



Estrategia de gestión de proyectos basada en la metodología PMI para el análisis y gestión de los rendimientos en construcciones civiles desarrolladas en zonas de difícil acceso y topografías diversas de la Comuna 1 del nororiente de Medellín.

Opción de grado: Monografía

Evelyn Uribe Ramírez

Juan Camilo Ruiz Ubaque

Mayo de 2026

Estrategia de gestión de proyectos basada en la metodología PMI para el análisis y gestión de los rendimientos en construcciones civiles desarrolladas en zonas de difícil acceso y topografías diversas de la Comuna 1 del nororiente de Medellín

Especialización en Gerencia de Proyectos

Corporación Universitaria Minuto de Dios

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

Asesora

Ivonne Tatiana Muñoz Martínez

Magíster en Administración

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Virtual

Programa Especialización en Gerencia de Proyectos

Mayo de 2026

Contenido

Lista de tablas	5
Lista de ilustraciones.....	6
Lista de anexos.....	7
Resumen.....	8
Abstract	9
Introducción	1
1 Planteamiento del problema	3
1.1 Descripción del problema	3
1.2 La pregunta de investigación	6
1.3 Los objetivos de investigación.....	7
1.3.1 Objetivo general.....	7
1.3.2 Objetivos específicos	7
1.4 Justificación de la investigación	7
2 MARCO DE REFERENCIA.....	9
2.1 Marco de Antecedentes.....	11
2.2 Marco Teórico.....	13
2.2.1 Urbanización periférica y complejidad urbana	13
2.2.2 Rendimientos de obra, logística y métodos	16
2.3 Marco normativo.....	19
2.3.1 Ordenamiento y riesgo (nacional – local).....	19
2.3.2 Sismo-resistencia y geotecnia (nacional).....	20
2.3.3 Normalización técnica (calidad, materiales, SST).....	21
2.3.4 Análisis de la incidencia del marco normativo en los rendimientos de la construcción.....	21
3 METODOLOGÍA.....	23
3.1 Enfoque y alcance de la investigación.....	23
3.2 Población y muestra.....	24

3.2.1	Definición de la población	24
3.2.2	Cálculo y selección de la muestra	24
3.3	Instrumento(s).....	26
3.4	Descripción de procedimientos	26
3.5	Análisis de información.....	28
3.5.1	Análisis de Datos	29
3.5.1.1	Métodos de análisis cualitativo.....	30
3.6	Consideraciones éticas.....	30
3.6.1	Análisis de consideraciones éticas	31
3.6.2	Instrumentos de aceptación y autorización	33
4	RESULTADOS	34
4.1	Factores de accesibilidad, entorno y topografía que afectan los rendimientos constructivos y su impacto en la planificación, programación y costos de los proyectos	34
4.2	Definición de lineamientos, bajo la metodología PMI para la optimización de la planificación y gestión de los rendimientos en construcciones civiles en zonas de difícil acceso y topografía diversa.....	38
5	DISCUSIÓN	41
6	CONCLUSIONES	45
7	RECOMENDACIONES	47
	Referencias.....	49
	Anexos	52

Estrategia de gestión de proyectos basada en la metodología PMI para el análisis y gestión de los rendimientos en construcciones civiles desarrolladas en zonas de difícil acceso y topografías diversas de la Comuna 1 del nororiente de Medellín.

Lista de tablas

TABLA 1 CÁLCULO Y SELECCIÓN DE LA MUESTRA, FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA	25
TABLA 2 DESCRIPCIÓN DE PROCEDIMIENTOS, FUENTE: CREACIÓN PROPIA	28
TABLA 3 ANÁLISIS DE FRECUENCIA, FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA	35

Estrategia de gestión de proyectos basada en la metodología PMI para el análisis y gestión de los rendimientos en construcciones civiles desarrolladas en zonas de difícil acceso y topografías diversas de la Comuna 1 del nororiente de Medellín.

Lista de ilustraciones

ILUSTRACIÓN 1 FRECUENCIA DE INCIDENCIA, FUENTE ELABORACIÓN PROPIA	35
ILUSTRACIÓN 2 DISTRIBUCIÓN DE INCIDENCIA, FUENTE ELABORACIÓN PROPIA	36
ILUSTRACIÓN 3 IMPACTO A RENDIMIENTOS DE CONSTRUCCIONES CIVILES. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	37

Lista de anexos

1. Matriz de inventario documental.....	53
2. Autorización de consentimiento y aceptación de participación del proyecto de investigación.....	54
3. Los resultados de la entrevista semiestructurada del proyecto de investigación se presentan en el Anexo.....	55
4. Las principales particularidades en los factores que intervienen en la ejecución de obras de construcción civil.....	59
5. Informe etnográfico.....	61

Resumen

La presente investigación propone una estrategia basada en la metodología PMI para analizar y gestionar las afectaciones en los rendimientos de las construcciones civiles en zonas de difícil acceso y topografía diversa en la Comuna 1 del nororiente de Medellín. Esta investigación se desarrolló bajo una metodología cualitativa, a partir de entrevistas semiestructuradas, revisión documental y análisis de información de proyectos. Como resultado, se identificó que factores como la accesibilidad limitada, las pendientes pronunciadas y las restricciones logísticas inciden directamente en la eficiencia operativa, generando variaciones en los tiempos de ejecución y en los costos. Con base en estos hallazgos, se establecieron lineamientos basados en la metodología PMI, orientados a optimizar la planificación y gestión de proyectos, integrando herramientas de análisis, estrategias logísticas y enfoques adaptativos. La propuesta contribuye a mejorar la toma de decisiones y la eficiencia en contextos de alta complejidad territorial.

Palabras claves: Gerencia de proyectos, Rendimientos constructivos, Accesibilidad territorial, Metodología PMI

Abstract

This research proposes a strategy based on the Project Management Institute (PMI) methodology to analyze and manage the impacts on construction productivity in civil works developed in areas with difficult access and diverse topography, specifically in Comuna 1 in the northeastern sector of Medellín. The study was conducted under a qualitative research approach, using semi-structured interviews, document review, and project data analysis. The results indicate that factors such as limited accessibility, steep slopes, and logistical constraints have a direct impact on operational efficiency, leading to variations in execution timelines and project costs. Based on these findings, a set of guidelines grounded in the PMI methodology was established, aimed at optimizing project planning and management through the integration of analytical tools, logistical strategies, and adaptive approaches. The proposed strategy contributes to improving decision-making processes and enhancing efficiency in construction projects developed under conditions of high territorial complexity.

Keywords: Project management; Construction performance; Territorial accessibility; PMI methodology

Introducción

A través del tiempo, el aumento poblacional de las grandes ciudades ha determinado el comportamiento del desarrollo urbanístico en los territorios, evidenciándose que la situación más común es la expansión hacia la periferia del centro poblacional, teniendo presente que “Las ciudades son sinónimo de crecimiento económico, empleo, movilización social, avances tecnológicos e innovaciones, entre otros factores positivos que se ven reflejados en que más del 80% del producto interno bruto mundial se genera en las ciudades (Banco Mundial , 2023). Sin embargo, también son el reflejo de externalidades negativas producto de la acelerada urbanización como la desigualdad, la pobreza, el desarrollo sectorizado, entre otros” (Vaca, 2020). Este crecimiento poblacional, de forma inherente, trae consigo el desarrollo de la infraestructura física, lo que implica que deban implementarse progresivamente las obras y construcciones fundamentales para un asentamiento adecuado de las comunidades, tales como los sistemas de agua potable, saneamiento básico, vías y demás estructuras físicas.

En la ciudad de Medellín, el mayor crecimiento de la población civil se ha evidenciado en las zonas limítrofes de la ciudad, las cuales se encuentran sectorizadas en 16 comunas y 5 corregimientos que colindan con otros municipios del Valle de Aburrá.

Teniendo presente que “Las comunas no son sólo unidades administrativas, sino que también sirven como áreas clave para comprender las divisiones sociales y geográficas de la ciudad. Cada comuna tiene sus características y barrios únicos, lo que refleja la diversidad del paisaje urbano de Medellín” (Medellin Tours, 2025).

Por lo anterior, cada comuna posee particularidades que han marcado su desarrollo urbanístico. En particular, la Comuna 1 de Medellín presenta características topográficas, físicas y desafíos de ingeniería que orientan el enfoque de esta investigación para su análisis y estudio.

Para esta investigación es pertinente aplicarla desde el método de investigación cualitativo, esta elección obedece a la implicaciones técnicas, sociales y contextuales del problema de investigación, y esta combinación de métodos permite comprender las afectaciones

integralmente a los rendimientos desde las percepciones y experiencias y a su vez cuantificarlos por medio del análisis de datos técnicos y medibles.

1 Planteamiento del problema

En todos los proyectos de obra civil se trabaja bajo dos bases fundamentales, los cuales son, el costo del proyecto y el tiempo de ejecución de este, tal como lo especifica (Fracachan, 2024) “La planificación implica desarrollar estimaciones del esfuerzo laboral, la duración, los costos, las personas y los recursos físicos. Las estimaciones son una evaluación cuantitativa del valor o resultado probable de una variable, tal como costos del proyecto, recursos, esfuerzo o duración”, y su variación depende directamente de los factores propios de la zona donde se ejecutará el proyecto, tales como los sociales, de tránsito y transporte, topográficos y de seguridad. Teniendo presente que, si la topografía de la zona no es adecuada, los costos del proyecto pueden verse afectados y el tiempo de ejecución podría ser mayor.

En Medellín, la comuna 1 es la zona que presenta más restricciones de acceso, tal y como lo menciona (Marín Herrera, Samper, & Henao, 2024) “es un sitio de alta pendiente, lo que genera algunas situaciones de accesibilidad, riesgos naturales, ausencia de espacios para aprovechamiento comunitario “y que reafirma las empresas locales las cuales habitan de forma cotidiana en el lugar, (Medellín Tours, 2025) “con su terreno montañoso y casas apiñadas, contribuye a su carácter único, pero también presenta desafíos, especialmente en términos de susceptibilidad a inundaciones durante la temporada de lluvias. El área abarca varios vecindarios y está atravesada por arroyos, lo que aumenta la complejidad de los esfuerzos de planificación y desarrollos urbanos aquí.” Lo cual hace que cada proyecto de construcción que se quiera implementar sea un reto de ingeniería, lo que implica una evaluación detallada de la zona para poder lograr la ejecución y el éxito de cualquier obra que se desee desarrollar

1.1 Descripción del problema

Durante las últimas décadas, el crecimiento acelerado de la población urbana se ha consolidado como una de las principales dinámicas de transformación territorial a nivel global.

De acuerdo con estimaciones de organismos multilaterales, más del 50 % de la población mundial reside actualmente en ciudades, y se prevé que esta proporción continúe en aumento, concentrándose principalmente en países de ingresos medios y bajos (United Nations Department of Economic and Social Affairs [UN DESA], 2024). Este proceso ha impulsado una expansión urbana predominantemente periférica, caracterizada por la ocupación progresiva de suelos con menores condiciones de aptitud urbanística.

Si bien las ciudades constituyen motores fundamentales del crecimiento económico y concentran más del 80 % del producto interno bruto mundial, también reproducen importantes externalidades negativas cuando la urbanización ocurre de manera acelerada y sin una adecuada planificación (Banco Mundial, 2023). Entre estas externalidades se destacan la segregación socioespacial, la desigualdad en el acceso a servicios básicos, el crecimiento de asentamientos informales y el aumento de la vulnerabilidad ambiental, especialmente en territorios con condiciones topográficas complejas.

En América Latina, dichas dinámicas han sido particularmente intensas. El rápido proceso de urbanización, sumado a la limitada capacidad institucional para gestionar el crecimiento urbano, ha derivado en una expansión desordenada hacia las periferias urbanas, donde la ocupación del suelo se realiza, en muchos casos, al margen de los instrumentos de planificación y gestión territorial (Mahtta et al., 2022; Gavina-Puerta & Velasco-Canelas, 2025). Estas zonas periféricas suelen presentar condiciones físicas adversas que dificultan la provisión eficiente de infraestructura básica y aumentan los riesgos sociales y ambientales.

En el contexto colombiano, la ciudad de Medellín constituye un caso emblemático de estas problemáticas. Ubicada en el Valle de Aburrá, Medellín presenta una configuración geográfica andina caracterizada por fuertes pendientes y una marcada restricción del suelo urbanizable plano, lo que ha condicionado históricamente su crecimiento hacia las laderas periféricas del valle (Hoyos-Rincón et al., 2025). La ciudad se organiza administrativamente en 16 comunas y 5 corregimientos, los cuales reflejan no solo divisiones administrativas, sino profundas diferencias sociales, económicas y territoriales (Sotomayor, 2021).

Las comunas periféricas del norte y nororiente de la ciudad han concentrado gran parte del crecimiento poblacional, producto de procesos históricos de migración rural-urbana, desplazamiento forzado y déficit estructural de vivienda formal. Diversos estudios han evidenciado que estos sectores presentan mayores niveles de informalidad urbana, precariedad constructiva y déficit de infraestructura, especialmente en lo relacionado con movilidad, saneamiento básico y estabilidad geotécnica (Arteaga, 2020; Samper, 2017).

En particular, la Comuna 1 – Popular, localizada en el nororiente de Medellín, constituye el objeto de estudio de la presente investigación. Su desarrollo urbano ha estado marcado por procesos de ocupación espontánea en zonas de alta pendiente, con limitadas condiciones de accesibilidad y riesgos asociados a movimientos en masa, lo que ha supuesto importantes desafíos para la planeación y ejecución de obras de infraestructura física (Hammelman & Saenz-Montoya, 2018). Estas dinámicas han generado un desarrollo urbanístico fragmentado, en el cual la expansión poblacional ha superado la capacidad técnica e institucional para garantizar un asentamiento adecuado.

Las principales causas del problema se relacionan con el crecimiento poblacional no planificado sobre suelos con restricciones físicas, la insuficiencia de recursos técnicos y financieros para intervenir territorios de alta complejidad geográfica, y la histórica brecha en la inversión pública en sectores periféricos de la ciudad. A ello se suma la implementación tardía de procesos de mejoramiento integral de barrios y regularización urbanística, lo que ha perpetuado condiciones de informalidad y vulnerabilidad (Arteaga, 2020; Gavina-Puerta & Velasco-Canelas, 2025).

Las consecuencias de esta problemática se manifiestan tanto en el ámbito técnico como en el social y ambiental. Desde el punto de vista de la infraestructura urbana, se evidencian deficiencias en la cobertura y calidad de los servicios básicos, limitaciones en la conectividad vial y mayores dificultades para garantizar la seguridad estructural de las viviendas (Hoyos-Rincón et al., 2025). En el plano social, estas condiciones afectan directamente la calidad de vida de los habitantes, profundizando la exclusión territorial, restringiendo el acceso a oportunidades

educativas y laborales, y reforzando la percepción de desigualdad frente a otros sectores de la ciudad (Sotomayor, 2021).

Adicionalmente, la ocupación de zonas ambientalmente frágiles incrementa la exposición de la población a riesgos naturales como deslizamientos e inundaciones, generando impactos negativos sobre la seguridad de las personas y la sostenibilidad del territorio (Samper, 2017). Estas condiciones hacen evidente la necesidad de analizar de manera integral la relación entre las características físicas del territorio, los desafíos de ingeniería y las dinámicas sociales que configuran el desarrollo urbano de la Comuna 1.

En este contexto, la población de interés de la investigación está conformada por los habitantes de la Comuna 1 – Popular y por los actores técnicos e institucionales vinculados a la planificación y ejecución de infraestructura urbana en el sector. La investigación se delimita geográficamente a esta comuna y, en términos temporales, se centra en los procesos de crecimiento urbano e intervención en infraestructura desarrollados durante las dos últimas décadas, período en el cual se han intensificado las dinámicas de expansión periférica en la ciudad de Medellín.

1.2 La pregunta de investigación

¿Qué estrategia basada en la metodología PMI permite analizar y gestionar las afectaciones en los rendimientos de las construcciones civiles en zonas de difícil acceso y topografía diversa en la Comuna 1 del nororiente de Medellín?

1.3 Los objetivos de investigación

1.3.1 Objetivo general

Establecer una estrategia basada en la metodología PMI, que permita analizar y gestionar las afectaciones en los rendimientos de las construcciones civiles desarrolladas en zonas de difícil acceso y topografías diversas de la Comuna 1 del nororiente de Medellín.

1.3.2 Objetivos específicos

- Identificar los factores de acceso, externos y topográficos que impactan la eficiencia de los rendimientos en las construcciones civiles, mediante la aplicación de herramientas sistemáticas que permitan analizar como estas incidencias pueden afectar la planificación, los cronogramas y costos de un proyecto.
- Definir los lineamientos que optimicen la planificación y gestión de los rendimientos de las construcciones civiles desarrolladas en zonas de difícil acceso y topografías diversas de la Comuna 1 del nororiente de Medellín.

1.4 Justificación de la investigación

Todos los proyectos de ingeniería tienen un propósito definido, el cual se enfoca en atender una necesidad bien sea pública o privada, para este fin se identifican las problemáticas de un sector que esté afectando directamente a la población que habita la zona en términos de desarrollo civil. por esta razón, se observan y definen tres puntos estratégicos que permiten revisar cuáles proyectos son requeridos y pueden tener un impacto positivo en una comunidad, estos factores se catalogan como, accesibilidad de la población en los lugares en donde habitan, la presencia de servicios públicos básicos, saneamiento, acueducto, energía y estructuras físicas adecuadas que garanticen servicios de atención como los son hospitales y centros de educación.

Teniendo en cuenta que el crecimiento poblacional en Medellín se concentra en sus áreas periféricas, la gobernación de Antioquia y Alcaldías de los municipios han concentrado sus esfuerzos en atender y suplir los factores antes mencionados, evidenciándose que en las comunas de Medellín se prestaban más deficiencias operacionales y necesidades que no permitían el correcto desarrollo de sus poblaciones, obligando que desarrollarán más proyectos de ingeniería en estas zonas.

Por lo anterior, se ejecutaron proyectos de gran magnitud en las 16 comunas de Medellín, como lo son la construcción de vías acceso, metro cables, tranvías, reposición y modernización de redes de acueducto y alcantarillado, construcciones de colegios y hospitales, tal y como se menciona en el Plan de Desarrollo 2016 – 2019 y en el documento de lecciones aprendidas para el periodo 2020–2021 (Alcaldía de Medellín, 2019, 2021).

Las construcciones desarrolladas dejaron lecciones aprendidas importantes en cada zona intervenida, sin embargo, las obras que representaron más dificultades de ingeniería se prestaron en tres comunas específicas, comuna 1, comuna 13 y comuna 4, siendo los factores topográficos y sociales una influencia directa en los tiempos de ejecución de cada obra desarrollada.

Teniendo presente que en los proyectos de construcción las viabilidades de este dependen de los recursos implementados, en función del tiempo, que es directamente proporcional al rendimiento que puede otorgar cada elemento utilizado, ya sea, mano de obra o maquinaria utilizada, se evidencia que la comuna No. 1 no tiene un área de influencia tan grande en comparación a la comuna 13 y 4 de Medellín que pueda afectar un proyecto de ingeniería.

Sin embargo, la Comuna 1 presenta unas condiciones topográficas adversas que han dificultado el correcto desarrollo de una obra de cualquier característica, por lo tanto, es estratégico e importante entender como su accesibilidad puede afectar los rendimientos de las construcciones desarrollados en esta zona, lo que nos acercará a poder alcanzar el objetivo de esta investigación y proporcionará un conocimiento muy valioso a todas las personas que quieran desarrollar un proyecto de construcción, pues enfocara y ayudará a la planificación estratégica de una obra civil cuando se tenga condiciones de acceso de gran dificultad.

2 MARCO DE REFERENCIA

Este apartado permite contextualizar el problema de investigación, presentar los antecedentes que respaldan la problemática identificada a partir de investigaciones relevantes del mismo campo, definir los conceptos clave que guían el análisis y exponer el marco legal que regula las obras civiles a nivel nacional y local. Al respecto, Marshall y Rossman (2014) consideran que *“el marco teórico proporciona la base conceptual del estudio y sirve para informar al investigador sobre el conocimiento existente acerca del tema de interés y para guiarlo en la formulación de sus preguntas o hipótesis sobre el fenómeno o contexto de la investigación”*. En este sentido, la integración de estos elementos facilita la comprensión de las afectaciones en los rendimientos de las construcciones civiles en la Comuna 1 de Medellín.

La gestión de proyectos en el sector de la construcción civil implica diversas fases, entre ellas la planificación, estructuración, gestión y control de recursos, con el fin de alcanzar los objetivos propuestos. No obstante, estos procesos pueden verse permeados por condiciones externas que influyen directamente en su desempeño. Fracachan (2024) señala que *“la planificación implica desarrollar estimaciones del esfuerzo laboral, la duración, los costos, las personas y los recursos físicos, siendo las estimaciones una evaluación cuantitativa del valor o resultado probable de una variable”*. Estas estimaciones se ven afectadas por factores como la topografía, el acceso al sitio y las restricciones normativas.

El marco de referencia articula los contextos global, regional y local en los que se ubica el problema de investigación, y vincula los conceptos, la evidencia empírica y la normativa que condicionan los rendimientos de obra en laderas urbanas periféricas. A nivel global, la urbanización continúa expandiendo la huella urbana y ejerciendo presión sobre la provisión de infraestructura básica, con un crecimiento urbano proyectado que demanda estrategias de gestión del crecimiento espacial y reducción de riesgos (UN DESA, 2024; IEG–Banco Mundial, 2026).

De manera similar, en el ámbito nacional y regional, diversos estudios elaborados por entidades gubernamentales y de planificación, como el Instituto de Desarrollo Urbano de Medellín y la Secretaría de Planeación Municipal, evidencian el comportamiento poblacional y

las características físicas del entorno, información que resulta fundamental para comprender las dinámicas del territorio y sus implicaciones en el desarrollo de proyectos civiles, particularmente en el departamento de Antioquia.

Las construcciones civiles enfrentan múltiples retos derivados del crecimiento poblacional y la expansión del territorio. Estos retos se relacionan con condiciones geográficas complejas, como pendientes pronunciadas, accesos limitados o inexistentes y la variabilidad de los suelos. Diversas investigaciones han demostrado que las condiciones topográficas influyen significativamente en los rendimientos de las obras civiles. García Bolaños (2019) señala que la densidad poblacional y la vulnerabilidad ambiental en zonas como Chapinero, en Bogotá, dificultan la planificación y ejecución de proyectos. De manera similar, Velandia Castillo (2022) identificó que en municipios como Tame, Arauca, los rendimientos de las actividades de cimentación se ven afectados por la accesibilidad limitada y la infraestructura precaria.

En Medellín, la morfología andina y la expansión de la ciudad hacia zonas de ladera han generado tensiones entre los procesos de planificación formal y las dinámicas de crecimiento orgánico. Estas condiciones han ocasionado rezagos en redes de movilidad y habitabilidad que se expresan de forma desigual entre las comunas (Hoyos-Rincón et al., 2025). En el caso específico de la Comuna 1 – Popular, el Plan de Ordenamiento Territorial (Acuerdo 48 de 2014) delimita amenazas por movimientos en masa, áreas de alto riesgo y jerarquías viales, determinantes que inciden directamente en la localización de las intervenciones, los métodos constructivos y la programación de obra (POT Medellín; SSEPOT).

En este contexto, la presente investigación focaliza su análisis en cómo las condiciones topográficas —pendientes, características geotécnicas y accesos— y las exigencias normativas —Ley 388 de 1997, Ley 400 de 1997 y NSR-10— inciden en los costos, los tiempos y la productividad (rendimientos) de las obras de infraestructura y edificaciones. Adicionalmente, este análisis se desarrolla en un entorno de adopción digital desigual, situación que afecta la eficiencia en el control y el seguimiento de los proyectos de construcción (RICS, 2024; Gleeds, 2024).

De igual manera, es importante reconocer factores internos y externos que influyen en los rendimientos de obra. Polanco Sánchez (2009) destaca que la organización del espacio y la logística en el sitio de construcción son determinantes para la productividad de la mano de obra, especialmente en entornos urbanos densos o con importantes restricciones físicas, lo que obliga a adaptar los métodos constructivos y realizar ajustes constantes en la planificación del proyecto.

Dentro del contexto de esta investigación, la fundamentación teórica orienta la revisión de literatura asociada a los campos relacionados con el objeto de estudio. En este sentido, se consideran fuentes como el libro de Molina, *El Popular 1 en Medellín (1960–1967): invasión, construcción y legalización*, así como documentos institucionales tales como la Ficha de Caracterización Territorial de la Comuna 1 – Popular y la información geográfica suministrada por la Alcaldía de Medellín.

Finalmente, como fuentes secundarias se incluyen investigaciones, guías, análisis de terceros y experiencias ilustrativas de carácter social y cultural, las cuales aportan elementos relevantes para la comprensión del contexto del objetivo general y los objetivos específicos del estudio. Entre estas fuentes se destacan publicaciones y estudios de instituciones como la Universidad EAFIT, la Universidad de Antioquia, el Instituto de Desarrollo Urbano y la Alcaldía de Medellín, entre otras, que proporcionan enfoques conceptuales, estratégicos y metodológicos útiles para el desarrollo y la consolidación de las conclusiones de la investigación.

2.1 Marco de Antecedentes

A nivel global y regional, diferentes estudios evidencian que la expansión del suelo urbano está fuertemente correlacionada con el crecimiento poblacional (dominante 1970–2014), con creciente influencia del PIB en países con buena gobernanza; ello incide en la demanda y localización de infraestructura (Mahtta et al., 2022). En el Sur Global, la velocidad de urbanización y las limitaciones fiscales pueden dejar a las ciudades con infraestructuras insuficientes, afectando la prestación de servicios y la calidad de vida (WRI, 2026).

En el contexto internacional, diversos estudios han revelado lo complejo que son las construcciones civiles en algunas topografías, El informe de RICS (2024) señala que las zonas de difícil acceso presentan mayores desafíos logísticos y menor adopción de herramientas digitales, lo que repercute en la eficiencia de los proyectos. De igual manera, existen literaturas basadas en el enfoque general de la rama de ingeniería que guían el proceso contextual investigativo en donde se establece los parámetros más importantes de un proyecto como los son los costos y el tiempo de ejecución, que deriva en el análisis del factor establecido como rendimiento de obra, en este campo podemos encontrar literatura como; Catro, D, (2006). Organización y control de obras; Solminihac, (2020). Procesos y Técnicas de Construcción, entre otros.

En América Latina, estos procesos suelen manifestarse con alta informalidad y vulnerabilidad climática, lo que amplía las brechas de servicios cuando la inversión es insuficiente o tardía (WRI, 2026).

En Colombia, la topografía ha sido un factor de estudio fundamental para poder entender la necesidad de una población, tal y como los describe, (Rodríguez, 2024) “Los municipios inaccesibles se encuentran principalmente en la región del Pacífico, especialmente en Chocó (14), Nariño (7), Cauca (3) y otros en Antioquia, la Amazonía y el Caribe. Allí, las condiciones geográficas y la violencia dificultan el acceso de la población y de las autoridades y se accede únicamente vía aérea o fluvial.” Por tal motivo existen importantes antecedentes que pueden describir que el factor topográfico se asocia a la falta de desarrollo que es directamente proporcional a las obras de ingeniería.

En Medellín los PUI han buscado reducir brechas socioespaciales en laderas, mejorando accesibilidad y servicios, aunque con desafíos de sostenibilidad, coordinación y escalabilidad (Lincoln Institute, 2021; Springer, 2020). Investigaciones sobre crecimiento informal documentan densificación acelerada y riesgos en laderas que complejizan los proyectos de vías, agua y saneamiento, con afectaciones en rendimientos por mayores requerimientos técnicos y logísticos (Samper, 2017; Columbia/UN, 2016–2018).

Evidencia sectorial reciente. EPM reporta altas coberturas de acueducto y alcantarillado en el Valle de Aburrá, pero reconoce dificultades técnicas de prestación en asentamientos no

planificados en ladera, donde se exploran redes aéreas y soluciones no convencionales—todo con implicaciones en costos y tiempos (EPM, 2024–2025; Caracol, 2025).

Estudios aplicados de productividad. En Colombia, análisis de rendimientos en cimentación (Arauca) muestran variabilidad por accesibilidad e infraestructura de soporte (Velandia Castillo, 2022). Trabajos clásicos y estudios de caso sobre logística/layout de obra resaltan que la organización espacial del sitio y los flujos (acopios, circulación vertical, izaje) determinan productividad y seguridad, especialmente en sitios estrechos y en ladera (Castro & Aja, 2006; Polanco, 2009).

2.2 Marco Teórico

2.2.1 Urbanización periférica y complejidad urbana

Cuando se observa el proceso de urbanización en América Latina se puede evidenciar que el mismo se ha caracterizado por una expansión acelerada y en muchos casos no planificada hacia zonas periféricas de las ciudades, esta tendencia ha dado lugar a que se configuren zonas urbanas altamente fragmentadas, donde amplios sectores de la población se asientan en territorios con limitaciones físicas, técnicas y de acceso a servicios (CEPAL, 2019; ONU-Hábitat, 2020). Según la Comisión Económica para América Latina y el Caribe, la expansión urbana de la región ha estado vinculada a dinámicas de desigualdad socioespacial, en las cuales las poblaciones ocupan áreas con mayores restricciones geográficas y menor dotación de infraestructura. (CEPAL, 2019)

En relación, con el contexto colombiano, ciudades como Medellín presentan una configuración territorial que está condicionada por su localización en un valle estrecho rodeado de laderas y montañas con pendientes muy pronunciadas y poco accesibles lo que ha impulsado procesos de ocupación en zonas de difícil acceso (Alcaldía de Medellín, 2019; Área Metropolitana del Valle de Aburrá, 2020). Estas condiciones topográficas, geotécnicas y urbanísticas representan un reto significativo para la planificación y ejecución de proyectos de

infraestructura, tal y como lo expresa la teoría de la expansión urbana y los estudios de complejidad urbana, los cuales ayudan a explicar cómo la morfología de Medellín, caracterizada por pendientes y bordes urbanos-rurales, produce configuraciones territoriales heterogéneas que condicionan infraestructura y servicios (Hoyos-Rincón et al., 2025).

De acuerdo con el Departamento Nacional de Planeación, cualquier intervención en estas zonas o territorios implica mayores costos de inversión y una mayor complejidad técnica, debido a la necesidad de adaptar soluciones constructivas a condiciones no convencionales. (DNP, 2020).

Desde la perspectiva de equidad territorial, la literatura subraya que la inversión oportuna en servicios y movilidad en periferias reduce vulnerabilidades y costos sociales acumulados (IEG–Banco Mundial, 2026; WRI, 2026).

Así mismo, autores como Borja y Castells (1997) plantean que las ciudades latinoamericanas enfrentan procesos de crecimiento desestructurado que dificultan la integración funcional del territorio, situaciones que reflejan en la existencia de periferias con baja conectividad, limitaciones en la movilidad y dificultades en el acceso a servicios básicos, lo que incide directamente en la viabilidad y sostenibilidad de los proyectos de construcción. (Borja & Castells, 1997).

Desde el concepto de complejidad territorial, se puede comprender, que estos espacios no solo están definidos por sus características físicas, sino también por la interacción de múltiples variables sociales, económicas, ambientales e institucionales (ONU-Hábitat, 2020; CEPAL, 2019). En este sentido, la ejecución de proyectos en zonas periféricas requiere un enfoque integral que considere tanto las condiciones del entorno como las dinámicas propias de la comunidad.

Estudios desarrollados por el Área Metropolitana del Valle de Aburrá evidencian que las zonas de ladera presentan mayores dificultades en términos de accesibilidad vial, transporte de materiales, estabilidad del terreno y gestión del riesgo, factores que inciden directamente en el desarrollo de obras civiles, adicionalmente, la ocupación informal del territorio en muchas de

estas zonas genera restricciones normativas y técnicas que deben ser consideradas en la planificación de proyectos. (Área Metropolitana del Valle de Aburrá, 2020).

La ausencia de infraestructura que responda a criterios de planificación técnica y a las condiciones del territorio, junto con la irregularidad en la tenencia de la tierra y la presencia de construcciones no formalizadas incrementan la incertidumbre y los riesgos asociados a la ejecución de obras. Según la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), estas condiciones requieren enfoques diferenciados de intervención que integren aspectos técnicos con estrategias sociales y de gestión institucional. (CEPAL, 2019; ONU-Hábitat, 2020).

De acuerdo con lo anterior, el análisis y la planificación en las zonas periféricas incorpora diferentes variables, como lo es la accesibilidad limitada y las condiciones topográficas adversas, así como las restricciones normativas. lo cual incide directamente en la definición de alcances, cronogramas estructurados y estimación de costos, por tal motivo resulta necesario el uso de herramientas de planificación estratégicas, análisis de información y gestión e los interesados permitiendo la viabilidad y sostenibilidad de los proyectos. (Project Management Institute [PMI], 2021).

Autores como Kerzner (2017) señalan que, en entornos complejos, la planificación tradicional debe complementarse con enfoques flexibles que permitan adaptarse a cambios en las condiciones del entorno. Esto es especialmente relevante en contextos como el de Medellín, donde las condiciones del territorio pueden variar significativamente incluso entro de una misma zona urbana (Kerzner, 2017).

En este contexto, la gerencia de proyectos adquiere un papel determinante como herramienta para poder entender y analizar los factores que se desprenden de las complejidades territoriales.

Particularmente, en zonas de difícil acceso y topografía compleja, pues si se considera conceptos gerenciales y estructurados como, la gestión del alcance de un proyecto en el cual se consideran las restricciones físicas del terreno, se miden mediante la gestión del cronograma las posibles afectaciones derivadas de condiciones climáticas, logísticas y operativas y la gestión de

costos en la que se puede contemplar sobrecostos asociados a transporte, mano de obra especializada y métodos constructivos no convencionales. (PMI, 2021).

Así mismo, la gestión de riesgos, por su parte, resulta clave para identificar y mitigar eventos como deslizamientos, fallas geotécnicas o dificultades de acceso que puedan afectar el desarrollo del proyecto.

Por lo tanto, la integración entre el estudio de la planificación urbana y la incidencia en el desarrollo y gerencia de los proyectos permite anticipar posibles problemáticas derivadas del territorio, optimizar la asignación de recursos y mejorar la toma de decisiones en los entornos con característica adversas, también desarrolla estrategias que optimicen la ejecución de proyectos de infraestructura en zonas periféricas. Esta articulación facilita la identificación de restricciones, la adecuada asignación de recursos y la implementación de soluciones técnicas adaptadas al contexto, contribuyendo a mejorar la eficiencia, sostenibilidad y viabilidad de las intervenciones. (DNP, 2020; PMI, 2021).

En síntesis, el análisis de la urbanización periférica y la complejidad territorial constituye un elemento fundamental para comprender las afectaciones en los rendimientos de obra en proyectos de construcción, ya que permite establecer la relación entre las condiciones del entorno y el desempeño operativo de las actividades constructivas, aspecto central en el desarrollo de la presente investigación. (CEPAL, 2019; ONU-Hábitat, 2020)

2.2.2 Rendimientos de obra, logística y métodos

Los rendimientos de obra son un indicador fundamental y de vital importancia en la gestión de proyectos de construcción, pues estos permiten establecer la relación entre, cantidad de trabajo ejecutado y el tiempo requerido para el desarrollo de una actividad. Este concepto se encuentra directamente vinculado con la productividad, entendida como la eficiencia en el uso de recursos como la mano de obra, los materiales, los equipos y el tiempo (Serpell, 2002).

En el sector de la construcción, los rendimientos no son constantes y están afectados por múltiples factores asociados al entorno físico. Los rendimientos de obra (output/tiempo) y la productividad de mano de obra dependen de: (i) condiciones del terreno (pendiente, geotecnia, presencia de agua), (ii) accesibilidad y logística (lay-out, acarreos, izaje), (iii) tecnología y métodos (excavación, contención, fundaciones), y (iv) gestión (planificación, control y supervisión). Textos de referencia sistematizan cómo excavaciones en ladera, estabilización y fundaciones implican métodos más exigentes y tiempos adicionales, con ajustes de rendimiento frente a sitios planos (Solminihac & Thenoux, 2020/2022; Castro & Aja, 2006)

Teniendo en cuenta lo anterior, la literatura técnica especializada, señala que los proyectos ejecutados en condiciones morfológicas complejas, como terrenos en pendiente y con baja capacidad portante, demandan un mayor nivel de planificación técnica, lo que incide en el incremento en los recursos y ajustes en los métodos constructivos, repercutiendo directamente en la disminución de la productividad y en la extensión de los plazos de ejecución en comparación con obras desarrolladas en condiciones estándar. En este contexto, la integración entre los criterios técnicos y los procesos de gerencia de proyectos resulta fundamental para optimizar el uso de los recursos, mejorar el desempeño operativo y minimizar desviaciones durante la ejecución (Halpin & Woodhead, 1998; K.K. Chitkara, 2004).

En el contexto colombiano, particularmente, en ciudades como Medellín los proyectos ejecutados en zonas periféricas presentan altas limitaciones asociadas a la accesibilidad, el transporte de materiales y la disponibilidad de espacios para la ejecución de los mimos, estudios de la Universidad Nacional de Colombia evidencian que estas condiciones generan mayores tiempos de acarreo, restricciones en el uso de maquinaria pesada y una dependencia generalizada a procesos manuales, lo cual impacta directamente los rendimientos de obra.

De igual forma, así como las condiciones físicas del entorno, la productividad en la construcción está fuertemente influenciada por la calidad de la gestión del proyecto. Factores como la planificación inadecuada, la deficiente coordinación de actividades, la falta de seguimiento y control con la toma tardía de decisiones son causas recurrentes de bajo rendimiento en proyectos de construcción (Thomas & Sudhakumar, 2013).

En este sentido, la gerencia de proyectos permite que se gestione de manera integral los rendimientos de obra, articulando variables técnicas, operativas y administrativas. Según el Project Management Institute (PMI, 2021), la gestión de proyectos se estructura en áreas de conocimiento como la gestión del alcance, el cronograma, los costos, la calidad y los riesgos, las cuales inciden directamente en el desempeño del proyecto.

Teniendo en cuenta lo anterior, los factores que inciden directamente en la planificación, programación y control de la ejecución, como las condiciones morfológicas y topográficas, afectando variables, como cotos, control y calidad, requieren de herramientas, como, la definición de una línea base, pues la gestión del cronograma define de forma adecuada la secuencia lógica de las actividades y establecer tiempos de ejecución realistas, incorporando las restricciones propias del entorno. En este contexto, herramientas como la ruta crítica permiten identificar las actividades que determinan la duración total del proyecto, de modo que cualquier afectación en sus rendimientos impacta directamente el cumplimiento del plazo establecido (Kerzner, 2017).

Por su parte, la gestión de costos, se encuentra directamente relacionada con la productividad, ya que una disminución en los rendimientos implica un mayor consumo de recursos, generando sobrecostos y afectando la viabilidad financiera del proyecto en este sentido la metodología del valor ganado permite evaluar el desempeño del proyecto mediante la comparación entre el avance planificado y el avance real, integrando variables de tiempo y costo para identificar desviaciones y facilitar la toma de decisiones (PMI, 2021).

En el entorno colombiano, entidades como Camacol han señalado que uno de los principales desafíos del sector es mejorar los niveles de productividad mediante la implementación de buenas prácticas de gerencia de proyectos, la tecnificación de los procesos constructivos y la optimización de la logística en los proyectos de obra.

Por lo tanto, los rendimientos de obra deben ser analizados desde una perspectiva completa que articule las condiciones del entorno con la eficiencia en la gestión del proyecto, la interacción entre estos factores permite comprender las afectaciones en la productividad y el desarrollo en contextos de difícil acceso y topografía compleja, lo que facilita la formulación de

estrategias orientadas a mejorar la eficiencia operativa, optimizar el uso de recursos y garantizar el cumplimiento de los objetivos del proyecto.

Este enfoque integrador, resulta fundamental para el desarrollo de la presente investigación, permitiendo establecer una relación directa entre las condiciones territoriales, la gestión del proyecto y los rendimientos de obra, proporcionando una base teórica sólida para el análisis de las afectaciones en proyectos de construcción en zonas de difícil acceso.

2.3 Marco normativo

La regulación nacional para la ingeniería y la construcción de obras civiles, es crucial para entender parte de esta investigación y como la perspectiva de la influencia topográfica de la comuna 1 afecta a los rendimientos de ejecución de cualquier proyecto que se quiera desarrollar en esta zonas, las normas nacionales que influyen dentro de nuestro proceso de investigación son las que dictan los parámetros de construcción lo que es directamente proporcional a la cuantificación, espacio y características de una construcción. a continuación, se menciona las leyes, normas y conceptos más representativos que involucran el objeto de estudio.

2.3.1 Ordenamiento y riesgo (nacional – local)

El ordenamiento territorial y la gestión del riesgo son pilares fundamentales que constituyen la planificación y ejecución de proyectos de construcción, particularmente en contextos urbanos con condiciones geográficas complejas, permitiendo regular el uso del suelo, identificar zonas de amenaza y establecer restricciones para el desarrollo de obras, incidiendo directamente en los métodos constructivos, la accesibilidad y los rendimientos de ejecución. Por lo cual la normativa nacional como los instrumentos de planificación local definen las condiciones bajo las cuales pueden desarrollarse proyectos en territorios como la Comuna 1 del nororiente de Medellín, considerando la siguiente normativa:

- Ley 388 de 1997 (Ordenamiento Territorial): otorga instrumentos para promover el uso racional del suelo, la prevención de desastres en asentamientos de alto riesgo y la ejecución de actuaciones urbanísticas (Función Pública/Senado).
- POT de Medellín (Acuerdo 48 de 2014) define el modelo de ocupación, clasificación del suelo, amenazas por movimientos en masa, inundaciones y avenidas torrenciales, y zonas de alto riesgo no mitigable, que condicionan diseños, métodos y cronogramas de obra; el SSEPOT publica informes de seguimiento e insumos técnicos (Alcaldía de Medellín).

2.3.2 Sismo-resistencia y geotecnia (nacional)

La normativa relacionada con la sismo-resistencia y los estudios geotécnicos, establece los criterios técnicos requeridos para garantizar la estabilidad, seguridad y funcionalidad de las edificaciones, especialmente relevantes en zonas con condiciones topográficas complejas y suelos variables, donde las exigencias de diseño y factores de construcción se incrementan. Por lo tanto, a continuación, se prestan las normas y lineamientos nacionales que definen parámetros que influyen directamente en los métodos constructivos, la planificación de actividades y los rendimientos de obra, al requerir procesos más rigurosos en la caracterización del terreno y en la ejecución estructural.

- Ley 400 de 1997 (Sismo-Resistencia): fija requisitos mínimos para diseño, construcción y supervisión técnica de edificaciones, con énfasis en la reducción del riesgo y la protección de la vida (MinVivienda; SUIN).
- NSR-10 (Reglamento Colombiano):
 - Título B (Cargas) y Título H (Estudios geotécnicos): determinan campañas de suelos, parámetros de diseño y condicionantes para laderas.
 - Título I (Supervisión técnica): exige controles adicionales que inciden en plazos y secuencias de obra.
 - Títulos J–K: requisitos de protección contra incendios y complementarios (clasificación de ocupación, etc.), relevantes para planeación y permisos (SUIN/Repositorio oficial).

2.3.3 Normalización técnica (calidad, materiales, SST)

La normalización técnica en el sector de la construcción, contempla un marco regulatorio mediante la definición de estándares relacionados con la calidad de los materiales, los procesos constructivos y las condiciones de seguridad y salud en el trabajo, estas normas están enfocadas en que se pueda garantizar la eficiencia, durabilidad y seguridad en la ejecución de las obras; implementadas bajo procedimientos específicos, controles adicionales y el cumplimiento de requisitos técnicos que pueden incidir en la organización del trabajo y en los rendimientos de ejecución, continuación se presenta los parámetros y normatividad asociadas con el objeto investigado:

- ICONTEC / NTC: la normalización técnica complementa la reglamentación con especificaciones de materiales, seguridad industrial y procedimientos; MINCIT–ICONTEC promueven la adopción y el acceso a NTC (plan de adopción) (ICONTEC; MINCIT).

2.3.4 Análisis de la incidencia del marco normativo en los rendimientos de la construcción.

El análisis del marco normativo evidencia que las disposiciones legales y técnicas que regulan la construcción en Colombia aparte de establecer los lineamientos que son de obligatorio cumplimiento, también actúan como factores determinantes en los niveles de productividad y en los rendimientos de ejecución de las obras civiles, pues su aplicación incide de forma directa sobre los factores que afectan el desempeño en obra.

Teniendo en cuenta que los rendimientos de obra están condicionados por diversos factores, entre los que se destacan las condiciones del sitio, los aspectos técnicos y de diseño, la organización del trabajo y las restricciones externas, el marco normativo se configura como un factor externo condicionante que influye de manera transversal en todos estos elementos, pues las normas de ordenamiento territorial, como la Ley 388 de 1997 y el POT de Medellín,

introducen restricciones relacionadas con el uso del suelo, la ocupación en zonas de riesgo y las condiciones de accesibilidad, limitaciones afectan directamente las condiciones del sitio, generando dificultades en el transporte de materiales, la movilidad de la mano de obra y la localización de equipos, lo cual se manifiesta en una disminución de los rendimientos, especialmente en zonas con topografía compleja como la Comuna 1.

Con respecto a la normativa sismo-resistente, representada por la Ley 400 de 1997 y la NSR-10, las cuales establecen exigencias técnicas que impactan los procesos constructivo, la necesidad de realizar estudios geotécnicos detallados, diseñar estructuras más robustas y cumplir con estrictos controles de supervisión técnica, repercute en la secuencia de actividades, los métodos constructivos y el uso de recursos especializados, en consecuencia, se incrementa la complejidad operativa y se generan variaciones en los rendimientos de obra.

Así mismo, todas las normas técnicas asociadas a la calidad, los materiales y la seguridad y salud en el trabajo se relacionan directamente con los factores organizacionales y de gestión. Los exige de una mayor planificación, control y estandarización de los procesos constructivos, que, si bien contribuye a mejorar la calidad y reducir riesgos, también introduce actividades adicionales, tiempos de verificación y restricciones operativas que impactan la productividad.

Por lo tanto, los rendimientos de obra no dependen únicamente de variables físicas o administrativas, sino también de un sistema integral en el que la normativa vigente desempeña un papel fundamental, esta relación es especialmente relevante en el presente estudio, ya que en contextos como la Comuna 1 del nororiente de Medellín, caracterizados por topografías pronunciadas y dificultades de acceso, el cumplimiento de la normativa implica mayores exigencias técnicas, logísticas y operativas, afectando su impacto sobre la productividad.

3 METODOLOGÍA

Esta investigación es pertinente aplicarla desde el método de investigación cualitativo, esta elección obedece a las implicaciones técnicas, sociales y contextuales del problema de investigación, es decir, para dar respuesta a cómo puede afectarse un rendimiento de construcción en la comuna No. 1 de Medellín, se debe realizar una recolección de datos, verificaciones físicas del entorno y comparación estructurada de los datos recolectados contra las experiencias documentadas de la misma situación que se presenten en esta zona o zonas similares, lo cual conectará directamente con el análisis de cómo afecta el entorno a una población en el ámbito del desarrollo constructivo. De esta manera la combinación de métodos permite comprender las afectaciones integralmente a los rendimientos desde las percepciones y experiencias y a su vez cuantificarlos por medio del análisis de datos técnicos y medibles.

3.1 Enfoque y alcance de la investigación

La presente investigación se enmarca en un enfoque de tipo explicativo, cuya elección obedece a que “su interés se centra en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta, o por qué se relacionan dos o más variables” (Hernández Sampieri, 2023). En este sentido, su aplicación resulta pertinente, dado que se orienta a identificar, analizar y explicar las afectaciones en los rendimientos de las construcciones civiles desarrolladas en zonas de difícil acceso y topografías diversas. El estudio se centra en el análisis de los factores de accesibilidad, las condiciones topográficas y las limitaciones logísticas que inciden en los rendimientos constructivos, así como en su impacto sobre la planificación, programación y costos de los proyectos, incorporando lineamientos basados en la metodología PMI para su gestión.

La investigación se desarrolla en la Comuna 1 del nororiente de Medellín, un territorio caracterizado por condiciones geográficas complejas, pendientes pronunciadas y restricciones de acceso que influyen directamente en la ejecución de obras civiles.

Asimismo, se analiza información correspondiente a proyectos ejecutados y en desarrollo durante el periodo comprendido entre [ajustar años], lo que permite contextualizar los resultados en condiciones recientes.

De acuerdo con lo anterior, el estudio permite establecer relaciones causales entre variables como las condiciones topográficas, los limitantes logísticos y las particularidades técnicas del entorno, y su incidencia en los rendimientos de las construcciones civiles.

3.2 Población y muestra

3.2.1 Definición de la población

Teniendo presente que el objetivo del proyecto es poder determinar cómo se afectan los rendimientos de las construcciones civiles en zonas de difícil acceso y topográficas adversas en la Comuna uno del Nororiente de Medellín y que el público objeto tal y como lo menciona, (Lobo, 2002) “es el conjunto de personas a las que va específicamente nuestra comunicación”, para esta investigación la muestra de estudio es: comunidad de la comuna uno del nororiente de Medellín, las empresas constructoras, residentes, operarios, ingenieros civiles y ambientales, inspectores, topógrafos, trabajadores sociales que se dediquen al desarrollo urbano en la zona Nororiental, que involucre mano de obra, maquinaria y materiales de la construcción para este fin.

3.2.2 Cálculo y selección de la muestra

INSTRUMENTO	TIPO MUESTREO	TAMAÑO DE LA MUESTRA	CRITERIOS DE INCLUSIÓN	CRITERIOS DE EXCLUSIÓN
Entrevista Semiestructurada	No probabilístico: El objetivo no es la	Saturación de información: El número de entrevistas se	-Personas mayores de 18 años	Personas menores de edad Habitantes sin relación directa

	generalización estadística de los resultados, sino la profundización y comprensión cualitativa	definió a partir del criterio de saturación teórica, alcanzándose cuando la información recolectada resultó reiterativa y suficiente para el análisis	-Habitantes de la Comuna No. 1 de Medellín Personas que: -Hayan participado en actividades de construcción civil, formales o informales -Desempeñen roles como maestro de obra, ayudante, oficial, residente de obra o técnico Experiencia mínima de 1 año en actividades relacionadas con construcción u obras civiles en la zona Conocimiento directo de las condiciones topográficas del territorio	con actividades de construcción Personas que no aceptaran participar voluntariamente Entrevistados que no autorizan el registro de la información Personas con experiencia exclusivamente fuera de la Comuna No. 1
Revisión y análisis de bases de datos de proyectos civiles	muestreo no probabilístico por conveniencia y pertinencia, seleccionando documentos y bases de datos que cumplieran criterios técnicos y territoriales específicos.	El tamaño de la muestra documental estuvo determinado por la disponibilidad, pertinencia y relevancia de los registros técnicos relacionados con proyectos civiles en la zona de estudio.	-Proyectos ubicados en la Comuna No. 1 – Popular -Información técnica verificable -Datos relacionados con obras civiles en terrenos de ladera	-Proyectos fuera del área de estudio -Registros incompletos o no verificables -Información sin relación con rendimientos o condiciones topográficas
Informe etnográfico	muestreo no probabilístico de tipo observacional, centrado en zonas representativas del territorio.	Las áreas seleccionadas para la elaboración del informe etnográfico respondieron a criterios de representatividad topográfica y accesibilidad, priorizando sectores con condiciones de ladera relevantes para el análisis.	-Sectores con pendientes pronunciadas -Zonas con intervenciones constructivas visibles -Áreas con antecedentes de modificaciones del terreno	Únicamente se observó la ubicación relacionada.

Tabla 1 Cálculo y selección de la muestra, Fuente: elaboración propia

3.3 Instrumento(s)

Una vez analizados los pilares bases para la selección de los instrumentos de recolección de datos, los cuales se basan, en la rigurosidad, ética y visión de la información, los instrumentos correctos que soporta la pregunta investigativa son: la recolección de datos mediante experiencias como entrevistas semiestructuradas, búsqueda de información en base de datos de obras ejecutadas en el sector, informe etnográfico del entorno.

Por lo anterior, los instrumentos de recolección datos seleccionados que dio respuesta a la investigación se detallan a continuación:

1. Entrevistas semiestructuradas dirigidas población que habita y desarrolla actividades de construcción en la comuna No. 1 de Medellín con preguntas estratégicas con el fin de determinar las problemáticas en un ámbito de desarrollo urbanístico.
2. Revisión y análisis de bases de datos de proyectos civiles con similitudes al objeto de investigación.
3. Mediante la Visualización del entorno y comparación de datos se pudo generar un informe etnográfico de las diferencias topográficas más representativas de la zona, realizando una pequeña comparación a un punto medio de Medellín donde se explique de forma objetiva en cómo es el comportamiento de los factores y elementos que inciden en el desarrollo de una obra civil.

3.4 Descripción de procedimientos

Para la investigación desarrollada, se definió y aplicó un procedimiento metodológico cualitativo que permitió definir cuáles serían los instrumentos de recolección de información más adecuados. En este sentido, en la siguiente tabla, se describen las fases del procedimiento, los instrumentos empleados y las actividades desarrolladas en cada etapa que partieron realizar el

análisis de las condiciones territoriales, topográficas y operativas que inciden en los rendimientos de las construcciones civiles en la zona de estudio.

Instrumentos	Entrevistas con preguntas abiertas a la población que habita y desarrolla actividades de construcción en la comuna No. 1 de Medellín.	Revisión y análisis del software Proyecto de algunos proyectos civiles.	Informe etnográfico de las diferencias topográficas más representativas de la zona
Fase de procedimiento			
Preparación y planificación	<p>Elaboración de la guía para identificar problemáticas del desarrollo urbanístico.</p> <p>Eje temático:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Condiciones territoriales -Impacto de construcción -Productividad -Percepción social <p>La entrevista consta de las siguientes preguntas:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ¿Cómo describiría las condiciones de terreno/topográficas? 2. ¿Qué afectaciones ha tenido el acceso a la comuna? 3. ¿Qué tipo de obras se han realizado en el sector? 4. ¿Considera que las obras de la comuna comparadas con otros sectores de Medellín demoran el mismo tiempo? 5. ¿Considera que las condiciones geográficas y climáticas han afectado el rendimiento? 6. ¿Qué beneficios o afectaciones han traído las obras ejecutadas? 	<p>Identificación y contacto de empresas para obtener permisos de acceso a información de los cronogramas e información relevante para la investigación.</p>	<p>Tomar nota de aspectos que se deban analizar en el sector.</p> <p>Revisión de documentación de experiencias de obras civiles en zonas estables o con otras características en Medellín.</p>

Trabajo de campo	Aplicación de entrevistas semiestructuradas comunidad de la comuna uno del nororiente de Medellín, las empresas constructoras, residentes, operarios, ingenieros civiles y ambientales, inspectores, topógrafos, trabajadores sociales que se dediquen al desarrollo urbano.	Revisión del software Project, con el fin de extraer la información relevante de tiempos, afectaciones, observaciones topográficas y productividad.	Realizar recorridos por el sector, para tomar fotografías, notas descriptivas y coordenadas que den cuenta de lo investigado.
Sistematización y análisis	Sistematización de entrevistas, identificación de aspectos relacionados.	Análisis de la información recolectada.	Análisis de lo obtenido y comparativo con la documentación de zonas de puntos medios en Medellín para realizar el informe etnográfico.

Tabla 2 Descripción de procedimientos, Fuente: Creación propia

3.5 Análisis de información

Las unidades de análisis de la presente investigación son, las respuestas obtenidas en las entrevistas semiestructuradas, tal y como expresa, (Hernández, 2016) “La estadística, en general, estudia los métodos empleados en la recolección, organización, resumen, análisis e interpretación de datos, con el fin de obtener validez en las conclusiones y tomar decisiones de manera razonable y efectiva”.

Teniendo en cuenta la información anterior, para poder garantizar el análisis de la información en el proyecto de investigación, los datos obtenidos fueron organizados y sistematizados mediante el uso de Microsoft EXCEL, lo que permitió estructurar, clasificar y analizar la información recolectada a continuación, se detalla la implementación de este programa y la interacción con la recolección de la información.

Microsoft EXCEL: Este programa, nos ayudó a realizar la organización y tabulación de datos, así como, la creación de gráficas comparativas que permitan realizar un correcto análisis de la información, así mismo, nos permitió, crear matrices y bases de datos, para poder cargar información en Software alternos de ser necesario.

3.5.1 Análisis de Datos

Teniendo presente que el planteamiento de la investigación no es la generalización estadística de los resultados, sino el entendimiento y el análisis de las afectaciones en los rendimientos de las construcciones civiles en contextos específicos, la investigación se desarrolló bajo un enfoque cualitativo, en la cual se priorizó la interpretación de las dinámicas operativas, logísticas y humanas que inciden en los procesos constructivos en zonas de difícil acceso y condiciones topográficas adversas en la comuna 1 del nororiente de Medellín.

Por lo descrito de forma anterior, las técnicas de recolección de información utilizadas y empleadas para obtención de los datos, bajo una metodología cualitativa, que permitieron un acercamiento directo al contexto de estudio fueron las siguientes:

- **Observación directa en campo:** Se verifico el entorno y las zonas en donde se desenvuelve la investigación, documentando, las condiciones reales en las cuales se ejecutan las construcciones civiles en la comuna 1 del Nororiente de Medellín, verificando accesibilidad, pendientes del terreno, métodos de transporte de materiales y adaptaciones en los procesos.
- **Entrevistas semiestructuradas:** Se realizo entrevistas aplicadas a actores claves como, maestros de obra, oficiales de obra, ayudantes de obra, operarios o conductores de volqueta, dueños de almacenes relacionados con la venta de insumos para la construcción y cualquier otra persona que tuviera relacionada con el ambiente y objeto investigativo, con el fin de recoger percepciones, experiencias y criterios técnicos sobre las dificultades que afectan los rendimientos en las construcciones civiles la Comuna 1 del Nororiente de Medellín, lo que permitió identificar patrones recurrentes en las limitaciones operativas.

3.5.1.1 Métodos de análisis cualitativo

Para el poder realizar un análisis de la información de forma cualitativa se desarrollaron técnicas de interpretación cualitativa, orientadas a identificar patrones, relaciones y categorización de situaciones similares, lo que nos permitió analizar la información una vez organizada, codificada y clasificada en categorías temáticas, tales como:

- Condiciones de acceso
- Características topográficas
- Impacto en tiempos de ejecución

De igual forma se realizó la codificación temática de cada respuesta identificando unidades de significado y similitudes dentro de las respuestas de los entrevistados, que de forma posterior se agruparon dentro de categorías que permitieran explicar las afectaciones en los rendimientos.

Por último, se realiza una triangulación y contraste de la información con de los datos obtenidos mediante, observación, entrevistas y registros de campo, con el fin de aumentar la validez del análisis y asegurar una interpretación más robusta.

3.6 Consideraciones éticas

En las investigaciones donde la recolección de datos es un elemento fundamental, la confianza en el proceso investigativo depende del uso de fuentes de datos confiables. En este caso, dichas fuentes se traducen en empresas, personas e información documentada, obtenida a partir de experiencias previas y estrategias de recolección con estructuras sólidas. Por lo tanto, es indispensable garantizar el respeto, integridad, transparencia, confidencialidad y el tratamiento ético de la información recopilada.

El respaldo de las consideraciones éticas en esta investigación tiene como objetivo brindar seguridad a las fuentes consultadas, garantizando el respeto por sus derechos y la protección de la información suministrada. Este compromiso se encuentra amparado en la legalidad colombiana, estableciendo lineamientos claros para el tratamiento de datos personales.

3.6.1 Análisis de consideraciones éticas

1. Ley 1581 de 2012: Define las normas generales para la protección de datos personales, garantizando el derecho constitucional a conocer, actualizar y rectificar la información personal. Establece principios como legalidad, finalidad, libertad, veracidad, transparencia, seguridad, entre otros, aplicables al manejo de bases de datos tanto de entidades públicas como privadas.

2. Decreto 1377 de 2013: Reglamenta aspectos específicos de la Ley 1581 de 2012, detallando cómo se deben cumplir las normas para garantizar la protección del derecho al habeas data.

3. Artículo 15 de la Constitución Política de Colombia: Consagra el derecho fundamental a la intimidad y a la protección de datos personales.

Así mismo, para las interacciones de forma personal con las fuentes, se contemplan las siguientes consideraciones éticas:

1. Consentimiento informado: se debe explicar de forma clara el ejercicio de recolección y su finalidad, uso de datos y el derecho a retirarse en cualquier momento. Para solicitar el consentimiento verbal o escrito de cada participante del cual se obtendrá información relacionada con la investigación.

2. Confidencialidad: la identidad de los participantes que deseen reservar sus datos será protegida mediante códigos o seudónimos, si se requiere; de igual manera la información recolectada será utilizada exclusivamente para fines investigativos del mencionado tema.

3. Respeto: la recolección de datos evitará cualquier forma de discriminación, estigmatización hacia los actores locales, manteniendo una actitud de respeto frente a territorio y sus dinámicas sociales y culturales de la población muestra.

4. Uso de la información: al permitirse el acceso por parte de las entidades responsables a documentos técnicos/software/cronogramas, el uso de la información será únicamente para los fines académicos expresados, así mismo, se instaure el compromiso de no divulgar información sensible.

5. Evitación de afectaciones: se tomarán medidas anticipadas para evitar riesgos físicos y emocionales a los participantes. Así mismo, las visitas de campo se realizan con las precauciones de seguridad y respeto por el territorio.

6. Devolución de resultados: con el fin de conservar la transparencia dentro del proceso investigativo, se compromete a realizar una devolución pública a los actores locales de los resultados generales de la investigación, así mismo, con los hallazgos se pretende promover la planificación urbana responsable y eficiente.

De igual forma, si los datos utilizados en esta investigación proceden de libros, artículos, investigaciones o cualquier documento registrado o no registrado, se deben tener en cuenta las disposiciones legales relacionadas con los derechos de autor en Colombia:

- Ley 23 de 1982: Es la ley fundamental sobre derechos de autor en Colombia, expedida el 28 de enero de 1982. Establece la protección legal de obras intelectuales y su regulación de difusión por terceros.
- Ley 44 de 1993: Modifica y adiciona la Ley 23 de 1982. Amplía el alcance de la protección de derechos de autor y fortalece las garantías para sus creadores.

3.6.2 Instrumentos de aceptación y autorización

La autorización de consentimiento y aceptación de participación del proyecto de investigación se presenta en el Anexo No. 2.

4 RESULTADOS

El análisis de los datos obtenidos permitió evidenciar una relación directa entre las condiciones del entorno y cualidades del entorno y la disminución de los rendimientos en las actividades constructivas, según la percepción de los actores involucrados. Teniendo en cuenta los resultados obtenidos se realizan los análisis en donde se identifican y muestran que los factores externos, particularmente aquellos asociados a la accesibilidad y la topografía, inciden de manera significativa en la eficiencia operativa de los proyectos de construcción civil.

4.1 Factores de accesibilidad, entorno y topografía que afectan los rendimientos constructivos y su impacto en la planificación, programación y costos de los proyectos

A partir de la aplicación de entrevistas semiestructuradas, a los actores vinculados al sector de la construcción, complementadas con la revisión de bases de datos de proyectos civiles y un análisis etnográfico del territorio, se estructuró un proceso integral de recolección de información que permitió identificar y analizar los factores que inciden en los rendimientos constructivos en zonas de difícil acceso.

La información obtenida fue sometida a un proceso de codificación y categorización temática, lo que permitió identificar patrones recurrentes asociados a condiciones de accesibilidad y topografía, limitaciones en el transporte de materiales, percepción de los rendimientos y factores de riesgo del entorno. En este sentido, se evidenció que las características físicas del territorio, particularmente la presencia de pendientes pronunciadas, calles estrechas y escaleras, configuran un entorno que limita significativamente la accesibilidad, restringiendo el uso de maquinaria y vehículos y condicionando los métodos constructivos.

En relación con la recurrencia de estas condiciones, el análisis de frecuencia permitió establecer tendencias claras en las afectaciones que identificaron, tal como se presenta en la Tabla 3, Análisis de frecuencia, las dificultades en el transporte de materiales emergen como la principal problemática, concentrando la mayor proporción de las respuestas, esta tendencia se ve

respaldada por la Ilustración 1. Frecuencia de incidencia y la Ilustración 2. Distribución de incidencia, donde se evidencia la concentración de las afectaciones en variables directamente asociadas a la accesibilidad.

Categoría	Frecuencia en entrevistas	% Aproximado	Afectación directa o indirecta en rendimientos de ejecución de obra
Dificultad en el transporte	15	50%	Directa
No caben carros grandes	7	23%	Directa
No entran carros/motos	6	20%	Directa
Accidentes	1	3%	Directa
Otros	1	3%	Indirecta

Tabla 3 Análisis de frecuencia, Fuente: elaboración propia

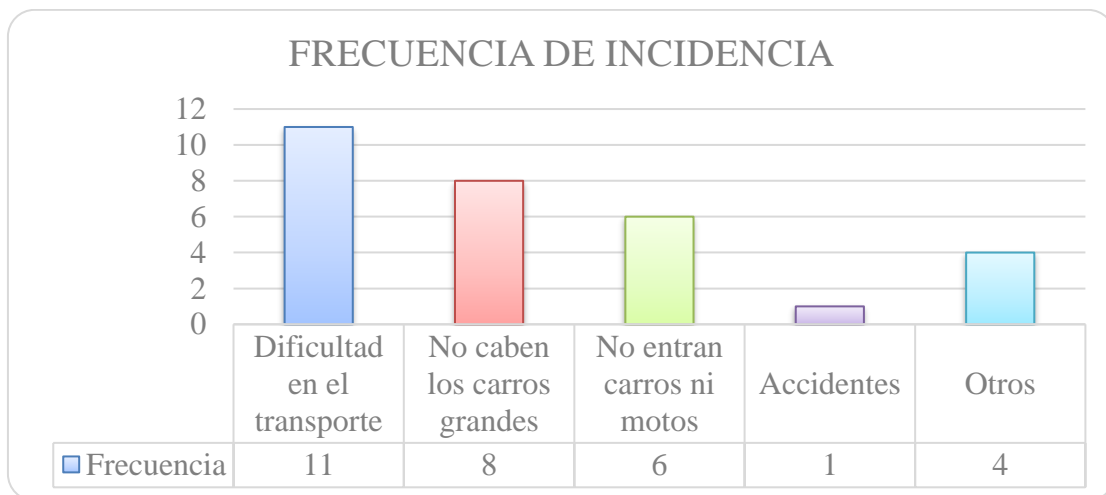


Ilustración 1 Frecuencia de incidencia, Fuente Elaboración propia

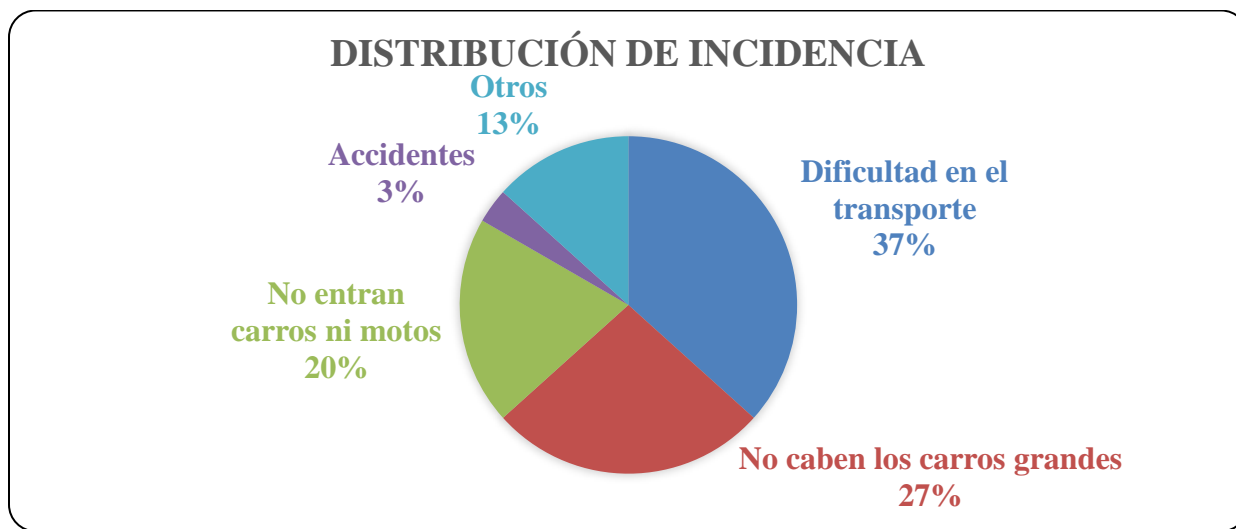


Ilustración 2 Distribución de incidencia, Fuente elaboración propia

Más allá del valor porcentual, estos resultados permiten interpretar que la limitación en el transporte de materiales constituye un factor estructural dentro del proceso constructivo, en tanto condiciona la logística de abastecimiento y obliga a recurrir a sistemas de acarreo manual o alternativo. Esta situación genera ineficiencias acumulativas que afectan no solo actividades específicas, sino el desarrollo general de la obra.

De manera complementaria, las restricciones en el acceso vehicular, incluyendo la imposibilidad de ingreso de vehículos de gran tamaño y la limitación total para carros y motocicletas, refuerzan la idea de que la accesibilidad no es un factor aislado, sino un elemento transversal que condiciona la ejecución de los proyectos en estos contextos.

Asimismo, la categorización asociada a la percepción de los rendimientos permitió identificar una tendencia generalizada entre los actores entrevistados, quienes coinciden en que las actividades constructivas en estas zonas presentan mayores tiempos de ejecución. Esta percepción no solo refleja una experiencia compartida, sino que evidencia una disminución en la eficiencia de los procesos constructivos, lo cual se ve representado en la Ilustración 3, Impacto a rendimientos de construcciones civiles, donde predominan las afectaciones directas sobre la ejecución de obra.

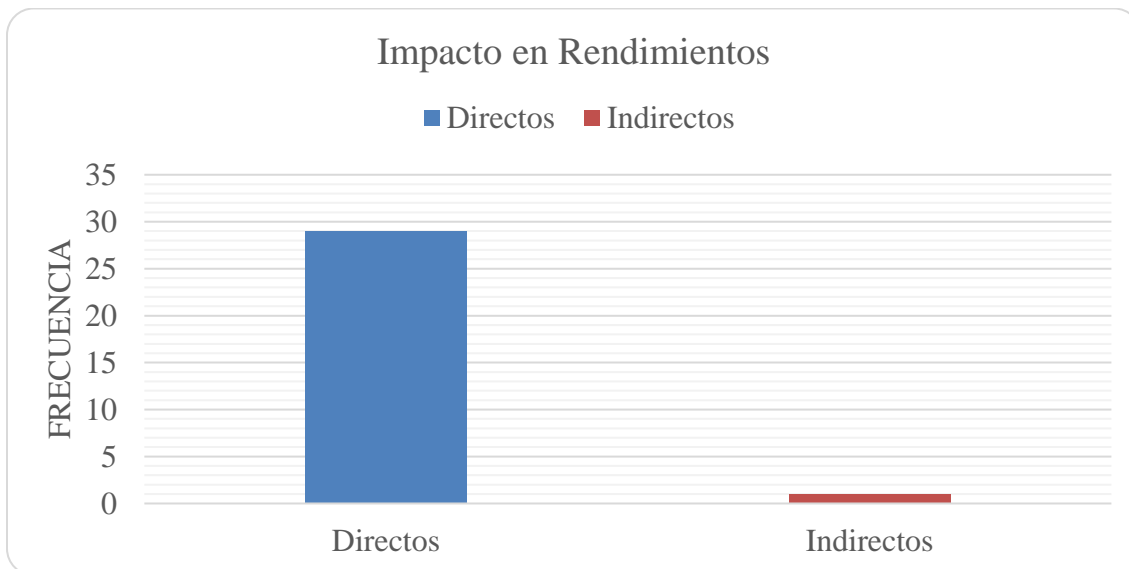


Ilustración 3 Impacto a rendimientos de construcciones civiles. Fuente: Elaboración propia

Por otra parte, los factores de riesgo identificados, como accidentes y dificultades en la movilidad, aunque con menor recurrencia, permiten reconocer que las condiciones del entorno también inciden en la seguridad y estabilidad de la ejecución, introduciendo variabilidad en los rendimientos y posibles interrupciones en las actividades.

En coherencia con lo anterior, el análisis etnográfico, permitió validar estos hallazgos desde la observación directa del territorio, particularmente en la Comuna 1 del Nororiente de Medellín, donde predominan condiciones topográficas complejas, accesos restringidos y una alta variabilidad morfológica. En contraste, zonas con mejores condiciones de accesibilidad presentan una mayor utilización de medios mecanizados, una logística más eficiente y mayor estabilidad en los tiempos de ejecución, lo que evidencia diferencias significativas en los niveles de productividad. Ver Anexo No. 5

A partir de la integración de estos resultados, se establece que los factores de accesibilidad, entorno y topografía actúan de manera interrelacionada, configurando un sistema de condiciones que afecta de forma integral el desempeño de los proyectos constructivos. En consecuencia, se identifica que la planificación de obras en estos contextos, cuando se realiza bajo parámetros convencionales, tiende a subestimar las condiciones reales del territorio,

generando desviaciones en los cronogramas, incrementos en los costos y dificultades en la ejecución.

Finalmente, se concluye que la incorporación de variables asociadas a la accesibilidad, el transporte de materiales y las condiciones topográficas en la etapa de planificación resulta fundamental para mejorar la precisión en la estimación de los rendimientos y optimizar la gestión de los proyectos en zonas de difícil acceso.

4.2 Definición de lineamientos, bajo la metodología PMI para la optimización de la planificación y gestión de los rendimientos en construcciones civiles en zonas de difícil acceso y topografía diversa.

A partir de los resultados obtenidos en el numeral 4.1, en los cuales se evidenció que las principales afectaciones en los rendimientos constructivos están asociadas a las condiciones de accesibilidad, las limitaciones en el transporte de materiales y la complejidad topográfica del entorno, se establecen los siguientes lineamientos orientados a optimizar la planificación y gestión de proyectos en zonas de difícil acceso.

En este sentido, la adopción de la metodología del Project Management Institute (PMI) permite estructurar estos lineamientos bajo un enfoque de gestión integral, articulando principalmente las áreas de conocimiento de alcance, cronograma y costos, con el fin de responder a las condiciones reales del territorio y reducir las desviaciones identificadas en la ejecución de los proyectos.

En este sentido, se establece la necesidad de incorporar un análisis previo de accesibilidad y entorno como parte fundamental de la fase de planificación. Este lineamiento responde a la subestimación de las condiciones del terreno evidenciada en el numeral anterior, por lo cual se propone la implementación de matrices de evaluación que permitan clasificar los niveles de dificultad logística de las zonas de intervención, considerando variables como pendiente, tipo de acceso, restricciones de movilidad y condiciones del entorno.

Así mismo, se plantea el ajuste de los rendimientos de obra mediante factores de corrección, con el objetivo de adaptar las estimaciones de tiempo y costo a las condiciones reales del territorio. Este lineamiento se fundamenta en la variabilidad de los tiempos de ejecución identificada en las entrevistas, donde se evidenció que las actividades constructivas presentan mayores duraciones en contextos de difícil acceso, lo que hace necesario superar el uso de parámetros estándar en la planificación.

Con los análisis del entorno, se propone la estructuración de un modelo de planificación logística adaptado, que permita optimizar el transporte de materiales en condiciones de accesibilidad restringida. En este sentido, se recomienda la definición de estrategias como el uso de puntos de acopio intermedios, la implementación de sistemas alternativos de transporte, la utilización de equipos de menor capacidad y la programación escalonada del suministro de materiales, en respuesta a las limitaciones identificadas en el proceso constructivo.

De igual manera, se establece la necesidad de diseñar cronogramas adaptativos, que contemplen escenarios de variación asociados a factores topográficos, logísticos y operativos. La incorporación de holguras estratégicas y mecanismos de ajuste permite mejorar la flexibilidad en la ejecución de los proyectos y reducir el impacto de imprevistos derivados de las condiciones del entorno.

Por otra parte, se identifica la importancia de integrar mano de obra local en los procesos constructivos, considerando que el conocimiento empírico del territorio facilita la adaptación de las actividades a las condiciones del entorno y contribuye a la optimización de los recursos. Este lineamiento permite articular el conocimiento técnico con las prácticas constructivas locales, mejorando la eficiencia en la ejecución.

Finalmente, se propone la construcción de líneas base de productividad específicas para zonas de difícil acceso, a partir de experiencias previas y del análisis de proyectos ejecutados en contextos similares. Este enfoque permite establecer referentes más realistas para la planificación, fortaleciendo la estimación de tiempos, costos y recursos, y contribuyendo a una gestión más precisa de los proyectos.

En conjunto, estos lineamientos permiten evidenciar que la optimización de la planificación y gestión de los rendimientos en construcciones civiles en zonas de difícil acceso requiere un enfoque adaptativo, en el cual las decisiones se fundamenten en las condiciones reales del territorio, superando los esquemas tradicionales de planificación y promoviendo una gestión más eficiente, contextualizada y sostenible de los proyectos.

5 DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en la presente investigación permiten establecer una relación directa entre los factores territoriales y los rendimientos de las construcciones civiles, en contextos de alta complejidad, particularmente en zonas de difícil acceso y topografía diversa como los lo que se pueden observar en la Comuna 1 del nororiente de Medellín. En este sentido, el análisis desarrollado derivado de la investigación realizada se articula con la literatura existente, permitiendo no solo validar planteamientos teóricos previos, sino también aportar una perspectiva aplicada desde la gerencia de proyectos.

Los hallazgos que se obtuvieron evidencian que la accesibilidad limitada, las pendientes pronunciadas y las restricciones logísticas inciden de manera directa en la eficiencia operativa de los proyectos, generando variaciones significativas en los tiempos de ejecución y en los costos asociados. Este resultado es coherente con lo planteado por diversos autores que señalan que los rendimientos de obra están condicionados por factores del entorno físico, tales como la topografía, la geotecnia y las condiciones de acceso (Serpell, 2002; Halpin & Woodhead, 1998).

En este contexto, es importante destacar que la presente investigación reafirma la idea de que la topografía no constituye únicamente una variable física, sino un elemento estructurante que condiciona la planificación y ejecución de los proyectos. De acuerdo con Kerzner (2017), en entornos caracterizados por alta incertidumbre y variabilidad, los enfoques tradicionales de planificación resultan insuficientes, siendo necesario adoptar metodologías flexibles que permitan responder a cambios constantes en el entorno. Los resultados obtenidos corroboran esta afirmación, evidenciando que en la Comuna 1 del nororiente de Medellín, los proyectos requieren ajustes permanentes en cronogramas, métodos constructivos y asignación de recursos, lo que repercute directamente en los rendimientos.

Por otra parte, los resultados obtenidos y que están relacionados con la accesibilidad permiten establecer una correspondencia directa con los planteamientos de Polanco Sánchez (2009), quien sostiene que la organización logística del sitio de obra es un factor determinante en la productividad. Por lo tanto, la investigación evidencia que las limitaciones en el acceso al sitio

generan incrementos en los tiempos de acarreo, restringen el uso de maquinaria pesada y obligan a una mayor dependencia de procesos manuales. En consecuencia, estas condiciones impactan negativamente los rendimientos de la mano de obra y aumentan los costos operativos, lo cual coincide con estudios realizados en contextos similares en América Latina.

Adicionalmente, los resultados permiten evidenciar la importancia de analizar los rendimientos de obra desde un enfoque integral que articule variables técnicas, logísticas, normativas y de gestión. En concordancia con lo establecido por el Project Management Institute (PMI, 2021), la gestión de proyectos debe contemplar áreas de conocimiento como el alcance, el cronograma, los costos y los riesgos, las cuales se ven directamente influenciadas por las condiciones del entorno. En este sentido, la investigación demuestra que las afectaciones en los rendimientos no pueden atribuirse a un único factor, sino que responden a la interacción de múltiples variables que configuran un sistema complejo.

En relación con el marco normativo, los hallazgos del estudio confirman que las disposiciones legales y técnicas influyen significativamente en los rendimientos de las construcciones civiles. El cumplimiento de normativas como la Ley 388 de 1997, la Ley 400 de 1997 y la NSR-10 implica la implementación de procesos constructivos más rigurosos, así como la realización de estudios técnicos adicionales y la adopción de medidas de control más estrictas. Si bien estas exigencias contribuyen a garantizar la seguridad estructural y la calidad de las obras, también generan impactos en los tiempos de ejecución y en los costos, lo cual coincide con lo planteado en estudios previos sobre la incidencia del marco normativo en la productividad del sector construcción.

De igual forma, los resultados ponen de manifiesto la influencia de los factores sociales y urbanos en la ejecución de proyectos de infraestructura. En particular, la ocupación informal del territorio, la alta densidad poblacional y la limitada planificación urbana generan condiciones que dificultan la implementación de soluciones constructivas eficientes. Este hallazgo se alinea con los planteamientos de la CEPAL (2019) y ONU-Hábitat (2020), quienes destacan que la expansión urbana no planificada en América Latina ha derivado en territorios con alta

vulnerabilidad y limitaciones en la provisión de infraestructura, lo que incrementa la complejidad de los proyectos de construcción.

Desde una perspectiva crítica, se identifica que, aunque la literatura reconoce ampliamente la incidencia de los factores topográficos y logísticos en los rendimientos de obra, existe una limitada integración de estos elementos dentro de marcos estructurados de gerencia de proyectos, como la metodología PMI. En este sentido, uno de los principales aportes de la presente investigación radica en la articulación entre las condiciones territoriales y los procesos de gestión, proponiendo una estrategia que permite abordar de manera sistemática las afectaciones en los rendimientos.

En consecuencia, la estrategia desarrollada en el marco de esta investigación incorpora herramientas de planificación, análisis de riesgos y gestión adaptativa que responden a las particularidades del entorno. A diferencia de enfoques tradicionales, que suelen asumir condiciones homogéneas de ejecución, esta propuesta reconoce la variabilidad del territorio y plantea mecanismos para anticipar y gestionar las desviaciones en los rendimientos. Este enfoque se alinea con lo planteado por el Project Management Institute (PMI, 2021), que resalta la importancia de la gestión integral del alcance, cronograma, costos y riesgos en contextos de incertidumbre, así como con Kerzner (2017), quien destaca la necesidad de enfoques flexibles en entornos complejos. De este modo, se contribuye a mejorar la toma de decisiones y a optimizar el uso de los recursos en proyectos desarrollados en contextos de alta complejidad territorial.

En cuanto al impacto del estudio, es posible afirmar que sus resultados tienen implicaciones relevantes tanto en el ámbito académico como en el profesional. Desde la perspectiva académica, la investigación amplía el conocimiento existente sobre la relación entre complejidad territorial y rendimientos constructivos, aportando evidencia empírica en un contexto específico. Desde el ámbito profesional, los lineamientos propuestos constituyen una herramienta útil para la planificación y gestión de proyectos, especialmente en zonas con condiciones similares a las analizadas.

No obstante, es necesario reconocer las limitaciones del estudio. En primer lugar, el enfoque cualitativo adoptado, si bien permite una comprensión profunda del fenómeno, limita la

posibilidad de generalizar los resultados a otros contextos. En segundo lugar, la investigación se centra en un área geográfica específica, lo que implica que los hallazgos pueden estar influenciados por las particularidades del territorio. Sin embargo, estas limitaciones abren oportunidades para el desarrollo de futuras investigaciones.

En este sentido, se identifican diversas líneas de investigación que podrían derivarse del presente estudio, sugiriendo que el desarrollo de investigaciones de carácter cuantitativo permite medir de manera precisa el impacto de los factores topográficos y logísticos en los rendimientos de obra, mediante el uso de modelos estadísticos e indicadores de productividad, por lo cual resulta pertinente explorar la incorporación de herramientas tecnológicas, tales como el modelado de información de construcción (BIM) y los sistemas de información geográfica (SIG), en la gestión de proyectos en zonas de difícil acceso.

Es relevante profundizar en el análisis de los factores sociales que inciden en los rendimientos de obra, particularmente en contextos de informalidad urbana, donde las dinámicas comunitarias y territoriales desempeñan un papel fundamental.

Finalmente, se considera pertinente investigar la relación entre las políticas públicas de planificación urbana y la eficiencia en la ejecución de proyectos de infraestructura, con el objetivo de promover enfoques integrales que articulen la gerencia de proyectos con el ordenamiento territorial.

En conclusión, los resultados de la presente investigación confirman que los rendimientos de las construcciones civiles en zonas de difícil acceso y topografía diversa están determinados por la interacción de múltiples factores que incluyen condiciones físicas, logísticas, normativas y de gestión. La estrategia propuesta, basada en la metodología PMI, constituye un aporte significativo al campo de la gerencia de proyectos, al ofrecer herramientas conceptuales y prácticas para enfrentar los desafíos asociados a la ejecución de obras en contextos de alta complejidad territorial.

6 CONCLUSIONES

El desarrollo de la presente investigación permitió identificar que las condiciones de accesibilidad, topografía y entorno constituyen variables determinantes en la eficiencia de los rendimientos de las construcciones civiles desarrolladas en la Comuna 1 del nororiente de Medellín. La presencia de pendientes pronunciadas, accesos restringidos, calles estrechas y dificultades en el transporte de materiales y equipos genera afectaciones directas en la productividad de la mano de obra, incrementa los tiempos de ejecución y produce variaciones significativas en los costos de los proyectos. Estos factores no actúan de manera aislada, sino que interactúan con variables logísticas, sociales y normativas, configurando un entorno de alta complejidad que incide directamente en la planificación, los cronogramas y la gestión de los recursos.

Desde la perspectiva de la accesibilidad, se concluye que las limitaciones físicas del territorio restringen el uso de maquinaria pesada y obligan a la implementación de métodos constructivos no convencionales, así como a una mayor dependencia del acarreo manual de materiales. Esta situación introduce una alta variabilidad en los rendimientos de obra, dificultando la aplicación de parámetros estándar utilizados en la planificación tradicional y evidenciando la necesidad de ajustar las estimaciones de tiempo y costo a las condiciones reales del entorno. En consecuencia, el análisis previo del territorio se consolida como un elemento fundamental para comprender las afectaciones en la productividad y orientar la toma de decisiones en proyectos desarrollados en contextos de difícil acceso.

En respuesta a la pregunta de investigación, se concluye que una estrategia basada en la metodología del Project Management Institute (PMI), orientada al análisis anticipado de las condiciones de accesibilidad y entorno, al ajuste de los rendimientos mediante factores de corrección y a la implementación de una planificación logística adaptativa, permite analizar y gestionar de manera más eficiente las afectaciones en los rendimientos de las construcciones civiles desarrolladas en zonas de difícil acceso y topografía diversa. La integración de herramientas de gestión del alcance, cronograma, costos y riesgos facilita identificar

restricciones desde las fases iniciales del proyecto, reducir desviaciones durante la ejecución y fortalecer la toma de decisiones en contextos caracterizados por la incertidumbre y la variabilidad territorial.

Desde el enfoque de la gerencia de proyectos, la adaptación de los procesos de planificación y control a las particularidades del entorno se consolida como un factor clave para mejorar la eficiencia operativa. La estrategia propuesta demuestra que la incorporación de criterios territoriales y logísticos dentro de marcos estructurados de gestión contribuye a optimizar el uso de los recursos, mejorar la coherencia entre la planificación y la ejecución, y mitigar los impactos derivados de las condiciones topográficas y de accesibilidad. En este sentido, el estudio evidencia que la metodología PMI, aplicada de manera contextualizada, ofrece un marco sólido para afrontar los desafíos propios de los proyectos desarrollados en territorios con alta complejidad geográfica.

El principal aporte de esta investigación radica en la articulación entre las condiciones territoriales y los procesos formales de gerencia de proyectos, integrando variables físicas, logísticas y normativas dentro de una estrategia estructurada para la gestión de los rendimientos de obra. A diferencia de enfoques tradicionales que asumen condiciones homogéneas de ejecución, el presente estudio aporta una visión adaptativa que reconoce la variabilidad del territorio y propone lineamientos concretos para su incorporación en la planificación y gestión de proyectos de construcción, especialmente en zonas urbanas periféricas.

Si bien los hallazgos obtenidos se circunscriben a un contexto territorial específico y a un enfoque metodológico de carácter cualitativo, los resultados ofrecen insumos relevantes y transferibles para la planificación de proyectos de construcción en entornos con características similares. Las conclusiones alcanzadas permiten fortalecer el conocimiento existente sobre la relación entre complejidad territorial y rendimientos constructivos, y constituyen una base conceptual y práctica para futuras investigaciones orientadas a profundizar en el análisis cuantitativo de la productividad y en la incorporación de herramientas tecnológicas que potencien la gestión de proyectos en zonas de difícil acceso.

7 RECOMENDACIONES

Con base en los resultados obtenidos y las conclusiones alcanzadas, se plantean las siguientes recomendaciones:

Se recomienda que las entidades públicas y privadas involucradas en el desarrollo de proyectos de construcción en zonas de difícil acceso incorporen, desde las etapas iniciales de planificación, análisis detallados de las condiciones topográficas, logísticas y sociales del territorio. Este enfoque permitirá anticipar posibles afectaciones en los rendimientos y estructurar cronogramas y presupuestos más ajustados a la realidad del entorno.

Se sugiere la adopción de metodologías de gerencia de proyectos basadas en estándares internacionales, como PMI, adaptadas a las particularidades del contexto local. La implementación de herramientas de gestión del cronograma, análisis de riesgos y control de costos facilitará la toma de decisiones y permitirá mejorar la eficiencia en la ejecución de los proyectos.

Asimismo, se recomienda fortalecer la planificación logística de los proyectos, mediante el diseño de estrategias que optimicen el transporte de materiales, la organización del sitio de obra y el uso de recursos. En contextos de difícil acceso, resulta fundamental evaluar alternativas constructivas innovadoras que permitan reducir la dependencia de maquinaria pesada y mejorar la productividad.

De igual manera, se propone fomentar el uso de tecnologías digitales, como el modelado de información de construcción (BIM), sistemas de información geográfica (SIG) y herramientas de monitoreo en tiempo real, con el fin de mejorar la planificación, el seguimiento y el control de los proyectos. Estas tecnologías pueden contribuir a reducir la incertidumbre y optimizar la gestión de los recursos en entornos complejos.

Por otra parte, se recomienda fortalecer la articulación entre la planificación urbana y la gerencia de proyectos, promoviendo políticas públicas que mejoren la accesibilidad, la

infraestructura vial y las condiciones de habitabilidad en zonas periféricas. Esto permitirá no solo facilitar la ejecución de proyectos, sino también mejorar la calidad de vida de las comunidades.

Finalmente, se sugiere el desarrollo de futuras investigaciones que profundicen en el análisis cuantitativo de los rendimientos de obra en zonas de difícil acceso, así como estudios comparativos en diferentes contextos territoriales. Estas investigaciones permitirán ampliar el conocimiento existente y contribuir al desarrollo de estrategias más eficientes y sostenibles en el sector de la construcción.

Referencias

- Alcaldía de Medellín. (2014). Acuerdo 48 de 2014 – Plan de Ordenamiento Territorial (POT).
<https://www.medellin.gov.co>
- Área Metropolitana del Valle de Aburrá. (s.f.). Estudios territoriales y de riesgo.
<https://www.metropol.gov.co>
- Arteaga, A. (2020). Urban renewal of informal settlements through public space: The case of the North-Eastern Integral Urban Project (PUI). En *Resilient urban regeneration in informal settlements in the tropics* (pp. 83–99). Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-13-7307-7_5
- Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica (AIS). (2010). Reglamento colombiano de construcción sismo resistente NSR-10.
<https://www.idrd.gov.co/sitio/idrd/sites/default/files/imagenes/titulo-a-nsr-100.pdf>
- Banco Mundial. (2023). Managing urban spatial growth. Independent Evaluation Group.
<https://ieg.worldbankgroup.org/evaluations/managing-urban-spatial-growth>
- Banco Mundial. (2023, abril 3). Desarrollo urbano.
<https://www.bancomundial.org/es/topic/urbandevelopment/overview#1>
- Bernal Torres, C. A. (2022). Metodología de la investigación. Pearson Educación.
- Borja, J., & Castells, M. (1997). Local y global: La gestión de las ciudades en la era de la información. Taurus.
- Castro, J., & Aja, J. (2006). Tecnología y procesos constructivos en edificación. McGraw-Hill.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (s.f.). Desarrollo urbano y desigualdad en América Latina. Naciones Unidas. <https://www.cepal.org>
- Congreso de Colombia. (1997). Ley 388 de 1997.
<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=339>
- Congreso de Colombia. (1997). Ley 400 de 1997.
<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=421>
- Departamento Nacional de Planeación (DNP). (s.f.). Lineamientos para la planificación territorial y proyectos de infraestructura. <https://www.dnp.gov.co>
- Fracachan, O. P. (2024). Gestión de costos indirectos en proyectos de construcción. Imaginante.

- Gavina-Puerta, N., & Velasco-Canelas, W. (2025). Problemáticas territoriales derivadas de procesos de ocupación en la periferia urbana. *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 27(1), 85–105. <https://doi.org/10.14718/RevArq.2025.27.4840>
- Halpin, D. W., & Woodhead, R. W. (1998). *Construction management* (2nd ed.). John Wiley & Sons.
- Hammelman, C., & Saenz-Montoya, A. (2018). Territorializing the urban-rural border in Medellín, Colombia. *Journal of Latin American Geography*, 17(2), 27–56.
- Hernández Sampieri, R. (2023). *Metodología de la investigación Plus*. McGraw-Hill.
- Hernández, G. J. (2016). *Elementos básicos de estadística descriptiva*. Editorial Luis Amigó.
- Hoyos-Rincón, A., et al. (2025). Estudios de expansión urbana y complejidad territorial en Medellín. (Información editorial pendiente).
- Hoyos-Rincón, L. A., Jaramillo-Acero, M., Ochoa-Duque, J. J., Zuleta-Ruíz, F. B., Álvarez-Argaez, S. M., & Hoyos, I. (2025). Describing Medellín as a complex tropical high Andean urban system. *PLOS Complex Systems*, 2(5), e0000045. <https://doi.org/10.1371/journal.pcsy.0000045>
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC). (s.f.). Normas técnicas colombianas (NTC). <https://www.icontec.org>
- Instituto de Evaluación Independiente – Banco Mundial (IEG). (2026). Urban development and territorial equity. <https://ieg.worldbankgroup.org>
- Kerzner, H. (2017). *Project management: A systems approach to planning, scheduling, and controlling* (12th ed.). Wiley.
- Lobo, A. G. (2002). *Manual de planificación de medios*.
- Mahtta, R., et al. (2022). Urban land expansion. *npj Urban Sustainability*, 2(48), 1–11. <https://doi.org/10.1038/s42949-022-00048-y>
- Marín Herrera, C. A., Samper, J., & Henao, V. (2024). *The Medellín Practicum Studio*. Bonaventuriana Académica. Medellín Tours. (2025). *Las comunas y barrios de Medellín*. <https://es.medellin-tours.com/comunas-barrios-medellin/>
- Medellín, O. d. (2021). *Plan de desarrollo y lecciones aprendidas*.
- Ministerio de Comercio, Industria y Turismo (MINCIT). (s.f.). Política de calidad y normalización en Colombia. <https://www.mincit.gov.co>
- Project Management Institute (PMI). (2021). *Guía del PMBOK® (7ª ed.)*. <https://www.pmi.org>

- Rankin, K. (2009). Critical development studies and planning theory. *Planning Theory*, 8(3), 219–236.
- Rokem, J., & Boano, C. (2017). Urban marginality, informality and everyday politics in Medellín. *Urban Studies*, 54(2), 311–325.
- Samper, J. (2017). Eroded resilience. *Upland Journal*, 2(1), 1–24.
- Serpell, A. (2002). Administración de operaciones de construcción. Alfaomega.
- Solminihaç, H., & Thenoux, G. (2020). Gestión de la construcción. Ediciones UC.
- Sotomayor, L. (2021). Medellín's Integrated Urban Projects. Lincoln Institute of Land Policy.
- Thomas, H. R., & Sudhakumar, J. (2013). Construction productivity. *Journal of Construction Engineering and Management*.
- United Nations Department of Economic and Social Affairs. (2024). World urbanization prospects. <https://population.un.org/wup/>
- Universidad Nacional de Colombia. (s.f.). Investigaciones en productividad de la construcción. <https://www.unal.edu.co>
- Vaca, M. (2020, octubre 31). Crecimiento poblacional. <https://cepei.org/documents/crecimiento-poblacional-los-grandes-retos-de-las-ciudades/>
- Velandia Castillo, J. A. (2022). Estudio de rendimientos... Universidad Nacional de Colombia. <https://repositorio.unal.edu.co>
- World Resources Institute (WRI). (2023). Seven transformations for more equitable and sustainable cities.
- World Resources Institute (WRI). (2026). Urban mobility and infrastructure in developing cities. <https://www.wri.org>

Anexos

1. Anexo Matriz inventario documental

Item	Tipo de documento	Título del documento	Autor / Entidad	Año	Escala (Nac./Reg./Loc.)	Área / Ubicación	Tipo de información	Palabras clave	Relación con la investigación	Observaciones
1	Plan/Normativa	Plan de Ordenamiento Territorial	Alcaldía de Medellín	2014	Local	Medellín – Comuna 1	Normativa / Territorial	POT; amenazas; movilidad; uso de	Define modelo de ocupación, jerar	Documento vigente y con seguimiento SSEPOT.
2	Ficha territorial	Ficha de Caracterización Territorial	Alcaldía de Medellín / SiCiudadani	2024	Local	Comuna 1 – Popular	Geográfica / Social	pendiente; población; conectividad	Describe población, pendientes ur	Útil para delimitar barrios y nodos.
3	Informe de seguimiento	Sistema de Seguimiento y Evaluac	Departamento Administrativo de H	2024	Local	Medellín	Seguimiento / Indicadores POT	indicadores; monitoreo; riesgo; pl	Permite verificar avances y restric	Incluye tableros e informes anuales.
4	Marco legal	Ley 388 de 1997 (Ordenamiento T	Congreso de Colombia / Función P	1997	Nacional	Colombia	Normativa urbanística	ordenamiento territorial; alto ries	Instrumenta ordenamiento del su	Base legal para POT y actuaciones urbanísticas.
5	Marco legal	Ley 400 de 1997 (Construcciones	Congreso de Colombia / MinVivier	1997	Nacional	Colombia	Normativa técnica	sismo-resistencia; seguridad; dise	Requisitos mínimos de diseño, con	Aplica junto con NSR-10.
6	Reglamento técnico	NSR-10 – Reglamento Colombiano	Comisión Asesora Permanente / S	2010	Nacional	Colombia	Técnica / Geotecnia / Seguridad	NSR-10; Título H; geotecnia; lader	Títulos B, H, I, J – K impactan estud	Consultar títulos específicos según tipología.
7	Artículo científico	Describing Medellín as a complex	Hoyos-Rincón, L. A., et al. – PLOS	2025	Local/Regional	Medellín	Académica – Complejidad urbana	complejidad urbana; movilidad; h	Evidencia sobre tensiones entre es	Open access.
8	Working paper / caso	Medellín's Integrated Urban Proj	Lincoln Institute of Land Policy – S	2021	Local	Medellín (laderas)	Política urbana / Caso PUI	PUI; integración social; laderas; in	Analiza integración social-física y s	Útil para antecedentes de intervención.
9	Capítulo/libro	Medellín, Urban Renewal of Infor	Arteaga, A. – Springer	2020	Local	Medellín	Académico / Caso PUI	renovación urbana; informalidad;	Renovación en asentamientos info	Capítulo en volumen académico.
10	Artículo / planificación crítica	Territorializing the Urban-Rural Bo	Hammelman, C., & Saenz-Montoy	2018	Local/Regional	Medellín	Académico / Frontera urbano-rur	borde urbano-rural; territorializac	Analiza intervenciones y tensiones	Acceso JSTOR.
11	Tesis/Estudio de caso	Estudio de rendimientos y consum	Velandia Castillo, J. A. – Universid	2022	Nacional	Arauca	Técnica / Productividad	rendimientos; cimentación; acces	Relaciona accesibilidad e infraestr	Repositorio UNAL.
12	Trabajo de grado	Percepción de impactos ambiental	García Bolaños, D. – Universidad M	2019	Local	Bogotá (Chapinero)	Social / Ambiental	percepción social; impactos; const	Contextualiza afectaciones urbana	Base para componente cualitativo.
13	Evaluación multilateral	Managing Urban Spatial Growth (I	Independent Evaluation Group – V	2026	Global	Global / ALC	Política urbana / Gestión del creci	expansión urbana; gestión del sue	Relevancia de gestionar expansión	Informe de evaluación.
14	Informe global	World Urbanization Prospects – 20	UN DESA (Naciones Unidas)	2024	Global	Global	Demografía urbana / Proyecciones	urbanización; proyecciones; presi	Sustenta presión sobre infraestruc	Sitio oficial ONU.
15	Reporte sectorial	Digitalisation in Construction Rep	RICS – Royal Institution of Charter	2024	Global	Global	Sectorial / Productividad	digitalización; BIM; productividad;	Evidencia sobre adopción digital d	Útil para variable de digitalización.
16	Informe de observatorio	Seguimiento al POT de Medellín	Concejo de Medellín – Observator	2022	Local	Medellín	Seguimiento institucional	seguimiento POT; indicadores; con	Apoya lectura institucional de met	Serie de informes.
17	Compilación normativa	Compilación de disposiciones apli	Concejo de Medellín / ISVIMED	2014	Local	Medellín	Normativa / Mapas protocolariza	POT; cartografía; correcciones; rie	Acceso al texto consolidado y map	Documento compilado.
18	Estudio académico (web)	Lines of Medellín: Planning Policie	Columbia University – CASR	2016	Local	Medellín (Popular – Doce de Octubr	Caso / Cartografía histórica	asentamientos informales; laderas	Antecedentes sobre crecimiento e	Proyecto académico web.
19	Artículo académico	Eroded Resilience... Informal Settle	Samper, J. – UPLAND Journal	2017	Local	Medellín	Académico / Gobernanza y densifi	densificación; redes sociales; resil	Relación entre crecimiento inform	Acceso en repositorio.
20	Informe institucional	Estados financieros y gestión EPM	EPM – Empresas Públicas de Mede	2025	Regional	Valle de Aburrá	Gestión / Cobertura servicios	acueducto; alcantarillado; cobertur	Datos de clientes y expansión de s	Documento financiero público.
21	Nota sectorial	Inversión EPM para universalizaci	Caracol Radio (con datos EPM)	2025	Regional	Valle de Aburrá	Cobertura / Estrategias técnicas	universalización; redes aéreas; difi	Estrategias no convencionales (acu	Nota de prensa informativa.
22	Memorias participación	Memorias del proceso de participa	Concejo de Medellín	2015	Local	Medellín	Participación / Gobernanza	POT; participación; gobernanza ur	Contexto de construcción del POT	Publicación institucional.
23	Artículo científico	Problemáticas territoriales por ocu	Gavina-Puerta, N., & Velasco-Cane	2025	Regional	Medellín / Cochabamba	Comparativo / Periferias	periferia; informalidad; problemát	Comparativo de expansión no plan	Comparativo con DOI.
24	Libro / metodología	Designing Qualitative Research (7	Marshall, C., & Rossman, G. – SAG	2021	Global	Metodología	Metodología cualitativa	marco teórico; entrevistas; dise	Soporte metodológico para el dise	Texto base.
25	Estándar gestión proyectos	PMBOK® Guide (8th ed.)	Project Management Institute (PM	2025	Global	Gestión de proyectos	Estándar / Metodología	planificación; estimación; control;	Guía para planificación, control y e	Edición 2025.
26	Reglamento técnico (capítulo)	NSR-10 – Título J: Requisitos de pr	Comisión Asesora / SUIT	2010	Nacional	Colombia	Seguridad / Clasificación ocupacio	protección contra incendio; ocupa	Criterios que inciden en diseño/hic	Documento específico.
27	Política de normalización	Plan de adopción de Normas Técni	MINCIT – ICONTEC	2025	Nacional	Colombia	Normalización / Calidad	NTC; normalización; calidad; adop	Facilita acceso y adopción de NTC	Portal MINCIT.
28	Banco documental local	Cifras y Estadísticas por Comuna y	Alcaldía de Medellín – Centro Doc	2019	Local	Comuna 1 – Popular	Estadística local / Series	estadísticas; indicadores locales; c	Complementa la caracterización c	Banco de documentos.
29	Nota institucional	Insumos técnicos para revisión de	El Tiempo (comunicado Alcaldía d	2025	Local	Medellín	Diagnóstico / Insumos POT	revisión POT; diagnóstico; riesgos;	Señala publicación oficial de insur	Nota informativa.
30	Portal POT país	Colombia OT – Buscador de POT y	IGAC – Colombia OT	2026	Nacional	Colombia	Cartografía / POT nacionales	POT; cartografía; comparativos na	Referencia para contrastes metod	Plataforma IGAC.

2. Autorización de consentimiento y aceptación de participación del proyecto de investigación

AUTORIZACION DE CONSENTIMIENTO Y ACEPTACION DE PARTICIPACION DEL PROYECTO DE INVESTIGACION	
PROYECTO: Afectaciones en los rendimientos de las construcciones civiles en zonas de difícil acceso y topográficas adversas en la Comuna 1 del Nororiente de Medellín.	
IDENTIFICACIÓN DEL INVESTIGADOR/A	
Nombre del/la investigador/a:	Evelyn Uribe Ramírez Juan Camilo Ruiz Ubaque
Programa académico	Especialización en gerencia de proyectos
Institución:	Corporación Universitaria Minuto de Dios
Correo electrónico:	
Intención:	La presente investigación es realizada como trabajo de grado como requisito para optar al título de Especialista en Gerencia de Proyectos
INVITACIÓN A PARTICIPAR	
Usted ha sido invitado(a) a participar de manera voluntaria en una entrevista semiestructurada que hace parte del proyecto de investigación antes mencionado. Su participación es importante debido a su experiencia y relación con las actividades de construcción civil y el entorno territorial de la Comuna 1 del Nororiente de Medellín.	
OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN	
La presente investigación tiene como objetivo analizar las afectaciones en los rendimientos de las construcciones civiles que se desarrollan en zonas de difícil acceso y condiciones topográficas adversas , considerando factores técnicos, logísticos, normativos y territoriales propios de la Comuna 1 – Popular de Medellín.	
PROCEDIMIENTO DE PARTICIPACIÓN. Su participación consistirá en:	
Una entrevista semiestructurada Duración aproximada de 30 a 60 minutos Modalidad: <input type="checkbox"/> Presencial <input type="checkbox"/> Virtual <input type="checkbox"/> Telefónica No se realizarán preguntas que comprometan su integridad personal, laboral o legal.	
CARÁCTER VOLUNTARIO DE LA PARTICIPACIÓN	
Su participación en este estudio es totalmente voluntaria. Usted puede: <ul style="list-style-type: none"> • Negarse a responder cualquier pregunta • Retirarse de la entrevista en cualquier momento • Retirar su consentimiento sin que esto genere penalización o consecuencia alguna 	
CONFIDENCIALIDAD Y MANEJO DE LA INFORMACIÓN	
<ul style="list-style-type: none"> • La información recolectada será utilizada exclusivamente con fines académicos. • Sus datos personales no serán divulgados. • En los resultados del estudio se utilizarán códigos de identificación (por ejemplo: E1, E2, E3), garantizando su anonimato. 	
RIESGOS	BENEFICIOS
La participación en este estudio no implica riesgos físicos, psicológicos ni legales.	Aunque no recibirá un beneficio económico directo, su participación contribuirá al conocimiento académico sobre las condiciones de construcción en zonas de ladera y podrá servir como insumo para futuras mejoras en la planificación y ejecución de proyectos civiles en el territorio.
DECLARACIÓN DE CONSENTIMIENTO	
He leído (o se me ha explicado) la información contenida en este documento. Declaro que acepto voluntariamente participar en la entrevista y autorizo el uso de la información suministrada para fines académicos. SI NO	
DATOS DEL PARTICIPANTE	
<ul style="list-style-type: none"> • Nombre (opcional): _____ • Edad: _____ • Rol / actividad relacionada con la construcción: _____ • Firma: _____ • Fecha: ____ / ____ / ____ 	
FIRMA DEL INVESTIGADOR/A	
Nombre: _____	Nombre: _____
Firma: _____	Firma: _____
Fecha: ____ / ____ / ____	Fecha: ____ / ____ / ____

3. Anexo Entrevistas Semi estructurada.

Sujeto	Ocupación	Ubicación o Barrio	Pregunta No. 1	Pregunta No. 2	Pregunta No. 3	Pregunta No. 4	Pregunta No. 5	Pregunta No. 6
E1	Oficial de construcción	Santo domingo Savio No. 1	Empinando - Calle Estrecha	Dificultad en el transporte	Metro Cable, parques y Casas	Demoran mas	Si	Beneficios en la movilidad
E2	Dueño de Almacén de construcción	Santo domingo Savio No. 1	Calle estrecha	No caben los carros grandes	Metro Cable, parques y Casas	Demoran mas	Si	Bienestar y movilidad
E3	Ayudante de construcción	Santo domingo Savio No. 1	Calle estrecha	Dificultad en el transporte	Metro Cable, parques y Casas	Demoran mas	Si	Bienestar y movilidad
E4	Maestro de obra	Santo domingo Savio No. 1	Empinando - Calle Estrecha	Dificultad en el transporte	Metro Cable, parques y Casas	Demoran mas	Si	Bienestar y movilidad
E5	Conductor de volqueta	Santo domingo Savio No. 1	Empinando - Calle Estrecha	No caben los carros grandes	Metro Cable, parques y Casas	Demoran mas	Si	Bienestar y movilidad
E6	Profesional en salud y en el trabajo	Santo domingo Savio No. 1	Empinando - Calle Estrecha	Dificultad en el transporte	Metro Cable, parques y Casas	Demoran mas	Si	Bienestar y movilidad
E7	Oficial de construcción	Santo domingo Savio No. 1	Empinando - Calle Estrecha	Dificultad en el transporte	Metro Cable, parques y Casas	Demoran mas	Si	Bienestar y movilidad

Sujeto	Ocupación	Ubicación o Barrio	Pregunta No. 1	Pregunta No. 2	Pregunta No. 3	Pregunta No. 4	Pregunta No. 5	Pregunta No. 6
E8	Ayudante de construcción	Santo domingo Savio No. 1	Empinando - Calle Estrecha	Accidentes	Metro Cable, parques y Casas	Es igual	Si	Bienestar y movilidad
E9	Supervisor de obra	Santo domingo Savio No. 1	Empinando - Calle Estrecha	Dificultad en el transporte	Metro Cable, parques y Casas	Demoran mas	Si	Bienestar y movilidad
E10	Conductor de volqueta	Santo domingo Savio No. 1	Empinando - Calle Estrecha	No caben los carros grandes	Metro Cable, parques y Casas	Demoran mas	Si	Bienestar y movilidad
E11	Profesional en salud y en el trabajo	Santo domingo Savio No. 2	Calle estrecha	No caben los carros grandes	Metro Cable, parques y Casas	Demoran mas	Si	Bienestar y movilidad
E12	Maestro de obra	Santo domingo Savio No. 2	Empinando - Calle Estrecha	Dificultad en el transporte	Metro Cable, parques y Casas	Demoran mas	Si	Bienestar y movilidad
E13	Ayudante de construcción	Santo domingo Savio No. 2	Empinando - Calle Estrecha	Dificultad en el transporte	Metro Cable, parques y Casas	Demoran mas	Si	Bienestar y movilidad
E14	Maestro de obra	Santo domingo Savio No. 2	Calle estrecha	No caben los carros grandes	Metro Cable, parques y Casas	Demoran mas	Si	Bienestar y movilidad

Sujeto	Ocupación	Ubicación o Barrio	Pregunta No. 1	Pregunta No. 2	Pregunta No. 3	Pregunta No. 4	Pregunta No. 5	Pregunta No. 6
E15	Maestro de obra	Santo domingo Savio No. 2	Escaleras empinadas	No entran carros ni motos	Metro Cable, parques y Casas	Demoran mas	Si	Bienestar y movilidad
E16	Dueño de Almacén de construcción	Santo domingo Savio No. 2	Escaleras empinadas	No entran carros ni motos	Metro Cable, parques y Casas	Demoran mas	Si	Bienestar y movilidad
E17	Plomero	Santo domingo Savio No. 2	Escaleras empinadas	No entran carros ni motos	Metro Cable, parques y Casas	Demoran mas	Si	Bienestar y movilidad
E18	Ayudante de construcción	Santo domingo Savio No. 2	Escaleras empinadas	No entran carros ni motos	Metro Cable, parques y Casas	Demoran mas	Si	Bienestar y movilidad
E19	Oficial de construcción	Santo domingo Savio No. 2	Empinando - Calle Estrecha	Dificultad en el transporte	Metro Cable, parques y Casas	Demoran mas	Si	Bienestar y movilidad
E20	Oficial de construcción	Santo domingo Savio No. 2	Empinando - Calle Estrecha	Dificultad en el transporte	Metro Cable, parques y Casas	Demoran mas	Si	Bienestar y movilidad
E21	Conductor de volqueta	Santo domingo Savio No. 2	Empinando - Calle Estrecha	No caben los carros grandes	Metro Cable, parques y Casas	Demoran mas	Si	Bienestar y movilidad

Sujeto	Ocupación	Ubicación o Barrio	Pregunta No. 1	Pregunta No. 2	Pregunta No. 3	Pregunta No. 4	Pregunta No. 5	Pregunta No. 6
E22	Plomero	Santo domingo Savio No. 2	Empinando - Calle Estrecha	Dificultad en el transporte	Metro Cable, parques y Casas	Demoran mas	Si	Bienestar y movilidad
E23	Maestro de obra	Santo domingo Savio No. 2	Empinando - Calle Estrecha	Dificultad en el transporte	Metro Cable, parques y Casas	Demoran mas	Si	Bienestar y movilidad
E24	Ama de casa	Santo domingo Savio No. 2	Empinando - Calle Estrecha	Se cogestionan las vías	Metro Cable, parques y Casas	Demoran mas	Si	Bienestar y movilidad
E25	Maestro de obra	Popular	Calle estrecha		Metro Cable, parques y Casas	Demoran mas	Si	Bienestar y movilidad
E26	Ayudante de construcción	Popular	Escaleras empinadas	No entran carros ni motos	Metro Cable, parques y Casas	Demoran mas	Si	Bienestar y movilidad
E27	Ayudante de construcción	Popular	Escaleras empinadas	No entran carros ni motos	Metro Cable, parques y Casas	Demoran mas	Si	Bienestar y movilidad
E28	Oficial de construcción	Popular	Calle estrecha	No caben los carros grandes	Metro Cable, parques y Casas	Demoran mas	Si	Bienestar y movilidad

Sujeto	Ocupación	Ubicación o Barrio	Pregunta No. 1	Pregunta No. 2	Pregunta No. 3	Pregunta No. 4	Pregunta No. 5	Pregunta No. 6
E29	Oficial de construcción	Popular	Calle estrecha	No caben los carros grandes	Metro Cable, parques y Casas	Demoran mas	Si	Bienestar y movilidad
E30	Ayudante de construcción	Popular	Calle estrecha	Dificultad en el transporte	Metro Cable, parques y Casas	Demoran mas	Si	Bienestar y movilidad

Tabla 1 Entrevistas Semi estructurada. Fuente: elaboracion propia

4. Anexo Informe etnografico - Factores de comparación morfológico y topográfico.

Factor	Comuna 1 – Popular (Ladera)	Laureles – Estadio (Topografía media)	Impacto en rendimientos
Pendiente del terreno	Alta (30% – 60% o más)	Baja a moderada (0% – 15%)	Disminución del rendimiento hasta 40% en ladera
Accesibilidad	Limitada (escaleras, senderos, calles estrechas)	Alta (vías pavimentadas)	Reducción del rendimiento logístico 30% – 50%

Transporte de materiales	Manual o semimecanizado	Vehicular y mecanizado	Aumento de tiempos hasta 2 veces en ladera
Movimiento de tierra	Manual, cortes y rellenos complejos	Uso de maquinaria	Disminución del rendimiento 35% – 60%
Cimentaciones	Complejas (escalonadas, contención)	Convencionales	Incremento de tiempos 25% – 40%
Uso de maquinaria	Muy limitado	Amplio uso	Mejora de productividad en zona media hasta 50%
Mano de obra	Mayor esfuerzo físico	Condiciones estables	Reducción de eficiencia 20% – 30%
Planeación	Autoconstrucción progresiva	Diseño técnico formal	Mayor control y optimización en zona media
Riesgo geotécnico	Alto (deslizamientos)	Bajo a moderado	Incremento de medidas preventivas y costos
Tiempo total de obra	Más prolongado	Más eficiente	Obras pueden durar 30% – 70% más en ladera

Tabla 2 Informe etnográfico - Factores de comparación morfológico y topográfico. Fuente: elaboración propia

5. Anexo Informe Etnográfico

A través de la observación generada de forma directa al entorno de la Comuna 1, específicamente en los barrios, Santo domingo Savio No. 1, Santo domingo Savio No. 2 y Popular, realizando una comparación topográfica con una zona media de Medellín como es Laureles Estadio, zona que presenta condiciones urbanas más equilibrada, pendientes suaves, vías más anchas y mejor accesibilidad.

Se pudo verificar que En la Comuna 1 predominan terrenos con pendientes pronunciadas, accesos restringidos y condiciones geotécnicas y morfológicas muy variables lo cual afecta directamente sobre los métodos constructivos y en los rendimientos de obra, desde la perspectiva etnográfica, las condiciones topográficas dan lugar a que la comunidad construya a su manera, tal como lo expresa, apoyándose en la prácticas y experiencias personales sobre el terreno donde se quiere cimentar cualquier estructura, Las viviendas son ubicadas de forma escalonada a la morfología de la ladera mediante cortes y rellenos muchas veces omitiendo una planificación estructural rigurosa.

Por el contrario, en la zona de Laureles–Estadio predomina una lógica constructiva formal, ligada a procesos técnicos estandarizados y regulados y que generalmente este sector ha sido previamente intervenido por procesos de urbanización planificados; allí se encuentra fácil acceso a vías, maquinaria pesada o estudios de suelos previos, lo cual permite optimizar los procesos constructivos y alcanzar niveles superiores de seguridad estructural.

Desde la influencia de los factores que inciden en el desarrollo que presenta cada obra civil, afloran las siguientes diferencias:

Accesibilidad: En la Comuna 1, el transporte de los materiales a las obras se efectúa en gran medida de manera manual por la inexistencia de las vías para vehículos. La situación en los laureles estadio, por contrario, permite el acceso del vehículo y la utilización de la maquinaria, mejorando los rendimientos.

Topografía: Las pendientes en Comuna 1 obligan a realizar obras de contención y cimentaciones especiales, mientras que en las zonas medias la ejecución de estas intervenciones es menor, siendo más controlada técnicamente.

Transporte de materiales: En todas las zonas de ladera, se debe considerar el acarreo manual lo que genera una disminución considerable en la productividad, por el contrario, en las zonas medias, el uso de volquetas y grúas optimiza la logística y rendimientos de obra.

Mano de obra: La zona nororiental se caracteriza por la mano de obra local con experiencia empírica, lo que provoca soluciones constructivas adaptativas, las cuales no siempre son las normativas, por el contrario, las zonas medias presentan, en cambio, mano de obra cualificada bajo la supervisión del ejercicio técnico permanente.

Planeación y normatividad: La construcción en ladera se desarrolla a través de una dinámica progresiva y con limitaciones en las licencias, a diferencia de lo que ocurre en los sectores como El Poblado donde los proyectos se ejecutan dado el cumplimiento de los procesos de diseño, licenciamiento y ejecución.

Rendimientos de obra: las condiciones topográficas y logísticas, los rendimientos de obra en la Comuna 1 pueden disminuir considerablemente en comparación con zonas de topografía media, principalmente en actividades como transporte de materiales, excavaciones y vaciados de concreto.

En el anexo No. 4, se presentan las principales particularidades en los factores que intervienen en la ejecución de obras de construcción civil entre una porción del territorio con ladera, tal como es el caso de la Comuna 1, y una parte con topografía media, como puede ser el caso del sector de Laureles–Estadio, mostrando claramente la repercusión que posee la topografía sobre los rendimientos de la construcción.

Por lo que podemos definir que la topografía no solo condiciona los aspectos técnicos de la construcción, sino que también moldea las prácticas sociales y culturales asociadas al habitar y construir. Mientras que en zonas planificadas el proceso constructivo responde a criterios técnicos estandarizados, en la Comuna 1 se evidencia una relación directa entre el entorno físico

y las dinámicas comunitarias, donde la adaptación al terreno define tanto la forma de las viviendas como los procesos constructivos.

Desde un enfoque etnográfico no solo responden a las condiciones físicas, sino a las dinámicas sociales; la comunidad de la Comuna 1 ha generado y articulado estrategias adaptativas al terreno y entorno donde el conocimiento empírico y la construcción progresiva son los elementos que han estado en el centro de esta manera de habitar el lugar. En Laureles Estadio, la lógica constructiva formal es la que predomina, asimilada a procesos técnicos y estandarizados, regulados por otras instituciones.

En síntesis, la comparación muestra que la topografía establece diferencias en el rendimiento, en los costos, en las técnicas constructivas y en las formas de habitar el territorio; en zonas de alta topografía, las zonas con una topografía intermedia son las que a la inversa permiten la optimización de los procesos constructivos en las zonas en laderas como la Comuna 1 los procesos constructivos son más bien condicionados por factores físicos y sociales que llevan a una adaptación constante.