

**Building Information Management (BIM): Implementación en la Optimización y Control  
de Presupuestos de los Proyectos de Construcción de Obra Pública.**

Zamara Fernanda García Martínez

Miguel Ángel Angarita Molina

Universidad La Gran Colombia

Facultad de Ingenierías

Especialización en Diseño y Construcción de Obras de Infraestructura y Edificaciones

Tutor: Jimmy Millán Cadena

Bogotá D.C.

11 de Julio 2025

Resumen.....	5
Planteamiento del problema.....	8
Justificación .....	9
Antecedentes .....	10
Marco teórico.....	13
Costo en BIM (BIM 5D):.....	15
Rentabilidad en BIM:.....	15
Presupuestos en BIM: .....	15
Expedientes técnicos:.....	15
Análisis estructural: .....	16
Gestión documental: .....	16
Etapas del proyecto de obra pública .....	16
Planeación:.....	16
Diseño: .....	17
Contratación:.....	17
Construcción: .....	18
Operación y mantenimiento:.....	18
Componentes del proyecto: Jurídico, administrativo, técnico y financiero .....	18
Componente jurídico:.....	18
Componente administrativo:.....	19

Componente técnico: .....	19
Componente financiero:.....	19
Normativa Building Information Management (BIM) .....	20
ISO 19650: .....	20
PAS 1192:.....	20
AIA Digital Practice Documents: .....	20
BuildingSMART Standards: .....	20
Marco metodológico .....	21
Resultados .....	23
Estudio documental.....	23
Encuestas y entrevistas: .....	24
Formulario de encuesta: .....	24
Resultados de las encuestas: .....	25
Entidades encuestadas:.....	31
Análisis de las entrevistas .....	31
Conocimiento Técnico .....	31
Desafíos en la Implementación.....	31
Capacitación Técnica .....	31
Implicaciones Legales.....	32
Desafíos de la implementación de BIM en las entidades estatales :.....	32

Desafíos investigativos: .....	32
Desafíos técnicos: .....	32
Desafíos legales .....	33
Oportunidades de la implementación de BIM en las entidades públicas: .....	33
Estrategias de capacitación: .....	34
Curso Introductorio de las tecnologías BIM.....	35
Objetivo del curso:.....	35
Contenido mínimo: .....	35
Formación Avanzada en BIM para la Gestión Integral de Proyectos de Infraestructura Pública .....	37
Objetivo General:.....	37
Contenido mínimo: .....	37
Personal Capacitado para Dirigir la Formación:.....	38
Implementación de tecnologíaBIM.....	39
Proyectos a evaluar .....	40
Sacúdete al parque Tipo 1 – Municipio de Leticia Amazonas.....	43
Sacúdete al parque Tipo 1 – Municipio de Soledad Atlántico .....	46
Desarrollo de cuadros comparativos.....	47
Conclusiones.....	52
Referencias.....	53

## Resumen

La monografía que se presentará a continuación permite analizar la implementación de la metodología Building Information Management-BIM como una herramienta para la optimización y control de los presupuestos de las obras públicas en Colombia, mediante la identificación de los desafíos que enfrentan las entidades estatales en relación con la planeación financiera de los proyectos con mayor dificultad de acceso geográfico.

Este estudio se realizó mediante un enfoque mixto, que inició desde una revisión detallada de la normativa de la contratación pública en Colombia, siguió con encuestas a funcionarios públicos implicados directa o indirectamente con los proyectos de infraestructura, se desarrolló un plan de capacitaciones para los funcionarios y finalmente se realizó un análisis comparativo de diferentes presupuestos en función de los parámetros actualizados con el Índice de Costos, incrementos porcentuales asociados a la Construcción de proyectos de infraestructura y la variación geográfica de los proyectos.

Como resultados de los estudios se obtuvo que en comparación con el proyecto el cual el acceso es mediante transporte terrestre, los accesos con transporte aéreo y fluvial presentan un aumento promedio del 21,70% y 19,53% respectivamente, lo cual se debe tener en cuenta a la hora del desarrollo del presupuesto de las obras, como conclusiones se obtiene que la aplicación de la metodología BIM permite mitigar sobrecostos lo cual reduce los riesgos presupuestales, mejora la planificación y fomenta una asignación de los recursos con mayor precisión y eficiencia desde su etapa inicial.

Palabras Claves: Building Information Management-BIM, Obras públicas, Planificación, presupuesto, zonas geográficas.

## Introducción

La presente investigación está dada por la implementación de la metodología Building Information Management (BIM) como una herramienta estratégica para el control y optimización de los presupuestos de obra pública en Colombia, la cual se define como la integración y administración de la información digital de un proyecto, que permite la mejora en la comunicación, gestión, coordinación de los recursos y la optimización de la toma de decisiones en la planeación de los proyectos. (Eastman, Teicholz, Sacks, & Liston, 2011).

El propósito por el cual se realiza el proyecto se debe a la búsqueda de soluciones en las notables deficiencias financieras, especialmente en la asignación de valores estimados para los proyectos tipo de obra pública, mediante análisis estadísticos comparativos y la implementación de estrategias de capacitación técnica para los funcionarios públicos directos o indirectamente involucrados en el sector de infraestructura.

El documento se estructura en varios capítulos los cuales presentan: primero, un planteamiento del problema, justificación y antecedentes relacionados con la investigación, segundo, se desarrolla un marco teórico y normativo y sus aplicaciones en la metodología BIM, tercero, se presenta la metodología de la monografía, cuarto se exponen los resultados adquiridos del análisis comparativo y documental. Finalmente, se concluye y se plantean las recomendaciones para la implementación eficiente y eficaz de la metodología BIM en los proyectos de obra pública en Colombia.

## **Objetivos**

### **Objetivo general**

Implementar la metodología Building Information Management (BIM) para la optimización y control de presupuestos de las obras públicas en Colombia, a través de un análisis comparativo con el sistema tradicional.

### **Objetivos específicos**

Identificar el funcionamiento a la luz del marco normativo que presentan actualmente las entidades públicas y el nivel de conocimiento sobre la metodología Building Information Management (BIM) en los profesionales del sector público en Colombia, mediante encuestas estructuradas.

Proponer programa de capacitación técnica en la metodología Building Information Management- BIM para los funcionarios del sector público relacionados con el área de estudio.

Implementar la metodología Building Information Management (BIM). En función de los parámetros actualizados con el Índice de Costos e incrementos porcentuales asociados a la Construcción de proyectos de infraestructura.

## **Planteamiento del problema**

Los proyectos de infraestructura de obra pública enfrentan constantemente desafíos relacionados con la gestión financiera en relación con la gran heterogeneidad geográfica del país. Estas dificultades aumentan conforme al tipo de acceso que tengan los municipios, como los del Amazonas, donde el transporte de materiales depende de medios aéreos; la subregión de la Mojana, que en su mayoría requiere transporte fluvial, o en la costa pacífica del norte del Chocó, donde el mejor acceso es a través de vía marítima.

Lo anterior, impacta de manera directa el artículo 25 del principio de planeación contemplado en la Ley 80 de 1993, la cual presenta el Estatuto General de Contratación de la Administración Pública en Colombia, donde se establece que las entidades estatales deben definir de manera previa, clara y detallada las condiciones de contratación, garantizando así una adecuada planeación contractual (Congreso de Colombia, 1993, art. 25).

La no coordinación de estos aspectos, inciden en sobrecostos, retrasos en los cronogramas y complicaciones en la ejecución eficiente de las obras, que termina comprometiendo la sostenibilidad financiera de los proyectos públicos, lo cual puede ser evitado mediante una planificación más adecuada desde la etapa de preinversión de los proyectos.

Ante esta problemática, el fortalecimiento en la gestión presupuestal de las obras se posiciona como un desafío prioritario para las entidades estatales. Una de las principales causas del problema radica en la infravaloración inicial de los costos, originada por la incapacidad de mantener adecuadamente una integralidad en las variables logísticas y económicas propias de las diferentes regiones del país. La falta de análisis y precisión en

los datos definidos en las etapas iniciales de los proyecto de infraestructura de obra pública, dificulta establecer una proyección ajustada a la realidad de las condiciones económicas y operativas de la localización en la que se llevará a cabo la obra.

En este contexto, surge la interrogante: ¿Cómo contribuye la implementación de la metodología Building Information Management (BIM) en la optimización y control de los presupuestos destinados a proyectos de obra pública en Colombia, considerando la diversidad geográfica que caracteriza al país?

### **Justificación**

En la ejecución de las construcciones de obra pública, persisten diversos problemas multidisciplinarios que afectan los costos, ocasionan retrasos y comprometen la calidad de los proyectos, específicamente en obras con condiciones geográficas complicadas en su acceso, lo que genera sobrecostos, adiciones contractuales y retrasos que disminuyen la eficiencia presupuestal de los recursos destinados para obras de infraestructura pública.

Ante esta situación planteada anteriormente, se desarrolla la necesidad de adoptar herramientas que optimicen la eficiencia y efectividad en el control presupuestario de las obras públicas, por esta razón, se hace necesario el estudio de la metodología Building Information Management (BIM) como una solución clave para centralizar y conectar información. Esta herramienta permite un análisis más preciso y detallado de las etapas iniciales de los proyectos, abordando de manera integral los desafíos presupuestales inherentes a este sector.

Con la implementación de BIM, es posible elaborar estudios estadísticos detallados que ofrecen proyecciones orientadas a maximizar la eficiencia desde el inicio del proyecto. Esto representa un importante avance hacia la modernización y optimización de los recursos públicos destinados a la infraestructura, contribuyendo así a satisfacer de manera más efectiva las expectativas y necesidades de la población beneficiaria.

Por otro lado, los funcionarios responsables de infraestructura y planeación pueden colaborar a través de un modelo digital único que permite supervisar, verificar y optimizar tanto los aspectos técnicos como financieros de los proyectos. Esto repercute positivamente en la ejecución y el éxito de las obras públicas, asegurando su alineación con los objetivos establecidos.

#### **Antecedentes**

Un estudio realizado por los señores Flyvbjerg, B., Skamris Holm, M.K., & Buhl, S.L. (2013) en el Departamento de Desarrollo y Planificación de la Universidad de Aalborg, Dinamarca denominado “*Underestimating Costs in Public Works Project: ¿Error or Lie?*”, esta investigación fue publicada en 2002 en el *Journal of the American Planning Association*, en donde se analizaron 258 proyectos de infraestructura de transporte a nivel mundial, abarcando diferentes regiones geográficas y determinando una tendencia en la subestimación de los costos reales. La investigación fue realizada mediante un análisis estadístico lo cual justificó el uso de metodologías como BIM en la gestión económica de obras públicas.

La Investigación realizada en la universidad de Teherán, Irán “*Automation of Construction Quantity Take-Off Using Building Information Modeling (BIM)*”, teniendo como autores a Taghaddos, H., Mashayekhi, A., & Sherafat, B. (2019), se llevó a cabo en la Universidad de Teherán, Irán. En esta investigación, los autores desarrollaron una estimación de cantidades y recursos demostrando que la implementación de BIM permite optimizar el presupuesto en proyectos de infraestructura.

En su tesis “*Developing a Comprehensive Measurement Tool for Assessing the Rate of BIM Adoption in the Construction Industry*”, Alsofiani, M.A. (2024), desarrolló un modelo de medición para definir los diferentes niveles de adopción de BIM en diferentes países en la industria de la construcción, en este estudio se identificaron variables desde el conocimiento técnico, financiero, y estándares normativos para la preparación en las instituciones.

“*Digitalization in Infrastructure Construction Projects: A PRISMA-Based Review of Benefits and Obstacles*”, Es un artículo, realizado por Mohammed Abdulsalam Alsofiani, quien realizó un estudio exhaustivo sobre las desventajas y beneficios que presentan las obras publicas en su digitalización, enfatizando las tecnologías BIM, como una tecnología fundamental para el control de los presupuestos, la sostenibilidad y la operatividad en los proyectos.

El artículo académico “*Benchmarking Initiatives in the Construction Industry: Lessons Learned and Improvement Opportunities*” realizado por Costa, D.B., Formoso, C.T., Kagioglou, M., Alarcón, L.F. & Caldas, C.H. (2006), permite identificar el análisis realizado para definir la potencialización en el control financiero y administrativo de las obras públicas con el uso de las tecnologías de Gestión como BIM, mediante el análisis de diferentes construcciones llevadas a cabo en países como Brasil, Chile, Reino Unido y Estados Unidos.

En el artículo “*Building Information Modelling Framework: A Research and Delivery Foundation for Industry Stakeholders*”, se propone un modelo de gestión para la implementación de las tecnologías BIM paulatinamente en entidades públicas y privadas, determinando las competencias institucionales, los flujos de información y las bases para una mejor planificación en busca de una mejora en la administración de los proyectos de infraestructura. Succar, B. (2009).

En la Universidad RMIT en Australia se publicó el artículo “*Building Information Modelling Demystified: ¿Does it Make Business Sense to Adopt BIM?*”, en el cual se examina la adopción de BIM como una herramienta estratégica para fortalecer la eficiencia administrativa. En este artículo se establece que BIM no es solo implementado en el diseño, sino que permite potencializar la gestión documental y presupuestal en el desarrollo de la planificación pública. **Aranda-Mena, G., Crawford, J., Chevez, A., & Froese, T. (2009).**

**El artículo El Oti, A.H. & Tizani, W. (2015)**, en su estudio realizado en el Reino Unido titulado “*BIM Extension for the Sustainability Appraisal of Conceptual Building Designs*”, desarrollan un complemento de tecnologías BIM, enfocados en el estudio de la sostenibilidad de los proyectos de edificaciones, identificando la importancia de BIM para el análisis de costo-beneficio, lo cual integra indicadores del orden financiero, ambiental y administrativo desde las fases iniciales de los proyectos.

En la universidad de Washington, se realizó un estudio mediante el artículo “*BIM Curriculum Design in Architecture, Engineering, and Construction Education: A Systematic Review*”, el cual determina el requerimiento de enfatizar las capacitaciones a los profesionales del sector público en relación con las competencias de la gestión de BIM. Este artículo concluye que la correcta formación permitirá mejorar la calidad y optimización de los recursos mitigando errores administrativos en el desarrollo de los proyectos de obra pública. **Abdirad, H. & Dossick, C.S. (2016)**

### **Marco teórico**

#### **Building Information Management (BIM):**

Se define como la integración y administración de la información digital de un proyecto, que permite la mejora en la comunicación, gestión, coordinación de los recursos y la optimización de la toma de decisiones en la planeación de los proyectos. (Eastman, Teicholz, Sacks, & Liston, 2011).

**Control de Calidad en BIM:**

Eastman et al. (2011) define el control de calidad como la metodología y parámetros que permiten que los modelos diseñados a través de las Tecnologías BIM cumplan con la normativa de calidad para proporcionar mayor exactitud en la información que se proporciona, generando mayor capacidad de interacción entre las diferentes herramientas y plataformas BIM.

**Viabilidad constructiva en BIM:**

En referencia a lo definido por Fischer (2004), la viabilidad constructiva permite realizar un análisis detallado del proceso constructivo para evitar y definir anticipadamente las posibles dificultades que se pueden presentar en el periodo de ejecución de las construcciones, definiendo con mayor exactitud los costos y plazos en los proyectos.

**Fase de diseño en BIM:**

Kensek (2014)) define la fase de diseño como la creación repetitiva de modelos realizados mediante la Tecnología BIM, de forma detallada en cuanto a funcionalidad y geometría, permitiendo simular los rendimientos en todas las etapas del diseño.

**Plazos de ejecución en BIM:**

Chong & Wang (2012) indica que los plazos de ejecución en BIM, se obtienen en el desarrollo de la programación y planificación del proyecto mediante los modelos BIM definidos de manera detallada, asumiendo desde la virtualidad los recursos y estimaciones de tiempos para así obtener mejor precisión y mitigación en los mismos.

**Costo en BIM (BIM 5D):**

Los costos en BIM permiten la integración de los aspectos financieros del proyecto desde la etapa de formulación hasta la ejecución de la construcción, generando estimaciones de costos, mejor administración del presupuesto y la rentabilidad por medio del análisis digital del modelo BIM. Smith, (2009)

**Rentabilidad en BIM:**

Es considerado como el retorno de las inversiones al emplear la metodología BIM en los proyectos de construcción, permitiendo identificar los beneficios en la reducción de los costos, la efectividad productiva y la mitigación en errores. Fischer, (2004)

**Presupuestos en BIM:**

Tang (2010) indica que para el presupuesto BIM debe incluirse dentro del modelo la información detallada de los materiales, mano de obra y los recursos implementados dentro del proyecto, realizando una estimación con mayor precisión y rendimiento en los tiempos de entrega de los proyectos de construcción.

**Expedientes técnicos:**

El expediente técnico es la base que permite obtener una secuencia estructurada de las tareas a realizar en un proyecto desde su etapa inicial hasta su finalización con base en la optimización de los recursos y los tiempos de la construcción, por tal razón la metodología BIM y los expedientes técnicos deben estar directamente relacionadas para la mitigación de los cambios en los alcances de los proyectos. Guerrero et al. (2019)

**Análisis estructural:**

Es el enfoque y evaluación minuciosa en la organización de los documentos técnicos, garantizando la precisión, coherencia y eficiencia en la información que se suministre, así asegurar la comprensión e implementación adecuada. Nadeem & Wong, (2015)

**Gestión documental:**

Se considera la organización, almacenamiento y recopilación de todos los documentos del proyecto, garantizando la disponibilidad de estos una vez sean solicitados entre los diferentes implicados, asegurando la permanencia de la información. Gallo, (2009).

**Etapas del proyecto de obra pública**

Las etapas de un proyecto de obra pública corresponden a un conjunto de fases interdependientes que garantizan la correcta ejecución de la infraestructura. Según el Plan Nacional de Infraestructura 2014-2028 de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes de México, las etapas típicas incluyen la planeación, diseño, contratación, construcción, y operación y mantenimiento.

**Planeación:**

La planeación es la primera etapa en un proyecto de obra pública, y se enfoca en definir los objetivos, alcance, y necesidades del proyecto. En esta fase se realiza el diagnóstico inicial, se identifican los recursos necesarios, se elaboran los estudios preliminares (como los estudios de impacto ambiental), y se establecen las bases para el desarrollo posterior. Según el Plan Nacional de Infraestructura 2014-2028 (Secretaría de

Comunicaciones y Transportes, 2014), en esta etapa se definen los aspectos técnicos, administrativos y financieros para garantizar que el proyecto sea viable. También se evalúan las alternativas de diseño y ejecución. En complemento de lo anterior, se relaciona el concepto de Modelo Integrado de Planeación y Gestión-MPIG, el cual se define como un marco de referencia de los entes públicos para gestionar con mayor eficiencia, la dirección, planeación y ejecución de los proyectos con la finalidad de mejorar los resultados que van en pro del beneficio de la población

### **Diseño:**

La fase de diseño es crucial para concretar los detalles técnicos de la obra. Aquí se desarrollan los planos arquitectónicos, estructurales, hidráulicos y eléctricos que guiarán la construcción. Se elaboran también los estudios de factibilidad, y se realiza el análisis de riesgos para asegurar que el proyecto sea seguro, funcional y eficiente. Según Álvarez (2018), esta etapa implica la integración de las diversas disciplinas técnicas en un solo modelo que define el uso de materiales, métodos constructivos y la programación de las actividades.

### **Contratación:**

Una vez que se cuenta con el diseño aprobado, se pasa a la etapa de contratación, donde se formaliza la relación entre la entidad pública y la empresa encargada de ejecutar la obra. Esto incluye el proceso de licitación pública, donde se establecen los términos y condiciones del contrato, y se selecciona al contratista que cumplirá con los requisitos de calidad, plazo y presupuesto. Méndez y Ramírez (2020) explican que en esta fase se deben

seguir estrictos procedimientos legales para garantizar la transparencia y la competencia entre las empresas.

### **Construcción:**

La etapa de construcción es la fase en la que se lleva a cabo la ejecución física de la obra, siguiendo los planos y las especificaciones técnicas previamente establecidos. Esta fase es supervisada por un equipo de ingenieros y arquitectos para garantizar que se cumplan los estándares de calidad y seguridad. La construcción puede implicar varios subprocesos, como la preparación del terreno, la cimentación, la estructura, las instalaciones, y los acabados. Según González (2019), el control de calidad y la gestión eficiente del tiempo y los recursos son fundamentales durante esta fase para evitar retrasos y sobrecostos.

### **Operación y mantenimiento:**

Una vez terminada la construcción, el proyecto pasa a la fase de operación y mantenimiento. En esta etapa, la infraestructura comienza a ser utilizada por el público o los usuarios finales, y se implementan planes de mantenimiento preventivo y correctivo para asegurar su buen funcionamiento a lo largo de su vida útil. Esta fase también incluye la evaluación de la eficiencia operativa y el monitoreo de la infraestructura para detectar posibles fallos o áreas de mejora (Secretaría de Comunicaciones y Transportes, 2014).

### **Componentes del proyecto: Jurídico, administrativo, técnico y financiero**

#### ***Componente jurídico:***

El componente jurídico de un proyecto de obra pública se refiere a todos los aspectos legales y normativos que regulan la ejecución del proyecto. Esto incluye la

redacción y supervisión de los contratos, la obtención de permisos y licencias, y la gestión de cualquier conflicto o impasse legal que pueda surgir. La parte jurídica es responsable de garantizar que el proyecto cumpla con las leyes locales, nacionales e internacionales, promoviendo la transparencia, la rendición de cuentas y el respeto a los derechos de las partes involucradas (Méndez & Ramírez, 2020).

***Componente administrativo:***

El componente administrativo de un proyecto abarca la gestión de los recursos humanos, materiales y logísticos necesarios para ejecutar el proyecto. Los encargados de la administración supervisan la planificación de las actividades, la coordinación entre los equipos de trabajo, y el cumplimiento de los plazos y objetivos establecidos. Además, se ocupan de la comunicación constante con las partes involucradas para asegurar la fluidez en los procesos (González, 2019).

***Componente técnico:***

El componente técnico es el encargado de los aspectos relacionados con el diseño y ejecución de la obra en sí. Esto incluye la elaboración de los planos, la selección de materiales, y la implementación de las soluciones constructivas que garantizan la seguridad, la funcionalidad y la calidad de la infraestructura. Según Álvarez (2018), la coordinación de todas las disciplinas técnicas, como la arquitectura, la ingeniería civil, eléctrica y mecánica, es clave para el éxito del proyecto, dado que estas deben integrarse de manera eficiente.

***Componente financiero:***

La parte financiera se encarga de la gestión de los recursos económicos del proyecto. Esto incluye la elaboración de presupuestos, el control de los costos, la

programación de pagos y la realización de auditorías para asegurar el cumplimiento de los parámetros financieros. La parte financiera también asegura que el proyecto se ejecute dentro de los límites presupuestarios y que los fondos sean utilizados de manera eficiente. Según González (2019), una adecuada gestión financiera es fundamental para evitar desviaciones en el presupuesto y garantizar que el proyecto se complete sin problemas económicos.

### **Normativa Building Information Management (BIM)**

#### ***ISO 19650:***

Norma internacional que establece los principios y los conceptos en la gestión de la información implementada con BIM. (British Standards Institution, 2018)

#### ***PAS 1192:***

Normativa británica que regula la gestión de la información en los proyectos BIM, cabe resaltar que los conceptos han sido modificados por la normativa ISO 19650. (British Standards Institution, 2013)

#### ***AIA Digital Practice Documents:***

Documentos guías para la implementación BIM, en proyectos arquitectónicos. (American Institute of Architects, 2013)

#### ***BuildingSMART Standards:***

Estándares para la interoperabilidad en el uso de BIM como IFC (BuildingSMART International, s.f.)

### **Marco metodológico**

La implementación de la metodología BIM en las obras públicas de infraestructura de Colombia, presenta un proceso que involucra varios pasos clave. La Metodología BIM presenta una oportunidad de transformar la manera en que las entidades públicas supervisan y planifican proyectos de infraestructura, asegurando una mayor eficiencia, transparencia y la calidad de los proyectos de obra pública. Para asumir su implementación en las entidades estatales, este proceso de trabajo colaborativo se estructura en varias fases, que va desde la identificación de los desafíos de tipo jurídico, administrativo, técnicos y financieros, posterior a esto la capacitación de los funcionarios y la implementación de estrategias de que adoptan dicho proceso.

En primer lugar, se llevará a cabo un estudio documental sobre la normativa vigente y las prácticas actuales en el sector público colombiano en cuanto a la gestión de proyectos de infraestructura. Este análisis se dará por medio de la revisión de las leyes y regulaciones que rigen la contratación pública, como la Ley 80 de 1993, la cual reglamenta las principales condiciones de la contratación estatal, y las normativas relacionadas con la gestión de recursos y la rendición de cuentas, con lo anterior se permitirá analizar y relacionar los desafíos que enfrentan las entidades públicas en términos jurídicos, técnicos, financieros y administrativos, así como las oportunidades para la mejora la implementación de la tecnología BIM.

Seguido a lo anterior, se realizarán encuestas y entrevistas a los profesionales del área de infraestructura de estas entidades, con el objetivo de identificar los principales desafíos e inconvenientes que se encuentran en la implementación de BIM, así como su nivel de conocimiento sobre la metodología. Se estudiarán aspectos como la capacitación

técnica, los costos asociados con la adopción de estas tecnologías, las implicaciones legales y contractuales, y los posibles obstáculos culturales dentro de las instituciones públicas.

Acorde a los resultados de las encuestas y entrevistas, se procederá en la formulación de estrategias de capacitación a los distintos actores involucrados en los proyectos de obra pública, las estrategias de capacitación están dadas por cursos introductorios y avanzados en la Metodología Building Information Management.

Seguido a lo anterior, se realizará un análisis comparativo de los ítems con mayor representación presupuestal basados en tres presupuestos de los proyectos tipo “Sacudete al Parque” en los municipios de Leticia - Amazonas, Juradó – Chocó y Soledad - Atlántico, actualizados con el Índice de Costos de la Construcción de Obras Civiles -ICOCIV, desde el año de concepción su presupuesto a uno que logre determinar los valores que permitan realizar la comparación entre sí, implementado un análisis estadístico, con el fin de determinar las deficiencias y concluir lo que la metodología BIM podría mejorar desde el punto de vista presupuestal.

Finalmente, se calcularán incrementos porcentuales en los presupuestos de los proyectos tipo “Sacúdete al Parque” en los municipios de Leticia, Juradó y Soledad, mediante un análisis estadístico.

El enfoque de esta investigación es mixto, ya que combina métodos cuantitativos y cualitativos. A través de encuestas y entrevistas, se analiza la experiencia y el nivel de conocimiento de los profesionales que ocupan cargos públicos. Asimismo, se identifica el interés del Estado en capacitar y certificar el aprendizaje relacionado con este sistema. Por otro lado, el método cuantitativo permite evidenciar numéricamente las problemáticas

asociadas a la asignación de recursos en proyectos de infraestructura, tomando como referencia un proyecto tipo del Ministerio del Interior. Se experimenta con los resultados finales de dichos proyectos para establecer, mediante el cálculo de la media aritmética, los valores de obra desde la etapa de viabilización del proyecto.

## **Resultados**

### **Estudio documental**

Colombia cuenta con un marco normativo que regula la contratación estatal, como se ha expuesto a lo largo de este documento. La Ley 80 de 1993 y la Ley 1150 de 2007 fueron establecidas para garantizar la transparencia, eficiencia y equidad en los procesos de contratación pública. Estas normas establecen los principios y procedimientos que deben seguir las entidades del Estado al contratar, promoviendo valores fundamentales como la transparencia, la equidad y la rendición de cuentas. Además, regulan aspectos clave relacionados con la gestión de recursos, el control fiscal y otras funciones esenciales para una adecuada administración de proyectos de infraestructura.

A partir de la experiencia y el análisis de la documentación de las entidades estatales, se ha identificado que muchos de los problemas anteriormente mencionados pueden mitigarse mediante la implementación de una adecuada gestión de datos, como la que ofrece la metodología Building Information Management (BIM). Esta metodología ha demostrado ser eficaz en la aplicación de principios clave en proyectos de infraestructura, abarcando dimensiones financieras, administrativas, jurídicas y técnicas, lo que contribuye a mejorar tanto la ejecución como la supervisión de dichos proyectos por parte de las entidades responsables.

BIM representa una estrategia fundamental para incrementar la eficiencia y calidad en la planificación y ejecución de proyectos, gracias a sus capacidades de digitalización y al impulso que da a la colaboración interinstitucional. No obstante, para aprovechar plenamente sus beneficios, es imprescindible capacitar a los funcionarios públicos en el uso adecuado y eficiente de esta herramienta.

Asimismo, BIM permite mejorar la planificación financiera de los proyectos, al perfeccionar la gestión y asignación inicial de recursos, lo que ayuda a reducir sobrecostos no previstos durante su ejecución.

### **Encuestas y entrevistas:**

Para identificar los principales desafíos e inconvenientes que profesionales de las áreas de planeación e infraestructura de las entidades públicas enfrentan en la implementación de BIM, así como su nivel de conocimiento sobre la metodología, se realizaron diferentes entrevistas y encuestas a 15 profesionales de diferentes entidades públicas, las cuales se relacionan a continuación:

#### ***Formulario de encuesta:***

Enlace de formulario

[https://docs.google.com/forms/d/1XugZjsGDYvjGI0vhhw\\_2RjLHRyuA\\_XdKIHcD2x\\_dROCI/edit](https://docs.google.com/forms/d/1XugZjsGDYvjGI0vhhw_2RjLHRyuA_XdKIHcD2x_dROCI/edit)

1. ¿Cuál es su nivel de conocimiento sobre la metodología BIM?
2. ¿Ha participado en proyectos que hayan utilizado BIM?
3. ¿Ha recibido capacitación o formación en BIM?

4. Si la respuesta anterior es si, ¿Cómo calificaría la calidad de la capacitación recibida y cómo la mejoraría?
5. ¿Cuál considera que es el principal desafío en términos de costos para la implementación de BIM en su institución?
6. ¿Cree que los beneficios a largo plazo de BIM justifican los costos iniciales de implementación? ¿Por qué?
7. ¿Ha encontrado dificultades legales o contractuales en la adopción de BIM en proyectos de infraestructura pública? ¿Cuáles?
8. En su opinión, ¿Cuáles son los principales obstáculos culturales u organizacionales dentro de su institución para la implementación BIM?
9. ¿Qué tipo de formación adicional considera necesaria para que su institución implemente BIM de manera efectiva?
10. ¿Qué recomendaría para facilitar la implementación de BIM en las entidades públicas?

***Resultados de las encuestas:***

1. ¿Cuál es su nivel de conocimiento sobre la metodología BIM?

Para la pregunta No 1 del formulario se determinó que el 62,5% presenta un nivel básico en conocimiento de Building Information Management y un 37,5% no presenta conocimiento alguno.

**Figura 1.**

*Resultado encuesta; pregunta 1*



*Nota.* La imagen es un diagrama circular que permite observar el nivel de conocimiento sobre la metodología BIM, evidenciando que existe un 62,5% de encuestados que cuentan con los conocimientos básicos de este.

2. Ha participado en proyectos que hayan utilizado BIM?

**Figura 2.**

*Resultado encuesta; pregunta 2.*



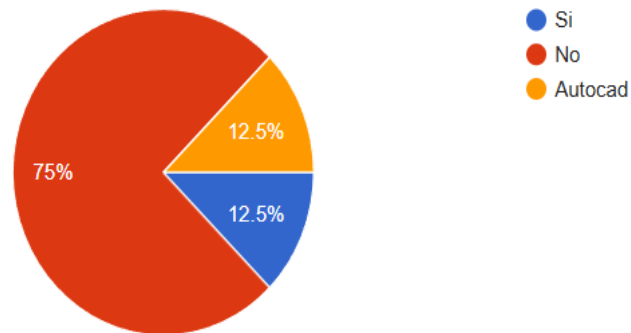
*Nota.* La imagen es un diagrama circular que permite observar la participación de los encuestados en proyectos que se hayan requerido la implementación la metodología BIM, evidenciando que el 100% de estos no lo han realizado.

3. ¿Ha recibido capacitación o formación en BIM?

**Figura 3.**

*Resultado encuesta; pregunta 3.*

¿Ha recibido capacitación o formación en BIM?



*Nota.* La imagen es un diagrama circular que permite observar la participación de los encuestados en capacitaciones sobre metodologías BIM, evidenciando que el 75% de estos no lo han realizado.

**4. Si la respuesta anterior es si, ¿Cómo calificaría la calidad de la capacitación recibida y cómo la mejoraría?**

El 12,5 % de los encuestados que recibieron capacitación, calificaron la capacitación recibida como REGULAR.

**5. ¿Cuál considera que es el principal desafío en términos de costos para la implementación de BIM en su institución?**

En general, las respuestas a esta pregunta determinan que los encuestados consideran que la adquisición de los softwares complementarios a BIM representa un desafío, debido a su alto costo, falta de normatividad y la carencia de conocimiento y capacitación entre los funcionarios públicos.

**6. ¿Cree que los beneficios a largo plazo de BIM justifican los costos iniciales de implementación? ¿Por qué?**

Acorde a la respuesta de los encuestados, todos coinciden que los costos implementados si justifican con los beneficios que estos ofrecen, ya que consideran que Building Information Management, mejora la calidad de los productos entregados, disminuyendo errores en la planeación y ejecución del proyecto, facilitando así una toma de decisiones más acertadas a lo largo del proceso.

**7. ¿Ha encontrado dificultades legales o contractuales en la adopción de BIM en proyectos de infraestructura pública? ¿Cuáles?**

Con base en las respuestas obtenidas, en su mayoría los encuestados indicaron que, si existen dificultades en la adopción de BIM, los principales obstáculos están dados por falta de conocimiento sobre el concepto y la implementación BIM, incertidumbre por parte de los gobernantes debido a la falta de claridad en la incorporación en los procesos contractuales y legales, además la presencia de ausencia de lineamientos claros en la ejecución y supervisión de los proyectos.

**8. En su opinión, ¿Cuáles son los principales obstáculos culturales u organizacionales dentro de su institución para la implementación BIM?**

En general las respuestas estuvieron dadas por la resistencia ante la adopción de nuevas metodologías por parte de los funcionarios, falta de comprensión y aceptación de la metodología BIM y deficiencia en la capacitación y formación técnica.

**9. ¿Qué tipo de formación adicional considera necesaria para que su institución implemente BIM de manera efectiva?**

Conforme a la respuesta de los encuestados, la formación que se debe implementar está dada por:

- Especialización en software específico como MS Project y Revit,
- Asesorías y capacitaciones básicas virtuales,
- Cursos y capacitaciones
- Desarrollo de habilidades en el manejo del software.

**10. ¿Qué recomendaría para facilitar la implementación de BIM en las entidades públicas?**

Los encuestados en su respuesta promueven dentro de sus recomendaciones lo siguiente:

- Dar a conocer las ventajas de BIM.
- Realizar convenios con instituciones para generar capacitaciones y herramientas que mejoren las prácticas relacionadas con BIM.
- Actualizar planta de personal adquiriendo profesionales con mayor experiencia y nuevas herramientas tecnológicas.

***Entidades encuestadas:***

- MINISTERIO DEL INTERIOR
- GOBERNACIÓN DE SUCRE

**Análisis de las entrevistas*****Conocimiento Técnico***

Los funcionarios públicos en su mayoría tienen bajo conocimiento sobre la metodología BIM, por tal razón, se hace necesario un programa de formación más estructurado y continuo, debido a que sus conocimientos están regidos por solo ver la tecnología BIM como un modelo, desconociendo que esta también está relacionada con la supervisión y coordinación que ejerce la entidad pública como tal.

***Desafíos en la Implementación***

Los principales obstáculos según el criterio de los funcionarios públicos encuestados fueron los costos iniciales y la adaptación cultural dentro de las instituciones públicas.

***Capacitación Técnica***

Existe la necesidad urgente de capacitaciones especializadas al personal técnico y a los cargos de mayor rango para un mejor funcionamiento en la implementación de las tecnologías BIM.

### ***Implicaciones Legales***

Conforme con las declaraciones por parte de los funcionarios de las entidades públicas y con el estudio normativo realizado, no existen normativas claras que permitan adaptar los proyectos con requerimientos BIM.

En función de los resultados obtenidos en el ejercicio realizado mediante las encuestas a los funcionarios públicos que tienen incidencia en proyectos de infraestructura, surgen unos desafíos a la hora de implementar la metodología BIM, algunos de los cuales se presentan a continuación:

#### **Desafíos de la implementación de BIM en las entidades estatales :**

##### ***Desafíos investigativos:***

- Realizar un sondeo sobre el conocimiento de las metodologías BIM, con el fin de conocer y establecer el conocimiento de cada uno de ellos.
- Identificar la calidad de las organizaciones educativas que ejecutan capacitaciones, con el fin de establecer e implementar mejoras sobre ello.
- Con base a la experiencia de los funcionarios públicos, establecer metodologías que permitan mejorar la recopilación de los datos que alimentan el BIM.

##### ***Desafíos técnicos:***

- Capacitar a los funcionarios públicos e invertir en tecnologías asociadas al BIM, garantizando que el personal cuente con las competencias necesarias para su uso eficiente y que las entidades dispongan de los recursos técnicos adecuados para su aplicación.

- Fortalecer la coordinación entre las entidades públicas, con el fin de estandarizar procesos y optimizar la gestión de la información, promoviendo así una mayor interoperabilidad y colaboración en el desarrollo de los proyectos.

### *Desafíos legales*

- **Adoptar normativas internacionales vigentes y reconocidas**, que permitan estandarizar la aplicación de BIM en el país. Esto debe incluir el desarrollo de una metodología unificada que facilite la creación de una base de datos generalizada, alineada con los lineamientos expuestos en el presente documento.
- **Clarificar los roles y responsabilidades de los actores involucrados en la gestión de la información BIM durante todo el ciclo de vida del proyecto**, a partir de una revisión documental exhaustiva. Esta claridad debe ser supervisada por las entidades estatales responsables, para asegurar una correcta ejecución y seguimiento de cada etapa.
- **Fortalecer la regulación fiscal mediante herramientas y procedimientos específicos para la auditoría de información BIM en proyectos públicos**, lo cual permitirá a los organismos de control detectar posibles irregularidades y ejercer una vigilancia más precisa sobre el uso de los recursos públicos en proyectos que empleen esta metodología.

### **Oportunidades de la implementación de BIM en las entidades públicas:**

- El Gobierno de Colombia, puede implementar la creación de una normativa que adopte la tecnología BIM y promueva su adopción en el sector público.

- Realizar una estandarización en los procesos BIM para la implementación en los proyectos.

### **Estrategias de capacitación:**

En función del segundo objetivo específico se proponen estrategias de capacitación en BIM para los funcionarios públicos que hacen parte directa o indirecta de proyectos de infraestructura, para lo cual se deben tener en cuenta varios factores que influyen en la eficiencia y eficacia de la misma. A continuación se presentan cursos introductorios y especialistas los cuales fueron adoptados de la ZIGURAT Institute Of Tecnology, la cual ofrece el Master en BIM Management, Este Máster en BIM está diseñado para capacitarte en la dirección de equipos y en la gestión integral de proyectos, empleando las tecnologías, software y herramientas más actuales del sector.

La implementación de Trabajo Fin de Máster (TFM), el cual desarrolla un proyecto BIM completamente real bajo la metodología Open BIM. Este proyecto se debe realizar dentro de un equipo colaborativo, interdisciplinario e internacional, lo que permitirá adquirir experiencia práctica desde el primer módulo. (Brochure de estudios del Mastes en BIM Management de ZIGURAT Institute Of Tecnology)

La idea es implementar de la implementación de cursos como el anteriormente relacionado, es gestionar los datos adquiridos sobre proyectos similares enlazando los costos, la planificación, y control desde el punto de vista de supervisión, con el fin de mejorar problemas que se han venido evidenciando en otros cursos anteriores.

## **Curso Introductorio de las tecnologías BIM**

- Master en BIM Management de ZIGURAT Institute Of Tecnology
- Máster BIM Management en Ingeniería Civil y GIS de ZIGURAT Institute Of Tecnology
- Manejo integral de la metodología BIM y secuencia de todas las dimensiones del proyecto de la Universidad de Cataluña.

### ***Objetivo del curso:***

Brindar conocimiento de los conceptos, beneficios y procesos básicos de BIM aplicados al curso de los proyectos de infraestructura pública, en la planificación y supervisión de los proyectos de obra pública.

### ***Contenido mínimo:***

#### **Módulo 1: Introducción a BIM y su aplicación en la supervisión de proyectos del orden público:**

- Definición de BIM, dimensiones y principios fundamentales.
- Ventajas y beneficios de BIM en la aplicación de los proyectos de infraestructura pública.
- Roles y responsabilidades en un entorno BIM
- Marco Regulatorio y Normativo en BIM con mayor importancia a nivel nacional e internacional (menciones introductorias a ISO 19650).
- Estudio y análisis introductorios de la aplicación de BIM en proyectos de infraestructura en Colombia y otros países.

## **Módulo 2: Desafíos y estrategias de adopción de BIM en el sector público**

- Obstáculos comunes en la implementación de BIM desde la gestión y supervisión de proyectos.
- Estrategias para el desarrollo de las competencias BIM en los equipos de trabajo
- Tecnologías Management: Herramientas e implementación de las plataformas comunes de datos (CDE) para la gestión de la información.
- Hoja de ruta para implementación de BIM en entidades públicas.

## **Módulo 3: Flujos de Trabajo Colaborativos Básicos en BIM:**

- Contextualización e introducción del Entorno Común de Datos y su importancia para la colaboración.
- Interacción en la información básica mediante formatos como DWG y PDF.
- Introducción en la coordinación multidisciplinaria en el entorno BIM.
- Importancia de la normativa de comunicación y los diferentes roles BIM básicos.

### **Perfil de profesionales para Dirigir el Curso básico:**

Profesionales con Conocimiento avanzado en BIM y su Aplicación en Infraestructura: Ingenieros civiles, topógrafos o arquitectos con una comprensión básica de la metodología BIM y su software asociado.

Capacidad técnica y comunicativa para dar a conocer los beneficios y flujos de trabajo de BIM de manera practica que permita la accesibilidad a todos los beneficiarios con diferentes niveles de conocimiento técnico.

Experiencia en la aplicación de los casos de BIM en el Sector Público y/o privado

## **Formación Avanzada en BIM para la Gestión Integral de Proyectos de Infraestructura Pública**

### ***Objetivo General:***

Profundizar conocimientos BIM en la gestión de estrategias para la aplicación práctica de Building Information Management (BIM), en la toma de decisiones, eficiencia en costos y control de riesgos en los proyectos de infraestructura pública.

### ***Contenido mínimo:***

#### **Módulo 1: Fundamentos avanzados de Building Information Management (BIM)**

- **Detalle avanzado en la ISO19650:** Aplicación e interpretación avanzada en la normativa internacional para un entorno BIM.
- **Requisitos de información (EIR/OIR/PIR/AIR):** Supervisión y gestión en los requisitos del proyecto.
- **Plataformas comunes de datos (CDE) avanzados:** Flujos de trabajos de información, y control de versiones de los proyectos.
- **Marcos contractuales y legales BIM a nivel nacional e internacional**

#### **Módulo 2: Gestión de costos y tiempos de obra bajo principios BIM Principios de 5D**

##### **BIM:**

- Dimensión de los costos en la gestión de los proyectos, mediante información estructurada.
- **Gestión de cuantificaciones y presupuestos precisos:** Métodos de verificación y validación de cantidades de obra y presupuestos **mediante** información BIM.

- Control de costos por variación zonal: Estrategias de integración de datos de precios de actividades presupuestales conforme a las diferentes zonas.
- Análisis y mitigación de sobrecostos con información BIM
- Gestión de programación (4D BIM): Cronogramas y seguimiento de actividades bajo principios BIM.

### **Módulo 3: Aseguramiento de Calidad, Rendimiento y Gestión del Activo con BIM**

- Gestión de la calidad de la información
- BIM para la sostenibilidad y el rendimiento (6D)
- Integración de Información con sistemas GIS y datos externos
- Auditoría y supervisión de proyectos con enfoque BIM

### **Módulo 4: Estrategias de Implementación y Gobernanza BIM para Entidades Públicas**

- Modelos de contratación pública en un entorno BIM
- Casos de estudios prácticos de BIM a nivel nacional e internacional
- Gestión de cambio organizacional

#### ***Personal Capacitado para Dirigir la Formación:***

Profesional certificado en BIM con Amplia Experiencia en Proyectos de Infraestructura Civil Pública: Profesionales con certificaciones BIM avanzadas (ej. PMI-BIM, BuildingSMART Professional Certification).

Conocimiento Profundo de los Estándares y Normativas BIM (ISO 19650 y otros) y su Aplicación en el Contexto Colombiano.

Experiencia en la Elaboración e Implementación de BEP para Proyectos Públicos.

Conocimiento del Marco Legal y de Contratación Pública Colombiano y su Intersección con la Implementación BIM.

### **Implementación de tecnología BIM**

Se ha venido evidenciando las ventajas y recomendaciones implementadas en la tecnología Building Information Management (BIM), sin embargo, mediante un ejemplo experimental práctico se va a identificar y expresar como, desde la planeación del proyecto, BIM puede impactar positivamente en la optimización del presupuesto en los proyectos de obra pública, para el caso, se inició discriminando las actividades con mayor impacto en los costos a nivel presupuestal de los proyectos de obra pública, las cuales son las siguientes:

- Excavación manual en material común (incluye retiro)
- Concreto de zapatas 21mpa + formaleta
- Columnas en concreto 21 mpa - (3000 psi), altura menor a tres metros  
formaleta metálica
- Suministro figurada y amarre de acero 60000 psi 420 mpa
- Viga aérea 21 mpa - (3000 psi)
- Caja de inspección 60x60 concreto 3000psi
- Pañete liso muro 1:4
- Mampostería ladrillo tolete común e=0,25 m
- Suministro e instalación de piso en cerámica
- Losa de concreto 3000psi

Conforme a las actividades anteriores, se seleccionaron tres presupuestos de obra pública localizados en los municipios de Leticia- Departamento de Amazonas, Juradó-

Departamento de Chocó y Soledad - Departamento de Atlántico. La finalidad de lo anterior es identificar proyectos con diferentes medios de transporte de materiales, para verificar su variación en los precios unitarios de las actividades relacionadas. Estos datos fueron analizados estadísticamente mediante la metodología Building Information Management-BIM.

### **Proyectos a evaluar**

El Ministerio del Interior, a través del Fondo de Seguridad y Convivencia Ciudadana (FONSECON), destinó recursos para la ejecución de proyectos orientados a fortalecer la seguridad y la convivencia en diversos municipios del territorio colombiano. Uno de estos proyectos se denomina SACÚDETE AL PARQUE, acrónimo de Salud, Cultura, Deporte y Tecnología.

El propósito de esta iniciativa es mejorar los espacios de encuentro para los jóvenes y la comunidad en general, integrando múltiples actividades en un mismo lugar. De esta manera, se busca fomentar la convivencia ciudadana, elevar la calidad de vida y promover el uso de espacios cubiertos y al aire libre como escenarios para el aprendizaje, la participación, la creatividad, el esparcimiento y la integración social, mediante una programación variada de actividades.

Para su implementación, estos proyectos deben cumplir con una serie de requisitos técnicos y arquitectónicos específicos para su construcción.

**Figura 4.**

*Propuesta arquitectónica del proyecto Sacúdete al parque.*



*Nota.* La imagen representa el programa arquitectónico de un proyecto SACUDETE AL PARQUE Tipo del Ministerio del Interior, en ella se puede observar que los requerimientos mínimos de este, converge en que debe implementar espacios para una cancha sintética, iluminación, gradería, Gym biosaludable auditorio, ciclo parqueo, cafetería, juegos infantiles, baños y una sala comunitaria. Adaptado de *Ministerio del Interior Oferta institucional y formulación de proyectos-FONSECON (P.7)*, Alicia Arango Olmos- Ministra del interior, Daniel Palacios Viceministro de Relaciones políticas, 2020,

[https://www.centrodemocratico.com/wp-content/uploads/2020/08/OFERTA-INSTITUCIONAL-FONSECON\\_JUL2020.pdf](https://www.centrodemocratico.com/wp-content/uploads/2020/08/OFERTA-INSTITUCIONAL-FONSECON_JUL2020.pdf).

**Tabla 1.**

*Áreas mínimas requeridas del proyecto Sacúdete al parque.*

TIPO 1	OPCIÓN 1	OPCIÓN 2	OPCIÓN 3	OPCIÓN 4	OPCIÓN 5	OPCIÓN 6	OPCIÓN 7
Auditorio abierto	X	X		X	X		X
Cafetería	X				X		
Cancha sintética	X	X				X	X
Graderías	X	X				X	X
Juegos de niños	X		X	X			X
Maquinarias biosaludable	X		X	X			
Baños y sala comunitaria	X	X	X	X	X	X	
Ciclo parqueo	X	X	X	X	X	X	X
Área predio (M2)	1.200	1.080	380	700	550	900	1.131

*Nota.* La imagen representa los tipos de “Sacúdete al parque” que se proyectaron para la adquisición en los municipios evidenciando que la opción 1 es la más completa en este tipo, dado esto, este fue el utilizado en función del presente trabajo. Adaptado de *Ministerio del Interior Oferta institucional y formulación de proyectos-FONSECON (P.10)*, Alicia Arango Olmos- Ministra del interior, Daniel Palacios Viceministro de Relaciones políticas, 2020, [https://www.centrodemocratico.com/wp-content/uploads/2020/08/OFERTA-INSTITUCIONAL-FONSECON\\_JUL2020.pdf](https://www.centrodemocratico.com/wp-content/uploads/2020/08/OFERTA-INSTITUCIONAL-FONSECON_JUL2020.pdf).

Teniendo en cuenta lo anterior, y en el marco de los proyectos tipo, el Ministerio del Interior asignó un valor estándar de \$1.250.000.000 a cada uno de los proyectos priorizados. Sin embargo, este monto no siempre se ajusta a las realidades y necesidades

particulares de algunos sectores del país, como se ha evidenciado a lo largo del presente documento.

Para ello, a continuación se demuestran tres ejemplos de transportes, en municipios situados en los extremos del país, en los cuales, se ve la necesidad de realizar transportes fluviales, aéreos y terrestres, con el fin de encontrar un comparativo entre ellos y determinar el porcentaje que podría aumentar, de acuerdo a la ubicación de su construcción.

### **Sacúdete al parque Tipo 1 – Municipio de Leticia Amazonas**

Este proyecto contempla la realización de estudios, diseños y la construcción de un espacio público destinado a promover la convivencia ciudadana y el desarrollo social, gracias a la incorporación de espacios multifuncionales. Se ubica en la ciudad de Leticia, departamento del Amazonas, beneficiando específicamente a los barrios Jesús María Fajardo y La Ceiba, con fecha de ejecución del 22 de marzo.

El parque contará con diversas áreas recreativas y comunitarias, entre las que se incluyen: auditorio al aire libre, cafetería, cancha sintética, graderías, juegos infantiles, máquinas biosaludables, baños, sala comunitaria y ciclo-parqueadero, entre otros espacios destinados al disfrute y bienestar de la comunidad.

Debido a las condiciones geográficas de Leticia caracterizada por su aislamiento y la falta de conexión terrestre con el resto del país, el transporte de algunos materiales se realizó por vía aérea. Si bien esta modalidad genera mayores costos, fue necesaria para garantizar la eficiencia y calidad en la ejecución del proyecto.

A continuación, se presentan los costos unitarios asociados al proyecto. Es importante resaltar que los valores originalmente disponibles no estaban actualizados; por

tal motivo, se aplicó la fórmula correspondiente al Índice de Costos de la Construcción de Vivienda (ICOCIV) para ajustar los precios desde su base del año 2022 hasta el 2023, esto con el fin de establecer un comparativo frente al presupuesto terrestre.

La información detallada se presenta en la siguiente tabla:

**Tabla 2.**

*Cuadro económico de ítems representativos ejecutado en el municipio de Leticia - Amazonas.*

ÍTEMS PARA EVALUAR	UND	PRESUPUESTO LETICIA SIN AIU
Excavación manual en material común (Incluye retiro)	ML	\$ 39,670.0
Concreto de zapatas 21mpa + formaleta	M3	\$ 1,392,665.0
Columnas en concreto 21 Mpa - (3000 psi), altura menor a tres metros formaleta metálica	M3	\$ 1,321,406.9
Suministro figurada y amarre de acero 60000 psi 420 Mpa	KG	\$ 8,676.0
Viga aérea 21 Mpa - (3000 psi)	M3	\$ 1,318,207.0
CAJA DE INSPECCIÓN 60X60 CONTRETO 3000PSI	UND	\$ 436,647.0
Pañete liso muro 1:4	M2	\$ 38,529.0
Mampostería ladrillo tolete común E=0,25 M	UND	\$ 100,900.0
Suministro e instalación de piso en cerámica	M2	\$ 95,927.0
Losa de concreto 3000PSI	M2	\$ 138,414.0

*Nota.* La imagen muestra los ítems representativos del presupuesto obtenido durante la ejecución del proyecto Sacúdete ejecutado en el municipio de Leticia Amazonas. Tabla propia con datos tomados de los presupuestos publicados en la plataforma SECOP II.

### **Sacúdete al parque Tipo 1 – Municipio de Juradó Chocó**

Este proyecto contempla la realización de los estudios, diseños y ejecución de las obras correspondientes al proyecto SACÚDETE al Parque – Tipo 1, Opción 1, cuyo objetivo principal es fortalecer el desarrollo social mediante la implementación de espacios

públicos multifuncionales. El proyecto se localiza en el municipio de Juradó, departamento del Chocó.

Debido a la ausencia de infraestructura vial terrestre que permita el acceso directo a Juradó, el suministro de materiales se realizó por transporte fluvial. Si bien esta modalidad puede generar mayores desafíos en términos presupuestales y de tiempos de ejecución en comparación con otros medios de transporte, en este caso resultó ser la alternativa más viable y eficiente, dadas las condiciones geográficas del territorio. Este enfoque permitió asegurar la correcta finalización del proyecto y mantener los estándares de calidad en la obra.

A continuación, se presentan los costos unitarios asociados al proyecto. Es importante resaltar que los valores originalmente disponibles no estaban actualizados; por tal motivo, se aplicó la fórmula correspondiente al Índice de Costos de la Construcción de Vivienda (ICOCIV) para ajustar los precios desde su base del año 2021 hasta el 2023, esto con el fin de establecer un comparativo frente al presupuesto terrestre.

**Tabla 3.**

Cuadro económico de ítems representativos ejecutado en el municipio de Juradó - Chocó.

ÍTEMS PARA EVALUAR	UND	PRESUPUESTO JURADÓ SIN AIU
Excavación manual en material común (Incluye retiro)	ML	\$ 44,119.0
Concreto de zapatas 21mpa + formaleta	M3	\$ 1,085,432.0
Columnas en concreto 21 Mpa - (3000 psi), altura menor a tres metros formaleta metálica	M3	\$ 992,863.0
Suministro figurada y amarre de acero 60000 psi 420 Mpa	KG	\$ 9,986.0
Viga aérea 21 Mpa - (3000 psi)	M3	\$ 1,085,432.0
CAJA DE INSPECCIÓN 60X60 CONTRETO 3000PSI	UND	\$ 574,158.0
Pañete liso muro 1:4	M2	\$ 26,743.0
Mampostería ladrillo tolete común E=0,25 M	UND	\$ 85,793.0
Suministro e instalación de piso en cerámica	M2	\$ 95,610.0
Losa de concreto 3000PSI	M2	\$ 96,735.0

*Nota.* La imagen muestra los ítems representativos del presupuesto obtenido durante la ejecución del proyecto Sacúdete ejecutado en el municipio de Juradó – Chocó. Tabla propia con datos tomados de los presupuestos publicados en la plataforma SECOP II.

### **Sacúdete al parque Tipo 1 – Municipio de Soledad Atlántico**

Este proyecto consistió en la elaboración de los estudios, diseños y la construcción de un parque público multifuncional, orientado a fortalecer el desarrollo social y promover la integración comunitaria en el municipio de Soledad, departamento del Atlántico.

El diseño del parque incluye la construcción de una cancha múltiple en concreto, cancha de tenis, zonas verdes, áreas de juegos infantiles, gimnasio biosaludable, circuito de trote, andenes, teatro cubierto, cafetería, entre otras áreas destinadas a ofrecer un entorno adecuado para la recreación, el esparcimiento y el bienestar de la población beneficiaria.

A diferencia de otros territorios, el municipio de Soledad cuenta con infraestructura vial terrestre, en el área metropolitana de la ciudad de Barranquilla, capital del

Departamento del Atlántico, lo cual facilitó el transporte de materiales y equipos. Esta condición permitió optimizar la logística del proyecto, reduciendo tiempos de ejecución y costos operativos.

Cabe resaltar que este fue el municipio muestra, para conocer los porcentajes y posibles aumentos generados por materiales.

**Tabla 4.**

*Cuadro económico de ítems representativos ejecutado en el municipio de soledad - atlántico.*

ÍTEM A EVALUAR	UND	PRESUPUESTO TERRESTRE
Excavación manual en material común (Incluye retiro)	ML	\$ 42,039.0
Concreto de zapatas 21mpa + formaleta	M3	\$ 1,035,961.0
Columnas en concreto 21 Mpa - (3000 psi), altura menor a tres metros formaleta metálica	M3	\$ 1,195,132.0
Suministro figurada y amarre de acero 60000 psi 420 Mpa	KG	\$ 10,655.0
Viga aérea 21 Mpa - (3000 psi)	M3	\$ 1,035,961.0
CAJA DE INSPECCIÓN 60X60 CONTRETO 3000PSI	UND	\$ 400,189.0
Pañete liso muro 1:4	M2	\$ 28,549.0
Mampostería ladrillo tolete común E=0,25 M	UND	\$ 50,020.0
Suministro e instalación de piso en cerámica	M2	\$ 84,083.0
Losa de concreto 3000PSI	M2	\$ 116,885.0

*Nota.* La imagen muestra los ítems representativos del presupuesto obtenido durante la ejecución del proyecto Sacúdete ejecutado en el municipio de Soledad – Atlántico. Tabla propia con datos tomados de los presupuestos publicados en la plataforma SECOP II.

**Desarrollo de cuadros comparativos**

Teniendo en cuenta los valores estándares mostrados por el municipio de Soledad Atlántico, y generalizando las características climáticas de los 3 municipios, dado que, en los 3 casos son de temperatura húmeda con presencia de salinidad en el ambiente.

A continuación, se presenta un cuadro comparativo de los valores de estos; es necesario relacionar que los valores de Leticia Amazonas y Juradó Chocó, corresponden a valores asociados a los años 2021 y 2022 respectivamente.

Para lograr realizar la comparación de precios, fue necesario traer los valores a los de Soledad Atlántico, toda vez que estos fueron recibidos en el año 2023, para esta relación de valores se aplicó la fórmula correspondiente al Índice de Costos de la Construcción de Vivienda (ICOCIV).

**Tabla 5.**

*Cuadro comparativo entre los presupuestos de Leticia, Juradó y Soledad.*

ÍTEMS PARA EVALUAR	UND	PRESUPUESTO LETICIA SIN AIU - 2023	PRESUPUESTO JURADÓ SIN AIU - 2023	PRESUPUESTO SOLEDAD SIN AIU - 2023
Excavación manual en material común (Incluye retiro)	ML	\$ 41,645.6	\$ 50,822.7	\$ 42,039.0
Concreto de zapatas 21mpa + formaleta	M3	\$ 1,462,019.7	\$ 1,301,181.2	\$ 1,035,961.0
Columnas en concreto 21 Mpa - (3000 psi), altura menor a tres metros formaleta metálica	M3	\$ 1,387,212.9	\$ 1,194,546.8	\$ 1,195,132.0
Suministro figurada y amarre de acero 60000 psi 420 Mpa	KG	\$ 9,108.1	\$ 11,503.3	\$ 10,655.0
Viga aérea 21 Mpa - (3000 psi)	M3	\$ 1,383,853.7	\$ 1,250,358.6	\$ 1,035,961.0
CAJA DE INSPECCIÓN 60X60 CONTRETO 3000PSI	UND	\$ 458,392.0	\$ 661,398.7	\$ 400,189.0
Pañete liso muro 1:4	M2	\$ 40,447.8	\$ 30,806.5	\$ 28,549.0
Mampostería ladrillo tolete común E=0,25 M	UND	\$ 105,924.8	\$ 98,828.9	\$ 50,020.0
Suministro e instalación de piso en cerámica	M2	\$ 100,704.2	\$ 123,641.8	\$ 84,083.0
Losa de concreto 3000PSI	M2	\$ 145,307.0	\$ 111,433.5	\$ 116,885.0

*Nota.* El cuadro muestra la diferencia presupuestal de los ítems representativos de los presupuestos obtenido durante la ejecución de los municipios de Soledad, Leticia, Juradó; en este se puede observar que el presupuesto que genera mas costo es el que corresponde a Leticia, en donde los materiales se deben transportarlos desde Bogotá, por transporte aéreo.

Fuente propia

Dado esto, es evidente que los valores que presentan un mayor aumento, son los municipios que es necesario realizar el transporte del material vía aérea, como es el caso del proyecto construido en el municipio de Leticia (Amazonas); posteriormente el que es transportado de manera fluvial, sin embargo, es necesario conocer los porcentajes de aumento por cada una de los tipos de transportes, los cuales serán presentados en el siguiente cuadro comparativo.

**Tabla 6.**

*Cuadro comparativo estadístico entre los presupuestos de Leticia, Juradó y Soledad.*

<b>ÍTEMS PARA EVALUAR</b>	<b>UND</b>	<b>TERRESTRE</b>	<b>AEREO</b>	<b>FLUVIAL</b>
Excavación manual en material común (Incluye retiro)	ML	0%	0.94%	17.28%
Concreto de zapatas 21mpa + formaleta	M3	0%	29.14%	20.38%
Columnas en concreto 21 Mpa - (3000 psi), altura menor a tres metros formaleta metálica	M3	0%	13.85%	0.05%
Suministro figurada y amarre de acero 60000 psi 420 Mpa	KG	0%	16.98%	7.37%
Viga aérea 21 Mpa - (3000 psi)	M3	0%	25.14%	17.15%
CAJA DE INSPECCIÓN 60X60 CONTRETO 3000PSI	UND	0%	12.70%	39.49%
Pañete liso muro 1:4	M2	0%	29.42%	7.33%
Mampostería ladrillo tolete común E=0,25 M	UND	0%	52.78%	49.39%
Suministro e instalación de piso en ceramica	M2	0%	16.50%	31.99%
Losa de concreto 3000PSI	M2	0%	19.56%	4.89%
<b>TOTALES</b>		<b>0%</b>	<b>21.70%</b>	<b>19.53%</b>

*Nota.* El cuadro muestra la diferencia estadística presupuestal de los ítems representativos de los presupuestos obtenido durante la ejecución de los municipios de Soledad, Leticia, Juradó; en este se puede observar que el presupuesto que genera mas costo es el que corresponde a Leticia, en donde los materiales se deben transportarlos desde Bogotá, por transporte aéreo, siguiendo el de Juradó, siendo este transporte fluvial desde el puerto de Buenaventura o Bahía Solano. Es indispensable relacionar que el municipio de Soledad – Atlántico requiere transporte de materiales desde Barranquilla, entendiendo su ubicación

geográfica, este se debe realizar de manera terrestre; entendiéndose lo anterior, se toma a este como referencia para establecer el incremento por transporte aéreo o fluvial. Fuente propia.

El cuadro comparativo antes relacionado, muestra porcentualmente el aumento de los materiales, derivado del transporte de cada uno, los cuales son asertivos a la realidad de cada proyecto como se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 7.**

*Cuadro representativo sobre variación del presupuesto entre los municipios de Leticia, Juradó y Soledad, aplicando el porcentaje de tabla 6. Fuente: Base de datos Ministerio del Interior*

	<b>VALOR INICIAL</b>	<b>VALORES CON ADICIÓN CONTRACTUAL</b>	<b>VALOR CON AUMENTO RELACIONADO ANTERIOR</b>
<b>PRESUPUESTO LETICIA</b>	\$1.250.000.000	\$ 1.521.267.878	\$ 1.568.388.008
<b>PRESUPUESTO JURADÓ</b>	\$1.250.000.000	\$ 1.494.165.174	\$ 1.562.500.500

*Nota.* El cuadro representa las variaciones que representó los presupuestos los municipios en estudio, confrontándolos con los valores adicionados durante la ejecución de cada uno de los proyectos. Es indispensable relacionar que, como los precios de referencia inicial, son tomados para el municipio de Soledad - Atlántico, no se muestra dentro del anterior análisis. Fuente propia.

Es evidente que los valores, de cada proyecto sería mucho más asertivo al incursionar los porcentajes demostrados durante este documento, ya que se obtendría un

recurso mas acercado a la realidad, y no se requeriría la búsqueda de mas recursos para la ejecución de estos proyectos.

### **Conclusiones**

#### **La ubicación geográfica impacta significativamente los costos de obra pública.**

El análisis de los proyectos "Sacúdete al Parque" en los municipios de Leticia (Amazonas), Juradó (Chocó) y Soledad (Atlántico) evidencia que los costos unitarios de construcción varían considerablemente dependiendo del tipo de transporte requerido para el suministro de materiales. En particular, los municipios con acceso limitado por vía terrestre presentan aumentos significativos debido a la necesidad de transporte aéreo o fluvial.

#### **El transporte aéreo genera los mayores sobrecostos.**

Los porcentajes de incremento más altos en los precios unitarios se presentan en Leticia, donde el transporte aéreo es predominante. En promedio, los costos aumentan un 21.70% en este tipo de logística, en comparación con un 19.53% para el transporte fluvial en Juradó. Este hallazgo resalta la importancia de considerar las condiciones logísticas desde la etapa de planeación presupuestal.

**El uso de tecnología BIM mejora la planificación y eficiencia presupuestal.**

La implementación de la metodología BIM (Building Information Modeling) permitió identificar con precisión los ítems de mayor impacto presupuestal, facilitando comparaciones técnicas entre territorios. BIM demostró ser una herramienta eficaz para optimizar la gestión de recursos, prever sobrecostos y mejorar la toma de decisiones en proyectos de obra pública.

**La estandarización del presupuesto no refleja las realidades territoriales.**

El presupuesto base asignado por el Ministerio del Interior (\$1.250.000.000 por proyecto) no contempla los sobrecostos asociados al transporte en zonas apartadas. Al aplicar los porcentajes de aumento calculados en este estudio, se evidencia que los valores finales necesarios para la ejecución real superan dicho monto, generando la necesidad de adiciones contractuales no previstas inicialmente.

**La inclusión de ajustes por ubicación permite una planificación más realista.**

Incorporar desde la fase de formulación los porcentajes de incremento asociados al transporte según la localización geográfica permitiría una estimación más precisa de los costos reales del proyecto. Esto reduciría la necesidad de ajustes contractuales posteriores, mejorando la eficiencia en la ejecución y garantizando la viabilidad financiera de las obras.

**Referencias**

Abdirad, H., & Dossick, C. S. (2016). BIM curriculum design in architecture, engineering, and construction education: A systematic review. University of Washington.

Alsofiani, M. A. (2024). Developing a comprehensive measurement tool for assessing the rate of BIM adoption in the construction industry [Tesis de doctorado, Universidad King Saud].

American Institute of Architects. (2013). Digital practice documents. The American Institute of Architects. <https://www.aia.org/resources/69566-digital-practice-documents>

Aranda-Mena, G., Crawford, J., Chevez, A., & Froese, T. (2009). Building information modelling demystified: Does it make business sense to adopt BIM? RMIT University.

British Standards Institution. (2013). PAS 1192-2:2013. Specification for information management for the capital/delivery phase of construction projects using building information modelling. BSI Standards Publication.

British Standards Institution. (2018). ISO 19650-1:2018. Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) – Information management using building information modelling – Part 1: Concepts and principles. ISO.

Congreso de Colombia. (1993). Ley 80 de 1993. Por la cual se expide el Estatuto General de Contratación de la Administración Pública. Diario Oficial No. 41.094.

Costa, D. B., Formoso, C. T., Kagioglou, M., Alarcón, L. F., & Caldas, C. H. (2006). Benchmarking initiatives in the construction industry: Lessons learned and improvement opportunities. *Journal of Construction Engineering and Management*, 132(2), 158–167.

Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2011). BIM handbook: A guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers, and contractors (2<sup>a</sup> ed.). Wiley.

El Oti, A. H., & Tizani, W. (2015). BIM extension for the sustainability appraisal of conceptual building designs. *Advanced Engineering Informatics*, 29(1), 28–39.

Fischer, M. (2004). Applications of BIM for construction planning and design. Stanford University.

Gallo, M. (2009). Gestión documental en proyectos de construcción. Editorial Técnica de la Construcción.

González, J. (2019). Gestión y supervisión de obras públicas. Ediciones Técnicas de Ingeniería.