



“Propuesta para la optimización de los tiempos de ejecución en la construcción de la Unidad Funcional 2 del proyecto de concesión conexión vial Antioquia-Bolívar, en el departamento de Córdoba”

Paola Andrea Espitia Osorio

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Virtual

Programa Especialización en Gerencia de Proyectos

Marzo de 2025

# TÉCNICAS DE GESTIÓN UF 2 ANTIOQUIA-BOLÍVAR

Propuesta para la optimización de los tiempos de ejecución en la construcción de la Unidad Funcional 2 del proyecto de concesión conexión vial Antioquia-Bolívar, en el departamento de Córdoba

Paola Andrea Espitia Osorio

Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de Especialista en Gerencia de Proyectos

Asesor(a)

Sergio Andrés Zabala Vargas  
Doctor en Tecnología Educativa

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Virtual

Programa Especialización en Gerencia de Proyectos

marzo de 2025

**Contenido**

Lista de tablas .....	5
Lista de figuras .....	6
Resumen .....	7
Abstract .....	8
Introducción .....	9
1. Planteamiento del Problema.....	10
1.1 Descripción del Problema.....	10
1.2 La Pregunta de Investigación .....	12
1.3 Los Objetivos de Investigación .....	12
1.3.1 Objetivo General .....	12
1.3.2 Objetivos Específicos .....	12
1.4 Justificación de la Investigación .....	13
2. Marco de Referencia .....	15
2.1. Marco de Antecedentes.....	15
2.2. Marco Teórico .....	18
2.3. Marco Normativo .....	19
3. Metodología.....	21
3.1. Enfoque y Alcance de la Investigación .....	21
3.2. Población y Muestra.....	21
3.2.1. Definición de la Población .....	21
3.2.2. Cálculo y Selección de la Muestra.....	22
3.3. Instrumento(s) .....	23
3.3.1. Enfoque Metodológico.....	23
3.3.2. Datos Documentales .....	24
3.3.3. Datos Cuantitativos .....	25
3.4. Descripción de Procedimientos .....	25
3.4.1. Revisión Documental .....	26
3.4.2. Obtención de los Datos Cuantitativos.....	26
3.5. Análisis de Información .....	26
3.5.1. Preparación de Datos.....	27

## TÉCNICAS DE GESTION UF 2 ANTIOQUIA-BOLIVAR

3.5.2.	Análisis de Datos.....	27
3.5.3.	Uso de Software.....	27
3.5.4.	Presentación de Resultados.....	28
3.6.	Consideraciones Éticas .....	30
3.6.1.	Análisis de Consideraciones Éticas.....	30
4.	Hipótesis.....	32
4.1.	Las Variables.....	32
4.1.1.	Variables Independientes .....	32
4.1.2.	Variables Dependientes .....	32
4.2.	Planteamiento de Hipótesis .....	33
5.	Resultados .....	34
5.1.	Presentación de Resultados.....	34
5.1.1.	Estado Actual de la Unidad Funcional 2 .....	34
5.1.2.	Causas Raíz y Factores Contribuyentes a los Retrasos en la Construcción de la Unidad Funcional 2.....	42
5.1.3.	Identificación de Metodologías y Estrategias para optimizar la ejecución de proyectos viales.....	43
5.2.	Propuesta al Sector .....	47
5.2.1.	Optimización de la Planificación y Programación con BIM y Metodologías Ágiles.....	48
5.2.2.	Estrategias Específicas: .....	48
5.2.3.	Automatización y Monitoreo en Tiempo Real .....	49
5.2.4.	Colaboración y Participación Activa de los Stakeholders .....	51
5.3.	Discusión.....	52
6.	Conclusiones.....	53
7.	Referencias .....	56

**Lista de tablas**

Tabla 1 Matriz ejemplo de Categorización del Análisis Documental .....	28
Tabla 2 Matriz ejemplo de Comparación de Variables .....	29
Tabla 3 Descripción UF2.....	36
Tabla 4 Características geométricas y técnicas UF2.....	37
Tabla 5 Tramos de la UF 2 afectados por la falta de adquisición predial. ....	38
Tabla 6 Comparativa: Metodologías Tradicional vs. Ágil en Infraestructura Vial.....	46
Tabla 7 Impacto de herramientas digitales en proyectos viales.....	46
Tabla 8 Estrategias.....	48
Tabla 9 Herramientas de monitoreo en tiempo real .....	50
Tabla 10 Estrategias de participación activa de stakeholders .....	51

**Lista de figuras**

Ilustración 1 Esquema proyecto Antioquia-Bolívar.....	35
Ilustración 2 Unidad Funcional UF2 .....	36
Ilustración 3 Porcentaje de Avance Físico Acumulado.....	39
Ilustración 4 Porcentaje de Avance Económico Acumulado.....	40
Ilustración 5 Scrum vs Tradicional.....	45

### Resumen

Este estudio analiza la optimización de los tiempos de ejecución en la Unidad Funcional 2 del proyecto de concesión vial Antioquia-Bolívar, en el departamento de Córdoba. Se identifican los factores que han generado retrasos en la obra, tales como problemas en la adquisición de predios, deficiencias en la planificación, conflictos con la comunidad y demoras en la obtención de licencias ambientales.

El objetivo principal de la investigación es proponer estrategias para mejorar la gestión de proyectos viales mediante la implementación de metodologías avanzadas como PMI, BIM, Lean Construction y metodologías ágiles. Para ello, se empleó una metodología mixta que combina análisis documental y cuantitativo, evaluando indicadores como porcentaje de avance, sobrecostos y desviaciones en el cronograma.

Los resultados evidencian que la falta de planificación detallada y la ausencia de herramientas digitales para el monitoreo han afectado la ejecución del proyecto. Se recomienda la adopción de modelos BIM para mejorar la planificación, la aplicación de metodologías ágiles para una mayor flexibilidad en la gestión de tareas y estrategias de participación con stakeholders para reducir conflictos. La implementación de estas soluciones permitiría reducir retrasos, optimizar costos y mejorar la eficiencia en la ejecución de proyectos de infraestructura vial en Colombia.

Palabras clave: gestión de proyectos; mejora continua, planificación estratégica, infraestructura vial, metodologías ágiles, optimización de tiempos.

### **Abstract**

This study analyzes the optimization of execution times in Functional Unit 2 of the Antioquia-Bolívar road concession project in the department of Córdoba. It identifies the factors that have caused delays in the work, such as problems in land acquisition, planning deficiencies, conflicts with the community, and delays in obtaining environmental licenses.

The main objective of the research is to propose strategies to improve the management of road projects through the implementation of advanced methodologies such as PMI, BIM, Lean Construction and agile methodologies. For this purpose, a mixed methodology combining documentary and quantitative analysis was used, evaluating indicators such as percentage of progress, cost overruns and schedule deviations.

The results show that the lack of detailed planning and the absence of digital tools for monitoring have affected the execution of the project. The adoption of BIM models is recommended to improve planning, the application of agile methodologies for greater flexibility in task management and stakeholder engagement strategies to reduce conflicts. The implementation of these solutions would reduce delays, optimize costs and improve efficiency in the execution of road infrastructure projects in Colombia.

**Keywords:** project management; continuous improvement, strategic planning, road infrastructure, agile methodologies.

## Introducción

La gestión eficiente de proyectos de infraestructura vial es fundamental para garantizar la ejecución oportuna y efectiva de grandes iniciativas de desarrollo. En el caso de la unidad funcional 2 ( Vía Cereté – Loricá) del proyecto de concesión conexión vial Antioquia-Bolívar, en el departamento de Córdoba, la implementación de técnicas de gestión adecuadas podría haber desempeñado un papel crucial en la optimización de su ejecución y en la reducción de los retrasos de la obra. "La gestión eficiente de proyectos de infraestructura vial es crucial para asegurar la ejecución efectiva y oportuna de las iniciativas de desarrollo, lo cual está relacionado con el éxito en términos de coste, tiempo y calidad". (Hughes & Williams, 2020).

La planeación de este proyecto, que busca mejorar la conectividad y apoyar el desarrollo económico en la región caribeña de Colombia, requiere una gestión integral que aborde diversos aspectos, desde la planificación y programación hasta la coordinación con las partes interesadas y la gestión de riesgos. La aplicación de técnicas modernas de gestión de proyectos puede ayudar a enfrentar los desafíos inherentes a la construcción de grandes obras viales, como retrasos y sobrecostos. "Una planeación efectiva de proyectos de infraestructura requiere una gestión integral que incluya la planificación, programación, coordinación con las partes interesadas y gestión de riesgos para abordar los desafíos inherentes". (Kerzner, 2019).

Este estudio tiene como objetivo identificar y analizar las técnicas de gestión que podrían haber sido implementadas para mejorar la eficiencia del proyecto, reducir los tiempos de ejecución y optimizar la coordinación en la ejecución de las obras. Para ello, se emplea una metodología mixta, combinando el análisis de documentos y datos cuantitativos sobre la ejecución del proyecto, así como una revisión de estrategias aplicadas en otros proyectos viales nacionales e internacionales.

El trabajo está estructurado en seis capítulos. En el Capítulo 1, se presenta el planteamiento del problema, abordando los principales desafíos en la ejecución del proyecto. El Capítulo 2 expone el marco de referencia, incluyendo antecedentes, teorías de gestión aplicadas y normativas relevantes. En el Capítulo 3 se detalla la metodología utilizada en la investigación, mientras que el Capítulo 4 formula la hipótesis y sus variables. Los resultados, hallazgos y análisis se presentan en el Capítulo 5, seguido de las conclusiones y recomendaciones en el Capítulo 6.

## 1. Planteamiento del Problema

### 1.1 Descripción del Problema

La infraestructura vial es un pilar fundamental para el desarrollo económico y social de los países. A nivel internacional, una gestión deficiente de los proyectos de infraestructura ha generado sobrecostos y retrasos significativos, afectando la conectividad y el crecimiento económico. Según un informe del Banco Interamericano de Desarrollo (Banco Interamericano de Desarrollo, 2017), el 81% de los proyectos de infraestructura en América Latina han experimentado demoras, con un retraso promedio de aproximadamente cinco años, debido a problemas en la planificación, gestión y conflictos en la ejecución de las obras. Este fenómeno repercute en la competitividad de los países y en la calidad de vida de los ciudadanos, quienes dependen de una infraestructura vial eficiente para la movilidad y el comercio.

En Colombia, la situación no es diferente. Según un informe de Sectorial (2024), en Colombia actualmente se estima que el 70% de los proyectos de infraestructura vial presentan retrasos significativos, lo que impacta directamente la conectividad y el desarrollo regional. Estos retrasos se deben a problemas de planificación, deficiencias en la ejecución y dificultades en la gestión de proyectos. Además, la falta de articulación entre entidades gubernamentales y privadas, sumado a deficiencias en los procesos de contratación y supervisión, han generado un entorno de ineficiencia en la ejecución de las obras viales. Estos problemas afectan la entrega de obras clave para la movilidad y el desarrollo regional, generando costos adicionales y afectaciones a los usuarios de las vías. Ejemplos recientes incluyen el incumplimiento en los cronogramas de ejecución de varias vías 4G y los sobrecostos en proyectos estratégicos como el Túnel de La Línea.

Dentro de este panorama, el proyecto de construcción de la unidad funcional 2 del proyecto de concesión conexión vial Antioquia-Bolívar enfrenta desafíos críticos en su planificación y ejecución. Esta obra es de gran importancia para la conectividad regional y el desarrollo del transporte en la zona norte del país. Sin embargo, en su desarrollo se han presentado retrasos considerables en la entrega del proyecto, así como sobrecostos que han afectado el cumplimiento de los plazos establecidos. Según informes de la Agencia Nacional de Infraestructura ANI, según el último informe publicado por la interventoría del proyecto el avance de la obra ha estado por debajo de lo esperado en un 9.28% (Consorcio CR Concesiones, 2024), lo que pone en riesgo su conclusión en los tiempos programados.

Las causas de estos retrasos pueden atribuirse a múltiples factores, entre ellos una planificación deficiente, la ausencia de metodologías de gestión de riesgos, dificultades en la adquisición de materiales y problemas en la coordinación con las partes interesadas. La falta de implementación de herramientas modernas de seguimiento y control ha contribuido al incumplimiento de los plazos establecidos, generando impactos negativos en la movilidad de la región y limitando el acceso de la población a servicios esenciales.

En este contexto, es fundamental identificar y aplicar técnicas de gestión que optimicen la ejecución del proyecto y reduzcan los tiempos de entrega. La implementación de metodologías avanzadas de planificación y gestión de riesgos puede contribuir a mejorar la eficiencia en la ejecución y garantizar el cumplimiento de los cronogramas establecidos. Estudios previos han demostrado que el uso de metodologías como el enfoque PMI (Project Management Institute) y la gestión ágil de proyectos pueden mejorar significativamente la productividad en obras de infraestructura vial (Kerzner, 2019). Además, estrategias como el uso de tecnologías BIM (Building Information Modeling) y sistemas de monitoreo en tiempo real podrían ayudar a mejorar la supervisión y control de los procesos constructivos.

Los efectos de estos retrasos no solo se reflejan en costos adicionales y dificultades logísticas, sino también en el impacto que generan sobre la comunidad. La demora en la entrega de esta infraestructura ha afectado la movilidad de los habitantes de la región, dificultando el acceso a servicios de salud, educación y actividades comerciales. Asimismo, el incumplimiento en los plazos afecta la inversión privada y pública en el sector de infraestructura, generando incertidumbre y reduciendo la competitividad de la región.

Por lo tanto, el problema central radica en la falta de implementación de técnicas de gestión adecuadas en la planificación y ejecución de la unidad funcional 2. Es necesario investigar y aplicar enfoques que permitan una planificación más precisa, una ejecución eficiente y una gestión efectiva de los recursos, garantizando así la entrega oportuna de la obra y la optimización de sus beneficios para la región.

## 1.2 La Pregunta de Investigación

“¿Cómo una propuesta con estrategias desde un enfoque de gerencia estratégica de proyectos puede mejorar los tiempos de ejecución en la construcción de la unidad funcional 2 del proyecto concesión conexión vial Antioquia-Bolívar en el departamento de Córdoba?”

## 1.3 Los Objetivos de Investigación

### 1.3.1 *Objetivo General*

Proponer estrategias para mejorar la gestión de los retrasos en la construcción de la unidad funcional 2 del concesión conexión vial Antioquia-Bolívar en el departamento de Córdoba, mediante técnicas de gestión desde un enfoque de gerencia estratégica de proyectos.

### 1.3.2 *Objetivos Específicos*

- Describir el estado actual de la unidad funcional 2 del concesión conexión vial Antioquia-Bolívar en el departamento de Córdoba.
- Identificar las causas raíz y los factores contribuyentes a los retrasos en la construcción de la unidad funcional 2.
- Identificar metodologías ágiles y estrategias de gestión para optimizar la ejecución de proyectos viales, mejorando la planificación y reduciendo retrasos.
- Elaborar recomendaciones para la implementación de sistemas, metodologías y tecnologías identificadas para optimizar la ejecución del proyecto de interés.

#### 1.4 Justificación de la Investigación

La gestión eficiente de los tiempos de ejecución en proyectos de infraestructura vial es un tema central en la ingeniería civil y la gerencia de proyectos. Diversos estudios han mostrado que la correcta planificación y ejecución de proyectos viales no solo optimiza los recursos, sino que también minimiza el impacto ambiental y social de estas obras (Botero Vásquez, 2017). Sin embargo, a pesar de la abundancia de investigaciones en el ámbito de la infraestructura vial, pocos estudios abordan la optimización específica de los tiempos de ejecución en el contexto colombiano, particularmente en proyectos de concesión pública. Esta investigación llenará un vacío importante, proporcionando un análisis exhaustivo de las causas de los retrasos y proponiendo estrategias efectivas de mejora para la gestión de estos proyectos.

En el contexto colombiano, la infraestructura vial enfrenta desafíos significativos. El informe de (Fitch Ratings, 2024) señala que proyectos como la conexión Antioquia-Bolívar han experimentado retrasos y sobrecostos, afectando la movilidad y el desarrollo económico de las regiones involucradas. Estos desafíos resaltan la necesidad de implementar estrategias efectivas de gestión de proyectos que optimicen los tiempos de ejecución y aseguren la finalización oportuna de las obras.

Específicamente, en el departamento de Córdoba, la Unidad Funcional 2 del proyecto de concesión conexión vial Antioquia-Bolívar es una obra de gran relevancia para la región, la cual consta de 37km de una calzada adosada a la vía existente entre Cereté y Lorica. Sin embargo, ha enfrentado obstáculos que han retrasado su culminación. Como inconvenientes sociales por oposiciones de las comunidades referentes a los diseños del proyecto, falta de disponibilidad predial (ANI, 2024), y falta de trámites ambientales con del Complejo Cenagoso del Bajo Sinú (La corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y del San Jorge - CVS, 2021). El porcentaje de retraso en las actividades de esta unidad alcanzado un 9.28% (ANI, 2024), respecto al avance considerado en el cronograma de construcción, desviando recursos que podrían haberse utilizado para otras necesidades públicas cruciales. Estos retrasos también afectan la asignación de presupuestos a otros proyectos prioritarios en la región.

La propuesta de optimización de los tiempos de ejecución en la Unidad Funcional 2 no solo se basa en la identificación de los factores que generan retrasos, sino que también plantea soluciones prácticas y basadas en teorías consolidadas como la Teoría de Restricciones de

Goldratt, que permite gestionar las limitaciones del proceso constructivo para reducir los tiempos y costos (Goldratt, 1997). Al aplicar esta teoría, se generaron propuestas de intervención que pueden ser implementadas en el corto y mediano plazo para optimizar el avance de proyectos viales similares.

A nivel social, la propuesta contribuirá a mejorar la calidad de vida de las comunidades locales al reducir los problemas de movilidad y congestión vehicular. Esto facilitará el acceso a servicios esenciales y reducirá los costos de transporte para los habitantes y empresarios de la región. A nivel económico, la optimización de los tiempos de ejecución promoverá un mejor uso de los recursos públicos, lo cual es especialmente relevante para el desarrollo de otras iniciativas de infraestructura en el país. Al optimizar los tiempos de ejecución, se mejorará la competitividad de la región y se fortalecerá el entorno económico, lo que promoverá la inversión y generará nuevas oportunidades de empleo.

Identificar las causas de estos retrasos es crucial para mejorar la planificación, ejecución y control en futuros proyectos de infraestructura. Una evaluación detallada puede llevar a una reducción de los retrasos en proyectos similares, asegurando una mayor eficiencia en el uso de recursos públicos y mejorando la efectividad en la gestión de proyectos.

Además, este estudio proporcionará valiosas lecciones para prevenir problemas similares en futuros proyectos. La implementación de estrategias más robustas para la gestión de riesgos y la adaptación a circunstancias imprevistas puede prevenir retrasos adicionales y reducir costos inesperados.

Finalmente, esta investigación tiene un enfoque práctico y aplicable a futuros proyectos de infraestructura vial en Colombia y América Latina. Las soluciones propuestas no solo son relevantes para el caso específico de la Unidad Funcional 2, sino que también pueden servir como modelo para optimizar proyectos similares en el futuro, tanto en términos de tiempos de ejecución como de gestión eficiente de recursos. Esto ofrece un potencial significativo para generar impactos positivos a largo plazo en la ejecución de proyectos viales en la región.

## 2. Marco de Referencia

### 2.1. Marco de Antecedentes

Para el desarrollo de esta investigación se llevó a cabo una búsqueda de literatura en los últimos 9 años. La ecuación de búsqueda utilizada: “gestión de proyectos” OR “estrategias de gestión de proyectos” OR “infraestructura vial” OR “optimización” OR “eficiencia” OR “gerencia de proyectos”. Esto se revisó en Google scholar, Scielo, repositorio: Unal, univalle, uniandes, usta, uantonio Nariño.

La adecuada gestión de proyectos de infraestructura vial ha sido objeto de múltiples estudios en Colombia, dado su impacto en el desarrollo económico y social. En este sentido, la aplicación de metodologías y estrategias que optimicen la ejecución de estos proyectos ha sido una constante en la literatura especializada.

(Botero Vásquez, 2017) plantea que la aplicación de la Teoría de Restricciones y la Cadena Crítica, propuestas por Eliyahu Goldratt, permite optimizar los procesos constructivos mediante una programación eficiente de actividades. Estas metodologías integran el análisis de tiempo y costos, identificando restricciones que afectan la eficiencia del proyecto. Su implementación en proyectos de construcción ha demostrado mejorar la planificación, seguimiento y control, reduciendo contratiempos y optimizando la asignación de recursos para lograr una ejecución más eficiente.

En esta misma línea, (Rivera Cadavid et al., 2018) analizan la problemática en la planeación y programación de los proyectos viales públicos en Colombia, destacando que la falta de una gestión adecuada puede generar suspensiones, demoras y sobrecostos. Para mitigar estos riesgos, los autores proponen una metodología enfocada en la gestión del tiempo y el costo, incorporando estrategias que permitan reducir las incertidumbres y mejorar la ejecución de los proyectos de infraestructura vial mediante obra pública.

Por otro lado, (Narváz Rosero, 2018) señalo que en Colombia los recursos públicos para el desarrollo de infraestructura no se invierten de forma adecuada, conforme a lo planeado y se presenta baja eficiencia en su ejecución, quedando obras que incumplen con el alcance, costo y no contemplan mantenimientos que garanticen su duración a través del tiempo. En el trabajo presenta el estudio y consulta de experiencias internacionales en la ejecución de

proyectos para el mejoramiento y adecuación de vías terciarias, en la parte técnica, jurídica, social; así mismo propone alineamientos y estrategias integrales que puedan ser implementados en la planeación y desarrollo de proyectos de vías terciarias que permitan generar una maduración de los proyectos antes de que sean contratados, con el fin de minimizar riesgos y brindar mayor confiabilidad en el uso de los recursos públicos.

Desde una perspectiva más técnica, (De Solminihac t et al., 2019) enfatizan que la gestión de infraestructura vial no solo requiere un entendimiento profundo de las técnicas de construcción y diseño, sino también una planificación estratégica y una gestión rigurosa de los recursos. El libro destaca que el ciclo de vida de un proyecto de infraestructura vial abarca desde la concepción inicial y el diseño hasta la construcción y el mantenimiento continuo. Además, los autores subrayan la importancia de integrar prácticas sostenibles y eficientes para minimizar los impactos ambientales y maximizar la durabilidad de las obras. Esta visión integral es fundamental para asegurar que las infraestructuras viales no solo cumplan con los requisitos técnicos, sino que también contribuyan positivamente al entorno y a la calidad de vida de las comunidades.

En el ámbito de la digitalización y la innovación tecnológica, (Limas Mendigaño, 2019) analiza la aplicación de la metodología BIM en la fase de prefactibilidad de proyectos viales de tercer orden en Colombia, resaltando su potencial para optimizar la toma de decisiones mediante el uso de modelos digitales integrados. Su estudio enfatiza que la implementación de BIM permite una mejor gestión de recursos, reducción de incertidumbre y mayor eficiencia en la planificación de infraestructura vial, facilitando la selección de alternativas viables y sostenibles.

(González y otros, 2019) destacan la importancia de la participación comunitaria en la planificación de proyectos viales, señalando que la falta de inclusión de las comunidades puede generar conflictos y retrasos en la ejecución de las obras. Su estudio resalta cómo la integración de actores locales y el uso de mecanismos de concertación pueden mejorar la aceptación de los proyectos, reducir riesgos socioambientales y garantizar un impacto positivo a largo plazo en las comunidades beneficiadas.

En el marco de las metodologías de gestión de proyectos, (Torres Mayorga, 2021) desarrolla una metodología para la implementación de los lineamientos de gestión de proyectos del Project Management Institute (PMI) en la planificación de infraestructura vial en Colombia. Su enfoque busca optimizar la planificación y ejecución de proyectos mediante la adopción de estándares internacionales, integrando herramientas que faciliten la toma de decisiones, la

identificación temprana de riesgos y el seguimiento del desempeño a través de indicadores clave. Además, considera factores externos como la normativa legal, las condiciones ambientales y las restricciones socioeconómicas que pueden afectar la viabilidad del proyecto. La aplicación de esta metodología contribuiría a reducir tiempos de planificación, minimizar riesgos de sobrecostos y retrasos, mejorar la coordinación entre actores y fortalecer la transparencia en la gestión pública y privada.

En la misma línea de optimización y modernización de la gestión de proyectos, (Flórez Chavarría, 2023) desarrolló e implementó un plan piloto para la aplicación de metodologías de gestión integrada de proyectos, específicamente Building Information Modeling (BIM) e Integrated Project Delivery (IPD), en proyectos viales de Asociación Público-Privada (APP). El caso de estudio seleccionado fue la Unidad Funcional Variante de Cartagenita, parte de la concesión vial Bogotá (Fontibón) – Facatativá – Los Alpes. Este plan piloto se alinea con la Estrategia Nacional BIM Colombia 2020–2026 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas, buscando modernizar la gestión de proyectos de infraestructura vial en Colombia mediante la adopción de metodologías innovadoras que promuevan la colaboración y la eficiencia en todas las etapas del proyecto.

En el contexto de los avances recientes, (Monroy Pataria, 2022) analiza la implementación de metodologías ágiles en la gestión de proyectos de construcción en Colombia, destacando cómo herramientas como Scrum y Kanban pueden mejorar la eficiencia y adaptabilidad en entornos dinámicos. Estas metodologías permiten una planificación más flexible, la entrega iterativa de avances y una respuesta ágil a cambios imprevistos, reduciendo riesgos y optimizando tiempos de ejecución. La investigación resalta casos aplicados en obras civiles, evidenciando beneficios en costos y plazos.

Finalmente, el proyecto Ruta al Mar, según el boletín publicado por la concesionaria, tiene como objetivo principal mejorar la conectividad vial entre los departamentos de Antioquia, Bolívar, Córdoba y Sucre, mediante la creación de un corredor vial que permitirá una circulación más rápida y segura con la construcción de más de 500 kilómetros de vías. Esto facilitará el transporte de productos comerciales, mejorando la competitividad y reduciendo los costos de transporte. Además, se proyecta un ahorro de tiempo significativo en los trayectos, con una velocidad de diseño de 80 km/h, lo que impactará positivamente en la economía local y nacional (concesión ruta al mar, s.f.).`

En general, los trabajos ofrecen un marco práctico para abordar los desafíos comunes en la gestión de proyectos viales. Resaltan las falencias que se presentan al planificar un proyecto de infraestructura vial, identifican las problemáticas que pueden causar estas deficiencias y proporcionan directrices valiosas, como métodos y planes de gestión, para implementar en la planificación de los proyectos. Esto ayuda a mitigar las consecuencias de una mala gestión y a asegurar el éxito del proyecto.

## 2.2. Marco Teórico

La gestión del tiempo es una de las áreas de conocimiento clave en la dirección de proyectos, ya que influye directamente en el éxito de la ejecución de una obra (Project Management Institute, 2021). En el sector de infraestructura vial, los retrasos pueden deberse a diversos factores como condiciones climáticas adversas, problemas con la adquisición de predios, falta de permisos ambientales y deficiencias en la planificación inicial (Kerzner, 2019). Para mitigar estos riesgos, se recomienda la aplicación de herramientas como la Ruta Crítica (CPM) y la Programación PERT, que permiten identificar actividades críticas y gestionar los tiempos de forma eficiente (Heagney, 2016).

Las metodologías ágiles, ampliamente utilizadas en la gestión de proyectos de software, han comenzado a ser adoptadas en el sector de la construcción para mejorar la adaptabilidad y eficiencia en la toma de decisiones (Monroy Pataria, 2022). Herramientas como Scrum y Kanban facilitan la gestión de cambios inesperados y mejoran la comunicación entre los equipos de trabajo, permitiendo un control más flexible y efectivo sobre la ejecución de las obras (Rivera Cadavid y otros, 2018).

El uso de tecnologías avanzadas, como Building Information Modeling (BIM), ha demostrado ser una herramienta eficaz para mejorar la planificación y control de proyectos de infraestructura vial (De Solminihac t y otros, 2019). BIM permite la integración de modelos digitales en 3D con información en tiempo real sobre costos, tiempos y materiales, facilitando la toma de decisiones y reduciendo los riesgos de errores en el diseño y construcción (Flórez Chavarría, 2023).

La literatura especializada destaca que los proyectos de infraestructura vial enfrentan múltiples desafíos que impactan los tiempos de ejecución (González y otros, 2019). Algunos de los factores críticos incluyen:

- Gestión de riesgos: La falta de una adecuada identificación y mitigación de riesgos genera retrasos significativos en la ejecución de las obras (Torres Mayorga, 2021).
- Problemas de financiamiento: La inestabilidad económica y los cambios en las condiciones de los contratos pueden afectar la continuidad del proyecto (Narvárez Rosero, 2018).
- Conflictos con comunidades locales: La falta de inclusión de los actores locales puede generar oposición al desarrollo del proyecto y provocar retrasos (González y otros, 2019).

### 2.3. Marco Normativo

La construcción de infraestructura vial en Colombia está regida por un marco jurídico complejo que abarca diversas leyes, decretos, resoluciones y normativas específicas, las cuales se describen a continuación.

#### **Constitución Política de Colombia:**

La Constitución de 1991 establece las bases generales para el desarrollo de la infraestructura en el país. En particular, el artículo 365 señala que los servicios públicos son inherentes a la finalidad social del Estado, y que éste debe garantizar su prestación eficiente a todos los habitantes. (Constitución Política de Colombia, 1991).

#### **Ley 80 de 1993 (Estatuto General de Contratación de la Administración Pública):**

Esta ley establece las normas y principios que rigen la contratación pública en Colombia, incluyendo la construcción de infraestructura vial. Define los procedimientos de licitación, contratación, ejecución y supervisión de proyectos públicos. (Diario Oficial No. 48.982 , 2013).

#### **Ley 105 de 1993 (Ley de Transporte):**

Esta ley regula el transporte en Colombia, incluyendo la planificación, construcción, mantenimiento y operación de la infraestructura vial. Establece las competencias de las entidades encargadas y los principios de la política de transporte. (Diario Oficial No. 41.158 , 1993).

**Ley 1682 de 2013 (Ley de Infraestructura):**

La Ley de Infraestructura busca agilizar y facilitar la ejecución de proyectos de infraestructura, incluyendo la vial. Establece medidas para la adquisición de predios, permisos ambientales, y agilización de trámites administrativos. (Diario Oficial No. 48.982 , 2013)

**Decreto 1082 de 2015:**

Este decreto reglamenta aspectos específicos de la contratación pública y establece disposiciones para la implementación de proyectos de infraestructura, incluyendo los aspectos relacionados con la financiación y ejecución de obras viales.

**Ley 1882 de 2018:**

Modifica y adiciona disposiciones en materia de infraestructura, con el objetivo de mejorar la eficiencia y transparencia en la contratación y ejecución de proyectos. Incluye medidas específicas para la supervisión y control de obras viales. (Diario Oficial No. 50.477 , 2018).

**Normas Técnicas Colombianas (NTC):**

Las Normas Técnicas Colombianas establecen los estándares y especificaciones técnicas para la construcción de carreteras y demás infraestructuras viales. Estas normas son emitidas por entidades como el Instituto Nacional de Vías (INVIAS) y el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC). (Norma Técnica Colombiana (NTC)) (Instituto Nacional de Vías (INVIAS))

### 3. Metodología

#### 3.1. Enfoque y Alcance de la Investigación

La investigación se centrará en el periodo comprendido entre 2015 y el presente año, abarcando el proyecto de construcción de la UF 2 del proyecto concesión conexión vial Antioquia-Bolívar en el departamento de Córdoba. El estudio se enfocará específicamente en identificar los factores que han generado retrasos en esta obra específica.

La relevancia de esta investigación radica en varios aspectos clave:

1. Optimización de la Gestión de Proyectos: Identificar los factores que contribuyen a los retrasos permitirá determinar estrategias más efectivas para la planificación y ejecución de proyectos de infraestructura vial, lo que es esencial para mejorar la eficiencia y reducir costos.
2. Aplicación de la Gerencia Estratégica de Proyectos: La integración de un enfoque estratégico en la gerencia de proyectos ofrecerá herramientas para anticipar y gestionar los riesgos asociados con los retrasos, promoviendo una ejecución más efectiva y alineada con los objetivos a largo plazo de los proyectos.
3. Generación de Conocimiento: Esta investigación proporcionará información valiosa al cuerpo de conocimiento existente sobre la gestión de proyectos de infraestructura vial en Colombia, sirviendo como referencia para futuros proyectos similares en el país y en otras regiones con contextos comparables.

#### 3.2. Población y Muestra

##### 3.2.1. Definición de la Población

La población objeto de estudio está conformada por los documentos y registros relacionados con la construcción de la unidad funcional 2 del proyecto de concesión conexión vial Antioquia-Bolívar en el departamento de Córdoba. Esta población documental incluye informes técnicos, normativas, bases de datos de gestión del proyecto y literatura académica

relevante sobre optimización de tiempos en la construcción de infraestructura vial y técnicas de gestión de proyectos.

Los documentos seleccionados para el análisis cumplen con los siguientes criterios:

- **Relevancia temática:** Deben abordar aspectos relacionados con la gestión de tiempos en proyectos de infraestructura vial, incluyendo metodologías de planificación, seguimiento y control de ejecución.
- **Fuente confiable:** Se consideraron documentos provenientes de entidades oficiales como la Agencia Nacional de Infraestructura (ANI), el Ministerio de Transporte, el concesionario del proyecto Ruta al Mar y publicaciones de organismos internacionales como el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y el Banco Mundial.
- **Actualidad:** Se priorizaron documentos publicados en los últimos 10 años para asegurar la vigencia de la información.
- **Accesibilidad:** Solo se incluyeron documentos de acceso público o a los cuales se pueda acceder legalmente a través de bases de datos académicas, repositorios institucionales o fuentes oficiales.

### ***3.2.2. Cálculo y Selección de la Muestra***

Dado que la investigación no implica muestreo probabilístico de individuos, sino una selección de fuentes documentales, el procedimiento de muestreo será no probabilístico por conveniencia. La selección final de documentos se realizará mediante un proceso iterativo de búsqueda en bases de datos académicas (SciELO, Google Scholar, Redalyc, Dialnet), repositorios institucionales (Universidad Nacional, Universidad de los Andes, Universidad de Antioquia etc.), y fuentes gubernamentales.

Los documentos fueron filtrados mediante palabras clave como: gestión de proyectos viales, optimización de tiempos en construcción, estrategias de planificación y control de ejecución, Project Management en infraestructura vial y términos específicos relacionados con la UF2 del proyecto Ruta al Mar.

### 3.3. Instrumento(s)

Durante el proceso de recolección de datos para el estudio de los retos en la gestión de la construcción de la UF 2 del proyecto concesión conexión vial Antioquia-Bolívar, se recopiló información exclusivamente de fuentes documentales y registros cuantitativos. Los datos se categorizaron en dos grandes grupos: documentales y cuantitativos, con el fin de garantizar un análisis sistemático y organizado.

#### 1. Datos Documentales

- Informes oficiales del proyecto (Agencia Nacional de Infraestructura, Ministerio de Transporte).
- Planes del proyecto y cronogramas de ejecución.
- Información pública en sitios web oficiales, Ruta al Mar, Construcciones El Cóndor, Invias, Secop y Ani.
- Estudios de proyectos similares, que apliquen metodologías de gestión de proyectos.

#### 2. Datos Cuantitativos

- Bases de datos de presupuestos asignados y desviaciones financieras.
- Indicadores de gestión del proyecto, como avance físico programado vs. ejecutado.
- Reportes de tiempos de ejecución comparados con los cronogramas iniciales.
- Análisis de proyectos similares, que implementan metodologías de gestión de proyectos.

#### 3.3.1. *Enfoque Metodológico*

El estudio adopta un enfoque metodológico mixto que integra datos cualitativos y cuantitativos para obtener una comprensión integral del problema. La fase cualitativa incluirá análisis documental para comprender las decisiones tomadas en los procesos de planificación y ejecución, mientras que la fase cuantitativa analizará datos relacionados con presupuestos, cronogramas y desviaciones en la ejecución. Esta combinación permite identificar patrones numéricos y, simultáneamente, contextualizar los hallazgos en las condiciones específicas del proyecto.

➤ Fases de la Investigación.

• **Revisión Bibliográfica y Documental:**

Recopilar y analizar información previa relacionada con la gestión de proyectos de infraestructura, específicamente en la construcción de vías y el proyecto que nos ocupa en la región del Caribe colombiano. Las fuentes son artículos académicos, informes de gestión del proyecto, normativas aplicables, documentos oficiales, informes de avance, contratos, y otros documentos relacionados con la gestión del proyecto.

- **Identificación de Factores Clave:** Se deben determinar los principales factores que afectan la gestión de la construcción en la UF 2 del proyecto concesión conexión vial Antioquia-Bolívar, a través del análisis de los informes de avance de obra.
- **Análisis de Datos:** Hallar patrones y relaciones entre los factores identificados y los retos observados en la gestión del proyecto, por medio del análisis de contenido de la investigación para identificar temas recurrentes. Uso de herramientas estadísticas para analizar los datos de gestión (desviaciones en tiempo, costo, calidad, etc).
- **Resultados Esperados:** Identificación de los principales retos en la gestión y ejecución de las variantes objeto de esta investigación.

### 3.3.2. Datos Documentales

Los datos documentales provienen de fuentes secundarias y permitieron obtener información sobre el contexto, antecedentes y situación actual del proyecto. Estos datos se recopilaron mediante el análisis de informes técnicos, normativas y literatura académica relevante. La información que se recolectó incluye:

- Normativas y regulaciones aplicables: Legislación vigente en Colombia sobre la planificación y ejecución de infraestructura vial, incluyendo la Ley 1682 de 2013 (Ley de Infraestructura) y otras disposiciones relevantes.
- Informes de interventoría y supervisión: Documentos de la Agencia Nacional de Infraestructura (ANI), el concesionario Ruta al Mar y Consorcio CR Concesiones como interventoría del proyecto, que evidencien el progreso, los retrasos, los sobrecostos y las medidas correctivas implementadas.
- Estudios previos sobre optimización de tiempos en proyectos de infraestructura vial: Revisión de metodologías utilizadas en proyectos similares y su efectividad en la reducción de tiempos de ejecución.

- Reportes de gestión del proyecto: Información relacionada con la planificación inicial, cronogramas de ejecución, informes de auditoría y planes de mitigación de riesgos.

Los datos documentales se analizaron mediante técnicas de análisis de contenido, clasificándolos en categorías como causas de retrasos, estrategias de mitigación y resultados obtenidos en otros proyectos viales.

### **3.3.3. Datos Cuantitativos**

Los datos cuantitativos permitieron analizar el impacto de los retrasos en la ejecución del proyecto mediante indicadores medibles. Estos datos fueron extraídos de informes de interventoría, bases de datos gubernamentales y reportes de los consorcios. La información obtenida incluye:

- Indicadores de desempeño del proyecto: Comparación entre el avance físico programado y el ejecutado, identificando la magnitud de los retrasos acumulados.
- Tiempo real de ejecución de actividades críticas: Evaluación de las diferencias entre los tiempos planificados y los tiempos reales de ejecución en actividades clave del proyecto.
- Impacto de los retrasos en costos adicionales: Análisis de sobrecostos asociados a extensiones de plazo, multas o ajustes en la financiación del proyecto.
- Comparación de tiempos de ejecución en proyectos similares: Identificación de patrones en la gestión del tiempo en proyectos de infraestructura vial, con el fin de evaluar la efectividad de diferentes estrategias de mitigación de retrasos.
- Factores críticos de éxito en la gestión del proyecto: Evaluación de variables clave como disponibilidad de recursos, gestión de contratistas y procesos de supervisión.

Los datos cuantitativos fueron procesados mediante herramientas estadísticas para identificar tendencias, correlaciones y patrones en la ejecución del proyecto. Estos análisis permitieron obtener una visión integral del problema, proporcionando información clave para la formulación de estrategias de optimización de tiempos en la ejecución del proyecto.

## **3.4. Descripción de Procedimientos**

El procedimiento por seguir para la recolección y análisis de datos se dividió en varias fases, dependiendo del tipo de información a tratar.

### **3.4.1. Revisión Documental**

- **Gestión y obtención de documentos:** Se realizará una búsqueda sistemática en bases de datos académicas (Scielo, Google Scholar, Redalyc, Dialnet) y repositorios institucionales (Universidad Nacional, Universidad de los Andes, Universidad de Antioquia) y en las páginas de las entidades gubernamentales asociadas al proyecto, y las concesiones que ejecutan y supervisan el proyecto (ANI, Ministerio de Transporte, concesión Ruta al Mar, consorcio CR Concesiones. También se consultaron informes oficiales de la interventoría.
- **Revisión de contenido:** Los documentos seleccionados fueron leídos en profundidad para identificar información relevante relacionada con la planificación, ejecución y control del proyecto.
- **Extracción de información clave:** Se extrajeron datos sobre causas de retrasos, estrategias de mitigación y desempeño del proyecto.
- **Clasificación y almacenamiento:** La información se organizó en un listado de datos estructurada por categorías temáticas para facilitar su análisis posterior.

### **3.4.2. Obtención de los Datos Cuantitativos**

- **Identificación de fuentes de datos:** Se obtuvieron informes técnicos y bases de datos de la ANI, las concesiones y otras entidades relacionadas.
- **Extracción de datos relevantes:** Se recopilaron indicadores como avance físico programado vs. ejecutado, costos asociados a retrasos y tiempos de ejecución de actividades críticas.
- **Estructuración de la información:** Se realizó una limpieza de datos para eliminar valores faltantes o atípicos que pudieran distorsionar el análisis, y finalmente los datos se organizaron en hojas de cálculo para su posterior análisis estadístico.

## **3.5. Análisis de Información**

El análisis de la información se llevará a cabo en distintas etapas, diferenciando entre datos cualitativos (documentales) y datos cuantitativos.

Se eligió el software Excel como herramienta principal para el análisis de los datos cuantitativos debido a su facilidad para realizar análisis estadísticos.

### **3.5.1. Preparación de Datos**

- En datos documentales, se eliminaron duplicados y documentos irrelevantes.
- En datos cuantitativos, se revisaron valores atípicos y se normalizaron las variables para garantizar su comparabilidad.
- Los documentos fueron codificados temáticamente para facilitar el análisis de contenido, en variables como: tiempos de ejecución, porcentajes de avances, presupuestos, acusables de retrasos, métodos de planeación.
- Los datos cuantitativos se organizaron en categorías de análisis según los indicadores definidos.

### **3.5.2. Análisis de Datos**

- Se empleará el método de análisis de contenido para identificar patrones en los documentos.
- Se utilizaron matrices de categorización para clasificar la información relevante.
- Se aplicaron estadísticas descriptivas para resumir y visualizar los datos.
- Se utilizaron correlaciones y regresiones para identificar relaciones entre variables.

### **3.5.3. Uso de Software**

- **EXCEL:** Para el análisis estadístico de datos cuantitativos, permitiendo identificar tendencias y correlaciones.
- El análisis cualitativo de contenido documental se realizará de forma manual, permitiendo una revisión detallada y un proceso de categorización minucioso de la información textual. Esta metodología facilitará una interpretación más contextualizada de los datos, asegurando que la clasificación y exploración del contenido se ajusten con precisión a los

### 3.5.4. Presentación de Resultados

1. Datos cualitativos:

- Se realizaron tablas comparativas e informativas para identificar patrones, tendencias y relaciones dentro de la información analizada, permitiendo una mejor comprensión de los datos y facilitando su interpretación.

**Tabla 1 Matriz ejemplo de Categorización del Análisis Documental**

Documento	Factor identificado	Causa del retroceso	Método de Gestión Aplicada
Informe ANI 2024	Avance físico 9.28% menor al esperado	Falta de disponibilidad predial	Reprogramación de actividades
Informe CR Concesiones	Desviaciones en costos	Problemas en adquisición de materiales.	Ajustes presupuestarios
Estudio BID 2017	Demoras en infraestructura vial en LatAm	Deficiencias en planificación y financiamiento	PMI y metodologías ágiles
Universidad Nacional de Trujillo	Falta de adaptación a metodologías ágiles	Resistencia al cambio organizacional	Capacitación y talleres
Artículo sobre metodologías de SW	Ineficiencia en gestión de proyectos de software	Falta de metodologías ágiles	Uso de SCRUM y Kanban

- Se analizará comparativos para explorar relaciones entre variables como presupuesto ejecutado, tiempo de avance, metodologías utilizadas.

Tabla 2 Matriz ejemplo de Comparación de Variables

Documento/Fuente	Metodología de Gestión Utilizada	Principales causas de desviación	Recomendaciones
Informe ANI 2024	Programación tradicional con cronogramas Gantt	Falta de disponibilidad predial, retrasos en permisos ambientales	Implementar análisis de ruta crítica y metodologías ágiles
Informe CR Concesiones	PMI con control de costos y tiempos	Desviaciones en suministro de materiales y restricciones logísticas	Mayor control en la planificación de adquisiciones
Informes de Intervención	Seguimiento por hitos y reportes mensuales	Bajo desempeño en gestión de contratistas	Aplicación de metodologías BIM y planificación colaborativa
Estudios de Casos Similares (Internacionales)	Metodologías ágiles y Lean Construction	Estrategias de mitigación temprana y control en tiempo real	Adopción de herramientas digitales para monitoreo de
Universidad Nacional de Trujillo	Capacitación en metodologías ágiles	Resistencia al cambio organizacional	Desarrollar estrategias de cambio organizacional y formación continua
Artículo sobre metodologías de SW	Uso de SCRUM y Kanban	Falta de implementación de metodologías ágiles	Capacitar equipos en metodologías ágiles y fomentar su adopción

- Se generaron tablas y gráficos que resumen los principales hallazgos.
- Se presentaron resultados de comparación con estrategias de gestión aplicadas en otros proyectos viales similares a nivel nacional e internacional

## 2. Datos cuantitativos:

- Se presentaron mediante tablas de resumen, gráficos de líneas para ilustrar patrones y tendencias identificadas.

- Se integraron ilustraciones para mostrar relaciones entre variables y facilitar la comprensión de los resultados.
- Se analizaron métricas como el porcentaje de retraso acumulado, sobrecostos y desviaciones en los tiempos de ejecución con respecto a los cronogramas iniciales.

### **3.6. Consideraciones Éticas**

#### **3.6.1. Análisis de Consideraciones Éticas**

##### 1. Integridad y veracidad de la información

En el desarrollo de esta investigación, se priorizará la integridad y veracidad de los datos utilizados. La información documental y los datos cuantitativos se obtuvieron exclusivamente de fuentes confiables y verificables, tales como entidades gubernamentales, académicas y organizaciones reconocidas. Se garantizará que los resultados obtenidos no sean manipulados ni tergiversados para favorecer alguna hipótesis, preservando así la objetividad y fiabilidad del estudio.

##### 2. Protección de la confidencialidad y derechos de autor

El respeto a los derechos de autor y la propiedad intelectual será un aspecto fundamental en la realización de este trabajo. Todos los documentos, estudios y fuentes utilizados fueron citados correctamente conforme a las normas de citación APA. En el caso de acceder a información restringida o confidencial, fueron obtenidos los permisos pertinentes y se asegurará el uso adecuado y ético de la misma, protegiendo en todo momento la privacidad y los derechos asociados a las fuentes.

##### 3. Uso responsable de software y análisis de datos

Las herramientas estadísticas y de análisis, tales como EXCEL, se emplearon de manera ética, con el fin de evitar sesgos en la interpretación de los resultados. Los procedimientos metodológicos empleados se documentaron de forma transparente para garantizar la reproducibilidad del estudio. Esto permitirá que otros investigadores puedan seguir el mismo proceso y verificar los resultados obtenidos, asegurando la fiabilidad y ética de los análisis realizados.

#### 4. Transparencia y rigor metodológico

La transparencia en la selección de documentos y los criterios de análisis será esencial para evitar cualquier tipo de sesgo en la investigación. Además, se siguieron los lineamientos éticos establecidos por la Corporación Universitaria Minuto de Dios y las normativas internacionales de investigación científica. Este enfoque garantizará que los resultados sean obtenidos de manera rigurosa y conforme a los más altos estándares de ética investigativa.

#### 5. Impacto social y relevancia del estudio

Se tomó en cuenta el impacto social y las posibles implicaciones de los resultados en la toma de decisiones relacionadas con las infraestructuras viales. Las recomendaciones derivadas del estudio están orientadas a contribuir de manera positiva al desarrollo eficiente y sostenible de proyectos viales, favoreciendo la mejora de la infraestructura y el bienestar de la comunidad.

## 4. Hipótesis

### 4.1. Las Variables

#### 4.1.1. Variables Independientes

Gestión de proyectos: Implementación de metodologías de gestión como PMI, BIM y metodologías ágiles para optimizar la ejecución del proyecto.

Uso de tecnología en la supervisión: Aplicación de herramientas digitales para monitoreo en tiempo real.

Planificación y programación de obra: Implementación de la Ruta Crítica (CPM), Programación PERT y la Teoría de Restricciones de Goldratt.

Gestión de riesgos: Aplicación de análisis cualitativo y cuantitativo para mitigar impactos negativos en el cronograma.

Participación de stakeholders: Inclusión de actores clave en la planificación para minimizar oposiciones y retrasos.

Optimización de la cadena de suministro: Aplicación de Lean Construction y Just inTime para mejorar la disponibilidad de materiales.

#### 4.1.2. Variables Dependientes

Tiempo de ejecución del proyecto: Reducción de retrasos en la construcción de la Unidad Funcional 2 del proyecto vial Antioquia-Bolívar.

Costos asociados: Disminución de sobrecostos por desviaciones en el cronograma de ejecución.

Eficiencia en la gestión del proyecto: Mejora en la coordinación de actividades, minimización de tiempos de inactividad y optimización de los recursos.

Calidad en la ejecución: Cumplimiento de estándares y especificaciones técnicas establecidas.

#### **4.2. Planteamiento de Hipótesis**

La implementación de estrategias de gestión avanzada basadas en metodologías PMI, BIM, Lean Construction y metodologías ágiles optimizará los tiempos de ejecución de la Unidad Funcional 2 del proyecto de concesión conexión vial Antioquia-Bolívar, reduciendo retrasos y costos asociados.

1. Si se implementan metodologías avanzadas de gestión de proyectos, como PMI y Lean Construction, se logrará una reducción significativa en los tiempos de ejecución de la Unidad Funcional 2.
2. La falta de planificación detallada y la ausencia de metodologías de control de riesgos están directamente relacionadas con los retrasos en la ejecución del proyecto.
3. La adopción de tecnologías como BIM y monitoreo en tiempo real mejorará la supervisión de la obra, optimizando la toma de decisiones y reduciendo desviaciones.
4. La implementación de metodologías ágiles en la gestión del proyecto permitirá una mayor flexibilidad y capacidad de adaptación a imprevistos, reduciendo tiempos de inactividad.
5. La participación activa de stakeholders en la planificación reducirá conflictos sociales y administrativos que impactan en el cronograma de ejecución.
6. La optimización de la cadena de suministro mediante Lean Construction y Just inTime permitirá evitar demoras en la provisión de materiales, acelerando la construcción.

## 5. Resultados

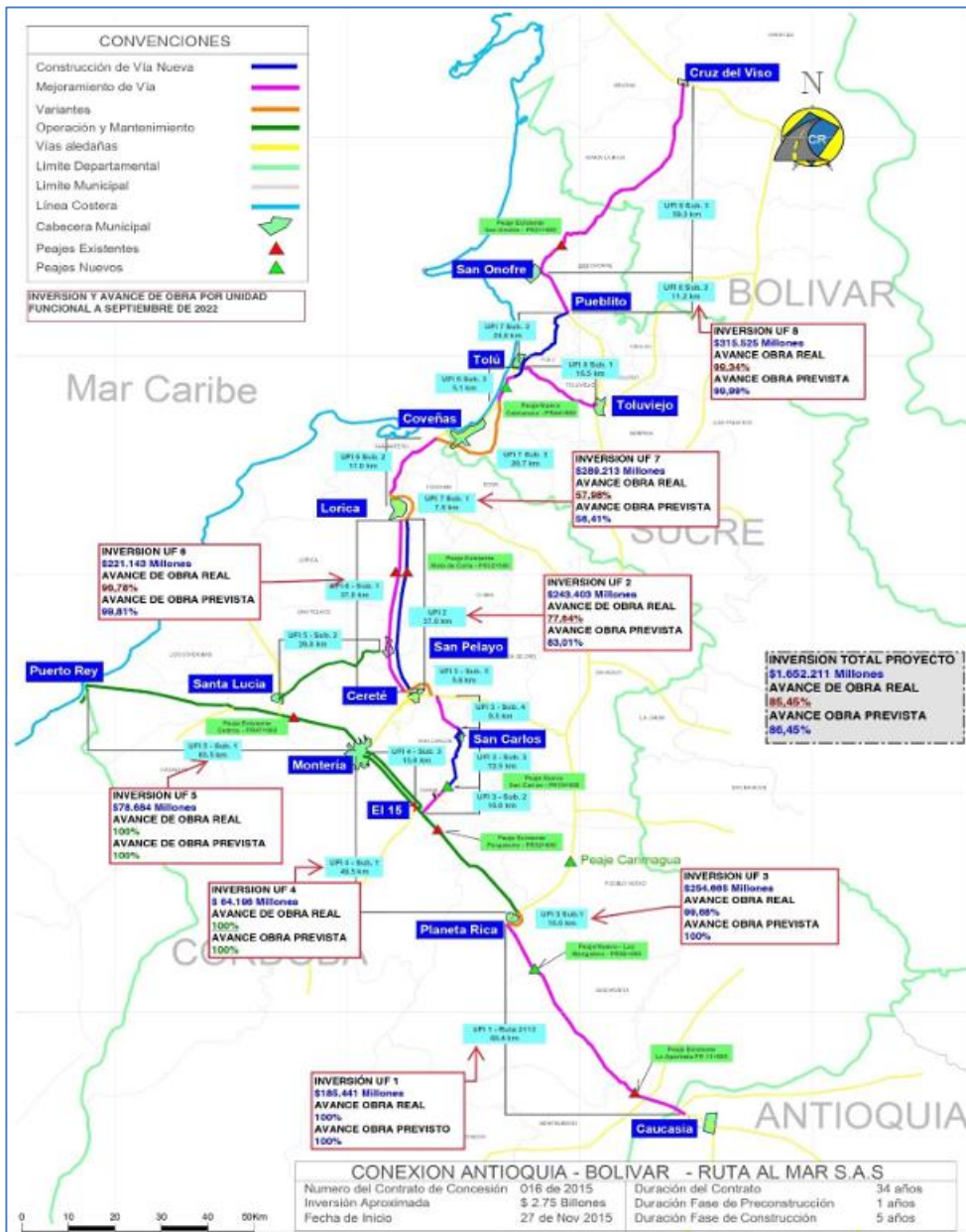
### 5.1. Presentación de Resultados

#### 5.1.1. Estado Actual de la Unidad Funcional 2

El proyecto vial Antioquia-Bolívar es una iniciativa de cuarta generación , cuyo propósito es mejorar la conexión entre los departamentos de Antioquia y Bolívar . La ejecución del proyecto fue formalmente aprobada mediante acta de inicio el 27 de noviembre de 2024 , bajo un esquema de concesión para la construcción, rehabilitación, mejoramiento, operación y mantenimiento del sistema vial que une ambos departamentos.

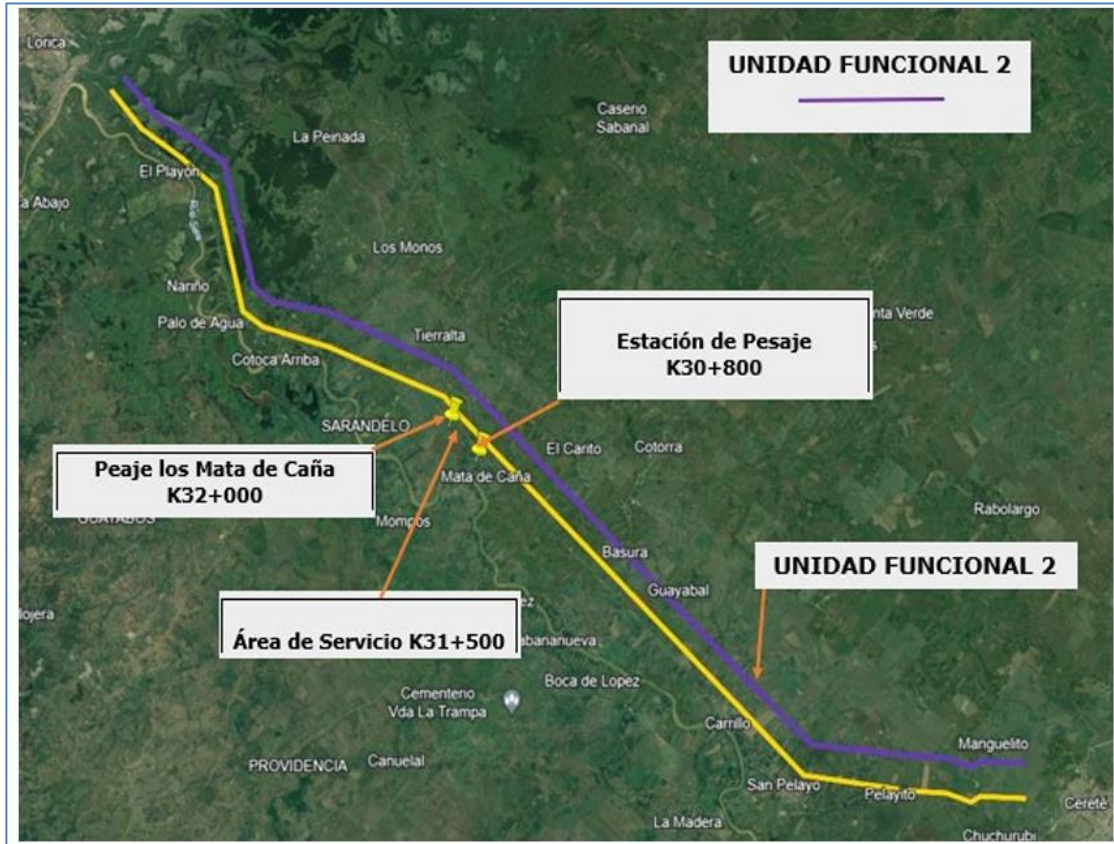
El contrato tiene un valor inicial de DOS BILLONES SETECIENTOS CINCUENTA Y DOS MIL QUINIENTOS CINCUENTA Y DOS MILLONES CIENTO NOVENTA Y TRES MIL ONCE \$2.752.552.193.011 COP y un plazo de ejecución de seis años . La supervisión del proyecto está a cargo de la Agencia Nacional de Infraestructura (ANI) , mientras que la obra es ejecutada por la Concesión Ruta al Mar SAS y la interventoría es responsabilidad del Consorcio CR Concesiones .

**Ilustración 1 Esquema proyecto Antioquia-Bolívar.**  
**Fuente: Informe de interventoría Consorcio CR Concesiones.**



El proyecto está compuesto por ocho unidades funcionales, entre las cuales se encuentra la Unidad Funcional 2 (UF2), correspondiente al tramo Cereté-Lorica. Este recorrido atraviesa los municipios de Cereté, San Pelayo, Cotorra y Lorica, en el departamento de Córdoba, y cuenta con una longitud aproximada de 37,5 km de vía en pavimento asfáltico.

**Ilustración 2 Unidad Funcional UF2**  
Fuente: ANI



**Tabla 3 Descripción UF2**  
Fuente: ANI

UNIDAD FUNCIONAL INTEGRAL 2 – UFI 2				
Subsector	Origen (Nom – Abs – Coor)	Origen (Nom – Abs – Coor)	Longitud aproximada	Intervención prevista
1	Cereté PR10+764 X=809954.897 Y=1477055.6749	Lorica PR 48+222 X=809162.8472 Y=1512218.1258	37	Construcción de Segunda Calzada

**Tabla 4 Características geométricas y técnicas UF2**  
Fuente: ANI

UNIDAD FUNCIONAL INTEGRAL 2- UFI 2	
REQUISITOS TÉCNICOS	SUBSECTOR 1
Longitud Aproximada	37,00
Número de Calzadas mínimo (un)	1,00
Número de carriles por calzada mínimo (un)	2,00
Sentido de carriles (Uni o bidireccional)	Unidireccional
Ancho de Carril mínimo (m)	3,65
Ancho de Calzada mínimo (m)	7,30
Ancho de berma mínimo (m)	2,5 – 1,0
Tipo de berma (Berma- Berma)	Ext - Int
Dimensiones de Ley 105 de 1993	Si
Funcionalidad (Primaria-Secundaria)	Primaria
Acabado de la rodadura (Flexible - Rígido)	Flexible
Velocidad de diseño mínimo (km/h)	80,00
Radio mínimo (m)	230,00
Pendiente máxima (%)	6,00
Ancho mínimo de separador Central (m)	4,0
Ancho mínimo derecho de vía (m) (Modificado Mediante Otrosí No.15)	20 m contados a partir del eje de la calzada exterior, más lo requerido para la construcción del carril interior, la berma y el separador central que colinda con la UFI 6.1
Excepciones Ancho mínimo derecho de vía (m) (Incorporado Mediante Otrosí No.15)	5 metros a lado y lado de la vía en los pasos urbanos

REQUISITOS TÉCNICOS	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIÓN
Intersecciones que como mínimo debe desarrollar el Concesionario	4 retornos	
Variantes	N. A	
Estaciones de Peaje	Peaje Existente Mata de Caña	Construcción de Infraestructura en Segunda Calzada
Postes S.O. S	Cada 3 Km	Instalación alternada en ambas calzadas sobre las bermas externas

La construcción de la Unidad Funcional 2 comenzó el 15 de noviembre de 2018 , con una fecha proyectada de finalización inicial para finales del año 2021 . Sin embargo, durante su ejecución se han presentado diversos inconvenientes que han afectado significativamente el cumplimiento del cronograma establecido.

Uno de los principales factores que ha generado retrasos es la gestión de predios , a diversos factores, como el desacuerdo entre el Concesionario y el Interventor en la aprobación de insumos, la superación de los plazos contractuales, la falta de concepto o emisión irregular por parte de las oficinas de planeación, y demoras en el registro de actuaciones en procesos de enajenación voluntaria o expropiación, lo que ha impedido el avance oportuno de las obras.

Además, se han presentado demoras en la obtención de licencias ambientales por parte de la Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y del San Jorge (CVS) también han impactado la ejecución del proyecto. Estas licencias debían estar aprobadas antes del inicio de la obra civil, pero los trámites administrativos prolongados han retrasado el proceso.

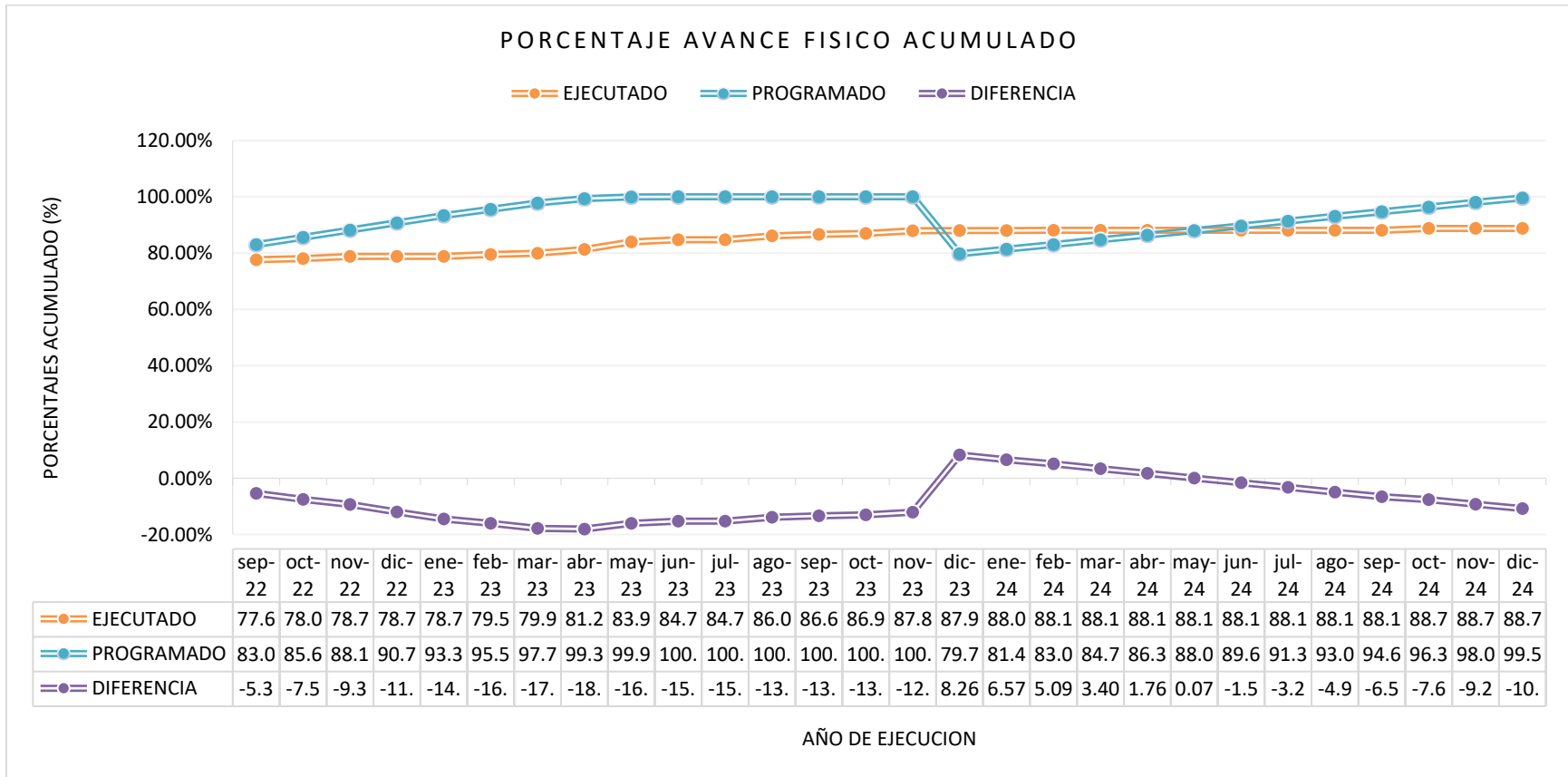
Se han presentado conflictos con la comunidad local , lo que ha resultado en bloqueos viales y suspensiones de la obra. Los habitantes de la zona han exigido la inclusión de obras adicionales no contempladas en el contrato de concesión, como retornos, estructuras hidráulicas y pasos peatonales, lo que ha generado nuevos desafíos en la ejecución del proyecto.

Todos estos factores han ocasionado reprogramaciones, sobrecostos y ampliaciones en los plazos de entrega , afectando la eficiencia y el cumplimiento de los objetivos iniciales de la construcción de la Unidad Funcional 2.

**Tabla 5 Tramos de la UF 2 afectados por la falta de adquisición predial.**  
Fuente: Informe de interventoría Consorcio CR Concesiones.

TRAMO	ABS INICIAL Y FINAL	PREDIOS SIN DISPONIBILIDAD	OBSERVACIONES
I	K10+746 al K12+050	CAB-2-1-002, CAB-2-1-007, CAB-2-1-013	
II	K14+000 al K14+090	CAB-2-1-025	
III	K14+700 al K15+000	CAB-2-1-050	
IV	K16+892 al K17+000	CAB-2-1-082	
V	K29+825 al K29+920	CAB-2-1-303	Se amplia 5m por condiciones técnicas y se incluye el predio CAB-2-1-303 porque la disponibilidad predial solo se obtuvo el 7 de febrero de 2022
VI	K32+320 al K32+400		Se incluye el tramo de 80m por condiciones técnicas
VII	K33+658 al K33+752	CAB-2-1-344, CAB-2-1-345	
VIII	K36+040 al K36+790	CAB-2-1-360, CAB-2-1-362, CAB-2-1-375	Se amplia 10m por condiciones técnicas

**Ilustración 3 Porcentaje de Avance Físico Acumulado**  
 Fuente: Informe de interventoría Consorcio CR Concesiones.



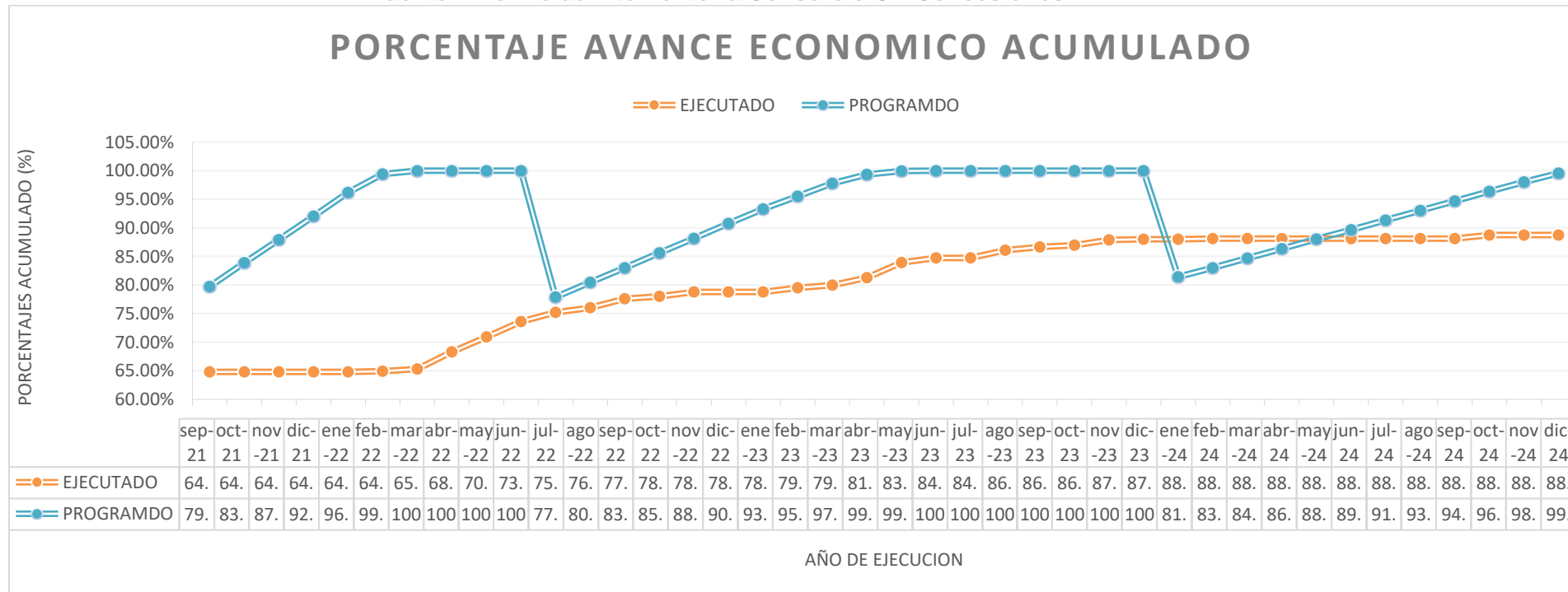
En las gráficas se puede observar que, en general, el avance programado es superior al ejecutado, lo que indica un retraso constante en la ejecución de la obra. Aunque el avance ejecutado muestra crecimiento, nunca alcanza completamente la meta programada, reflejando dificultades en el cumplimiento del plan original.

Un punto crítico se da entre mayo y junio de 2023 , cuando el avance programado alcanza el 100% , pero el ejecutado sigue rezagado, evidenciando una brecha significativa en el desempeño. Posteriormente, en diciembre de 2023, con una reprogramación

de obra por una posible ampliación del plazo, se nota una recuperación en el desempeño, ya que la desviación entre lo ejecutado y lo programado cambia a valores positivos, indicando un período de mayor productividad. Sin embargo, a partir de junio de 2024 , la diferencia vuelve a incrementarse en valores negativos, sugiriendo nuevos retrasos que pueden representar un riesgo para la finalización del proyecto.

La línea azul, que representa la desviación entre lo ejecutado y lo programado , muestra valores negativos en la mayor parte del período analizado, lo que confirma los retrasos en la ejecución. Aunque en algunos momentos se logra reducir esta brecha, nunca se logra eliminar completamente la diferencia. A finales de 2024 , la desviación vuelve a aumentar, lo que podría indicar problemas en la planificación o dificultades operativas.

**Ilustración 4 Porcentaje de Avance Económico Acumulado**  
 Fuente: Informe de interventoría Consorcio CR Concesiones.



Se observa que el avance programado (línea morada) presenta varios picos donde alcanza el 100% , seguidos de caídas abruptas, lo que sugiere posibles ajustes en la planificación o la contabilidad del proyecto.

El avance económico ejecutado (línea verde) muestra un crecimiento más estable, aunque siempre por debajo del programado. Durante el primer año, se mantiene prácticamente estancado en un 64.8% hasta abril de 2022, lo que podría indicar retrasos en pagos o en la ejecución de actividades facturadas. A partir de mayo de 2022, se observa un crecimiento progresivo en la ejecución, alcanzando aproximadamente el 84.7% en junio de 2023 , pero sin llegar al 100% como lo hace el programado .

Los descensos abruptos en el avance programado, observados en julio de 2022 y enero de 2024 , podrían deberse a reajustes presupuestales, modificaciones de contrato o ajustes en la planificación financiera . Estos puntos críticos pueden estar relacionados con cambios en la estrategia de financiamiento o con recálculos en la programación de pagos.

En el periodo de julio de 2023 en adelante , el avance ejecutado parece estabilizarse en torno al 88% , mientras que el programado vuelve a crecer, alcanzando casi el 100% en diciembre de 2024 . Esto sugiere que, aunque la ejecución financiera avanza, sigue existiendo una brecha entre lo planeado y lo realmente pagado o facturado.

El proyecto Antioquia-Bolívar ha certificado un avance del 94,12% , e incluso cifras superiores en algunos tramos. Sin embargo, aún existen secciones que no han podido ser puestas en servicio por completo, como la Unidad Funcional 2 (UF2) . Actualmente, mientras algunas unidades terminadas se mantienen en operación, otras continúan en proceso de construcción.

A pesar de que el proyecto abarca 500 kilómetros de concesión , queda pendiente la finalización de menos del 5% del total , en el cual se han invertido aproximadamente \$2,5 billones (Raigozo, 2024). No obstante, los diferentes percances ocurridos durante la ejecución de la UF2 han generado múltiples reprogramaciones, sobrecostos y ampliaciones de plazo , alcanzando hasta nueve meses y diecisiete días adicionales en su entrega.

Si no se logran soluciones concertadas y los eventos eximentes de responsabilidad continúan sin resolverse, el proyecto corre el riesgo de una terminación anticipada , lo que afectará significativamente la conectividad y el desarrollo vial de la región.

### **5.1.2. Causas Raíz y Factores Contribuyentes a los Retrasos en la Construcción de la Unidad Funcional 2**

La construcción de la Unidad Funcional 2 (UF2) del proyecto Antioquia-Bolívar ha experimentado diversos retrasos debido a múltiples factores que afectan su planificación y ejecución. A continuación, se identifican las principales causas raíz y factores contribuyentes que han impactado el cumplimiento del cronograma:

#### **1. Causas Raíz de los Retrasos**

- La falta de cumplimiento en los cronogramas de entrega, los problemas en la coordinación de actividades y la supervisión insuficiente han generado retrasos acumulados. Esto se evidencia en la Ilustración 3, "Porcentaje de Avance Físico Acumulado", donde se observa un desfase en las actividades a lo largo de la ejecución de la obra.
- Retrasos en la adquisición de predios: La falta de disponibilidad de terrenos para la ejecución de las obras ha retrasado el avance del proyecto. Además, los procesos de enajenación voluntaria y expropiación han sido lentos debido a trámites burocráticos y oposición de propietarios. (Consortio CR Concesiones, 2024)
- Demoras en la aprobación de licencias ambientales: La obtención de permisos por parte de la Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y del San Jorge (CVS) ha tomado más tiempo del previsto, impidiendo el inicio oportuno de algunas actividades. (Consortio CR Concesiones, 2024)
- Conflictos con comunidades locales: Exigencias de la población respecto a obras adicionales no contempladas en el contrato, como retornos, pasos peatonales y estructuras hidráulicas, han generado bloqueos viales y suspensión de actividades. (Hernández, 2024)
- Problemas en la planificación y reprogramación: Falta de estrategias efectivas para mitigar riesgos y prevenir contingencias ha llevado a ajustes constantes en los cronogramas de trabajo. (Consortio CR Concesiones, 2024)

## 2. Factores Contribuyentes a los Retrasos

- Resistencia al cambio organizacional: La adopción de metodologías modernas como Lean Construction y metodologías ágiles ha sido limitada debido a la falta de capacitación y resistencia de algunos actores del proyecto.
- Falta de inversión en tecnologías emergentes: La ausencia de herramientas avanzadas para el monitoreo y control en tiempo real ha dificultado la toma de decisiones estratégicas.
- Reprogramaciones constantes y sobrecostos: La necesidad de ajustar el cronograma y presupuesto ha generado impactos financieros y logísticos adicionales. (Consortio CR Concesiones, 2024)

Estos factores han contribuido significativamente al retraso en la construcción de la UF2, resaltando la importancia de implementar estrategias de gestión más eficientes para evitar futuras afectaciones al desarrollo del proyecto.

### **5.1.3. Identificación de Metodologías y Estrategias para optimizar la ejecución de proyectos viales**

Para abordar los factores que han afectado la ejecución de la Unidad Funcional 2 (UF2) del proyecto Antioquia-Bolívar, es fundamental identificar metodologías y estrategias que han demostrado eficacia en la gestión de infraestructura vial. A partir del análisis de estudios nacionales e internacionales, se destacan diversas herramientas y enfoques que pueden aplicarse para mitigar retrasos y optimizar la ejecución del proyecto.

A nivel internacional, la adopción de estándares como el del Project Management Institute (PMI) ha permitido mejorar la eficiencia en la gestión de proyectos de infraestructura. Hughes & Williams, (2020) señalan que metodologías basadas en PMI han optimizado los tiempos de ejecución y reducido los conflictos contractuales en países desarrollados. En Estados Unidos, el proyecto de modernización de la Interestatal 405 en California, que consistió en la ampliación de la autopista en 25 kilómetros y la construcción de carriles de peaje exprés, implementó metodologías PMI para gestionar eficazmente los riesgos y coordinar el trabajo de múltiples contratistas en paralelo. Si bien no hay un dato exacto sobre el impacto en porcentaje, se reconoce que el uso de metodologías PMI ayudó a mejorar la eficiencia y la gestión de riesgos en el proyecto, se reconoce ampliamente que las prácticas de gestión de proyectos basadas en

PMI, como la gestión de riesgos, la planificación integral y la coordinación de múltiples contratistas, fueron clave para el éxito del proyecto en términos de cumplimiento de plazos, control de costos y minimización de impactos en el tráfico.

Kerner, (2019) destaca la importancia de la gestión sistémica de proyectos, basada en planificación detallada, monitoreo constante y mecanismos de control de riesgos. Esta metodología ha sido clave en la reducción de desviaciones presupuestarias y de cronograma en proyectos de gran escala, como la ampliación del Canal de Panamá, donde un enfoque de gestión sistémica permitió mitigar riesgos financieros y optimizar la entrega de las obras.

De acuerdo con De Solminihac, Echaveguren y Alondra (2019), es fundamental adoptar tecnologías de seguimiento y análisis predictivo para monitorear el avance de la obra en tiempo real y anticipar problemas antes de que afecten el cronograma. Un ejemplo de esta implementación es el estudio publicado en el International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET), donde el uso de drones permitió capturar imágenes de un hospital en construcción desde distintos ángulos y alturas. Posteriormente, con el software 3DF Zephyr, se generaron modelos 3D que fueron integrados en Revit para integración con BIM, facilitando el monitoreo preciso del progreso de la obra.

La investigación de Flórez Chavarría, (2023) sobre el uso de BIM (Building Information Modeling) e Integrated Project Delivery (IPD) en infraestructura vial ha demostrado que estas herramientas no solo mejoran la coordinación entre los actores del proyecto, sino que también optimizan la gestión de recursos, reducen inconsistencias y fortalecen la planificación estratégica. Su implementación permite una mejor comunicación entre contratistas, interventores y entidades reguladoras, minimizando los riesgos de retrasos y sobrecostos

El Proyecto Avenida 68, también conocido como la Avenida Longitudinal de Occidente (ALO), es una iniciativa de infraestructura vial en Bogotá que busca mejorar la movilidad en el occidente de la ciudad con 13.5 kilómetros, conectando el norte y el sur de manera eficiente. Aplicó Building Information Modeling (BIM) en varias de sus fases. El Instituto de Desarrollo Urbano (IDU) ha promovido el uso de esta metodología en proyectos estratégicos para mejorar la planificación, el diseño y la ejecución de las obras.

En el caso específico de la Avenida 68, se implementó BIM para la coordinación de especialidades, detección de interferencias y optimización del diseño. Sin embargo, el uso de

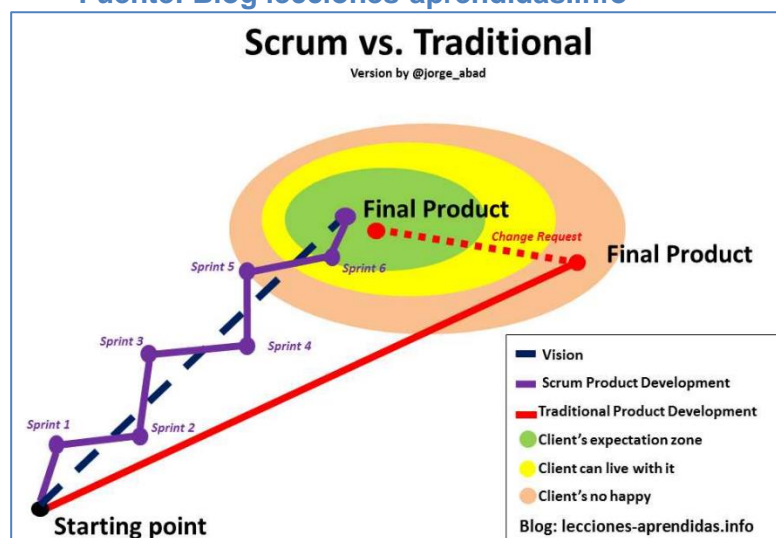
BIM en obras públicas en Colombia aún enfrenta desafíos, como la estandarización de procesos y la capacitación de todos los actores involucrados. (Instituto de Desarrollo Urbano, 2024)

Según BIMPSAS, (2025) tiempo de ejecución de obra con la utilización del BIM se reduce aproximadamente en un 85%, ya que esta metodología permite usar protocolo, estándares y plantillas que permiten migrar fácilmente la información como costos y cantidades así como programar su cálculo, aumentando la productividad del proyecto, disminuyendo los tiempos de cálculo de cantidades y contribuyendo al control preciso de cantidades, costos y presupuesto a medida que se avanza en la etapa de diseño y durante la construcción.

Por otro lado, Monroy Pataria E. D., (2022) analiza la aplicación de metodologías ágiles, como Scrum y Kanban, en la gestión de obras viales en Colombia. Estas metodologías han mostrado eficiencia en la optimización del cronograma, permitiendo la adaptación rápida a imprevistos y mejorando la comunicación entre equipos.

La herramienta Scrum, desarrolla reuniones que permiten a los miembros del equipo profundizar su conocimiento en un área en la que no son expertos, lo que ayuda a respaldar el concepto de grupos multifuncionales y el tablero Kanban ha demostrado ser una herramienta muy útil para realizar un seguimiento del progreso de las tareas.

**Ilustración 5 Scrum vs Tradicional**  
Fuente: Blog lecciones-aprendidas.info



Las técnicas de metodologías ágiles para los proyectos de infraestructura vial son aplicables a la etapa de planeación, ya que representan un ahorro en tiempo de búsqueda de información en un 60%, una reducción en tiempo de cantidad de obras en un 85%, un 70% de eficiencia y permiten una reducción de los conflictos presentados durante la obra en un 79%. (Correa Villamizar y otros, 2022).

**Tabla 6 Comparativa: Metodologías Tradicional vs. Ágil en Infraestructura Vial.**

Aspecto	Metodología Tradicional	Metodología Ágil
<b>Planificación</b>	Detallada y exhaustiva desde el inicio	Iterativa y adaptable, basada en retroalimentación constante
<b>Flexibilidad</b>	Baja, cambios requieren procesos formales	Alta, ajustes continuos según necesidades emergentes
<b>Tiempo de ejecución</b>	Mayor, debido a la rigidez de la planificación	Menor, con sprints cortos y entrega incremental
<b>Gestión de riesgos</b>	Basada en identificación y mitigación previa	Identificación y adaptación en tiempo real
<b>Coordinación del equipo</b>	Jerárquica, basada en roles definidos	Colaborativa, con equipos multifuncionales
<b>Eficiencia en recursos</b>	Optimizada según plan inicial	Optimizada de forma progresiva
<b>Reducción de conflictos</b>	Moderada, basada en control de contratos	Alta, debido a comunicación constante y flexibilidad

**Tabla 7 Impacto de herramientas digitales en proyectos viales.**

Herramienta	Proyecto	Beneficio
<b>BIM (Building Information Modeling)</b>	Avenida 68 en Bogotá (Colombia)	Reducción de incertidumbre, optimización de diseño y costos
<b>Gestión Sistémica de Proyectos</b>	Canal de Panamá	Reducción de desviaciones presupuestarias y de cronograma
<b>PMI y metodologías tradicionales</b>	Interestatal 405 (EE.UU.)	Mejor coordinación de contratistas y mitigación de riesgos

<b>Drones</b>	International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)	Monitoreo en tiempo real para prevención de fallas
<b>Scrum y Kanban</b>	Proyectos viales en Colombia	Reducción de conflictos y mejora en la comunicación

De acuerdo con el PMBOK, la fase de planeación de los proyectos bajo una metodología tradicional, consiste en definir, preparar y coordinar todos los componentes del plan requeridos para la gestión del proyecto, en esta fase se justifica el porqué de ejecutar el proyecto, a través de la identificación de una necesidad o problemática, definiendo sus requisitos, restricciones, supuestos, stakeholder y un alcance que permita establecer las diferentes actividades a desarrollar y con una metodología ágil, la fase de planeación es más iterativa y adaptable en comparación con la metodología tradicional. En lugar de definir todos los detalles desde el inicio, la planificación en Agile se centra en la creación de una visión general del producto o servicio a desarrollar, estableciendo un backlog de requerimientos priorizados y permitiendo ajustes constantes según la retroalimentación de los stakeholders.

En esta fase, se definen los objetivos generales del proyecto y se identifican las necesidades del cliente, pero sin una planificación rígida. Se trabaja en ciclos cortos (sprints o iteraciones) donde el equipo se enfoca en entregar valor en cada entrega incremental del producto. Se utilizan herramientas como el Product Backlog y el Sprint Backlog para organizar y gestionar los requerimientos de manera flexible, permitiendo ajustes según el aprendizaje continuo y la evolución de las necesidades del cliente.

## 5.2. Propuesta al Sector

La Unidad Funcional 2 (UF2) del proyecto de concesión conexión vial Antioquia-Bolívar en el departamento de Córdoba ha experimentado retrasos significativos debido a factores como deficiencias en la gestión de contratistas, problemas en la adquisición de predios, demoras en licencias ambientales y conflictos con la comunidad. Para abordar estos problemas y optimizar los tiempos de ejecución, se proponen estrategias basadas en la integración de metodologías avanzadas de gestión de proyectos, herramientas tecnológicas y modelos predictivos para mejorar la eficiencia en la toma de decisiones y la asignación de recursos.

### 5.2.1. Optimización de la Planificación y Programación con BIM y Metodologías Ágiles

Se identificó que la falta de planificación detallada y la ausencia de herramientas digitales para el monitoreo han afectado la ejecución del proyecto, generando retrasos y sobrecostos (ver sección 5.1.2 y 5.1.3), los datos cuantitativos mostraron desviaciones significativas entre el avance programado y el ejecutado, lo que indica una planificación deficiente (ver Ilustración 3 Porcentaje de Avance Físico Acumulado e Ilustración 4 Porcentaje de Avance Económico Acumulado).

La incorporación de Building Information Modeling (BIM) en la planificación y ejecución de la UF2 permitiría un mejor control de la obra, optimizando la comunicación entre los actores del proyecto. Además, la aplicación de Scrum y Kanban en la gestión de tareas permitiría mejorar la flexibilidad ante imprevistos y optimizar la asignación de recursos.

### 5.2.2. Estrategias Específicas:

**Tabla 8 Estrategias.**

Referencia	Estrategia	Beneficio	Mitigación de contratiempos	Soporte
<b>Flórez Chavarría (2023)</b>	Implementación de modelos BIM	Mejor supervisión y planificación de la ejecución	Reduce imprevistos y errores en la planificación	Destaca que la implementación de BIM en proyectos de infraestructura vial mejora la coordinación entre los actores del proyecto, optimiza la gestión de recursos y reduce inconsistencias en la planificación. Además, BIM permite una mejor comunicación entre contratistas, interventores y entidades reguladoras, minimizando los riesgos de retrasos y sobrecostos.
<b>Monroy Pataria (2022) y Rivera</b>	Uso de metodologías ágiles	Mayor flexibilidad en la gestión de tareas	Facilita la adaptación a cambios y retrasos	Resaltan que estas metodologías permiten una mayor flexibilidad en la gestión de tareas, facilitando la

**Cadavid et al. (2018)**

Creación de un equipo interdisciplinario

Integración efectiva de tecnologías

Evita fallos de comunicación y descoordinación

adaptación a cambios inesperados y mejorando la comunicación entre equipos. Estas metodologías han demostrado ser eficaces en la reducción de conflictos y en la optimización del cronograma.

### ***5.2.3. Automatización y Monitoreo en Tiempo Real***

Se evidenció que la falta de herramientas de monitoreo en tiempo real ha dificultado la detección temprana de problemas, lo que ha generado retrasos en la ejecución (ver sección 5.1.2), el monitoreo de la obra permitiría obtener datos en tiempo real sobre el avance del proyecto y detectar posibles fallas estructurales o desviaciones en el cronograma.

La implementación de drones en obras civiles, especialmente en proyectos de infraestructura vial, se ha convertido en una herramienta clave para mejorar la eficiencia, reducir costos y optimizar los tiempos de ejecución. Los drones, o vehículos aéreos no tripulados (UAV), ofrecen una serie de ventajas que permiten a los supervisores de obra tener un control más preciso y en tiempo real del avance de los proyectos. (Torres ochoa, 2021)

Tabla 9 Herramientas de monitoreo en tiempo real

Referencia	Estrategia	Beneficio	Mitigación de contratiempos	Soporte
<b>Torres Ochoa (2023)</b>	Implementación de drones en supervisión de obras viales	Optimización del control de avance y recolección de datos en tiempo real	Reduce demoras en la supervisión, minimiza errores en la documentación y agiliza la toma de decisiones	El uso de drones mejora la precisión en la captura de información topográfica y de avance de obra, permitiendo una supervisión más eficiente y reduciendo sobrecostos. Además, la integración con BIM facilita la planificación y control del proyecto, puede generar ahorros de hasta un 50% en costos y reducir el tiempo invertido en un 80%, además de disminuir los recorridos de obra en un 400%.
<b>Kerzner (2019) y Hughes &amp; Williams (2020)</b>	Dashboards interactivos	Visualización en tiempo real del progreso	Permite ajustes inmediatos en la planificación	La visualización en tiempo real del progreso del proyecto mediante dashboards interactivos permite ajustes inmediatos en la planificación, lo que contribuye a reducir retrasos y mejorar la eficiencia.

### 5.2.4. Colaboración y Participación Activa de los Stakeholders

Uno de los principales retos en la ejecución de la UF2 ha sido la falta de implementación de nuevas metodologías de gestión. Para mitigar este problema, se propone un enfoque basado en la gestión del cambio organizacional, en el que se fomente la participación activa de contratistas, comunidades locales y entidades gubernamentales.

**Tabla 10 Estrategias de participación activa de stakeholders**

Referencia	Estrategia	Beneficio	Mitigación de contratiempos	Soporte
González et al. (2019) y Rivera Cadavid et al. (2018)	Talleres de socialización	Mayor aceptación del proyecto	Disminuye conflictos con la comunidad	resaltan que la inclusión de las comunidades locales en la planificación de proyectos viales reduce conflictos y mejora la aceptación del proyecto. La falta de participación activa de los stakeholders puede generar oposición y retrasos, como se evidenció en el caso de la UF2.
Torres Mayorga (2021), Monroy Pataria (2022), Corporación andina de fomento (2019)	Creación de un comité de stakeholders	Mejor coordinación entre actores clave	Reduce bloqueos y retrasos por falta de consenso	Destacan que la implementación de estrategias de gestión del cambio, como talleres de socialización y la creación de comités de stakeholders, mejora la coordinación entre los actores clave y reduce los bloqueos y retrasos por falta de consenso.
(Cleveland & Murphy, 1995)	Incentivos a contratistas	Mayor cumplimiento de objetivos de tiempo y calidad	Aumenta la motivación para cumplir con los plazos establecidos	los incentivos bien diseñados pueden mejorar el desempeño al alinear los objetivos individuales con los organizacionales. En el sector de la construcción, los incentivos económicos y de reconocimiento han demostrado ser efectivos para mejorar la calidad y el cumplimiento de plazos en proyectos.

La implementación de estas estrategias permitiría optimizar la ejecución de la Unidad Funcional 2 del proyecto de concesión conexión vial Antioquia-Bolívar, reduciendo los tiempos de ejecución y mejorando la eficiencia en la gestión del proyecto.

### 5.3. Discusión

Los resultados obtenidos en este estudio confirman la relevancia de la gestión eficiente en proyectos de infraestructura vial, ya que la implementación de estas metodologías avanzadas como BIM y metodologías ágiles puede reducir los tiempos de ejecución en un 15-30% (PMI, 2017) en comparación con proyectos sin una gestión optimizada. Además, el uso de estas metodologías mejora la supervisión en tiempo real, lo que se traduce en una gran reducción en los errores detectados durante la fase de construcción.

La revisión teórica muestra que la implementación de herramientas digitales y estrategias de planificación avanzadas ha sido clave en proyectos internacionales de infraestructura, con un aumento en la eficiencia de la gestión y una reducción en los costos de ejecución, según los hallazgos de (Kerzner, 2019) y (Hughes & Williams, 2020). Sin embargo, en el contexto colombiano, aún persisten desafíos en la adopción generalizada de estas tecnologías. En este sentido, un 65% de los proyectos de infraestructura en América Latina y Caribe no emplean herramientas digitales avanzadas, lo que confirma la necesidad de fortalecer la capacitación, la inversión en innovación tecnológica dentro del sector y culturizar con un gran cambio generacional en los métodos constructivos (Report World Economic Forum, 2021)

Asimismo, se encontró que la participación activa de los stakeholders y la gestión del cambio organizacional pueden generar mejoras sustanciales en proyectos de infraestructura vial. Diversos estudios y casos de éxito indican que estos factores son fundamentales para el éxito de dichos proyectos. Un informe de la Corporación Andina de Fomento (CAF) sobre proyectos de infraestructura en América Latina destaca que la participación activa de los stakeholders puede mejorar la calidad en un **15-30%** (Corporación Andina de Fomento, 2019). Aparte la resistencia al cambio ha sido identificada como una barrera significativa, tal como lo destacan diversos estudios sobre gestión de proyectos (González y otros, 2019; Rivera Cadavid y otros, 2018). En particular, La resistencia a adoptar tecnologías innovadoras puede retrasar la adopción de nuevas soluciones, como sistemas de gestión de tráfico, monitoreo de calidad y control de procesos. Esto puede resultar en **un aumento del 20-30%** en los tiempos de ejecución (PMI, 2017)

## 6. Conclusiones

El presente estudio tuvo como objetivo analizar y proponer estrategias de optimización en la gestión de proyectos viales, enfocándose en la Unidad Funcional 2 del proyecto de concesión conexión vial Antioquia-Bolívar en el departamento de Córdoba. A lo largo de la investigación, se identificaron los factores que han contribuido a los retrasos en la ejecución de la obra y se evaluó la aplicabilidad de diversas metodologías de gestión de proyectos para mejorar la eficiencia y reducir los tiempos de construcción.

En relación con la pregunta de investigación, “¿Cómo una propuesta con estrategias desde un enfoque de gerencia estratégica de proyectos puede mejorar los tiempos de ejecución en la construcción de la Unidad Funcional 2 del proyecto concesión conexión vial Antioquia-Bolívar en el departamento de Córdoba?”, los hallazgos de este estudio confirman que la aplicación de metodologías modernas de gestión de proyectos, como Building Information Modeling (BIM), metodologías ágiles y Lean Construction, contribuyen significativamente a la reducción de tiempos de ejecución y mejora la coordinación entre los actores involucrados. Estos enfoques permiten una mejor planificación, gestión de riesgos y optimización del uso de recursos, lo que se traduce en una disminución de retrasos y sobrecostos.

Asimismo, los resultados evidencian que la falta de planificación detallada y de herramientas tecnológicas adecuadas ha sido un factor determinante en los retrasos observados en la ejecución del proyecto. La implementación de modelos predictivos basados en el uso de herramientas de simulación en la fase de planificación permitiría mitigar riesgos y mejorar la precisión de los cronogramas. Además, la digitalización de los procesos de supervisión y control mediante el uso de dashboards interactivos y monitoreo en tiempo real se presenta como una alternativa viable para mejorar la toma de decisiones en proyectos de infraestructura vial.

Otro hallazgo relevante es la necesidad de fortalecer la capacitación del personal involucrado en la gestión del proyecto. Se identificó que la resistencia al cambio y la falta de conocimiento sobre metodologías avanzadas de gestión han dificultado la adopción de enfoques innovadores. Por ello, se recomienda la implementación de programas de formación continua y certificaciones en metodologías como PMI, BIM y Lean Construction para los profesionales encargados de la planificación y ejecución de proyectos viales.

En cuanto a los factores socioeconómicos, la investigación pone en evidencia que los conflictos con la comunidad y la falta de estrategias de participación ciudadana han sido obstáculos significativos en el avance de la obra. La implementación de mecanismos de concertación con las comunidades, la transparencia en la gestión del proyecto y la creación de espacios de diálogo con los actores involucrados podrían contribuir a una mejor aceptación del proyecto y a la reducción de bloqueos o suspensiones de actividades.

Desde un punto de vista financiero, se encontró que los sobrecostos derivados de los retrasos en la ejecución podrían haberse mitigado mediante una planificación más efectiva y la optimización de los procesos de adquisición de predios y por medio de socializaciones previas al proyecto con las comunidades.

En el ámbito académico, este estudio contribuye al cuerpo de conocimiento sobre la gestión de proyectos de infraestructura vial en Colombia, proporcionando evidencia empírica sobre la efectividad de metodologías avanzadas en la optimización de tiempos de ejecución. Adicionalmente, se identificaron áreas de investigación futura, tales como el impacto de la digitalización en la gestión de proyectos de infraestructura y la aplicabilidad de metodologías ágiles en obras para la planificación de proyectos viales.

Los hallazgos de esta investigación evidencian que la optimización de la gestión en proyectos de infraestructura vial es un factor determinante para garantizar la ejecución eficiente y oportuna de las obras. La aplicación de metodologías modernas, el uso de tecnologías avanzadas y la participación activa de los stakeholders son estrategias clave para mitigar los retrasos y mejorar la eficiencia en la ejecución de proyectos viales en Colombia y en otros contextos similares. Se recomienda que futuras investigaciones se centren en la evaluación de la efectividad de las metodologías implementadas en diferentes proyectos y su impacto en la reducción de los costos y tiempos de ejecución a largo plazo.

A través del análisis de la información recolectada, se evidenció que la falta de estrategias efectivas ha impactado negativamente los plazos y costos del proyecto. Se concluye que la implementación de metodologías avanzadas como PMI, BIM, Lean Construction y metodologías ágiles representa una alternativa viable para optimizar los tiempos de ejecución. La incorporación de herramientas tecnológicas como drones y dashboards interactivos permitiría un monitoreo más preciso y una gestión eficiente de los recursos. Asimismo, la participación activa de los stakeholders y la colaboración efectiva entre los actores del proyecto son fundamentales para reducir conflictos y mejorar la toma de decisiones.

Las estrategias propuestas en este estudio ofrecen soluciones concretas para mejorar la gestión de proyectos viales en Colombia, minimizando riesgos y garantizando la entrega oportuna de las obras. Su aplicación contribuirá al desarrollo de infraestructuras más eficientes y sostenibles, promoviendo una mejor conectividad y fortaleciendo el crecimiento económico de la región.

## 7. Referencias

- ANI. (2024). *CONEXION DEPARTAMENTOS ANTIOQUIA BOLIVAR APP-IPV*. Agencia Nacional de Infraestructura: <https://www.ani.gov.co/conexion-departamentos-antioquia-bolivar-app-ipv>
- Banco Interamericano de Desarrollo. (2017). *Lecciones de Cuatro Décadas de Conflicto en torno a los Proyectos de Infraestructura*. Banco Interamericano de Desarrollo.
- BIMPSAS. (2025). *BIMPSAS*. <https://www.bimpsas.com/bimp-empresa/>
- Botero Vásquez, C. (mayo de 2017). *Aplicación de las teorías de Goldratt en los procesos constructivos*. Universidad Nacional : <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/60907>
- Buenaventura Vera, G. (2023). *Teoría de inversión en evaluación de proyectos*. Universidad Icesi.
- Cleveland, J., & Murphy, K. R. (1995). *Understanding performance appraisal: Social, organizational, and goal-based perspectives*. Sage Publications.
- concesión ruta al mar . (s.f.). concesión ruta al mar : <https://www.rutaalmar.com/proyecto/>
- Concesión Ruta Al Mar. (MAYO de 2016). *BOLETIN #2*. <https://issuu.com/rutaalmar>: [https://issuu.com/rutaalmar/docs/bolet\\_c3\\_adn\\_20n\\_c2\\_b0\\_202](https://issuu.com/rutaalmar/docs/bolet_c3_adn_20n_c2_b0_202)
- Consortio CR Concesiones. (2024). *INFORME MENSUAL DE INTERVENTORÍA* .
- Constitución Política de Colombia*. (1991).
- construcciones el condor. (s.f.). *construcciones el condor*. <https://elcondor.com/linea-de-negocio/proyectoconcesion-ruta-al-mar/>
- Corporación Andina de Fomento. (2019). *Infraestructura sostenible en América Latina: Proyectos exitosos y lecciones aprendidas*. *Corporación Andina de Fomento*.
- Correa Villamizar, D. K., Ramírez Gutiérrez, D. A., & Lancheros Arias, L. C. (23 de noviembre de 2022). *repositorio universidad ean*. <https://repository.universidadean.edu.co/server/api/core/bitstreams/73a46193-1f73-4812-af64-e5b3c71d40dc/content>
- De Solminihac t, H., Echaveguren n, T., & alondra, C. g. (2019). *gestión de infraestructura vial*. alfaomega; ediciones uc. [https://api.pageplace.de/preview/DT0400.9789587785081\\_A43740055/preview-9789587785081\\_A43740055.pdf](https://api.pageplace.de/preview/DT0400.9789587785081_A43740055/preview-9789587785081_A43740055.pdf)

defencarga . (7 de noviembre de 2024). *Medellín estará a 7 horas de las costas de Córdoba y Sucre*. defencarga juntos por el país : <https://www.defencarga.org.co/contenido-sis/medell%C3%ADn-estar%C3%A1-7-horas-de-las-costas-de-c%C3%B3rdoba-y-sucre>

*Diario Oficial de la República de Colombia*. (s.f.).

*Diario Oficial No. 41.158* . (30 de DICIEMBRE de 1993).

*Diario Oficial No. 48.982* . (22 de NOVIEMBRE de 2013).

*Diario Oficial No. 50.477* . (15 de ENERO de 2018).

Fitch Ratings. (1 de marzo de 2024). *Fitch Ratings*.

<https://www.fitchratings.com/research/es/infrastructure-project-finance/fitch-affirms-ruta-al-mars-ratings-removes-from-rating-watch-negative-outlook-stable-01-03-2024>

Flórez Chavarría, J. C. (15 de diciembre de 2023). *Plan Piloto - Implementación BIM/IPD para la gerencia y gestión de proyectos complejos de infraestructura vial de Asociación Público Privada - APP* -. Universidad de los andes: <https://hdl.handle.net/1992/73681>

González, J. S., Ortiz, R., & Verdugo, D. (2019). *gerencia estrategica: herramienta para la toma de decisiones en las organizaciones*. telos 21(1).

<https://www.redalyc.org/journal/993/99357718032/html/>

Hernández, E. P. (23 de mayo de 2024). Comunidad de San Pelayo (Córdoba) Denuncia a la Concesión Ruta al Mar por Violaciones a los Derechos Humanos Parte I. *La Otra Cara*. <https://doi.org/https://laotracara.co/recomendados/comunidad-de-san-pelayo-cordoba-denuncia-a-la-concesion-ruta-al-mar-por-violaciones-a-los-derechos-humanos-parte-i/>

Hughes, T., & Williams, M. (2020). *Managing Infrastructure Projects: Techniques and Tools*. Oxford, Reino Unido: Oxford University Press.

Instituto de Desarrollo Urbano. (2024). Portal Único Del Estado Colombiano:

<https://www.idu.gov.co/page/bim-en-el-idu>

*Instituto Nacional de Vías (INVIAS)*. (s.f.).

Isidro Raigozo, M. (22 de mayo de 2023). Así quedó el megaproyecto de más de 500 km que ya conecta a Antioquia y Bolívar. (S. Londoño, Entrevistador) <https://www.valoraanalitik.com/megaproyecto-antioquia-bolivar-asi-quedaron-las-obras-de-mas-de-500-km/>

Kerzner, H. (2019). *Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling* (13ª ed.). Nueva Jersey: Wiley.

La corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y del San Jorge - CVS. (23 de julio de 2021). *Proyecto variante de lorica y trámite de sustracción de DRMI del complejo cenagoso de bajo sinú*. cvs.gov.co: <https://cvs.gov.co/proyecto-variante-de-lorica-y-tramite-de-sustraccion-de-drmi-del-complejo-cenagoso-del-bajo-sinu/>

- Limas Mendigaño, D. F. (diciembre de 2019). *METODOLOGÍA BIM APLICADA A LA FASE DE PREFACTIBILIDAD DE UN PROYECTO VIAL DE TERCER ORDEN EN COLOMBIA*.  
<https://repository.usta.edu.co/>: <http://hdl.handle.net/11634/21185>
- Mier-Goyes, M. L., González-Salazar, A. M., & Pinzón-Ubaque, A. G. (2024). *Vigilancia 2.0: Intervención estratégica para superar desafíos en la formación en seguridad privada*. Bogotá: Universidad EAN.
- Ministerio de Transporte. (2023). *Informes de gestión*.  
<https://mintransporte.gov.co/publicaciones/4053/informes-de-gestion/>
- Monroy Pataria, E. D. (noviembre de 2022). *Diagnóstico sobre la aplicación de metodologías ágiles para la gestión de proyectos de construcción en Colombia*. Universidad Antonio Nariño: [http://purl.org/coar/resource\\_type/c\\_7a1f](http://purl.org/coar/resource_type/c_7a1f)
- Narváz Rosero, M. d. (2018). *Lineamientos y estrategias para la gestión vial sostenible en vías terciarias en Colombia*. Universidad de los andes: <http://hdl.handle.net/1992/34647>
- Norma Técnica Colombiana (NTC). (s.f.).
- Pacheco Coello, C. E., & Pérez Brito, G. J. (2022). *El proyecto de inversión como estrategia gerencial*. Mexico: Instituto Mexicano de Contadores Públicos (IMCP).
- PMI, P. M. (2017). Pulse of the Profession 2017: Success in the Project Economy. *Project Management Institute*.
- Project Management Institute. (2021). *El estándar para la dirección de proyectos e Guía de los fundamentos para la dirección*. Project Management Institute.
- Raigozo, M. (24 de septiembre de 2024). Otra concesión 4G estaría en riesgo de liquidarse: ¿qué pasará con las obras? (p. galeano balaguera, Entrevistador)
- Report World Economic Forum. (2021). Digitalization in Infrastructure. *World Economic Forum*.
- Rivera Cadavid, L., Orobio Quiñones, A., & Cuadros, A. (16 de agosto de 2018). *Programación de proyectos de infraestructura vial en contratos de obra pública considerando riesgos*. Universidad del valle:  
<https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/entities/publication/6b40391b-1e72-4e66-a255-9b4176c97dcd>
- Torres Mayorga, M. A. (2021). *Propuesta para la implementación de la metodología de gestión de proyectos para el desarrollo de proyectos de infraestructura*. universidad de los andes: <http://hdl.handle.net/1992/53242>
- Torres ochoa, d. (2021). *Plan de implementación de drones como soporte de procesos BIM en control de avance de obra de infraestructura vial enfocado en las necesidades de los supervisores de obra*. repositorio uniandes:

<https://repositorio.uniandes.edu.co/server/api/core/bitstreams/f7457b9c-af3d-4c17-a9e2-d7fbc008a315/content>