

PROYECTO DE CARTOGRAFÍA APLICADO A LA INGENIERÍA



Cartografía digital para la gestión de proyectos de ingeniería, en el marco de la planificación urbana.

Carlos Alberto Fernández Martínez

John Faiber Cucunubo Nuñez

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Virtual

Programa Especialización en Gerencia de Proyectos

septiembre de 2025

PROYECTO DE CARTOGRAFÍA APLICADO A LA INGENIERÍA

Cartografía digital para la gestión de proyectos de ingeniería, una herramienta para la
planificación urbana.

Carlos Alberto Fernández Martínez

John Faiber Cucunubo Nuñez

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

Asesora

Doris Amanda Rosero García

Microbióloga, M.Sc., PhD.

Posdoctorado en Microbiología Ambiental

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Virtual

Programa Especialización en Gerencia de Proyectos

septiembre de 2025

Contenido

Lista de figuras	5
Resumen	6
Abstract.....	8
Introducción.....	10
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	12
1.1. Descripción del Problema.....	12
1.2 La pregunta de investigación	13
1.3 Los objetivos de investigación	13
1.3.1 Objetivo general.....	13
1.3.2 Objetivos específicos.....	13
1.4 Justificación de la investigación	14
2. MARCO DE REFERENCIA.....	15
2.1. Marco de Antecedentes.....	15
2.2. Marco Teórico	17
2.2.1. Concepto de sistemas de gestión de información geográfica	17
2.2.2. Concepto de cartografía digital.....	17
2.2.3. Concepto de planificación urbana	17
2.3. Marco Normativo.....	18
3. METODOLOGÍA	21
3.1. Enfoque y Alcance de la Investigación.....	21
3.2. Población y Muestra	21
3.2.1 Definición de la población.....	21
3.2.2. Cálculo y selección de la muestra	21
3.3 Instrumento	22
3.4 Descripción de Procedimientos	24
3.4.1. Datos recolectados	24
3.5. Análisis de Información.....	25
3.6 Consideraciones Éticas.....	25
3.6.1. Análisis de consideraciones éticas	25

Proyecto de Cartografía Aplicado a la Ingeniería

3.6.2. Instrumentos de aceptación y autorización.....	26
4. RESULTADOS	26
5. DISCUSIÓN	32
6. CONCLUSIONES.....	33
7. RECOMENDACIONES.....	35
Referencias.....	36

Lista de figuras

Figura 1. Percepción de mejora en la eficiencia	27
Figura 2. Beneficios observados de la cartografía digital.....	28
Figura 3. Frecuencia de los procesos participativos en cartografía digital	29
Figura 4. Limitaciones sobre el uso de cartografía digital.....	30
Figura 5. Disposición al cambio	31

Resumen

La gestión de proyectos urbanos enfrenta desafíos entre la planificación tradicional y la realidad territorial, marcada por la escasa integración de tecnologías geoespaciales avanzadas como los Sistemas de Información Geográfica (SIG), la teledetección y el LiDAR. Esta problemática, especialmente relevante en Colombia, se agrava ante la falta de profesionales capacitados y la baja apropiación institucional de dichas herramientas, lo que deriva en toma de decisiones poco precisas, sobrecostos y riesgos no anticipados en la ejecución de proyectos urbanos. El objetivo general de esta investigación es analizar los usos de la cartografía digital en la gestión de proyectos de ingeniería dentro del marco de la planificación urbana, describiendo aplicaciones en la integración y el alcance. La metodología adoptada se basó en un enfoque cuantitativo y descriptivo, con una encuesta aplicada a profesionales y actores sociales vinculados al sector urbano. Los resultados obtenidos evidencian que el 75% de los encuestados con experiencia en el tema reportan una mejora significativa en la eficiencia de la gestión al integrar la cartografía digital, mientras que la anticipación y reducción de riesgos se presentan como el principal beneficio, seguido de una optimización moderada de costos. Sin embargo, la falta de capacitación técnica y la resistencia al cambio organizacional emergen como barreras para la adopción efectiva de estas tecnologías, superando el 85% de las respuestas. Asimismo, se detectó una motivación alta para implementar nuevas estrategias y herramientas, lo que indica oportunidades tangibles para avanzar en una gestión de proyectos más proactiva, inclusiva y eficiente. Las conclusiones señalan que la cartografía digital no solo representa apoyo técnico, sino que constituye una infraestructura de inteligencia territorial clave para cerrar brechas entre la planificación y las condiciones reales del territorio; su éxito depende del fortalecimiento organizacional, la formación continua de los profesionales y la apertura al cambio institucional.

Palabras clave: Cartografía digital, Planificación urbana, Gestión de proyectos urbanos, Sistemas de Información Geográfica.

Abstract

Urban project management faces serious challenges stemming from the disconnect between traditional planning and territorial reality, marked by the limited integration of advanced geospatial technologies such as Geographic Information Systems (GIS), remote sensing, and LiDAR. This problem, which is particularly relevant in Colombia, is exacerbated by the lack of trained professionals and low institutional uptake of these tools, resulting in inaccurate decision-making, cost overruns, and unforeseen risks in the execution of urban projects. The overall objective of this research is to analyze the uses of digital cartography in the management of engineering projects within the framework of urban planning, describing specific applications in terms of integration and scope. The methodology adopted was based on a quantitative and descriptive approach, with a survey applied to professionals and social actors linked to the urban sector. The results show that 75% of respondents with direct experience in the field report a significant improvement in management efficiency when integrating digital mapping, with risk anticipation and reduction being the main benefit, followed by moderate cost optimization. However, the lack of technical training and resistance to organizational change emerge as critical barriers to the effective adoption of these technologies, with more than 85% of respondents citing these issues. Likewise, a high motivation to implement new strategies and tools was detected, indicating tangible opportunities to advance toward more proactive, inclusive, and efficient project management. The conclusions suggest that digital mapping not only provides technical support but also constitutes a key component of territorial intelligence infrastructure, helping to bridge the gap between planning and the actual conditions of the territory. Its success depends on organizational strengthening, continuous professional training, and openness to institutional change.

Keywords: Digital cartography, Urban planning, Urban project management, Geographic Information Systems.

Introducción

En el ámbito contemporáneo del desarrollo territorial, la gerencia de proyectos enfrenta la necesidad de superar los paradigmas tradicionales, ya que no basta con cumplir cronogramas y presupuestos. Las inversiones urbanas, ya sean privadas, sociales o comunitarias, requieren una rentabilidad que integre simultáneamente el cálculo económico y el impacto social. Sin embargo, la toma de decisiones “núcleo fundamental de la gestión” se ve obstruida por la opacidad en la comprensión del territorio, debido a datos desactualizados, planimetrías imprecisas y una visión inconclusa de las dinámicas socioespaciales. Este escenario genera riesgos gerenciales, sobrecostos, retrasos y fracasos en proyectos que no cumplen con su promesa de valor (Contreras Ortiz et al., 2019).

Frente a estos desafíos, la cartografía digital se presenta como una herramienta clave. Más allá de ser un instrumento de representación, tecnologías como los Sistemas de Información Geográfica (SIG), la teledetección con drones y el barrido láser LiDAR constituyen herramientas de inteligencia geoespacial indispensables para una gestión eficaz de proyectos. Estas tecnologías permiten mantener bases de datos integradas y actualizadas, eliminando duplicaciones y errores derivados de fuentes separadas, lo cual potencia la precisión, transparencia y eficacia en la toma de decisiones. Además, su aplicación no solo mejora la eficiencia técnica, sino que también fomenta la inclusión social y la equidad territorial, aspectos fundamentales en el desarrollo urbano sostenible (Ávila Álvarez et al., 2016).

El problema específico que origina esta investigación radica en la constante brecha entre la planificación urbana y la realidad territorial, marcada por la escasa integración de la cartografía digital en los procesos de gestión de proyectos de ingeniería. La insolvencia para utilizar información geoespacial actualizada limita el adelanto ante riesgos y genera decisiones

basadas en datos obsoletos y distorsionados. En Colombia, esta problemática se agrava debido a la falta de profesionales capacitados en SIG y la ausencia de una cultura organizacional acondicionada al uso de estas tecnologías, lo que resulta en una gestión ineficaz y desigual en proyectos urbanos.

El objetivo general de esta investigación comprende analizar los usos de la cartografía digital para la gestión de proyectos de ingeniería, en el marco de la planificación urbana. De manera específica, se busca describir las aplicaciones de la cartografía digital en los procesos de gestión de integración y gestión del alcance de un proyecto, como también establecer la contribución de la integración de datos geoespaciales a la gestión de riesgos y costos, indagando estrategias para incorporar la cartografía digital participativa como herramienta clave en la gestión de los interesados.

Este estudio se desarrolla en un contexto urbano y se centra en proyectos de ingeniería afines a la planificación urbana, considerando actores como gerentes de proyectos, ingenieros civiles, urbanistas y líderes comunitarios. No se desarrollarán tecnologías propietarias ni se realizarán capturas masivas de datos primarios con drones o LiDAR. El enfoque es cuantitativo, con un análisis basado en encuestas aplicadas a profesionales del sector y actores sociales vinculados, limitándose a la percepción y análisis de la adopción y uso de cartografía digital en la gestión.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción del Problema

En el contexto de la planificación urbana, las administraciones locales enfrentan crecientes dificultades para integrar la información territorial requerida en la gestión de proyectos de ingeniería, debido a la dispersión, desactualización y limitada interoperabilidad de los datos urbanos; de hecho, uno de los principales desafíos de la planificación municipal en el país radica en la ausencia de una herramienta eficaz que respalde los procesos de toma de decisiones. Esta situación se ve agravada por la limitada capacidad de las administraciones locales para reconocer, producir, administrar y mantener actualizada la información geográfica necesaria para una gestión territorial adecuada. (Martínez Porras, 2024).

Lo anterior implica que planificar sobre planes bidimensionales o diagnósticos socioeconómicos que se hayan desvinculados de su contexto espacial concreto, constituye un acto a ciegas; caso contrario sería, por ejemplo, el uso de vuelos fotogramétricos para elaborar una cartografía 3D más exacta, lo que facilitó una planificación urbana más eficiente y aumentó la transparencia en Brasil (Amaya Santiago et al., 2025); evidenciando, por contraste, la opacidad y la ineficiencia de los métodos de planificación urbana que posee Colombia.

Sin embargo, el acceso a la tecnología, es decir, la disponibilidad de sensores LiDAR, drones o plataformas SIG, no garantizan por sí solo su aprovechamiento adecuado (Sestras et al., 2025; Lijcklama et al., 2023). En la gestión de las comunicaciones, los directores de proyecto dedican gran parte de su tiempo a mantener la comunicación con los integrantes del equipo y con los diferentes actores vinculados al proyecto, tanto internos (en los distintos niveles de la organización) como externos. Una comunicación efectiva permite establecer vínculos y entendimiento entre los diversos interesados, quienes suelen poseer distintos contextos

culturales, organizacionales, niveles de experiencia, perspectivas y objetivos. (Project Management Institute, 2017)

Puede considerarse como una brecha de capacidad, en la cual, los profesionales no están lo suficientemente preparados ni capacitados para el uso de los SIG o de cualquier otro método de sistematización de información; de hecho, uno de los principales problemas en materia de gestión de proyectos se presenta hoy por hoy en los municipios de Colombia, es la ausencia de profesionales formados en, precisamente, gestión de proyectos.

1.2 La pregunta de investigación

¿Cómo facilita la cartografía digital la gestión de proyectos de ingeniería, en el marco de la planificación urbana?

1.3 Los objetivos de investigación

1.3.1 Objetivo general

Analizar los usos de la cartografía digital para la gestión de proyectos de ingeniería, en el marco de la planificación urbana

1.3.2 Objetivos específicos

- Describir las aplicaciones de la cartografía digital en los procesos de integración y gestión del alcance de un proyecto.

- Establecer la contribución de la integración de datos geoespaciales a la gestión de riesgos y costos.
- Explorar estrategias para incorporar la cartografía digital participativa como herramienta clave en la gestión de los interesados.

1.4 Justificación de la investigación

Este proyecto es relevante, simplifica la comprensión de cómo las tecnologías favorecen una planificación urbana más eficiente. Desde una perspectiva académica, ofrece conocimientos acerca de SIG, modelado en 3D, inteligencia artificial y teledetección. Desde una perspectiva social, fomenta que las personas vivan en zonas más seguras, minimizando los riesgos de inundaciones o construcciones peligrosas. Además, facilita que los gobiernos administren los fondos públicos de manera más eficaz y formulen políticas fundamentadas en pruebas. Desde un enfoque científico, se promueve la ampliación del conocimiento sobre herramientas digitales empleadas en el progreso urbano sostenible, lo cual influye en la calidad de vida de los residentes y en la adaptación de las urbes al cambio climático (Wright, 2022).

Este estudio también puede servir de base para futuras investigaciones en otras áreas del país o del mundo donde se quieran usar estas herramientas. Por ejemplo, en zonas rurales donde no hay planificación previa, los SIG pueden ser de gran ayuda para establecer orden y prevenir desastres naturales. Adicionalmente, al incorporar tecnologías como la inteligencia artificial y el análisis espacial, es posible lograr diagnósticos más exactos y estimaciones más realistas acerca del desarrollo urbano (Radi et al., 2023).

Otro punto importante es que, mediante una planificación más eficiente, se pueden disminuir los gastos en la edificación y conservación de infraestructuras civiles, maximizando la

utilización de materiales y plazos. Estas soluciones también producen ventajas económicas indirectas, tales como el incremento en la productividad de las ciudades o el valor de la tierra bien diseñada. En entornos vulnerables, la implementación de cartografía digital puede marcar la diferencia entre residir en áreas protegidas o en áreas de peligro.

2. MARCO DE REFERENCIA

2.1. Marco de Antecedentes

En Ecuador se realizó una investigación donde se documenta la implementación de un Sistema de Información Geográfica (SIG) en un centro experimental amazónico. Se utilizó como instrumento para la recolección de datos, una herramienta tecnológica de carácter documental y cartográfico, representado por un Sistema de Información Geográfica (SIG) implementado con ArcMap 10.5 y complementado con Microsoft Excel 2016 como base de datos relacional. Los principales resultados de la investigación revelaron que la implementación del Sistema de Información Geográfica (SIG) en el Centro Experimental de Investigación y Producción Amazónica (CEIPA) permitió mejorar sustancialmente la gestión y administración de los recursos naturales, facilitando la elaboración de mapas temáticos de topografía, hidrología, geología, zonas de vida, zonificación y ocupación indígena. El SIG integró datos espaciales y alfanuméricos en una base de datos desarrollada con ArcMap 10.5 y Microsoft Excel 2016, lo que fortaleció la capacidad institucional del CEIPA para la planificación territorial, la conservación ambiental, la respuesta ante emergencias climáticas y la toma de decisiones (Vera Santi et al., 2024).

En Monterrey, Nuevo León, México, se realizó una investigación encaminada en analizar la digitalización de los proyectos arquitectónicos, el instrumento utilizado para la recolección de datos en la investigación fue un cuestionario cerrado y auto administrado. Los participantes fueron seleccionados mediante un muestreo no probabilístico en cadena o bola de nieve, asegurando la no repetición y que fueran expertos en el uso de tecnologías digitales en arquitectura. Los principales resultados mostraron que en todas las fases del proyecto arquitectónico las herramientas digitales más utilizadas son los programas CAD, seguidos por las de modelado y renderizado, y en menor medida las relacionadas con BIM. Se destacó la importancia creciente del dibujo digital en 2D y 3D como técnicas prioritarias, evidenciando una progresiva digitalización en la fase de documentación, consolidando una transición tecnológica significativa en la práctica profesional de la arquitectura en la región. (Portillo Ríos, 2021).

En el estudio realizado por (Ramírez Ruiz et al., 2021), titulado "Desarrollo de una Metodología para la Gerencia de Proyectos del Sector Aeroespacial en Colombia", llevado a cabo en la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito en Bogotá, se desarrolló una metodología específica para mejorar la gerencia de proyectos aeroespaciales en el contexto colombiano. El instrumento de recolección de datos utilizado para validar la metodología fue una combinación de encuestas, correos electrónicos y reuniones virtuales con expertos de las principales entidades del sector aeroespacial en Colombia. La investigación se basó en un análisis documental y aplicación práctica en entidades del sector como la Fuerza Aérea Colombiana y la Aeronáutica Civil, con el fin de superar la falta de guías unificadas y mejorar la articulación entre organizaciones. Los resultados permitieron identificar procesos, procedimientos y formatos ajustados a las necesidades del sector, contribuyendo a una mayor

competitividad y alineación estratégica. Este antecedente es relevante para el presente proyecto porque fundamenta la necesidad de metodologías adaptadas a sectores específicos, como el aeroespacial, y proporciona un marco y elementos aplicables para mejorar la gestión de proyectos.

2.2. Marco Teórico

2.2.1. Concepto de sistemas de gestión de información geográfica

Un sistema de gestión de información geográfica es un sistema computacional integrado que permite capturar, almacenar, manipular, analizar, modelar, visualizar y difundir datos georreferenciados para apoyar la toma de decisiones estratégicas en la gestión territorial. Este sistema combina bases de datos espaciales con herramientas analíticas y de visualización que facilitan el manejo eficiente y actualizado de la información geográfica, contribuyendo a la planificación, administración y control de los recursos y procesos espaciales de manera integrada y dinámica. Así, se convierte en un soporte fundamental para la gestión sostenible y efectiva de los territorios (Ali, 2020).

2.2.2. Concepto de cartografía digital

La cartografía digital es la ciencia y tecnología de crear, almacenar, recuperar y representar mapas geográficos mediante el uso de tecnología informática, principalmente a través de Sistemas de Información Geográfica (SIG). La cartografía digital ha cambiado la forma de representar y gestionar información geoespacial mediante tecnologías informáticas. A diferencia de la cartografía tradicional o analógica, que se basa en mapas en papel, la cartografía digital utiliza herramientas como los Sistemas de Información Geográfica (SIG) para capturar,

almacenar, analizar y mostrar datos geográficos de forma dinámica y actualizable. (Geograma, 2021); (Geoinnova, 2024).

El desarrollo tecnológico ha permitido optimizar la precisión, el acceso y la manipulación de los datos espaciales. Así como los SIG permiten la representación cartográfica, también permiten el análisis geoespacial, la integración de bases de datos temáticos y la actualización frecuente de la información (Geoinnova, 2024). Tecnologías complementarias como la teledetección satelital y los sistemas globales de posicionamiento (GPS) aportan datos precisos para la elaboración de mapas digitales en tiempo real (Geoinnova, 2024).

La cartografía digital incluye la posibilidad de visualizar mapas en múltiples escalas, la superposición de capas temáticas para un análisis integral, y la reducción de costos y tiempos en comparación con la cartografía analógica. Esto responde además a la creciente demanda de información espacial para la toma de decisiones en ámbitos como la planificación urbana, gestión ambiental, y monitoreo territorial (Geograma, 2021).

2.2.3. Concepto de planificación urbana

La planificación urbana es un proceso fundamental para el ordenamiento y desarrollo sostenible de las ciudades, orientado a mejorar la calidad de vida de sus habitantes mediante un uso racional y eficiente del espacio urbano. Esta disciplina integra aspectos sociales, ambientales, económicos y políticos para diseñar estrategias que regulen el crecimiento urbano y promuevan un desarrollo equilibrado y sostenible (Monsalve-Jaimes et al., 2025).

La planificación urbana no solo implica la distribución física del suelo, sino que también considera la gestión ambiental, la movilidad, la vivienda, y la infraestructura pública,

enfocándose en la creación de entornos urbanos que puedan adaptarse a cambios sociales y climáticos. Desde una figura normativa, la planificación urbana está amparada por un marco legal que instaure responsabilidades a nivel local, regional y nacional, causando además la integración de enfoques urbano-regionales para enfrentar los desafíos originarios del crecimiento y expansión de las ciudades. Además, incorpora principios de equidad, participación ciudadana y gobernanza para garantizar una gestión inclusiva y colaborativa en la toma de decisiones (Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible (PGAU), 2025).

2.3. Marco Normativo

En Colombia, hay leyes que apoyan directamente el uso de tecnologías como los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y la cartografía digital. La Ley 1712 de 2014, conocida como Ley de Transparencia y del Derecho de Acceso a la Información Pública Nacional, promueve el uso de datos abiertos, lo cual facilita el acceso a mapas digitales y contribuye a una ciudadanía más informada. Esta normativa promueve la utilización de datos geográficos accesibles y actualizados para respaldar procesos de planificación urbana, claridad en la administración pública y supervisión ciudadana (El Congreso de la República, 2014).

En contraposición, la Ley 99 de 1993, que define la estructura del Sistema Nacional Ambiental (SINA), exige que cualquier elección respecto al uso del suelo tenga en cuenta el principio de desarrollo sostenible. Esto implica que tecnologías como los SIG no solo deben emplearse para planificar el desarrollo urbano, sino también para evitar efectos adversos en el medio ambiente y promover la salvaguarda de los recursos naturales (Congreso de Colombia, 1993).

El Decreto 1077 de 2015, que compila normas del sector Vivienda, Ciudad y Territorio, enfatiza la importancia del uso de información técnica especializada para la formulación de los Planes de Ordenamiento Territorial (POT). En estas circunstancias, los SIG son instrumentos esenciales que respaldan las decisiones urbanas en datos espaciales fiables, promoviendo una gestión eficaz del uso del suelo, la infraestructura y los servicios públicos (Presidencia de la Republica de Colombia, 2015).

A escala regional, también son relevantes las directrices dictadas por el Departamento Nacional de Planeación (DNP), tal como se muestra en el informe CONPES 3919 de 2018, que fomenta la implementación de tecnologías de información geográfica para mejorar la administración del territorio y la adaptación al cambio climático. Estas publicaciones orientan a los organismos territoriales a incluir herramientas geoespaciales en sus procesos de planificación (Departamento Nacional de Planeación, 2018) .

Globalmente, la Agenda Urbana de las Naciones Unidas (2016) exhorta a las naciones a emplear tecnologías como la georreferenciación, sensores remotos y plataformas SIG para promover un crecimiento urbano inclusivo, seguro y resistente. Esta agenda sugiere una perspectiva global de las urbes, donde la tecnología se transforma en un soporte fundamental para la equidad territorial y la preservación del medio ambiente.

3. METODOLOGÍA

3.1. Enfoque y Alcance de la Investigación

La investigación es de enfoque cuantitativo y utilizó la encuesta como instrumento. El alcance incluyó evaluar los beneficios en eficiencia, gestión de riesgos y costos, así como las barreras, como la falta de capacitación y la resistencia al cambio organizacional. El estudio se limitó a las percepciones de actores urbanos, sin desarrollar tecnologías propias ni realizar capturas masivas de datos primarios.

3.2. Población y Muestra

3.2.1 Definición de la población

La población se definió en dos dimensiones: por un lado, está constituida de actores importantes para la gestión de proyectos urbanos tales como gerentes de proyectos, ingenieros civiles, urbanistas, curadores, planificadores municipales, líderes comunitarios y comunidad en general interesada en el proyecto; de otro lado, la población documental que está integrada por proyectos de inversión que hayan o no incorporado en cualquier fase del ciclo de vida de un proyecto el uso de cartografía digital.

3.2.2. Cálculo y selección de la muestra

Dadas probablemente las restricciones de acceso a la población completa, se optó por un muestreo no probabilístico por conveniencia, lo que implica que la selección se realizó según la disponibilidad y accesibilidad de la persona. Para la muestra se identificaron 40 participantes entre los que se encontraron profesionales y actores institucionales, priorizando aquellos con al

menos tres (3) años de experiencia en la gestión de proyectos. Para la selección de los proyectos se eligieron aquellos que cuenten con información necesaria y disponible en bases públicas de datos.

3.3 Instrumento

Se utilizó una encuesta con las siguientes preguntas:

1. ¿En qué grado considera que la integración de cartografía digital y SIG ha mejorado la eficiencia en la gerencia de proyectos urbanos en los que ha participado?

A) Mucho

B) Moderadamente

C) Poco

D) Nada

E) No aplica / No tengo experiencia directa

2. ¿Qué beneficios principales ha observado en la gestión de riesgos y costos al utilizar datos geoespaciales y cartografía digital en los proyectos?

A) Anticipación y reducción significativa de riesgos

B) Optimización moderada en costos

C) Mejoras solo puntuales

D) No ha habido beneficios identificables

E) No aplica / No lo sabe

3. ¿Ha participado en procesos de cartografía digital participativa para incluir a los interesados en proyectos urbanos?

A) Sí, frecuentemente

B) Sí, ocasionalmente

C) No, pero conozco su existencia

D) No, nunca

4. ¿Cuáles de las siguientes limitaciones considera más relevantes para el uso efectivo de SIG y cartografía digital en Colombia? (puede marcar hasta dos).

A) Falta de capacitación técnica

B) Barreras legales o normativas

C) Alto costo de implementación

D) Resistencia al cambio organizacional

E) Ninguna

5. ¿Qué tan dispuesto estaría su equipo a adoptar nuevas estrategias y herramientas de SIG y cartografía digital en la gerencia de proyectos urbanos?

A) Muy dispuesto

B) Dispuesto

C) Poco dispuesto

D) Nada dispuesto

3.4 Descripción de Procedimientos

3.4.1. Datos recolectados

La encuesta aplicada en esta investigación fue estructurada y diseñada para recolectar datos cuantitativos que permiten comprender los factores que facilitan o dificultan la integración de la cartografía digital en los procesos de gestión de proyectos de ingeniería. Para su aplicación, se utilizó un formulario de Google Forms, que fue compartido vía correo electrónico y grupos de WhatsApp de ingenieros participantes. La recolección de datos se llevó a cabo del 8 al 12 de septiembre de 2025, periodo durante el cual se garantizó el acceso remoto y eficiente para los encuestados. Además, previo al análisis, se realizó una limpieza rigurosa de los datos para eliminar respuestas incompletas o inconsistentes, asegurando así la calidad y confiabilidad de la información antes de aplicar técnicas de análisis de contenido.

La encuesta fue distribuida de manera digital a la muestra seleccionada de 40 personas, garantizando un alcance amplio y eficiente en la recolección de información. Una vez cerrado el tiempo para la recolección de los datos, estos mismos se descargaron en formatos compatibles con el software de análisis -Excel- para su posterior procesamiento.

3.5. Análisis de Información

Para el análisis de información de este proyecto, considerando que se realizó una encuesta mediante Google Forms, se planteó el siguiente procedimiento: Primero, la información recolectada a través del formulario digital de Google Forms se descargó en formatos compatibles, en hojas de cálculo Excel para facilitar su manipulación y procesamiento. Se realizó una limpieza de los datos para eliminar respuestas incompletas, inconsistentes o atípicas, asegurando la calidad y validez de la muestra. Y finalmente, se aplicó estadística descriptiva básica, calculando frecuencias, porcentajes y medidas de tendencia.

3.6 Consideraciones Éticas

La investigación se enmarcó bajo estrictos principios éticos para garantizar la protección, autonomía y bienestar de todos los participantes involucrados en el estudio.

3.6.1. Análisis de consideraciones éticas

Se ha considerado que el estudio no presenta y ni representa ningún riesgo físico o psicológico previsible para los encuestados; el principal resguardo ético radica, pues, en garantizar absoluta confidencialidad sobre la identidad de las personas y los datos proporcionados; razones por las cuales, los datos recopilados se anonimizaron, y se respetó plenamente la autonomía de los participantes.

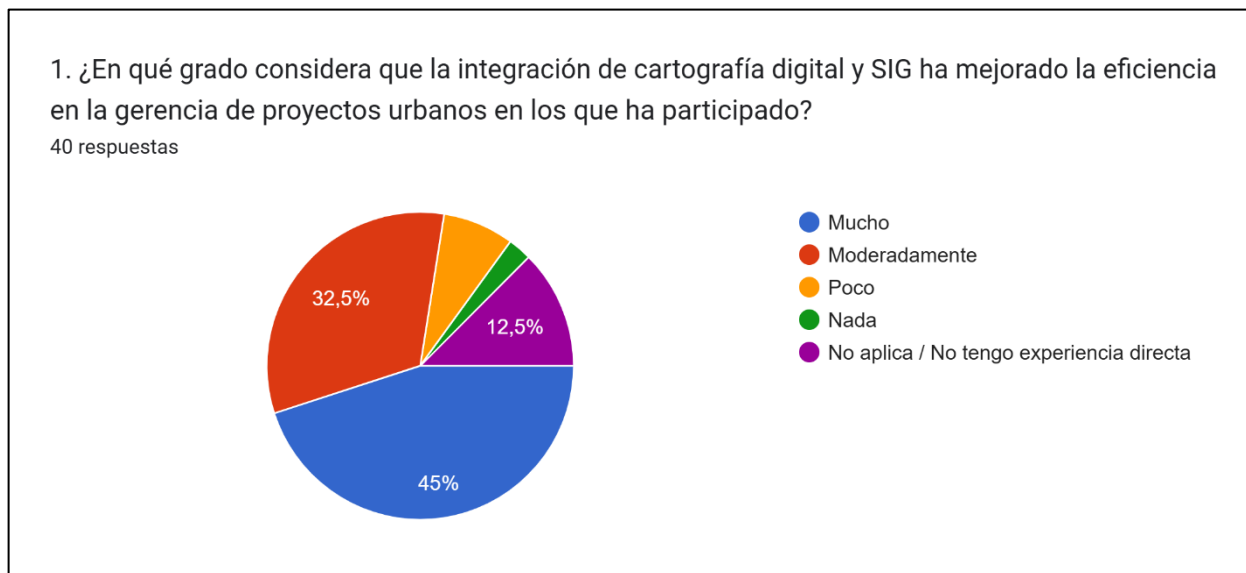
3.6.2. Instrumentos de aceptación y autorización

El consentimiento informado se integró directamente en la primera sección del formulario de Forms: al inicio, los potenciales participantes encontraron una cláusula que detallo los objetivos de la investigación, el uso previsto de los datos, los procedimientos de confidencialidad, la voluntariedad de la participación y la información de contacto del investigador responsable. Solo, entonces, una vez se marcó la casilla de verificación que indicaba que ha leído la información y acepta participar libremente, el sistema le permitirá, por tanto, acceder a las preguntas.

4. RESULTADOS

En primer lugar, al consultar sobre el grado de integración de la cartografía digital, los Sistemas de Información Geográfica y su contribución en la gerencia de proyectos urbanos, como se evidencia en la figura 1, se tuvo una percepción positiva entre los encuestados con experiencia directa, pues dentro de las respuestas -y exceptuando “no aplica”-, la gran mayoría, esto es, el 75% indicó una mejora; la cual luego, estuvo seguida por un grupo significativo de aproximadamente 20% quienes reportaron una mejora "moderadamente"; resultados que, podría decir, apuntan a que la mayoría de los profesionales con experticia que han hecho uso de aquellas herramientas, perciben en las mismas cierta correlación clara entre su implementación y un aumento de la eficiencia en la gestión de proyectos.

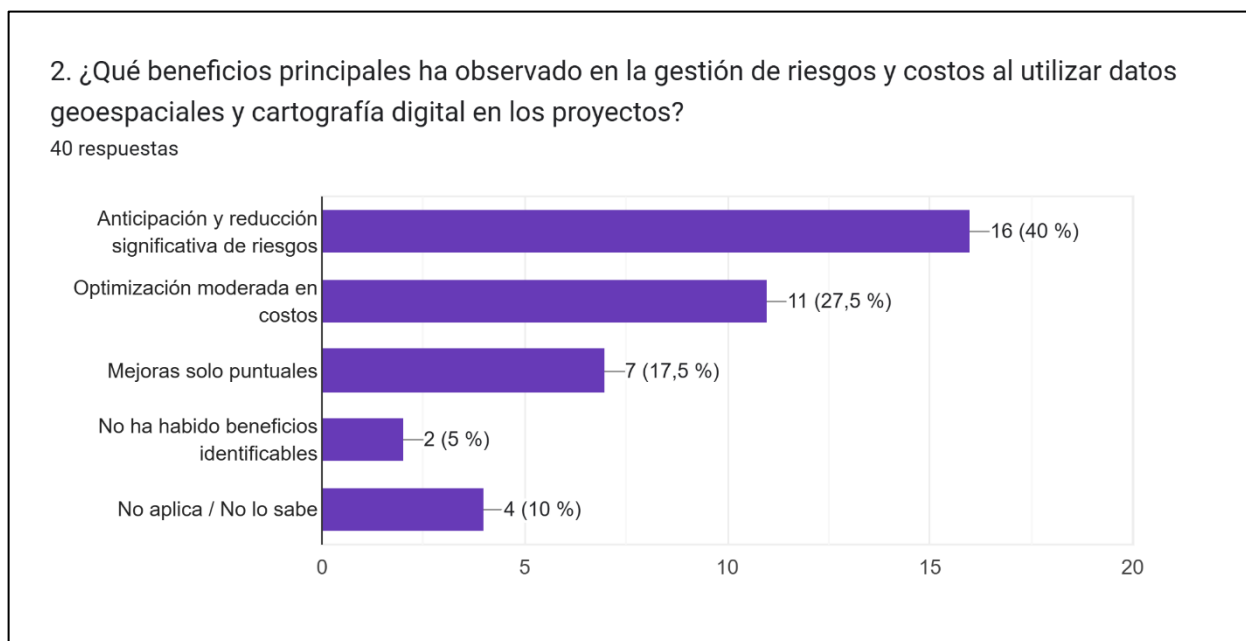
Figura 1. Percepción de mejora en la eficiencia.



Nota: Fuente (2025). Resultados de encuesta realizada con Google Forms. Datos no publicados.

En segundo lugar, y por lo que se refiere a la gestión de riesgos y costos, como indica la figura 2, el hallazgo más importante fue: la "anticipación y reducción significativa de riesgos", dado que fue la opción mayormente seleccionada por los encuestados; toda vez que se pudo identificar que una segunda opción, es decir, la de "optimización moderada en costos"; a la par, que un número pequeño de participantes señaló que dentro de sus proyectos habían "mejoras solo puntuales" o "no ha habido beneficios identificables". Probablemente esta disparidad en los resultados sobre este ítem podría indicarnos que el valor percibido de los datos geoespaciales reside en su capacidad para proporcionar una visión anticipada según la naturaleza del proyecto y las técnicas que se usen para medirlo.

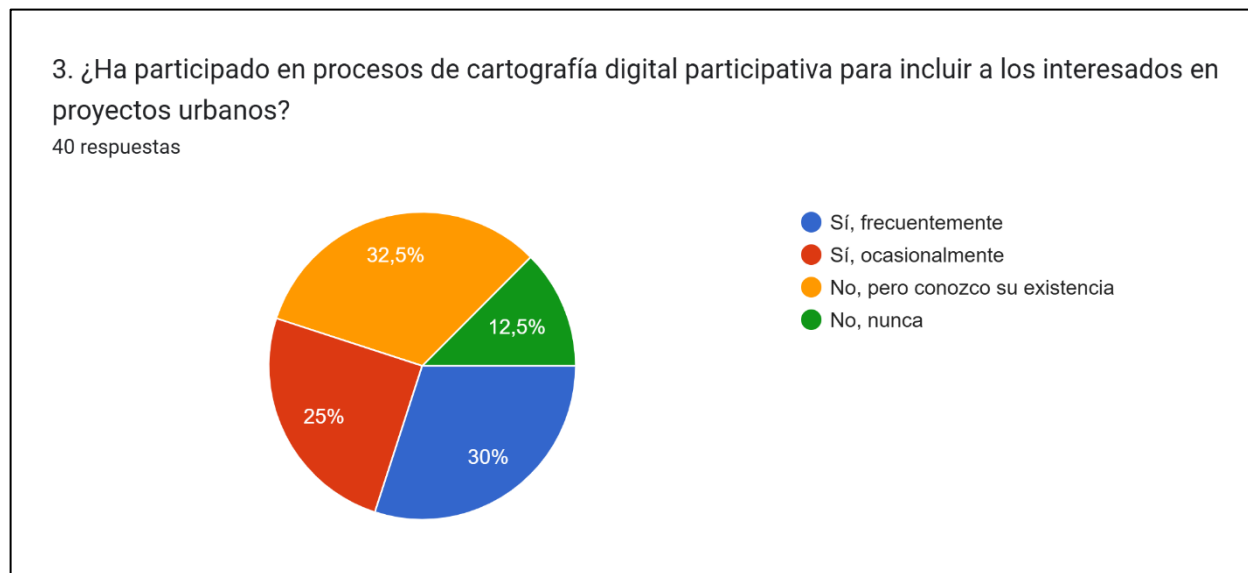
Figura 2. Beneficios observados de la cartografía digital.



Nota: Fuente (2025). Resultados de encuesta realizada con Google Forms. Datos no publicados.

En tercer lugar y a la pregunta respecto del tema sobre la participación en procesos de cartografía digital participativa, los resultados como se puede observar en la figura 3, muestran un panorama que no es concluyente, es decir, los resultados podrían interpretarse a partir del hecho de que, pese a que se conoce, no se implementa, pues la categoría “no, pero conozco su existencia” fue la segunda opción más seleccionada por los profesionales; lo que representa todo un reto y una oportunidad de mejora.

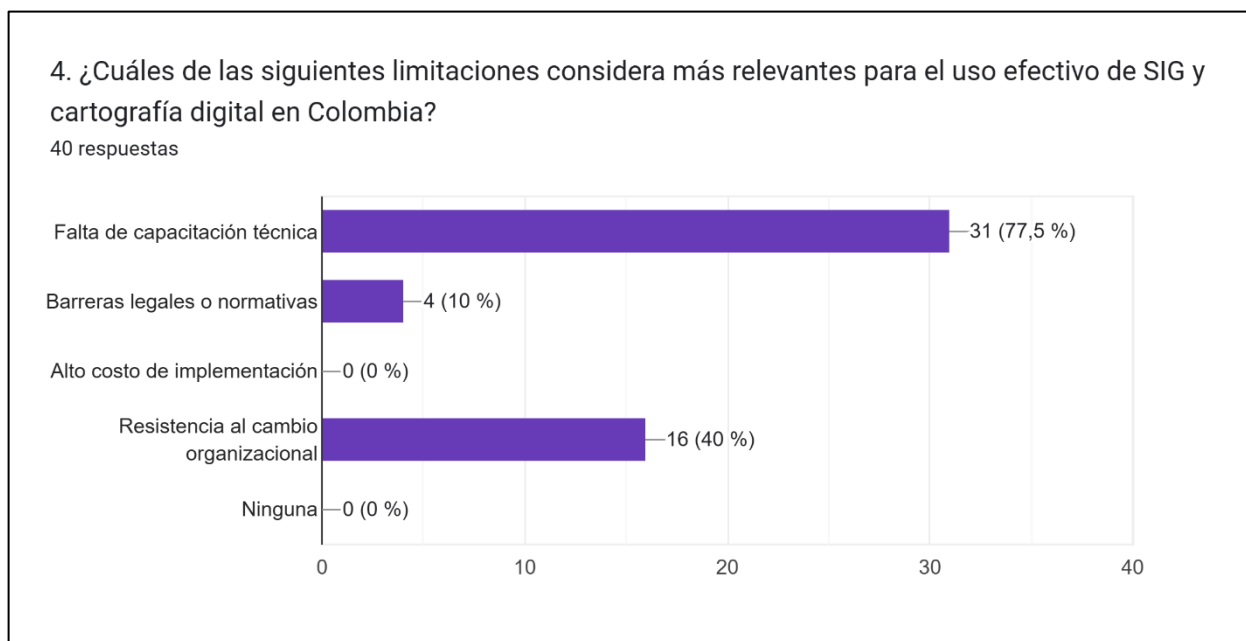
Figura 3. Frecuencia de los procesos participativos en cartografía digital.



Nota: Fuente (2025). Resultados de encuesta realizada con Google Forms. Datos no publicados.

Al identificar las limitaciones que impiden o facilitan el uso de SIG y cartografía digital en Colombia, como se muestra en la figura 4, se encontró que una barrera considerable es aquella que se refiere a: "la falta de capacitación técnica", ya que abarca más del 85% de las respuestas, asociado a la "resistencia al cambio organizacional"; con lo cual podría deducirse que no es la tecnología en sí las que tienen las fallas, sino los procesos de aprendizaje y capacitación respecto de estas.

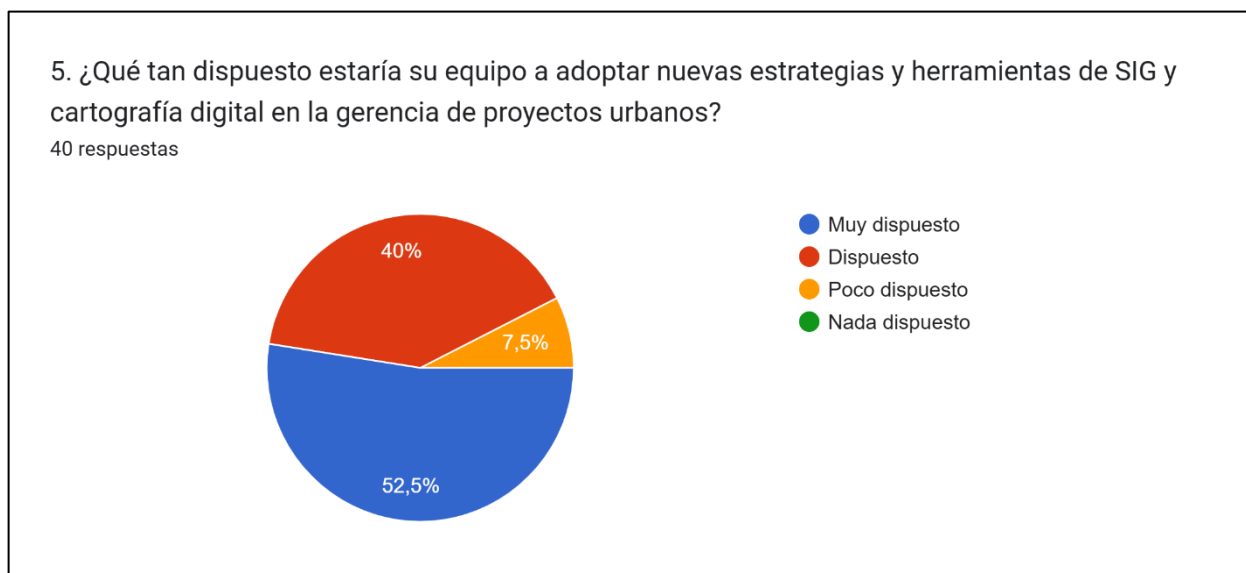
Figura 4. Limitaciones sobre el uso de cartografía digital.



Nota: Fuente (2025). Resultados de encuesta realizada con Google Forms. Datos no publicados.

Al consultar sobre la disposición y/o voluntad del equipo para adoptar nuevas estrategias y herramientas, el panorama podría considerarse alentador y con amplias oportunidades de mejora, esto es así, porque aproximadamente un 80% de los encuestados señalaron que estaban “muy dispuesto” al cambio o a la introducción de tecnologías en sus procesos; adicionalmente, otro grupo (15%) declaró que estaba “dispuesto”, lo que indica que los profesionales en proyectos de ingeniería tienen habilidades de gestión del cambio y la apertura a la innovación tecnológica; capacidades que, podrían potenciarse con inversiones en formación y capacitación, como lo refleja la figura 5.

Figura 5. Disposición al cambio.



Nota: Fuente (2025). Resultados de encuesta realizada con Google Forms. Datos no publicados.

Sin embargo, respecto del análisis de las respuestas mediante un proceso de teoría fundamentada, se identificaron los siguientes patrones o hallazgos importantes.

De la falta de capacitación técnica agrupada con la resistencia al cambio institucional, se pudo evidenciar una brecha, mientras existe un reconocimiento amplio y casi que, generalizado de los posibles impactos de las herramientas sobre los procesos de gestión de proyectos, la capacidad para explorarlas y explotarlas no está plenamente desarrollada, principalmente por problemas en el aprendizaje y uso de esta. Los profesionales no destacan las herramientas por su capacidad para hacer mapas bonitos, sino que están vinculadas a su capacidad para transformar los flujos de información en la gestión de proyectos, al permitir que los riesgos pasen de tener un enfoque reactivo a uno proactivo. Lo que puede ser correlacionado con los fundamentos del (Project Management Institute, 2017) y con (Moya et al., 2016) para quienes argumentan que la gestión exige e implica vincular variables espaciales para la toma de decisiones; por tanto, la

capacidad de anticipar riesgos mediante el análisis geoespacial cierra precisamente la brecha entre, por un lado, la planificación abstracta y, por el otro, las condiciones reales del territorio.

El análisis de las encuestas reveló un marcado contraste que para efectos del trabajo resulta importante traerlo a colación; se está refiriendo a las actitudes respecto de la voluntad de implementar nuevas herramientas y otros sistemas dentro de los flujos de trabajo de un proyecto, tal como por ejemplo, la cartografía digital participativa, lo que genera la paradoja: existe una latente motivación para adoptar herramientas que mejoren la eficiencia de los proyectos, pero se aprecia una implementación baja de aquellas herramientas.

Lo que podría verse reflejado en aquella tensión (aun no resuelta) entre la eficiencia y la equidad social; pues como podemos extrapolar de la teoría del capital de (Project Management Institute, 2017), los sistemas de información geográfico son mecanismos, que bien utilizados, tienen altas probabilidades de democratizar el acceso a la información y fomentar la justicia socioespacial; sin embargo, en la práctica esta perspectiva es desplazada y reemplazada por cumplir objetivos de eficiencia que propender por otros más ligados a la participación y justicia social.

5. DISCUSIÓN

Un primer elemento significativo es la opinión de la mayoría de los encuestados (75%) acerca del incremento notable en la eficiencia administrativa al incorporar cartografía digital. Esta opinión coincide con documentos esenciales como los presentados por (Molina et al., 2005) y (Project Management Institute, 2017), que subrayan el valor de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) para optimizar la gestión de riesgos y la toma de decisiones en proyectos urbanos. La encuesta reportó una correlación entre la adopción de tecnología y la eficiencia, lo

cual contradice las barreras encontradas, sobre todo la ausencia de formación técnica y la oposición al cambio organizacional (más del 85%), factores que se consideran limitantes importantes para implementar estas tecnologías de manera eficaz (Aibar, 1996).

Sobre la administración de costos y riesgos, se detectó como principal ventaja la anticipación y reducción de riesgos, lo cual confirmo lo establecido por Ali (2020) respecto de la capacidad de los SIG para permitir la toma de decisiones de una manera certera; considerando que, al permitir una representación dinámica e interactiva del mapa proporciona una base técnica para la gestión de riesgos casi que en tiempo real (Nuñez, 2018). Más aún, estas aplicaciones se encuentran respaldadas por la implementación de SIGs en entornos complejos como la amazonia donde (Vera Santi et al., 2024) encontraron que su uso mejora la planificación territorial en entornos complejos al reducir riesgos.

El 80% de los encuestados se mostró dispuesto a aceptar cambios tecnológicos representa una oportunidad positiva para fortalecer la capacitación y la implementación tecnológica. Esta medida permite la formulación de propuestas para programas permanentes de formación técnica y transformación cultural institucional, los cuales son considerados por la literatura como componentes fundamentales para que la integración de SIG y cartografía digital en la gestión urbana tenga éxito (Moran-González & Mogro-Cepeda, 2024); (Vera Santi et al., 2024).

6. CONCLUSIONES

Describir las aplicaciones de la cartografía digital en los procesos de integración y gestión del alcance permite mostrar que esta no solo tiene un papel de representación gráfica,

sino que también se transforma en una herramienta estratégica para el adecuado desarrollo de proyectos de ingeniería en áreas urbanas. Su incorporación ayuda a tener procesos de gestión más sostenibles y eficaces, ya que permite mejorar la planificación, la toma de decisiones y la capacidad de anticipar riesgos.

Establecer la contribución de la integración de datos geoespaciales a la gestión de riesgos y costos permitió demostrar que la cartografía digital facilita la articulación de información técnica y administrativa, permite anticipar y reducir de manera significativa los riesgos en los proyectos, como lo indican los resultados de la encuesta, donde el 40% de los participantes señalaron este beneficio como el más relevante. Además, un 27,5% manifestó una optimización moderada en los costos, demostrando que la toma de decisiones se fundamenta en información más precisa y oportuna, lo que contribuye directamente a la eficiencia en el uso de recursos y la gestión del alcance. Estos datos refuerzan que la aplicación de datos geoespaciales no solo favorece la coordinación, sino que también resulta clave para minimizar incertidumbres y maximizar el valor de los recursos disponibles, impactando positivamente en la planificación y ejecución de los proyectos; sin embargo, el estudio reveló que estas ventajas dependen de la existencia de competencias técnicas suficientes para interpretar la información y aplicarla adecuadamente en la gestión financiera y operativa de proyectos.

Se exploraron diversas estrategias para incorporar la cartografía digital participativa como herramienta clave en la gestión de los interesados. Los resultados evidencian que esta incorporación facilita la articulación coherente de los elementos relacionados con la participación en el marco de los proyectos, promoviendo una gestión más inclusiva y efectiva de los interesados. Aunque su implementación presenta desafíos socioculturales y requiere procesos de capacitación, la incorporación de la cartografía digital participativa mejora significativamente

la comunicación y coordinación entre las partes involucradas, contribuyendo a una mejor toma de decisiones en los proyectos.

7. RECOMENDACIONES

Como todas las investigaciones tienen sus limitaciones y para este caso del presente proyecto “Cartografía digital para la gestión de proyectos de ingeniería, en el marco de la planificación urbana” se sugiere generar una muestra estadística más densa y representativa que la empleada en esta investigación, de manera que permita incrementar la validez y fiabilidad de los datos analizados.

Por otro lado, se recomienda que los proyectos que utilicen cartografía digital implementen procesos de formación y capacitación técnica del equipo de trabajo, con el fin de aumentar los beneficios de la integración de información técnica y administrativa. Ya que el uso de datos georreferenciados permite identificar riesgos y controlar costos con mayor precisión.

Otra recomendación para lograr una incorporación exitosa de la cartografía digital en la gestión de proyectos, es que se promuevan iniciativas que fortalezcan una cultura organizacional abierta al aprendizaje y al cambio. Esto implica no solo el desarrollo tecnológico, sino orientar esfuerzos hacia la sensibilización, comunicación y capacitación continua dentro de la organización, de modo que los equipos adopten nuevas herramientas digitales en los procesos de gestión.

Referencias

- Aibar, E. (1996). La vida social de las maquinas: orígenes, desarrollo y perspectivas actuales en la sociología de la tecnología. *Reis*, 76(96), 141-170. Retrieved septiembre 2025, from <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/758950.pdf>
- Ali, E. (2020). *Geographic Information System (GIS): Definition, Development, Applications & Components*. Retrieved septiembre 2025, from https://www.researchgate.net/publication/340182760_Geographic_Information_System_GIS_Definition_Development_Applications_Components
- Amaya Santiago, M. S., Martínez Sánchez, A. R., Timoteo Cavero, D. R., Muñoz Carvo, J. A., & Curasma, C. R. (2025). *Catastro multipropósito y gestión territorial en Kimbiri, legado de buenas prácticas para municipios en desarrollo*. Retrieved septiembre 2025, from Brazilian Journal of Business: <https://doi.org/10.34140/bjbv7n1-045>
- Ávila Álvarez, G. E., Cubillos Peña, C. E., Granados Becerra, A. E., Medina Bello, E., Rodríguez Castiblanco, É. A., Rodríguez Pineda, C. E., & Ruiz Peña, G. L. (2016). *Guía metodológica para estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa*. Retrieved septiembre 2025, from <https://libros.sgc.gov.co/index.php/editorial/catalog/book/32>
- Bibri, S. E., & Krogstie, J. (2017). Smart sustainable cities of the future: An extensive interdisciplinary literature review. *Sustainable Cities and Society*, 31, 183-212. Retrieved septiembre 2025, from <https://doi.org/10.1016/j.scs.2017.02.016>
- Congreso de Colombia. (1993, Diciembre 22). *Ley 99 de 1993, por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA*. Retrieved Septiembre 2025, from Función Pública: <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=297>
- Contreras Ortiz, Y., Avellaneda González, M., Ortiz, W. Y., Peña Porras, D. I., Santos Pacheco, M., & Vega Angarita, J. C. (2019). *Estudios catastrales, registrales y urbanísticos para la gestión predial en proyectos urbanos. Guía metodológica*. Retrieved septiembre 2025, from <https://repositorio.unal.edu.co/items/f353135f-a9c1-4f77-b703-a2d098f175fc>
- Departamento Nacional de Planeación. (2018, marzo 23). *CONPES 3919 de 2018*. Retrieved septiembre 2025, from Consejo Nacional de Política Económica y Social: <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3919.pdf>
- El Congreso de la República. (2014, Marzo 6). *Ley 1712 de 2014, por medio de la cual se crea la Ley de Transparencia y del Derecho de Acceso a la Información Pública Nacional y se dictan otras*

- disposiciones*. Retrieved Septiembre 2025, from Función Pública:
<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=56882>
- Geograma. (2021, septiembre 2). *¿Qué es la Cartografía Digital? Ventajas y aplicaciones*. Retrieved octubre 2025, 14, from Geograma digital maps: <https://www.geograma.com/blog/cartografia-digital-gis/>
- Geoinnova. (2024, octubre 25). *¿Qué es la cartografía digital?* Retrieved octubre 14, 2025, from Geoinnova: <https://geoinnova.org/blog-territorio/que-es-la-cartografia-digital/>
- Lijcklama, L., Kronshorst, T., Van, K., Manen, B., Emaus, R., Knotter, J., & Mersha, A. (2023). Utilizing Drone-Based Ground-Penetrating Radar for Crime Investigations in Localizing and Identifying Clandestine Graves. *Sensores (Basilea)*, 16(23), 19-71. Retrieved septiembre 2025, from <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10459563/>
- Martínez Porras, J. (2024). *Planeación del tejido urbano en suelo de expansión: normas para la habilitación, programación y gestión del suelo*. Retrieved Septiembre 4, 2025, from Máster en Políticas de Suelo y Desarrollo Urbano Sostenible 2024-2025.:
https://blogs.uned.es/catedraunedlincoln/wp-content/uploads/sites/291/2025/04/2024_TFM_MARTINEZ_PORRAS_JESSICA.pdf
- Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible (PGAU). (2025, junio 2025). *Formulación y Seguimiento de Políticas Públicas*. Retrieved octubre 2025, 14, from Política de Gestión Ambiental Urbana:
https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2025/02/F-M-PPA-07_V4_RESPUESTA-A-COMENTARIOS-PGAU_JUNIO-2025.pdf
- Molina, A. M., López, L. F., & Villegas, G. I. (2005). Los sistemas de información geográfica (SIG) en la planificación municipal. *Revista EIA(4)*, 21-31. Retrieved 2025, from <https://repository.eia.edu.co/server/api/core/bitstreams/9f284995-cad0-4d7a-8493-993c2c6c551e/content>
- Monsalve-Jaimes, S. J., Sotelo-Barrios, M. E., & Ramón-Valencia, J. D. (2025). *La importancia de la planificación urbana sostenible en ciudades de clima cálido húmedo: Estrategias y desafíos para un desarrollo resiliente, análisis aplicado a Cúcuta*. Retrieved octubre 2025, 14, from <https://doi.org/10.22463/0122820X.5165>
- Moran-González, M. R., & Mogro-Cepeda, Y. V. (2024). Implementación de sistemas de información geográfica en la planificación urbana inteligente. *Innova Science Journal*, 2(4), 1-14. Retrieved Septiembre 2025, from <https://doi.org/10.63618/omd/isj/v2/n4/44>
- Moya, E., León, A., Piñero, P., & Tarke, A. (2016). SIGESPRO: Sistemas de Información Geográfica para controlar proyecto. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 10(2), 181-196. Retrieved from <https://www.redalyc.org/pdf/3783/378345292011.pdf>

- Nuñez, V. (2018). Sistemas digitales y cartografía digital. *Instituto de recursos naturales y ecodesarrollo*. Retrieved septiembre 2025, from https://bibliotecavirtualaserena.wordpress.com/wp-content/uploads/2017/11/1_3_sistemas-digitales-y-cartografc3ada-digital.pdf
- Porras, V. (2024). *Bondades del uso de la tecnología ntrip (networked transport of rtcmm vía internet protocol) en el municipio de Velez-Santander priorizado por el IGAC en la construcción de estaciones cors*. Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Repositorio Institucional de la Universidad Distrital. Retrieved septiembre 2025, from <https://repository.udistrital.edu.co/server/api/core/bitstreams/b35a624d-ab02-46df-8110-0fbcd7b34ab5/content>
- Portillo Ríos, R. A. (2021). Técnicas de representación digital aplicadas a los proyectos arquitectónicos en Nuevo León, México. *Revista Científica Universidad & Ciencia*, 2(4), 78-91. Retrieved septiembre 2025, from <https://doi.org/10.38186/difcie.46.02>
- Presidencia de la Republica de Colombia. (2015, mayo 26). *Decreto 1077 de 2015*. Retrieved septiembre 2025, from Función Pública: <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=77216>
- Project Management Institute. (2017). *A guide to the project management body of knowledge (PMBOK® Guide) (6ª ed.)*. Project Management Institute. Retrieved septiembre 6, 2025, from <https://trainupinstitute.com/wp-content/uploads/2022/03/Project-Management-Institute-A-Guide-to-the-Project-Management-Body-of-Knowledge-PMBOK%C2%AE-Guide%E2%80%93Sixth-Edition-Project-Management-Institute-2017.pdf>
- Pueyo Campos, A. (1991). El sistema de información geográfica: un instrumento para la planificación y gestión urbana. *Universidad de Zaragoza*, 175-192. Retrieved from <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/59785.pdf>
- Radi, A. M., Ziboon, A. T., & Ismael, H. S. (2023). Rural development using geomatics technology (GIS& RS). *AIP Conference Proceedings*, 2793, 020007. Retrieved septiembre 2025, from AIP Conference Proceedings: <https://doi.org/10.1063/5.0163617>
- Ramírez Ruiz, G. E., García Molina, M. Á., & Cárdenas Sabogal, D. L. (2021). *Desarrollo de una metodología para la gerencia de proyectos del sector aeroespacial en Colombia*. Retrieved septiembre 2025, from Escuela de ingeniería Julio Garavito: <https://repositorio.escuelaing.edu.co/handle/001/1640>
- Rivera, A. (2022). Factores limitantes de la ejecución de los proyectos prioritarios en los esquemas de ordenamiento territorial de los municipios de bajos recursos. caso de estudio Fómeque y Choachí, Cundinamarca. *Fundación Universidad de América*. Retrieved from <https://repository.uamerica.edu.co/server/api/core/bitstreams/40b82ea9-0694-4b0e-bead-9b1a06ecc767/content>

- Sánchez Ruiz, G. G. (2020). Ciudades latinoamericanas entre mediados del siglo XIX y principios del XX: del Higienismo al Urbanismo. *Arquitectura y Urbanismo*, 31(2), 31-45. Retrieved septiembre 2025, from <https://www.redalyc.org/journal/3768/376864178004/376864178004.pdf>
- Sestras, P., Badea, G., Badea, A. C., Salagean, T., Roşca, S., Kader, S., & Remondino, F. (2025). Land surveying with UAV photogrammetry and LiDAR for optimal building planning. *Automation in Construction*, 173, 10-60. Retrieved septiembre 2025, from <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2025.106092>
- Vera Santi, L. E., Villarroel Córdova, F. J., Macias Bazurto, L. M., Vera Santi, D. C., & Leones Zambrano, W. P. (2024). *Implementación de un Sistema de Información Geográfica, SIG, en el Centro Experimental de Investigación y Producción Amazónica-Ceipa de la Universidad Estatal Amazónica*. Retrieved septiembre 2025, from Ciencia Latina Revista Multidisciplinar: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i4.12556
- Wright, J. (2022). *Cómo la tecnología permite ciudades inteligentes sustentables*. Retrieved septiembre 2025, from News Center Microsoft Latinoamérica: <https://news.microsoft.com/es-xl/como-la-tecnologia-permite-ciudades-inteligentes-sustentables/>