recomendación 4

La experiencia en otros países, como Chile y Canadá, indica que una planificación contractual detallada y la utilización de metodologías de estimación de costos basadas en históricos y simulaciones pueden minimizar modificaciones contractuales (Martínez, 2021). Se recomienda implementar metodologías de gestión de riesgos y presupuestación basada en datos reales para mejorar la certidumbre financiera de los proyectos. Las metodologías basadas en datos reales permiten estimaciones más precisas y, por tanto, menor necesidad de ajustes posteriores.

7.2.5. Recomendación 5

La elección de materiales inadecuados puede incrementar los costos debido a la necesidad de reemplazos o retrasos en la obra (Bari et al., 2012). Se recomienda realizar estudios de mercado

para seleccionar materiales de alta calidad y establecer relaciones estratégicas con proveedores confiables. Además, la compra anticipada de materiales puede ayudar a mitigar las fluctuaciones de precios.

7.2.6. Recomendación 6

La falta de coordinación entre los actores del proyecto puede derivar en retrasos y sobrecostos (Rahman et al., 2013). Se recomienda implementar reuniones periódicas de seguimiento, plataformas de gestión documental y canales de comunicación efectivos que permitan la resolución temprana de conflictos y la toma de decisiones ágil.

7.3. Recomendaciones para Mitigar la desviación en los costos por la causa de los ítems no previstos (C3).

7.3.1. Recomendación 1

Implementación de auditorías preventivas en proyectos educativos

Para mitigar el impacto de ítems no previstos y modificaciones en cantidades, se recomienda la ejecución de auditorías preventivas en las fases iniciales de los proyectos. Estudios han demostrado que auditorías tempranas permiten identificar riesgos y corregir inconsistencias antes de la adjudicación del contrato, lo que reduce la probabilidad de desviaciones presupuestales (Gómez et al., 2022). Las auditorías tempranas detectan omisiones de ítems en fases iniciales.

7.3.2. Recomendación 2

El PMBOK Guide del Project Management Institute (PMI) establece que una planificación exhaustiva del alcance del proyecto y la implementación de una Estructura de Desglose del Trabajo (EDT) son esenciales para minimizar la aparición de ítems no previstos. Estas prácticas garantizan que todos los elementos del proyecto estén bien definidos y documentados en la fase de planificación y viabilidad, reduciendo el riesgo de cambios imprevistos durante la ejecución. Además, una EDT bien estructurada garantiza que todos los elementos del proyecto estén considerados desde el principio evitando la aparición de ítems no previstos durante el proceso tardío de la obra generando retrasos y sobre costos.

7.3.3. Recomendación 3

Para minimizar las modificaciones en ítems y cantidades durante la ejecución de proyectos de construcción, expertos en gestión de contratos recomiendan las siguientes estrategias como el uso de herramientas tecnológicas avanzadas, como Building Information Modeling (BIM), ha revolucionado la gestión y ejecución de proyectos de construcción, permitiendo una planificación más precisa y eficiente. BIM no solo facilita la cuantificación automatizada de las memorias de cantidades, reduciendo errores en los cálculos de materiales y costos, sino que también mejora la detección temprana de interferencias y posibles situaciones imprevistas que puedan afectar la ejecución del proyecto. Sánchez Rivera et al. (2016) señalan que, mediante la visualización y análisis tridimensional del proyecto en el modelo BIM, es posible detectar incoherencias en los diseños, lo que permite realizar modificaciones oportunas.

7.3.4. Recomendación 4

Según Bari et al. (2012), una planificación inadecuada es uno de los principales factores que influyen en la desviación de costos en proyectos de construcción. Para evitar sobrecostos, se recomienda realizar un estudio detallado del alcance del proyecto, los recursos necesarios y los posibles riesgos. Esto incluye la elaboración de un cronograma detallado, el análisis de costos y la identificación de contingencias que permitan afrontar imprevistos de manera eficiente. Una planificación integral incluye la identificación de ítems potenciales y posibles no previstos.

7.3.5. Recomendación 5

La falta de coordinación entre los actores del proyecto puede derivar en retrasos y sobrecostos (Rahman et al., 2013). Se recomienda implementar reuniones periódicas de seguimiento, plataformas de gestión documental y canales de comunicación efectivos que permitan la resolución temprana de conflictos y la toma de decisiones ágil de esta manera minimizando el riesgo de la identificación lenta de no previstos.

7.3.6. Recomendación 6

Antes de iniciar cualquier proyecto, es fundamental realizar estudios de factibilidad que permitan evaluar riesgos y costos potenciales según estudios de autores que identifican desviaciones en costos de proyectos constructivos (Hackspiel, 2015). Los estudios de factibilidad permiten prever necesidades no contempladas en etapas tempranas del proyecto.

7.4. Recomendaciones para Mitigar la Desviación en costos por la Modificación del alcance de actividades contratadas (C4).

7.4.1. Recomendación 1

El PMBOK Guide del Project Management Institute (PMI) establece que una planificación exhaustiva del alcance del proyecto y la implementación de una Estructura de Desglose del Trabajo (EDT) son esenciales para minimizar modificaciones. Estas prácticas garantizan que todos los elementos del proyecto estén bien definidos y documentados en la fase de planificación y viabilidad, reduciendo el riesgo de cambios imprevistos durante la ejecución. Además, una EDT bien desarrollada evita redefiniciones de alcance durante la ejecución.

7.4.2. Recomendación 2

La experiencia en otros países, como Chile y Canadá, indica que una planificación contractual detallada y la utilización de metodologías de estimación de costos basadas en históricos y simulaciones pueden minimizar modificaciones contractuales (Martínez, 2021). Se recomienda implementar metodologías de gestión de riesgos y presupuestación basada en datos reales para mejorar la certidumbre financiera de los proyectos. Metodologías de presupuestación con base en simulaciones y datos reales mejoran la precisión del alcance definido inicialmente.

7.4.3. Recomendación 3

Según Bari et al. (2012), una planificación inadecuada es uno de los principales factores que influyen en la desviación de costos en proyectos de construcción. Para evitar sobrecostos, se recomienda realizar un estudio detallado del alcance del proyecto, los recursos necesarios y los posibles riesgos. Esto incluye la elaboración de un cronograma detallado, el análisis de costos y la identificación de contingencias que permitan afrontar imprevistos de manera eficiente. Apunta a

una planificación adecuada del alcance, cronograma y riesgos. Una adecuada planificación del alcance minimiza la necesidad de modificar actividades.

7.4.4. Recomendación 4

Cheng (2014) señala que los retrasos en el cronograma son una de las principales causas de sobrecostos en los proyectos de construcción. Para mitigar este riesgo, se recomienda realizar auditorías periódicas del cronograma, aplicar metodologías de seguimiento como la Ruta Crítica (CPM) y establecer indicadores clave de desempeño (KPI) para evaluar el avance del proyecto. Las auditorías ayudan al buen funcionamiento y el desarrollo total de las actividades obteniendo datos reales y vigentes que mejoran la precisión del alcance definido inicialmente.

7.4.5. Recomendación 5

Para mejorar la eficiencia en la gestión de costos, se recomienda la aplicación de metodologías reconocidas como el Valor Ganado (EVM) y la gestión basada en costos objetivo (Target Costing). Estas herramientas permiten un mejor control financiero del proyecto y la identificación temprana de desviaciones en los costos (Cheng, 2014). Teniendo un seguimiento en los valores se puede identificar falencias de manera temprana en el costo total del alcance de las actividades, de esta manera evaluar financieramente si hay modificaciones en el alcance.

7.4.6. Recomendación 6

Antes de iniciar cualquier proyecto, es fundamental realizar estudios de factibilidad que permitan evaluar riesgos y costos potenciales según estudios de autores que identifican

desviaciones en costos de proyectos constructivos (Hackspiel, 2015). Los estudios de factibilidad permiten validar técnica y financieramente el alcance desde la etapa de formulación.

7.4.7. Recomendación 7

Diseñar esquemas de contratación eficientes y bien estructurados evita sobre costos derivados de retrasos e ineficiencias que desequilibran el cronograma llevando procesos ineficientes desencadenando posibles retrasos de obra que pueden ser clave para evitar desviaciones en costos (Saraguro, 2019).

La aplicación de estas estrategias puede contribuir significativamente a la reducción de desviaciones en los costos de los proyectos de construcción, mejorando la eficiencia y optimizando los recursos disponibles en la industria ya que se basa en soluciones aplicadas en otros contextos o países que han mejorado su gestión de costos en proyectos civiles y de educación. Contratos bien estructurados incluyen cláusulas claras sobre cambios de alcance, previniendo desviaciones.

7.5. Recomendaciones para Mitigar la Desviación en costos generado por Irregularidades en el terreno (C5).

7.5.1. Recomendación 1

Implementación de auditorías preventivas en proyectos educativos
Para mitigar el impacto de ítems no previstos y modificaciones en cantidades, se recomienda la ejecución de auditorías preventivas en las fases iniciales de los proyectos. Estudios han demostrado que auditorías tempranas permiten identificar riesgos y corregir inconsistencias antes de la adjudicación del contrato, lo que reduce la probabilidad de desviaciones presupuestales (Gómez

et al., 2022). Las auditorías en fase de estudios pueden evidenciar condiciones geotécnicas inadecuadamente consideradas.

7.5.2. Recomendación 2

BIM puede ayudar a modelar condiciones del sitio y prever su impacto en el diseño, expertos en gestión de contratos recomiendan las siguientes estrategias como el uso de herramientas tecnológicas avanzadas, como Building Information Modeling (BIM), ha revolucionado la gestión y ejecución de proyectos de construcción, permitiendo una planificación más precisa y eficiente. BIM no solo facilita la cuantificación automatizada de las memorias de cantidades, reduciendo errores en los cálculos de materiales y costos, sino que también mejora la detección temprana de interferencias y posibles situaciones imprevistas que puedan afectar la ejecución del proyecto. Sánchez Rivera et al. (2016) señalan que, mediante la visualización y análisis tridimensional del proyecto en el modelo BIM, es posible detectar incoherencias en los diseños, lo que permite realizar modificaciones oportunas.

7.5.3. Recomendación 3

Según Bari et al. (2012), una planificación inadecuada es uno de los principales factores que influyen en la desviación de costos en proyectos de construcción. Para evitar sobrecostos, se recomienda realizar un estudio detallado del alcance del proyecto, los recursos necesarios y los posibles riesgos. Esto incluye la elaboración de un cronograma detallado, el análisis de costos y la identificación de contingencias que permitan afrontar imprevistos de manera eficiente. Apunta a

una planificación adecuada del alcance, cronograma y riesgos. Una planificación detallada y el análisis de riesgos deberían considerar la variabilidad del terreno.

7.5.4. Recomendación 4

La falta de coordinación entre los actores del proyecto puede derivar en retrasos y sobre costos (Rahman et al., 2013). Se recomienda implementar reuniones periódicas de seguimiento, plataformas de gestión documental y canales de comunicación efectivos que permitan la resolución temprana de conflictos y la toma de decisiones ágil de esta manera minimizando el riesgo de la identificación de irregularidades del terreno.

7.5.5. Recomendación 5

Antes de iniciar cualquier proyecto, es fundamental realizar estudios de factibilidad que permitan evaluar riesgos y costos potenciales según estudios de autores que identifican desviaciones en costos de proyectos constructivos (Hackspiel, 2015). Los estudios de factibilidad son esenciales para detectar y evaluar el impacto de condiciones físicas del terreno.

De acuerdo con las recomendaciones anteriores realizadas a cada factor generador de desviación en los costos identificado en los 35 contratos estudiados, se concibe de gran relevancia incluir estas observaciones para la elaboración, ejecución y terminación de un proyecto con el fin de garantizar la eficiencia en la asignación y uso de los recursos públicos de futuros proyectos educativos. Seguidamente se muestra una tabla organizada por etapas del ciclo de vida del proyecto incluyendo número y título de la recomendación y su objetivo.

Tabla 13. *Recomendaciones para Mitigar Desviaciones en Costos Contractuales.*

Etapas del Proyecto	N.º y Título de la Recomendación	Recomendación
Fase de Preparación / Inicio	Auditorías preventivas	Identificar y corregir inconsistencias antes de adjudicar contratos
	Estudios de factibilidad	Evaluar riesgos y costos potenciales desde el inicio
	Esquemas de contratación eficientes	Evitar sobre costos y retrasos mediante contratos bien estructurados
Fase de Planificación	EDT y definición del alcance (PMBOK)	Reducir ítems no previstos durante la ejecución
	Estimación de costos basada en históricos	Mejorar proyecciones y reducir cambios contractuales
	Planificación integral del proyecto	Mitigar sobre costos mediante análisis de alcance, cronograma y contingencias
	Capacitación continua	Elevar la eficiencia en la toma de decisiones y ejecución
Fase de Ejecución	Uso de BIM	Detectar errores en diseños y mejorar la planificación y ejecución
	Optimización de mano de obra	Reducir sobre costos por improductividad y mala planificación
	Selección y compra anticipada de materiales	Prevenir sobre costos por mala calidad o fluctuaciones de precios
Fase de Monitoreo y Control	Auditorías del cronograma y CPM	Detectar desviaciones temporales con herramientas de control
	Coordinación entre actores del proyecto	Evitar conflictos y sobre costos mediante comunicación efectiva
	EVM y Target Costing	Controlar financieramente el proyecto e identificar desviaciones a tiempo

8. Conclusiones

Durante el periodo 2019-2023, se identificaron 35 contratos correspondientes a proyectos de construcción y/o remodelación en instituciones educativas públicas de Bucaramanga, con mayor concentración de inversión en comunas como San Francisco (Comuna 3) y Norte (Comuna 1). Esta identificación permitió establecer una base clara para el análisis posterior de los factores de desviación y distribución de recursos, revelando también una desigualdad en la asignación de inversión entre sectores de la ciudad.

El análisis de frecuencia evidenció que los factores con mayor impacto en las desviaciones de costos fueron los ítems no previstos ($U=1.00$) y las modificaciones de ítems y cantidades ($U=0.90$), presentes en 11 y 10 de los 35 contratos respectivamente. Estas causas se repiten también como los principales factores de desviación de tiempo, mostrando una correlación directa entre planificación deficiente y ejecución contractual. Además, se constató que el 40% de los proyectos presentaron desviaciones de costos, superando el umbral del 35%, y que todos los contratos adjudicados por debajo del 96% del presupuesto oficial resultaron con sobrecostos, lo cual evidencia un patrón crítico en las adjudicaciones subvaloradas.

Con base en los hallazgos, se proponen recomendaciones clave para mejorar la eficiencia en la gestión de recursos públicos:

Fortalecer la fase de planeación para mitigar la aparición de ítems no previstos, incorporando estudios técnicos más rigurosos y completos.

Regular la adjudicación de contratos evitando aceptar ofertas por debajo del 96% del presupuesto oficial, ya que esta práctica ha demostrado incrementar significativamente los riesgos de desviaciones en los costos.

Monitorear y controlar las modificaciones de cantidades mediante herramientas tecnológicas y auditorías permanentes.

Promover el uso del SECOP II y el Pliego Tipo para garantizar mayor transparencia y participación en los procesos de contratación.

Asegurar una distribución equitativa de la inversión educativa, priorizando comunas con menor cobertura y mayores necesidades.

Reforzar el rol de la interventoría, manteniendo su independencia y capacidad técnica, asegurando el cumplimiento de los requisitos contractuales y el control efectivo de las modificaciones.

El análisis de los contratos públicos en el periodo 2019–2023 evidencia que una parte importante de las desviaciones de costos responde a deficiencias en la planeación, adjudicación y seguimiento. La implementación de las recomendaciones propuestas permitirá no solo optimizar la eficiencia en el uso de los recursos públicos, sino también mejorar la equidad en el acceso a infraestructuras educativas de calidad.

Referencias

- Agencia Nacional de Contratación Pública - Colombia Compra Eficiente. (2019). Manual SECOP II.
- Aguilera-Bustamante, N. A., Díaz-Tuta, J. N., & Villamizar-Orduz, H. Y. (2021). Fallos en la formulación y ejecución de proyectos públicos [Trabajo de grado, Universidad Católica de Colombia].
- Alhammadi, Yasir, Mohammad S. Al-Mohammad, and Rahimi A. Rahman. (2024). "Modeling the Causes and Mitigation Measures for Cost Overruns in Building Construction: The Case of Higher Education Projects" *Buildings* 14, no. 2: 487. <https://doi.org/10.3390/buildings14020487>
- Almanza-Castillo, L. V. & Cadavid-Rojas, R. A. (2021). Principales factores causales del sobrecosto en proyectos de construcción colombianos: una consulta a profesionales del sector. Trabajo de Grado. Universidad Católica de Colombia. Facultad de Ingeniería. Programa de Ingeniería Civil. Bogotá, Colombia
- Aziz, R. F. (2013). Factors causing cost variation for constructing wastewater projects in Egypt. *Alexandria Engineering Journal*, 52(1), 51–66. <https://doi.org/10.1016/j.aej.2012.11.004>
- Babbie, E. R. (2021). *The Practice of Social Research* (15th ed.). Cengage Learning.
- Bagur-Pons, M., Riera-Riera, J., & Fernández-Ferrer, M. (2021). Integración del enfoque mixto en la investigación educativa: Una revisión sistemática. *Educación XX1*, 24(2), 17–42. <https://doi.org/10.5944/educxx1.27661>
- Bari, N. A. A., Yusuff, R., Ismail, N., Jaapar, A., y Ahmad, R. (2012). Factors influencing the construction cost of industrialised building system (IBS) projects. *Procedia - Social and*

- Behavioral Sciences, 35(December 2011), 689–696.
<https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.02.138>
- Cabarcas Gómez, F. (2023). Contratos de construcción de infraestructura: Revisión por condiciones físicas imprevisibles. Universidad Externado de Colombia. Recuperado el 11 de febrero de 2025, de <https://www.uexternado.edu.co>
- Cámara de Comercio de Bucaramanga. (2023). *Balance de la construcción en Santander 2023*.
- Cámara Colombiana de la Construcción (Camacol). (2020). Informe de Coyuntura Económica de la Construcción.
- Cheng, Y. M. (2014). An exploration into cost-influencing factors on construction projects. *International Journal of Project Management*, 32(5), 850–860.
<https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2013.10.003>
- Cifuentes, J. N., Mora, D. D. & Medina, C. M. (2022). Variación del costo de la construcción de infraestructura educativa colegio 10 en los departamentos de Bolívar y Cundinamarca con base en el listado ICCU del Año 2021.. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/11349/29895>
- Cochran, W. G. (1977). *Sampling techniques* (3rd ed.). Wiley.
- Coffie, G. H., & Aigbavboa, C. O. (2019). Comparative assessment of construction cost overruns: A case study of regional distribution in Ghana. *African Journal of Science, Technology, Innovation and Development*, 12(1), 123–126.
<https://doi.org/10.1080/20421338.2019.1610251>
- Colombia Compra Eficiente. (2019). Sistema Electrónico de Contratación Pública (SECOP). Disponible en <https://www.colombiacompra.gov.co>

- Congreso de Colombia. (2013). Ley 1618 de 2013, por medio de la cual se establecen disposiciones para garantizar el pleno ejercicio de los derechos de las personas con discapacidad. Diario Oficial No. 48.717. <https://www.funcionpublica.gov.co>
- Congreso de la República de Colombia. (1993). Ley 80 de 1993. Por la cual se expide el Estatuto General de Contratación de la Administración Pública. Diario Oficial No. 41.094, 28 de octubre de 1993.
- Congreso de la República de Colombia. (1997). Ley 400 de 1997. Por la cual se adoptan normas sobre construcciones sismo resistentes. Diario Oficial No. 43.013, 19 de agosto de 1997.
- Congreso de la República de Colombia. (2007). Ley 1150 de 2007. Diario Oficial No. 46.691, 16 de julio de 2007.
- Congreso de la República de Colombia. (2013). Ley 1618 de 2013. Por medio de la cual se establecen las disposiciones para garantizar el pleno ejercicio de los derechos de las personas con discapacidad. Diario Oficial No. 48.733, 27 de febrero de 2013.
- Contraloría General de la República. (2022). Informe General de la Contratación Estatal.
- Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. (2018). Designing and conducting mixed methods research (3rd ed.). SAGE Publications.
- D.E.Gómez-Conterás,E.J.Barrientos-Monsalve,M.E.Sotelo-Barrios,S.Y.Monsalve-Jaimes,“Impactoenlagestiónycostosdelosproyectosdeinfraestructuraeducativabajolarevisión delSECOPIenelDepartamentodeSantander”,MundoFesc,vol.11,no.22,pp.136-146,2021
- Departamento Nacional de Planeación (DNP). (2020). Guía para la formulación y evaluación de proyectos de inversión pública.

- Díaz, L., y Rodríguez, M. (2019). La gestión de proyectos en obras públicas en Colombia: desafíos y oportunidades. Editorial Universidad de los Andes.
- Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., y Liston, K. (2018). BIM handbook: A guide to building information modeling for owners, designers, engineers, contractors, and facility managers (3rd ed.). John Wiley y Sons.
- Flyvbjerg, B., Holm, M. S., y Buhl, S. (2002). Underestimating costs in public works projects: Error or lie? *Journal of the American Planning Association*, 68(3), 279–295. <https://doi.org/10.1080/01944360208976273>
- Flyvbjerg, B., Holm, M. K. S., y Buhl, S. L. (2003). How common and how large are cost overruns in transport infrastructure projects? *Transport Reviews*, 23(1), 71–88. <https://doi.org/10.1080/01441640309904>.
- Gebrel, M., Assaf, K., Atef, A., Awad, M. (2021). CAUSES OF DELAY AND COST OVERRUN FOR EDUCATIONAL BUILDING PROJECTS IN EGYPT. *JES. Journal of Engineering Sciences*, 49(No 5), 577-596. doi: 10.21608/jesaun.2021.69258.1044
- Gómez, D. (2021a). Identificación y análisis de los factores que afectan la desviación de los costos planeados vs ejecutados en obras civiles de Santander a partir de las percepciones de los expertos. Universidad Pontificia Bolivariana.
- Gómez-Contreras, D. E., Barrientos-Monsalve, E. J. ., Sotelo-Barrios, M. E. ., & Monsalve-Jaimes, S. J. (2021). Impacto en la gestión y costos de los proyectos de infraestructura educativa bajo la revisión del SECOP I en el departamento de Santander. *Mundo FESC*, 11(22), 135-145. <https://doi.org/10.61799/2216-0388.1045>

- Hackspiel, N., y Ponz, J. (2015). Estudio preliminar de los factores y/o causas significativas en los costos de la construcción en Colombia. 3(2), 54–67. Recuperado de <http://repositorio.unan.edu.ni/2986/1/5624.pdf>
- Hendrickson, C., y Au, T. (2000). Project management for construction: Fundamental concepts for owners, engineers, architects, and builders. Prentice Hall.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). Metodología de la investigación (6.^a ed.). McGraw-Hill Education.
- Hussain, A., Akram, T., & Ullah, K. (2023). An analysis of global construction projects: Causes and implications of cost overruns. ResearchGate. <https://www.researchgate.net/publication/371522898>
- ICONTEC. (2022). Norma Técnica Colombiana (NTC). Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación.
- Kerzner, H. (2022). Project management: A systems approach to planning, scheduling, and controlling (13th ed.). Wiley.
- Ministerio de Educación Nacional de Colombia. (2020). Mejoramiento de la infraestructura educativa en Colombia: Plan Nacional de Infraestructura Educativa 2020. Recuperado de <https://www.mineduacion.gov.co>
- Ministerio de Minas y Energía. (2010). Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público (RETILAP). Resolución 180540 de marzo de 2010.
- Ministerio de Minas y Energía. (2013). Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE). Resolución 90708 de agosto de 2013.

- Ministerio de Transporte de Colombia. (2020). Sistema de información de gestión de obras (SIGOB). Recuperado de <https://www.mintransporte.gov.co>
- Montgomery, D. C., y Runger, G. C. (2018). *Applied statistics and probability for engineers* (7th ed.). Wiley.
- Morris, P. W. G. (1994). *The management of projects*. Thomas Telford Publishing.
- Observatorio de Contratación Estatal. (2023). Análisis de contratos públicos en infraestructura educativa – Santander
- Organización Internacional de Normalización (ISO). (2015). ISO 9000:2015: Sistemas de gestión de calidad - Fundamentos y vocabulario. Ginebra, Suiza: ISO.
- Pabón Astudillo, J. H. (2022). Estado del arte de la investigación en gestión pública en la Universidad Nacional Abierta y a Distancia [Trabajo de grado, Universidad Nacional Abierta y a Distancia]. Repositorio UNAD. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/49978>
- Pérez, L., & Rojas, D. (2021). Factores de sobrecostos en obras públicas en Colombia: un enfoque desde la planificación. *Revista Ingeniería y Región*.
- Presidencia de la República de Colombia. (2015). Decreto 1082 de 2015. Diario Oficial No. 49.523, 26 de mayo de 2015.
- Project Management Institute. (2021). *A guide to the project management body of knowledge (PMBOK Guide)* (7th ed.). Newtown Square, PA: PMI.
- Rahman, I. A., Memon, A. H., y Karim, A. T. A. (2013). Significant factors causing cost overruns in large construction projects in Malaysia. *Journal of Applied Sciences*, 13(2), 286–293. <https://doi.org/10.3923/jas.2013.286.293>

- Rosales Coral, J., & Moriano Cortés, J. del C. (2024). Identificación de factores que ocasionan desviaciones de costo en la etapa de ejecución, desde la etapa preliminar de un proyecto de infraestructura educativa pública en el Departamento de Nariño. Colombia.
- Sánchez Rivera, O. G., Alberto, J., y Jaimez, N. (2016). Tecnologías "Building Information Modeling" en la elaboración de presupuestos de construcción de estructuras en concreto reforzado. Recuperado de https://www.academia.edu/29696413/Tecnolog%C3%ADas_Building_Information_Modeling_en_la_elaboraci%C3%B3n_de_presupuestos_de_construcci%C3%B3n_de_estructuras_en_concreto_reforzado
- Saraguro, G. P. (2019). Diagnóstico de los factores del incremento de costes de las obras civiles contratadas en el sector público de Ecuador.
- Suárez Avendaño, S. A., & Bocanegra Rojas, A. Y. (2024). Análisis de factores que generan retrasos en la ejecución de los proyectos de construcción de edificaciones liquidadas en el departamento del Meta, Colombia [Monografía de pregrado, Universidad Cooperativa de Colombia]. Repositorio Institucional UCC.
- UNESCO. (2017). Education for sustainable development goals: Learning objectives. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.
- UNESCO. (2020). La infraestructura educativa y su impacto en los resultados académicos. Recuperado de <https://www.unesco.org>
- Vargas, S., y Díaz, Z. (2017). Factores de los sobrecostos en proyectos de construcción: Una revisión sistemática. UIS.

Zakaria, H. (2022). Cómo protegerse legalmente contra los sobrecostos en los proyectos de construcción. HZ Legal. Recuperado el 11 de febrero de 2025, de <https://hzlegal.ae>