

Adopción Building Information Modeling en PYMES

Gómez Florián Tatiana Marcela
Preciado Reyes Giovanni Alberto
Rincón López Yuli Alejandra



Universidad Mayor de Cundinamarca
Facultad De Ingeniería Y Arquitectura
Construcción y Gestión en Arquitectura Articulado por Ciclos Propedéutico con el
Programa Tecnología en Gestión y Ejecución de Construcciones

Bogotá D.C, noviembre de 2025

Adopción BIM en PYMES

Gómez Florián Tatiana Marcela
Preciado Reyes Giovanni Alberto
Rincón López Yuli Alejandra

Arquitecto Lagos Bayona Francisco Javier
Magister en Construcción y Magister en Diseño Sostenible
Director metodológico

Noreña Villareal Henry
Administrador de Empresas, Especialista en Formulación y Evaluación de
Proyectos

Codirector

Juan Carlos González

Codirector

Tipo de énfasis: Coterminalidad y Pasantía

Universidad Mayor de Cundinamarca
Facultad De Ingeniería Y Arquitectura
Construcción y Gestión en Arquitectura Articulado por Ciclos Propedéutico con el
Programa Tecnología en Gestión y Ejecución de Construcciones

Bogotá D.C, noviembre de 2025

PRÓLOGO

El presente trabajo de grado titulado “*Adopción Building Information Modeling en PYMES*” constituye una valiosa contribución académica elaborada por Tatiana Gómez, Giovanni Preciado y Yuli Rincón, estudiantes del Programa de Construcción y Gestión en Arquitectura articulado en ciclo propedéutico con la Tecnología en Gestión y Ejecución de Construcciones, quienes lograron articular con solvencia la formación teórica, la experiencia práctica y la investigación aplicada, consolidando un ejercicio riguroso que combina el conocimiento disciplinar con la comprensión de las dinámicas reales del sector. Este proyecto refleja el compromiso de sus autores con la innovación tecnológica y la transformación de la industria de la construcción en Colombia, pero adquiere un significado aún más profundo al provenir de estudiantes de la jornada nocturna, circunstancia que simboliza el esfuerzo constante de quienes han sabido equilibrar con determinación las exigencias académicas y las responsabilidades tanto laborales como familiares, demostrando una disciplina admirable, una perseverancia constante y una profunda vocación profesional orientada al servicio y al progreso.

En un entorno global donde la digitalización redefine las formas de producción y gestión de los proyectos, la metodología BIM se ha consolidado como un elemento esencial para la modernización del sector de la construcción, pues permite coordinar de manera eficiente los flujos de trabajo, optimizar recursos, mejorar la planificación, reducir errores y generar ahorros significativos a lo largo de todas las etapas del ciclo constructivo. Sin embargo, en el contexto colombiano, especialmente dentro de las pequeñas y medianas empresas de la ciudad de Bogotá D.C., la adopción de esta metodología enfrenta barreras notables derivadas de los costos tecnológicos, la falta de capacitación y el desconocimiento de su aplicabilidad real, factores que limitan el avance hacia un modelo de gestión más integrado y competitivo. En este sentido, la investigación reconoce esas dificultades y plantea alternativas viables y adaptadas a las condiciones del tejido empresarial Bogotano, ofreciendo un enfoque práctico y progresivo que busca facilitar la transición hacia el uso de BIM sin que ello represente una carga financiera o estructural inalcanzable para las PYMES.

El trabajo se sustenta en un enfoque descriptivo y exploratorio mediante la aplicación del método de estudio de caso, lo que permitió examinar en profundidad la situación actual de las empresas medianas del sector construcción en Bogotá, identificar los factores que obstaculizan la adopción de BIM y analizar las condiciones tecnológicas, económicas y organizacionales que intervienen en dicho proceso. A partir de este diagnóstico, se proponen estrategias concretas orientadas a la capacitación por roles, el acompañamiento técnico especializado y la utilización gradual de herramientas digitales accesibles, configurando un modelo de transición que equilibra la sostenibilidad económica con la eficiencia operativa y que permite a las empresas avanzar de manera escalonada hacia la transformación digital. Este enfoque no solo responde a las necesidades reales del mercado, sino que también promueve la democratización del conocimiento tecnológico, demostrando que la innovación no depende exclusivamente del tamaño empresarial sino del liderazgo, la planificación y la voluntad de cambio.

El impacto de la metodología BIM en la industria colombiana va más allá de la dimensión tecnológica, pues implica la consolidación de un modelo de desarrollo más eficiente, sostenible y competitivo. Su implementación promueve la colaboración interdisciplinaria, la transparencia en los procesos, la optimización de los recursos y la reducción de la huella ambiental, aspectos que resultan esenciales en un país que avanza hacia la consolidación de ciudades sostenibles, infraestructuras resilientes y estándares internacionales de calidad. En este contexto, los aportes de esta investigación fortalecen la capacidad del sector construcción para responder a los nuevos desafíos productivos y para insertarse con mayor solidez en un entorno global cada vez más exigente.

El valor de este trabajo radica también en su proyección social, ya que las estrategias propuestas trascienden la teoría para convertirse en herramientas aplicables y replicables en diversos contextos empresariales, fomentando la equidad en el acceso a la innovación. Estas estrategias parten de la formación continua, la planificación inteligente y la gestión eficiente de los recursos disponibles, demostrando que la transformación digital no depende únicamente de grandes inversiones sino de la capacidad para gestionar el conocimiento y adaptarse a las demandas del mercado. De este modo, la investigación se

erige como un aporte sustancial a la competitividad de las PYMES y, en consecuencia, al desarrollo económico y tecnológico de la región.

Más allá de su contenido técnico, este trabajo representa un testimonio de superación personal y colectiva, pues sus autores han demostrado que la educación nocturna es un espacio fértil para la excelencia académica y la movilidad profesional. La experiencia de quienes trabajan durante el día y estudian en la noche otorga una perspectiva singular, marcada por la madurez, la responsabilidad y la conexión directa con los retos productivos del sector, lo que enriquece cada análisis y cada propuesta. Cada avance del proyecto es el resultado de horas de dedicación sostenida, de noches de estudio tras largas jornadas laborales y de una convicción firme en que la educación es el medio más poderoso para transformar la realidad individual y colectiva.

Este prólogo es, ante todo, un reconocimiento al esfuerzo humano que hizo posible la investigación, pues detrás de cada resultado se encuentran tres estudiantes que, con compromiso, disciplina y sentido de propósito, han dejado una huella que trasciende las aulas. Su ejemplo reafirma el valor de la educación superior en modalidad nocturna como un motor de transformación y demuestra que el conocimiento aplicado, cuando se construye desde la experiencia y la constancia, tiene el poder de cambiar estructuras, inspirar generaciones y fortalecer la articulación entre la academia, la empresa y la sociedad. En conjunto, esta investigación simboliza la unión entre el saber, el trabajo y la perseverancia, siendo un homenaje a la dedicación y una invitación a continuar impulsando la innovación y la sostenibilidad en el sector de la construcción en Colombia.

Mg. En construcción ANDRÉS FELIPE GUZMÁN GÓMEZ

Docente Programa Construcción y Gestión en Arquitectura articulado en ciclo propedéutico con la Tecnología en Gestión y Ejecución de Construcciones

INNOVACIÓN Y PERSEVERANCIA: LA FORMACIÓN COMO MOTOR DE TRANSFORMACIÓN
EN LA CONSTRUCCIÓN COLOMBIANA

AGRADECMIENTOS

GIOVANNY ALBERTO PRECIADO REYES

Este logro académico es el reflejo de una historia construida con amor, esfuerzo y esperanza. Detrás de cada página de este trabajo hay una parte de mi vida, de las personas que me formaron y que han estado a mi lado en cada paso de este camino. A todos ellos, dedico con el corazón esta meta cumplida.

A mis abuelos **Dionicio Reyes** y **Ana Cecilia Correa González**, quienes partieron de este mundo dejando en mí una huella imborrable. De ellos heredé el valor del trabajo honesto, la humildad y la fe. Su ejemplo me enseñó que los sueños se alcanzan con perseverancia y que la familia es el pilar más fuerte sobre el cual se construye la vida. Aunque ya no puedo abrazarlos, los siento presentes en cada logro, guiándome con su sabiduría y amor eterno.

A mi padre, **Humberto Preciado Briceño**, cuya ausencia física nunca ha significado olvido. Su recuerdo vive en mí y en cada meta que me propongo. Desde el cielo ha sido mi guía silenciosa, la voz que me impulsa cuando las fuerzas flaquean y el ejemplo que me inspira a ser mejor persona cada día. Este trabajo es también un homenaje a su memoria, a su dedicación y al amor que me dejó como herencia.

A mi madre, **Melba Cecilia Reyes Correa**, mi más grande ejemplo de amor, fortaleza y entrega. No existen palabras suficientes para agradecer todo lo que has hecho por mí. Tu vida ha sido un testimonio de lucha, de paciencia y de sacrificio silencioso, siempre guiado por el amor incondicional de una madre que todo lo da sin esperar nada a cambio. Gracias por ser mi fuerza cuando he sentido desfallecer, por tus consejos sabios en los momentos de duda y por tu fe constante en mis capacidades incluso cuando yo mismo no creía en ellas.

Has sido el faro que ilumina mi camino, la voz que me alienta a continuar y el abrazo que siempre me recuerda que en casa está mi lugar seguro.

Cada página de este trabajo lleva impreso tu esfuerzo, tus desvelos y tu amor infinito. Este logro es tan tuyo como mío, porque detrás de cada meta cumplida está tu apoyo inquebrantable y tu ejemplo de vida.

Hoy, con el corazón lleno de gratitud, te digo que todo lo que soy, lo que he logrado y lo que aspiro a ser, lleva tu nombre, mamá.

Y con especial cariño, a mi tío **Ricardo Reyes Correa**, quien ha sido más que un tío: ha sido un compañero de vida, un ejemplo de fortaleza y un verdadero padre del corazón. A pesar de las dificultades que la vida le ha presentado, siempre ha estado presente con una sonrisa, una palabra de aliento y un abrazo lleno de sinceridad. Gracias por esperarme siempre con cariño cuando llego a casa, por preocuparte por mí en cada paso que doy y por enseñarme que la verdadera grandeza está en el alma, no en las condiciones físicas. Tu apoyo constante, tu ternura y tu fe en mí son una de las razones más profundas por las cuales hoy alcanzo esta meta.

A ustedes, mi familia, dedico con amor este logro. Porque cada esfuerzo, cada desvelo y cada palabra escrita están llenos de su presencia. Este trabajo no solo representa un paso más en mi formación profesional, sino también un homenaje a quienes han sido mi motor, mi inspiración y mi razón para seguir adelante.

Con todo mi corazón, gracias por ser parte de mi vida y por darme la fuerza para cumplir este sueño.

YULI ALEJANDRA RINCÓN LÓPEZ

A mis hijos, Samuel Corzo y Simón Torres, quienes han sido mi mayor fuente de inspiración y el motor que me impulsó a no desistir nunca. A ustedes, mis amores, gracias por su comprensión infinita, por haber compartido conmigo este camino lleno de esfuerzos y desvelos, por haber crecido estos cinco años entendiendo que mamá debía dividir su tiempo entre los estudios, el trabajo y el hogar.

Gracias por mirarme con ternura cuando sabían que no había dormido, por acercarse a acompañarme en silencio, por pasarme el mouse, por explicarme con paciencia esas aplicaciones que al principio no entendía, y sobre todo por demostrarme cada día que su amor y apoyo son el mayor regalo que puedo tener. Han dejado de ser niños y se han convertido en adolescentes maravillosos, empáticos y fuertes, que me acompañan en cada meta y celebran conmigo cada logro. Este triunfo también les pertenece, porque sin ustedes nada de esto habría tenido sentido.

A mi esposo, Mauricio Torres, compañero incansable de mis días y mis noches, por estar a mi lado con paciencia, amor y comprensión. Gracias por apoyar mis estudios incluso cuando no entendías del todo aquello de lo que hablaba, por escoger siempre con cariño el mejor cuaderno, por preparar un café o una bebida energética cuando las madrugadas se hacían largas, y por tus palabras de ánimo que tantas veces me dieron la fuerza que me faltaba. Gracias por creer en mí, por acompañarme con amor silencioso y constante, y por recordarme que no estoy sola en este camino.

A mis profesores, quienes marcaron de distintas maneras mi proceso formativo. A algunos, gracias por no creer del todo en mis capacidades, porque su exigencia y escepticismo despertaron en mí una determinación más fuerte para demostrar que sí podía lograrlo, sin importar cuán difícil fuera el camino. Y a otros, gracias por su paciencia, por su dedicación y por su verdadera vocación docente, por enseñarme con respeto, empatía y amor por la profesión. De cada uno de ustedes me llevo un aprendizaje que va más allá de lo académico: la importancia del compromiso, la pasión por lo que se hace y la certeza de que el conocimiento se comparte con humildad.

A mis compañeros de trabajo de años anteriores, especialmente al Arq. Ender Ruiz, al Ing. John García y al Ing. William Ramírez, quienes, aunque ya no compartimos el mismo entorno laboral, fueron un apoyo invaluable durante este proceso. Gracias por brindarme su tiempo, su conocimiento y su experiencia cuando más lo necesitaba, por su disposición a compartir y a colaborar, y por demostrarme que el trabajo en equipo y la generosidad profesional hacen la diferencia. A cada uno de ustedes, mi gratitud por haber creído en mí y haberme acompañado en momentos clave de este recorrido.

Y finalmente, a mí misma.

Gracias por no desfallecer, por entregar el 100% en todo momento, por mantener la fe y la disciplina incluso cuando el cansancio y las dificultades parecían más grandes que las fuerzas. Gracias por levantarme cada día con la determinación de seguir adelante, por sobreponerme a las cargas laborales, las responsabilidades familiares y los días de duda. Por creer que era posible y demostrarme que sí lo era.

Hoy, mirando hacia atrás, reconozco que este logro no solo representa un título, sino el reflejo de años de sacrificio, constancia y amor.

Este sueño, que tantas veces pareció una montaña empinada, hoy se convierte en una cima alcanzada gracias al apoyo de quienes amo y a la fortaleza que descubrí dentro de mí.

Gracias a la vida por rodearme de personas que me impulsan, me aman y me recuerdan cada día que los sueños sí se cumplen.

TATIANA MARCELA GOMEZ FLORIAN

A Dios, por acompañarme y brindarme la fortaleza necesaria para culminar esta etapa, por iluminar mi camino y permitirme superar cada reto con fe y esperanza.

A mi madre, con todo mi corazón, por ser mi mayor inspiración y mi más grande apoyo. Gracias por entender mi ausencia, por soportar conmigo la distancia y por acompañarme, aunque fuera desde lejos, en cada esfuerzo, cada desvelo y cada pequeño logro. Dejar mi hogar en el Guaviare para venir a Bogotá significó enfrentar una ciudad grande y desconocida, aprender a valerme por mí misma y seguir adelante incluso cuando la soledad pesaba. En cada momento difícil, tu voz, tus palabras y tu amor fueron mi refugio. Todo lo que soy y todo lo que he alcanzado, te lo debo a ti.

Me siento profundamente orgullosa de todo lo que he logrado durante este tiempo lejos de mi familia, de haber sabido mantenerme firme, trabajar y estudiar con dedicación, y demostrarme que los sueños sí se pueden alcanzar con esfuerzo, disciplina y amor por lo que uno hace.

A mis docentes y asesores, gracias por su guía, por compartir su conocimiento y por su paciencia durante el desarrollo de este proyecto. Su acompañamiento fue esencial para comprender y aplicar la metodología BIM en el contexto de las pequeñas y medianas empresas.

Finalmente, a todas las personas e instituciones que, de alguna manera, contribuyeron a la realización de este trabajo, les extiendo mi más sincero agradecimiento.

RESUMEN

El presente proyecto de investigación titulado “Adopción de la metodología Building Information Modeling (BIM) en las PYMES” tiene como propósito analizar y proponer estrategias que faciliten la implementación progresiva de esta metodología en las medianas empresas dedicadas al diseño y construcción en la ciudad de Bogotá D.C. El estudio parte de la necesidad de fortalecer la competitividad de estas organizaciones frente a las exigencias del mercado actual, marcado por la transformación digital y la modernización tecnológica del sector de la construcción.

En la actualidad, la metodología BIM (Building Information Modeling) ha revolucionado la forma en que se planifican, diseñan, construyen y gestionan los proyectos de infraestructura, integrando toda la información del ciclo de vida de una obra en un solo modelo digital. Esta herramienta permite mejorar la precisión en la planificación, reducir los errores de diseño, optimizar los tiempos de ejecución, disminuir los sobrecostos y promover la sostenibilidad ambiental mediante el uso racional de los recursos. No obstante, a pesar de sus múltiples beneficios, su adopción en Colombia ha sido lenta y desigual, concentrándose principalmente en las grandes empresas del sector y dejando rezagadas a las pequeñas y medianas empresas (PYMES), que representan más del 90% del tejido empresarial del país.

Este rezago se debe a diversos factores que limitan la adopción de BIM, entre ellos los altos costos iniciales de licencias y equipos, la falta de personal capacitado, la carencia de políticas institucionales que impulsen la digitalización del sector, y una resistencia cultural al cambio tecnológico. Estas condiciones generan una brecha tecnológica que afecta directamente la competitividad y sostenibilidad de las empresas medianas del sector,

especialmente aquellas dedicadas al diseño de redes y a la construcción de vivienda de interés social.

El proyecto parte de la identificación de esta problemática, proponiendo un enfoque metodológico basado en la investigación descriptiva y el estudio de caso. A través de la aplicación de entrevistas y encuestas dirigidas a empresas del sector, se busca determinar el nivel actual de conocimiento, los principales obstáculos y las oportunidades que existen para integrar la metodología BIM en sus procesos. Esta información permite estructurar un conjunto de estrategias prácticas, accesibles y adaptables que respondan a las condiciones reales del entorno empresarial colombiano.

Dentro del marco conceptual del estudio, se reconoce que la implementación de BIM no se limita a la adquisición de software o herramientas digitales, sino que implica una transformación integral de los procesos de gestión, coordinación y comunicación dentro de las organizaciones. Por ello, las estrategias propuestas se fundamentan en tres ejes esenciales. El primero corresponde a la capacitación y acompañamiento especializado, enfocado en fortalecer las competencias técnicas y organizacionales del talento humano mediante programas de formación por roles, que incluyan modeladores, coordinadores y gestores de información. El segundo eje se orienta a la adaptación tecnológica progresiva, promoviendo el uso inicial de herramientas de libre acceso o bajo costo, para posteriormente avanzar hacia plataformas profesionales interoperables bajo los lineamientos de la norma ISO 19650 y la Guía BIM Colombia. Finalmente, el tercer eje corresponde al fortalecimiento organizacional, el cual contempla el desarrollo de políticas internas, protocolos de trabajo colaborativo y la consolidación de una cultura BIM que favorezca la transparencia, la trazabilidad y la eficiencia en el manejo de la información.

El estudio demuestra que la implementación de la metodología BIM en las PYMES es viable si se realiza de manera gradual y planificada, considerando los recursos disponibles y las particularidades de cada empresa. Asimismo, resalta la importancia de establecer alianzas

estratégicas con instituciones educativas, entidades gubernamentales y empresas del sector tecnológico, con el fin de crear redes de apoyo que faciliten el acceso a capacitación, asesoría y financiamiento. Este tipo de cooperación interinstitucional puede reducir significativamente los costos de adopción y aumentar el impacto positivo de la transformación digital en las empresas medianas.

Los resultados esperados apuntan a evidenciar que la adopción de BIM genera beneficios tangibles en tres dimensiones fundamentales: tecnológica, social y ambiental. Desde el ámbito tecnológico, BIM permite mejorar la coordinación interdisciplinaria, reducir errores de diseño, aumentar la precisión en los cálculos de cantidades de obra y optimizar los procesos constructivos mediante simulaciones digitales. En el aspecto social, la metodología impulsa la actualización profesional del talento humano, fomentando la capacitación continua y fortaleciendo las habilidades digitales de los trabajadores, lo que a su vez mejora su empleabilidad y desempeño dentro del sector. Finalmente, en la dimensión ambiental, BIM contribuye a la sostenibilidad al permitir una planificación más eficiente del uso de materiales, reducir desperdicios y favorecer el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, particularmente el ODS 11, relacionado con ciudades y comunidades sostenibles.

Desde una perspectiva económica, el proyecto evidencia que, aunque la implementación inicial de la metodología puede representar una inversión considerable, los beneficios a mediano y largo plazo superan ampliamente los costos. La reducción de retrabajos, el ahorro en materiales, la mejora en la productividad y la capacidad para participar en licitaciones públicas y privadas que exigen el uso de BIM son algunos de los factores que demuestran la rentabilidad de esta transformación. De igual forma, la aplicación de estrategias de acompañamiento, capacitación modular y adopción tecnológica progresiva facilita que las empresas puedan avanzar sin comprometer su estabilidad financiera ni alterar sus operaciones diarias.

La investigación también resalta la relevancia del componente humano dentro del proceso de adopción. La resistencia al cambio es una de las principales barreras identificadas, por lo que el éxito de la implementación depende en gran medida del liderazgo interno y del compromiso de la alta dirección. Se propone la creación de roles BIM dentro de las organizaciones, la promoción de espacios de participación y la incorporación de incentivos para quienes adopten activamente la nueva metodología. Esto permite generar un entorno laboral más colaborativo y orientado a la innovación, elementos indispensables para consolidar una cultura organizacional moderna y competitiva.

En conclusión, este proyecto representa una contribución significativa para el fortalecimiento del sector de la construcción y el diseño de redes en Colombia, al ofrecer una propuesta clara y aplicable que permite democratizar el acceso a la metodología BIM entre las medianas empresas. Se propone un modelo de implementación escalable, sostenible y ajustado a las condiciones reales del entorno local, capaz de mejorar la eficiencia, productividad y sostenibilidad de las organizaciones. De esta manera, se busca no solo impulsar la transformación digital del sector, sino también promover el desarrollo social, económico y ambiental del país.

La adopción de BIM en las PYMES es una oportunidad para cerrar la brecha tecnológica que por años ha limitado su crecimiento y competitividad. Con la aplicación de estrategias de acompañamiento técnico, capacitación continua y fortalecimiento institucional, las empresas medianas pueden alcanzar un nuevo nivel de madurez digital que les permita enfrentar los retos del futuro con herramientas sólidas, personal calificado y una visión sostenible del desarrollo. Este proyecto invita a reflexionar sobre la importancia de la innovación como motor de progreso y sobre la necesidad de integrar la tecnología al servicio de la eficiencia, la sostenibilidad y la calidad en la construcción colombiana.

Palabras clave

- a) Metodología BIM
- b) Adopción tecnológica
- c) PYMES del sector construcción
- d) Transformación digital
- e) Estrategias de implementación
- f) Capacitación y acompañamiento
- g) Adaptación tecnológica progresiva
- h) Fortalecimiento organizacional
- i) Competitividad empresarial
- j) Sostenibilidad
- k) Innovación en la construcción
- l) ISO 19650
- m) Guía BIM Colombia
- n) Impacto tecnológico
- o) Impacto social
- p) Impacto ambiental

ABSTRACT

This research project, entitled “Adoption of the Building Information Modeling (BIM) Methodology in SMEs”, aims to analyze and propose strategies that facilitate the progressive implementation of this methodology in medium-sized companies dedicated to design and construction in Bogotá D.C., Colombia. The study arises from the need to strengthen the competitiveness of these organizations in the face of current market demands, characterized by digital transformation and technological modernization in the construction sector.

Building Information Modeling (BIM) has revolutionized the way construction projects are planned, designed, and managed by integrating digital information throughout the entire life cycle of a project. This methodology improves accuracy in planning, reduces design errors, optimizes construction time, and enhances sustainability through efficient resource management. However, in Colombia, its adoption has been slow and uneven, especially among small and medium-sized enterprises (SMEs), due to high implementation costs, limited training, lack of technological resources, and resistance to organizational change.

This research is based on a descriptive and case study approach, using interviews and surveys applied to companies in the construction and network design sectors to identify their main barriers, technological needs, and digital maturity levels. From these findings, the study proposes a set of practical and adaptable strategies aimed at facilitating the gradual transition toward BIM. These strategies focus on three fundamental aspects: specialized training and technical guidance, progressive technological adaptation through the use of scalable and interoperable tools following the ISO 19650 standard and the BIM

Colombia Guide, and organizational strengthening through the creation of internal policies, protocols, and a collaborative BIM-oriented culture.

The results demonstrate that the adoption of BIM in SMEs is viable when approached progressively, supported by professional training, technical consultancy, and inter-institutional cooperation to reduce costs and share knowledge. The implementation of BIM generates significant benefits across three dimensions: technological, by modernizing processes and improving coordination; social, by enhancing professional skills and employability; and environmental, by optimizing material use and promoting sustainability.

In conclusion, this project contributes to the digital transformation of Colombia's construction industry by providing an accessible and sustainable model that promotes technological democratization and competitiveness among medium-sized companies. The proposed strategies enable organizations to overcome existing barriers, align with international standards, and actively participate in a more efficient, collaborative, and sustainable construction ecosystem.

Keywords:

- a) BIM methodology,
- b) Technological adoption,
- c) SMEs in the construction sector,
- d) Digital transformation,
- e) Implementation strategies,
- f) Training and support,
- g) Progressive technological adaptation,
- h) Organizational strengthening,
- i) Business competitiveness,
- j) Sustainability,
- k) Innovation in construction,
- l) ISO 19650,
- m) BIM Colombia Guide,
- n) Technological impact,
- o) Social impact,
- p) Environmental impact.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN **9**

1.	241.2.
	241.3.
	251.4.
	281.5.
	291.6.
	291.7.
	301.8.
	301.9.
	311.10.
	311.11.
	11.12.
	¡Error! Marcador no definido.1.12.1.
	11.13.
	11.14.
2	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES – PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA
BIM EN MEDIANAS EMPRESAS DE CONSTRUCCIÓN Y DISEÑO DE REDES EN COLOMBIA	17
1.15.	31.16.
	42.
	42.1.
	5
	PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN
	20
2.1.1.	72.1.2.
	82.1.3.
	¡Error! Marcador no definido.2.1.4.
	102.1.5.
	102.2
112.2.1. CONCEPTO GENERAL DE LAS ESTRATEGIAS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA	
BIM EN LAS MEDIANAS EMPRESAS	23
2.2.2.	132.2.3.
	142.3
	152.3.1.
	162.3.2.
	172.3.3.
	192.3.4.

212.3.5.

212.3.6.

222.3.7.

232.4.

232.4.1.

242.4.2.

242.4.3.

252.4.4.

262.5.

332.6.

342.7.

402.7.1.

412.7.2.

452.7.3.

522.7.4. MARCO PRODUCTIVO

49

3.

693.1.

¡Error! Marcador no definido.3.2.

703.2.1.

713.2.2.

733.2.3.

763.2.4.

773.2.5.

783.3.

803.3.1.

803.3.2.

803.3.3.

813.3.4.

813.3.5.

813.3.6.

823.4.

823.4.1.

823.4.2.

833.4.3.

833.4.4.

843.4.5.

843.5.

853.5.1.

853.5.2.

863.5.3.

874.

875.

1025.1.

¡Error! Marcador no definido.6.

1046.1.

1057.

1057.1.

¡Error! Marcador no definido.8.

1148.1.

1159.

1189.1

1199.2

1199.3

1199.4

1199.5

1199.6

1199.7

1199.8

1199.9

¡Error! Marcador no definido.BIBLIOGRAFÍA

65

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Cuadro de variables, valores e indicadores	1
Figura 2: Código ORCID Tatiana Gomez	3
Figura 3: Código ORCID Giovanni Preciado	4
Figura 4: Diligenciamiento del CvLac Tatiana Gomez	4
Figura 5: Diligenciamiento del CvLac Alejandra Rincón	4
Figura 6: Numero de empresas medinas de redes	18
Figura 7: Evolución de BIM	46
Figura 8: Niveles BIM	48

INTRODUCCIÓN

Actualmente en el País se evidencia una alta demanda de proyectos de Construcción en donde se implementan metodología BIM por su alta eficiencia en procesos tanto constructivos como de diseños y costos, a pesar de la importancia en el sector es evidente las dificultades y las deficiencias al implementar la metodología en las MEDIANAS EMPRESAS en la ciudad de Bogotá es por eso que el proyecto en curso busca proponer estrategias que se adapten a las necesidades actuales de las empresas con el fin de facilitar su adaptación a los procesos de la metodología.

Las empresas a las que va dirigido este enfoque representan gran parte del sector productivo del país y son las que suelen encontrar barreras relacionadas con el costo para dicha implementación, tales como falta de personal capacitado, falta de recursos tecnológicos y falta de políticas claras e incentivos para la transición hacia la metodología BIM postergando cada vez más la modernización y competitividad dentro del sector.

Es por esto que con la finalidad de atender esta problemática este proyecto propone presentar estrategias específicas que se adapten a las necesidades de las empresas medianas de diseño de redes y construcción en el país, facilitando así la transición hacia la metodología BIM por medio de soluciones prácticas que permitan les permitan adaptarse al desarrollo de la industria y superar las barreras existentes, para fortalecer la capacidad interna de cada empresa.

Por lo expuesto anteriormente es importante destacar que las empresas caso de estudio de este proyecto presentan una parte significativa del sector privado del país. Sin embargo, su limitación en para adaptar metodologías innovadoras es un reflejo de la necesidad de intervenir a través de propuestas efectivas que promuevan su modernización. Lo que permitirá que se implementen de manera efectiva estrategias planteadas que contribuyan al fortalecimiento del sector, promoviendo una industria eficiente, sostenible, y alineada a la modernización y a las tendencias globales del mercado.

1 IDENTIFICACIÓN ESTRATEGIAS PARA ADOPCIÓN BIM EN LAS PYMES

1.1 Problema identificado y descripción de Estrategias para la adopción BIM en las PYMES

¿Cuáles son las principales dificultades que enfrentan las medianas empresas dedicadas al Diseño y construcción de proyectos en Bogotá para implementar la metodología BIM, y qué estrategias pueden adoptarse para superar estos desafíos?

1.2 Presentación

Durante los últimos años, el sector de la construcción en nuestro país ha incorporado metodologías digitales que optimizan y mejoran los procesos técnicos, financieros y operativos, entre las más destacadas se encuentra BIM (Building Information Modeling), que es reconocida por su capacidad para mejorar procesos, reducir costos y errores y permitir mayor eficiencia en todas las etapas de un proyecto de construcción.

Sin embargo, aunque se ha demostrado su gran valor, la adopción de la metodología ha sido lenta y desigual especialmente en las medianas empresas del sector, muchas de las cuales representan un papel crucial en la ciudad de Bogotá. Estas empresas, aunque están altamente calificadas y cuentan con amplia experiencia, a menudo se encuentran con barreras que dificultan su acceso en la adopción de la metodología, tales como falta de personal capacitado, costos de licencias y equipos, desconocimiento de los beneficios de BIM, falta de fortalecimiento de políticas que promuevan su implementación.

Con base en lo anterior surge este proyecto, cuyo propósito es proponer estrategias concretas y adaptables a la necesidad de cada empresa inicialmente medianas dedicadas al diseño de redes y de construcción, que les permita adoptar de manera progresiva la metodología BIM, esta propuesta parte del conocimiento de la realidad operativa del sector por lo que las estrategias a plantear son prácticas, accesibles y diseñadas para integrarse fácilmente a los procesos de cada una.

Este proyecto contempla tres líneas de acción principales:

- a) Capacitación y acompañamiento: De acuerdo con el nivel de experiencia de cada empresa.
- b) Adaptación tecnológica: Brindar soluciones escalables en herramientas y recursos digitales.
- c) Diseño de políticas internas y cultura BIM: Implementación de políticas que faciliten el cambio organizacional y alineen los equipos a una nueva forma de trabajar.

Más allá de la modernización técnica, nuestro proyecto busca:

- a) Cerrar la brecha digital que limita el crecimiento de las medianas empresas.
- b) Incrementar la competitividad en el sector
- c) Fortalecer el desarrollo en una industria que evoluciona cada día siendo más eficiente, colaborativa, sostenible y alineada con las tendencias globales.

Este es un proyecto que promueve la transformación del sector con soluciones reales, para empresas con necesidades reales y enfocada en que la innovación debe ser accesible para todos.

1.3 Ficha Técnica

FICHA TÉCNICA DE LA ADOPCION BIM EN LAS PYMES

Nombre del servicio:

Adopción BIM en las PYMES: Diagnóstico, Protocolos, Asesoría y Acompañamiento para Empresas del Sector Construcción y Diseño de Redes

Descripción del servicio de la adopción BIM en las PYMES:

Servicio integral para la adopción progresiva de la metodología BIM en medianas empresas colombianas del sector de construcción y diseño de redes. Incluye diagnóstico, elaboración de protocolos técnicos, asesoría especializada generando un apoyo continuo en los nuevos proyectos.

El modelo se adapta al nivel de madurez de cada empresa y contempla una transición gradual desde herramientas gratuitas hasta plataformas profesionales, reduciendo la resistencia al cambio y optimizando los recursos disponibles.

Componentes de la adopción BIM en las PYMES:

Etapa	Descripción
Diagnóstico inicial	Evaluación técnica y organizacional: software, procesos, personal y flujos de trabajo actuales.
Protocolos BIM	Elaboración de BEP, EIR, LOD, nomenclaturas, flujos de revisión y estándares personalizados.
Asesoría especializada	Elección de herramientas, definición de roles BIM, capacitación técnica inicial por áreas.
Acompañamiento	Implementación de pilotos BIM, seguimiento técnico, evaluación de resultados y mejora continua.

Público objetivo:

Medianas empresas del sector construcción y diseño de redes (eléctricas, hidráulicas, sanitarias, telecomunicaciones, etc.) en Colombia.

Duración estimada:

3 a 6 meses, ajustable según madurez digital, tamaño y disponibilidad de la empresa.

Entregables:

- a) Informe de diagnóstico inicial
- b) Protocolo BIM personalizado
- c) Plan de capacitación adaptado a roles
- d) Reportes mensuales de avance
- e) Informe final de evaluación del piloto

- f) Acceso a plantilla de repositorio digital estructurado
-

Requisitos para la empresa solicitante:

- a) Designación de un líder de implementación BIM
 - b) Acceso básico a herramientas de diseño (gratuitas o pagas)
 - c) Compromiso gerencial con la transformación digital
-

Normativas y referencias aplicadas:

- a) ISO 19650
 - b) Guía BIM Colombia
 - c) Estándares BEP y EIR internacionales
 - d) Normas ICONTEC relacionadas
-

Comparativa: Estado Actual vs. Estado con BIM

Aspecto	Situación Actual	Situación con el Servicio BIM
Software	AutoCAD y archivos desconectados	BIM interoperable con herramientas gratuitas o profesionales
Procesos	No estandarizados ni documentados	Protocolos personalizados: BEP, LOD, flujos
Capacitación	Limitada o empírica	Formación específica por rol con acompañamiento
Organización de archivos	Archivos locales, sin control	Repositorio digital estructurado (SharePoint/Drive)
Licitaciones	Baja capacidad de cumplimiento BIM	Capacidad técnica para participar en procesos públicos y privados
Coordinación	Trabajo por áreas	Coordinación 3D entre disciplinas con control de interferencias

Plataformas BIM: Gratuitas vs. Profesionales

Herramienta	Versión Gratuita / Open Source	Versión Paga / Profesional
IFC Viewers (BIM Vision, Solibri Anywhere)	Visualización, navegación	No permite edición ni control
Revit Trial / Educativa	Ideal para entrenar y evaluar	No uso comercial
FreeCAD / BlenderBIM	Libre y potente, aunque técnico	Curva de aprendizaje alta
BIMcollab Free	Gestión de conflictos básica	Gestión avanzada de issues
Autodesk Revit / BIM 360	Requiere licencias	Modelado colaborativo, seguimiento, nube

1.4 Área de investigación para la adopción BIM en PYMES.

La implementación de la metodología BIM en la industria de la construcción está transformando la forma en que se gestionan los proyectos, permitiendo mejorar los procesos con efectividad, calidad y colaboración entre los grupos involucrados en la planeación y ejecución de proyectos. En este campo se pretende analizar las medianas y pequeñas empresas que pueden integrarse en el proceso de adopción de la metodología BIM y que al día de hoy presentan inconvenientes ya sea por desconocimiento en los procesos, falta de licencias o falta de recursos para implementar la metodología.

La adopción de la metodología puede representar grandes desafíos ya que se debe contemplar la captación y capacitación de personal y herramientas digitales, sin embargo, las medianas y pequeñas empresas representan un campo de gran potencial para integrar BIM en sus procesos, principalmente por medio de servicios de consultoría. (Desafíos y soluciones en la implementación de BIM, 2024)

Por medio de servicio de consultoría pueden acceder a la experticia y conocimientos necesarios para adopción de la metodología BIM sin tener que realizar inversiones significativas en recursos internos, de esta manera conocerán áreas claves de su operación donde haya mayor beneficio en la implementación de la metodología y la selección adecuada de los softwares indicados para estas y sus necesidades. (Ealde Business School, 2022)

El enfoque de esta investigación se centrará en desarrollar modelos de vinculación de las medianas y pequeñas empresas por medio del servicio de consultoría sin comprometer su organización o recursos financieros obteniendo un mayor beneficio, donde se les facilite la transformación digital optimizar operaciones, mejorar competitividad y permitiéndoles acceder a proyectos de mayor envergadura y complejidad. (Gobierno de Colombia, 2020)

1.5 Tema de investigación para la adopción BIM en las PYMES

Las Pequeñas y Medianas Empresas han sumado importancia dentro de la economía nacional debido a que, según el DANE, en Colombia representan el 90% del sector productivo y más del 80% del empleo nacional, dentro de estas una gran cantidad dedicadas a negocios relacionados con el sector de la construcción, posicionándose como uno de los más dinámicos en la economía del país (DANE, 2021).

La adopción de la metodología BIM en los proyectos es todo un reto, y más para las medianas y pequeñas empresas quienes necesitan adaptarse al cambio puesto que se ha vuelto indispensable la metodología BIM en los proyectos de construcción, imprescindible para su competitividad dentro del mercado laboral, y no es para menos con las numerosas ventajas que trae esta metodología para los procesos.

1.6 Título de la investigación.

- a) Estrategias para la Implementación de la Metodología BIM en las MEDIANAS EMPRESAS dedicadas al diseño en Bogotá

- b) Estrategias para la Implementación de la Metodología BIM en empresas medianas y pequeñas dedicadas al diseño de redes en Bogotá.
- c) Estrategias para la Implementación de la Metodología BIM en empresas medianas dedicadas a la Construcción de Vivienda de interés Social en Bogotá.
- d) Implementación BIM en Medianas Empresas
- e) Adopción BIM en medianas empresas
- f) Adopción BIM en PYMES

**1.7 Línea de investigación Emprendimiento, innovación y transferencia tecnológica.
“Línea 08. Emprendimiento, innovación y transferencia**

Tecnológica: Orientada al reconocimiento de las condiciones que permiten generar un crecimiento económico y social por medio de la producción de nuevo conocimiento e innovación, y potencial transferencia tecnológica, la identificación de resultados de investigación transferibles al sector productivo y a la sociedad, que fomenten espacios de apropiación social del conocimiento y apropiación tecnológica para la innovación social, y el fortalecimiento de la relación Universidad – Empresa – Estado - Sociedad.” (Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca, 2024)

1.8 Tipo de investigación Estudio de Caso.

Para nuestro proyecto nuestro tipo de investigación es la de ESTUDIO DE CASO, se analizarán las estrategias utilizadas para la adopción de la metodología BIM en las PYMES del sector de la construcción. se identifica la problemática, las ventajas y puntos primordiales para la implementación de la metodología BIM. Los hallazgos de este análisis permitirán identificar aspectos primordiales que se pueden aplicar a otras empresas similares que buscan optimizar sus procesos mediante esta metodología innovadora.

1.9 Clase de investigación Tecnológica.

La investigación tecnológica se centra en el desarrollo y aplicación de conocimientos científicos para la creación o mejora de productos, Su objetivo principal es impulsar la innovación y optimizar la eficiencia en diversas industrias. Este tipo de investigación puede dividirse en dos categorías: la aplicada, que busca soluciones prácticas y directas, y la experimental, donde se prueban nuevas tecnologías en entornos controlados antes de su implementación real. Esto es una de las investigaciones más completas ya que reúne las tres mencionadas anteriormente la cual hace que toda la investigación se muy eficaz pero también tiene un gran inconveniente y si bien es una investigación precisa puede verse restringida por el alto financiamiento que se requiere para esta implementación. (Sistema de Información Universitaria, 2019)

1.10 Objetivo general y específicos de las estrategias para la implementación de la metodología BIM en las PYMES.

Analizar las dificultades asociadas a la adopción de la metodología BIM en las medianas empresas del sector de diseño y construcción en Bogotá, tales como los costos elevados, el desconocimiento, la falta de capacitación y el temor al cambio. A partir de este análisis, proponer estrategias específicas que permitan reducir estos obstáculos y facilitar la implementación exitosa de BIM en dichas empresas. (IA, 2025)

Objetivos específicos.

- a) Identificar las principales barreras que dificultan adopción de la metodología BIM en las PYMES en los procesos de planificación, diseño y ejecución de proyectos en empresas medianas de construcción en Bogotá.
- b) Examinar los factores tecnológicos, económicos y organizacionales que condicionan la adopción de la metodología BIM en dichas empresas.

- c) Evaluar el nivel de conocimiento y capacitación que poseen los profesionales de estas empresas sobre el uso y adopción de la metodología BIM en las PYMES.
- d) Proponer estrategias viables que contribuyan a superar las barreras detectadas y favorezcan la implementación de BIM en este tipo de empresas.

1.11 Cuadro de variables, valores e indicadores.

Figura 1: Cuadro de variables, valores e indicadores

TEMAS DE INVESTIGACION	¿Cuáles los las principales dificultades de adaptación de la implementación de la metodología BIM en las medianas empresas dedicadas al diseño en Bogotá?							
VARIABLES:	SOBRECOSTOS BIM		DESCONOCIMIENTO BIM		AVERSION BIM		IMCOMPETENCIA BIM	
Valores	Indicadores	Valores	Indicadores	Valores	Indicadores	Valores	Indicadores	
Incremento Licencias	Costo anual de licencias por empleado.	Falta de formación en BIM para el personal	Número de empleados certificados.	Resistencia al cambio por parte de líderes.	Encuestas de satisfacción del personal.	Errores frecuentes en modelos	Tiempo dedicado a resolver errores.	
	hardware		Disponibilidad de cursos internos/externos.		Tasa de adopción de nuevas herramientas.		Tipos de errores más comunes	
	Porcentaje del presupuesto destinado a software.		Conocimiento en cada una de las dimensiones BIM		Comentarios en reuniones internas.		Detección de interferencias por proyecto.	
	Comparación con costos de software tradicional		Brecha entre formación ofrecida y requerida.		Percepción de que BIM reemplazará roles tradicionales.		Coordinación	
Costos Capacitación	Horas de capacitación por empleado.	Uso limitado de herramientas BIM.	Porcentaje de herramientas BIM utilizadas vs. disponibles.	Preferencia por métodos tradicionales	Porcentaje de proyectos que aún usan AutoCAD 2D.	Falta de estandarización en entregables.	Viabilidad en formatos de entrega	
	Costo por curso/certificación.		Contratación		Tiempo dedicado a métodos tradicionales.		Formatos de documentos	
	Tiempo de capacitación		Frecuencia de uso por proyecto.		Preferencias		Cumplimiento de protocolos BIM (ej.: ISO 19650).	
	Tasa de retención post-capacitación.		Nivel de profundidad en el uso (ej.: 3D vs. 4D/5D). Herramientas		Razones declaradas para no usar BIM.		Uso de plantillas estándar.	
Retrabajos por errores en modelo	Horas dedicadas a correcciones.	Dependencia de consultores externos.	Frecuencia	Falta de colaboración entre áreas.	Número de reuniones interdisciplinarias.	Retrasos por falta de habilidades técnicas.	Tiempo adicional dedicado a capacitación en campo en el transcurso de los proyectos	
	Correcciones		Tiempo dedicado a coordinar con consultores.		Conflictos registrados por descoordinación.		Tiempo adicional en proyectos por falta de habilidades.	
	Modelos		Costo de subcontratación.		Uso de plataformas colaborativas			
Gastos legales	Actualización de contratos	Rotación de personal	Pérdida de conocimiento por cambios de equipo.	Falta de liderazgo	Frecuencia de comunicaciones BIM	Falta de coordinación	Conflictos entre disciplinas	
	Clausulas BIM		Disponibilidad de guías BIM en español.		Compromiso inconsistente de la gerencia.		Cumplimiento de protocolos BIM	
	Actualización de organigrama	Acceso a información	Normativas locales ambiguas	Experiencias negativas	Proyectos fallidos previos con BIM	Modelos incompletos	Omisión de datos clave solo modelado 3D, sin explotar datos Uso superficial de BIM	

Fuente: Elaboración propia (Gomez, 2025)

1.12 Presupuesto

Categoría General	Ítem Específico	Descripción / Justificación Breve	Cantidad / Unidad	Costo Total Estimado (COP)
1. Materiales y Suministros	Papelería y Oficina	Hojas, esferos, marcadores, etc.	unidad	\$ 40,000.00
	Impresiones y Fotocopias	Artículos, borradores, encuestas, informe final.	unidad	\$ 80,000.00
	Libros o Artículos Adicionales	Compra de textos específicos para análisis o discusión.		\$ 40,000.00
Subtotal Materiales (Sem 8-10)				\$ 160,000.00
2. Software y Licencias	Software Estadístico / Cualitativo (Continuación)	Renovación o nueva licencia si aplica.	1	\$ 180,000.00
	Plataforma de Encuestas Online	Plan pago si se necesita.	unidad	\$ 0.00
Subtotal Software (Sem 8-10)				\$ 180,000.00
3. Viajes y Transporte	Transporte Local	Para recolección de datos principal, seguimiento, reuniones.	146	\$ 467,200.00
Subtotal Viajes (Sem 8-10)				\$ 467,200.00
4. Equipos (Si aplica)	Alquiler / Compra de Equipo Específico	Si es necesario para la fase de ejecución o análisis.	3	\$ 300,000.00
Subtotal Equipos (Sem 8-10)				\$ 300,000.00
5. Otros	refrigerios	Dentro de proceso se requiero para bienestar	48	\$ 216,000.00
Subtotal Otros (Sem 8-10)				\$ 216,000.00
SUBTOTAL COSTOS DIRECTOS PROYECTADOS (Sem 8-10)		Suma de todos los subtotales proyectados		\$ 1,023,200.00

6. Imprevistos (Contingencia)		10-15% del subtotal proyectado para gastos no planeados.		\$ 102,320.00
TOTAL, PRESUPUESTO PROYECTADO (SEMESTRES 9 y 10)		Suma de Subtotal Proyectado + Imprevistos		\$ 1,125,520.00

1.13 Cronograma

1.13.1 Cronograma de Actividades – Proyecto de Investigación: adopción de la metodología BIM en las PYMES de Construcción y Diseño de Redes en Colombia.

Fase / Actividad	Semestre	Semestre	Semestre
	8	9	10
1. Formulación del proyecto	✓		
- Selección del tema y justificación	✓		
- Planteamiento del problema	✓		
- Elaboración de mapa de actores y problemas	✓		
- Formulación de preguntas de investigación	✓		
2. Revisión y elaboración del marco teórico	✓		
- Investigación documental (normativa, literatura BIM)	✓		
- Redacción del marco teórico	✓		
3. Desarrollo del proyecto (fase activa)		✓	
- Planteamiento de objetivos general y específicos		✓	
- Metodología de investigación		✓	
- Marco contextual y productivo		✓	

Fase / Actividad	Semestre	Semestre	Semestre
	8	9	10
- Diseño de instrumentos de recolección de datos (encuestas, entrevistas)		✓	
- Aplicación de instrumentos y análisis de resultados		✓	
- Avance en redacción de capítulos intermedios		✓	
4. Conclusiones y propuesta final			✓
- Redacción de conclusiones y recomendaciones			✓
- Validación de la propuesta y revisión final			✓
- Presentación y sustentación del trabajo de grado			✓
- Entrega final del documento			✓

1.14 Obtención del número ORCID.

Figura 2: Código ORCID Tatiana Gomez

The screenshot shows the ORCID website interface. At the top left is the ORCID logo with the tagline "Conectando a los investigadores con su investigación". On the right, the user's name "Tatiana Marcela Gomez Florian" and the language "Español" are displayed. A search bar is present with the placeholder text "Buscar en el registro ORCID...". Below the header, there is a green box containing the ORCID iD: "https://orcid.org/0009-0001-0062-7386" and a link to "Vista previa del registro público". To the right of this is a yellow notification box with an information icon and the text: "Gracias por registrarse en ORCID. Hemos enviado mensajes de verificación a cada una de sus direcciones de correo electrónico registradas. Deberá verificar al menos una antes de poder empezar a añadir información manualmente a su registro ORCID." Below this message is a blue button that says "Reenviar correo electrónico de verificación". At the bottom left, there is a link for "Correos electrónicos y dominios".

Fuente: <https://orcid-org.translate.goog/? x tr sl=en& x tr tl=es& x tr hl=es& x tr pto=tc& x tr hist=true>

Figura 3: Código ORCID Giovanni Preciado

Fuente: <https://orcid-org.translate.goog/? x tr sl=en& x tr tl=es& x tr hl=es& x tr pto=tc& x tr hist=true>

1.15 Evidencia de diligenciamiento del CvLac

Figura 4: Diligenciamiento del CvLac Tatiana Gomez

Datos Personales	
Aquí están registrados sus datos personales. Si desea editarlos, haga clic en Editar; de lo contrario haga clic en Atrás. Si desea cambiar la Contraseña, haga clic en Cambiar contraseña.	
Nombres (*)	Tatiana Marcela
Primer apellido (*)	Gomez
Segundo apellido	Florian
Nombre en citaciones bibliográficas	GÓMEZ FLORIAN, TATIANA MARCELA
Nacionalidad	Colombiana
Tipo documento	Cédula de Ciudadanía
Documento de identificación	1006821804
Lugar de expedición (*)	Colombia-GUAVIARE-CALAMAR
Cédula de extranjería N°	
Estado civil	Soltero(a)
Valor del H5	
Fuente del H5	
Datos de nacimiento	
País y municipio de nacimiento	Colombia-META-VILLAVICENCIO
Fecha de nacimiento (aaaa-mm-dd) (*)	2002-11-24

Fuente: <https://minciencias.gov.co/content/cvlac>

Figura 5: Diligenciamiento del CvLac Alejandra Rincón

Datos Personales	
Aquí están registrados sus datos personales. Si desea editarlos, haga clic en Editar; de lo contrario haga clic en Atrás. Si desea cambiar la Contraseña, haga clic en Cambiar contraseña.	
Nombres (*)	Alejandra
Primer apellido (*)	Rincon
Segundo apellido	Lopez
Nombre en citaciones bibliográficas	Rincon Alejandra
Nacionalidad	Colombiana
Tipo documento	Cédula de Ciudadanía
Documento de identificación	1024483434
Lugar de expedición (*)	Colombia-BOGOTÁ, D. C.-BOGOTÁ, D. C.
Cédula de extranjería N°	
Estado civil	Unión Libre
Valor del H5	
Fuente del H5	

Fuente: <https://minciencias.gov.co/content/cvlac>

2 DESCRIPCIÓN DE LAS ESTRATEGIAS PARA ADOPCIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM EN LAS PYMES

Se ofrece un paquete integral de servicios estratégicos y de acompañamiento diseñado para facilitar la adopción de la metodología BIM en medianas empresas de diseño y construcción, este paquete incluye:

- a) Asesoría personalizada: Evaluación y diagnóstico de la empresa actualmente, planificación estratégica BIM adaptada, selección de herramientas.
- b) Capacitación especializada: Programas flexibles (básicos, avanzados, por rol) en software y metodología BIM.
- c) Alianzas estratégicas: Conexión con instituciones educativas para formación y talento.

2.1 Formulación del problema a investigar sobre la adopción de la metodología BIM en las PYMES.

Pregunta de investigación

¿Cuáles son las principales dificultades de adaptación que presentan las medianas y pequeñas empresas para la adopción de la metodología BIM en Bogotá?

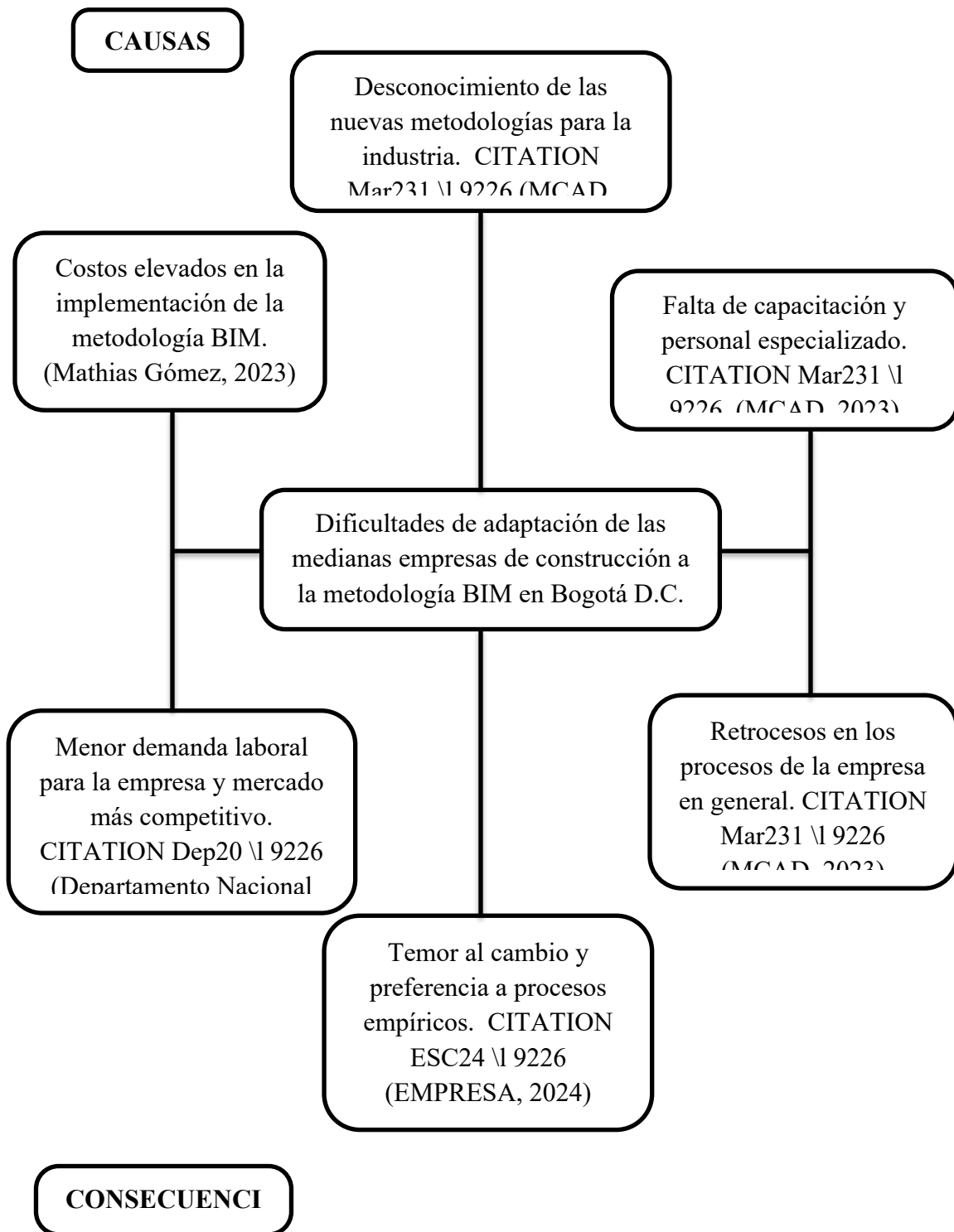
¿De qué manera los factores tecnológicos, económicos y organizacionales influyen en la decisión de adoptar la metodología BIM por parte de las medianas y pequeñas empresas de construcción en Bogotá D.C.?

¿Cómo interactúan los factores de adopción, las competencias del personal y las barreras de implementación para definir el éxito y las dificultades del proceso completo de adopción e integración de BIM en las medianas y pequeñas empresas constructoras de Bogotá?

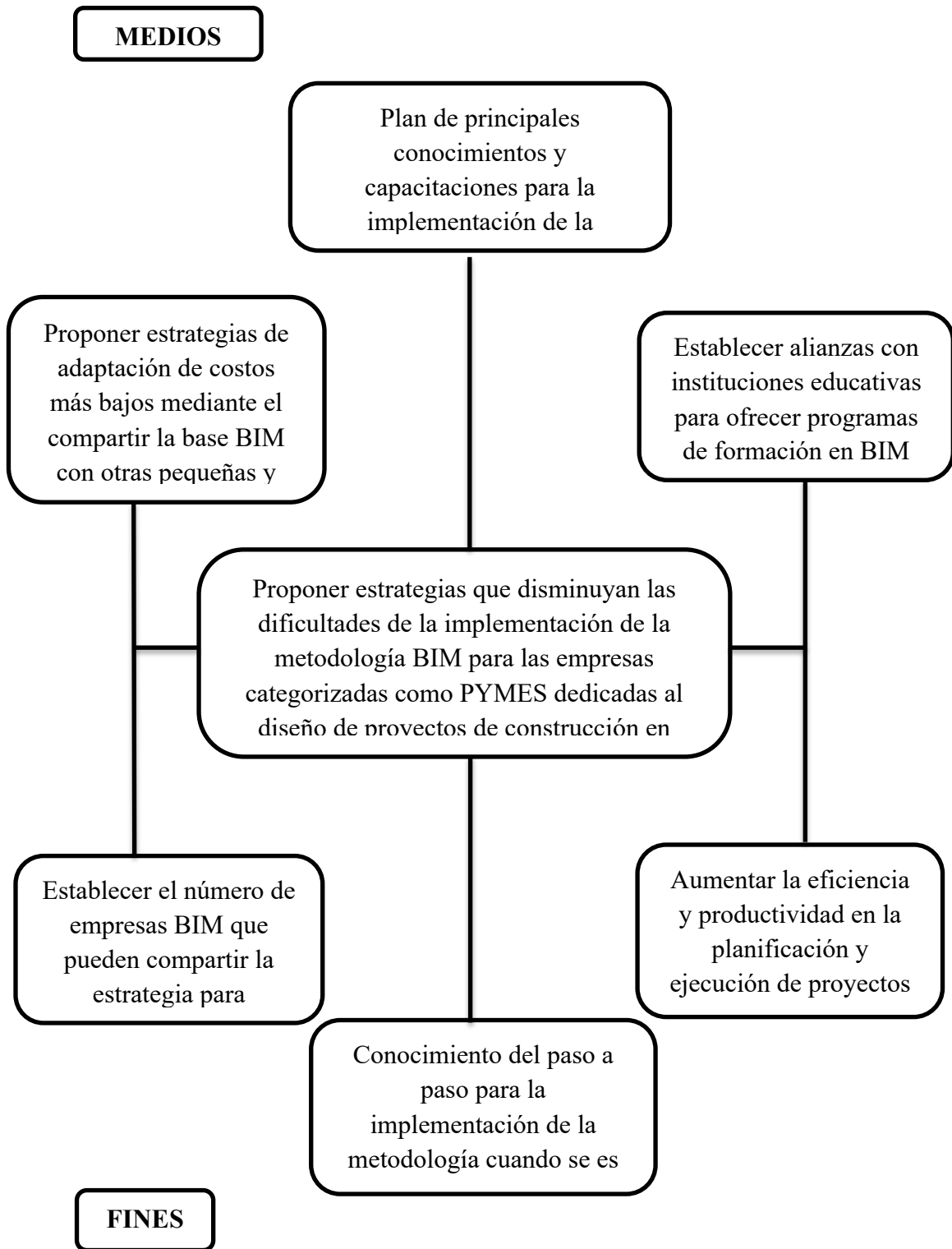
¿Qué estrategias integrales deben implementar las medianas empresas de construcción en Bogotá para alinear los factores tecnológicos, económicos y organizacionales, desarrollar las capacidades necesarias en su personal y superar las barreras existentes, logrando así una integración exitosa de la metodología BIM?

¿Cuáles son las principales dificultades que enfrentan las medianas y pequeñas empresas dedicadas al diseño y construcción de proyectos en Bogotá para implementar la metodología BIM, y qué estrategias pueden adoptarse para superar estos desafíos, como los costos elevados, el desconocimiento, la falta de capacitación y el temor al cambio?

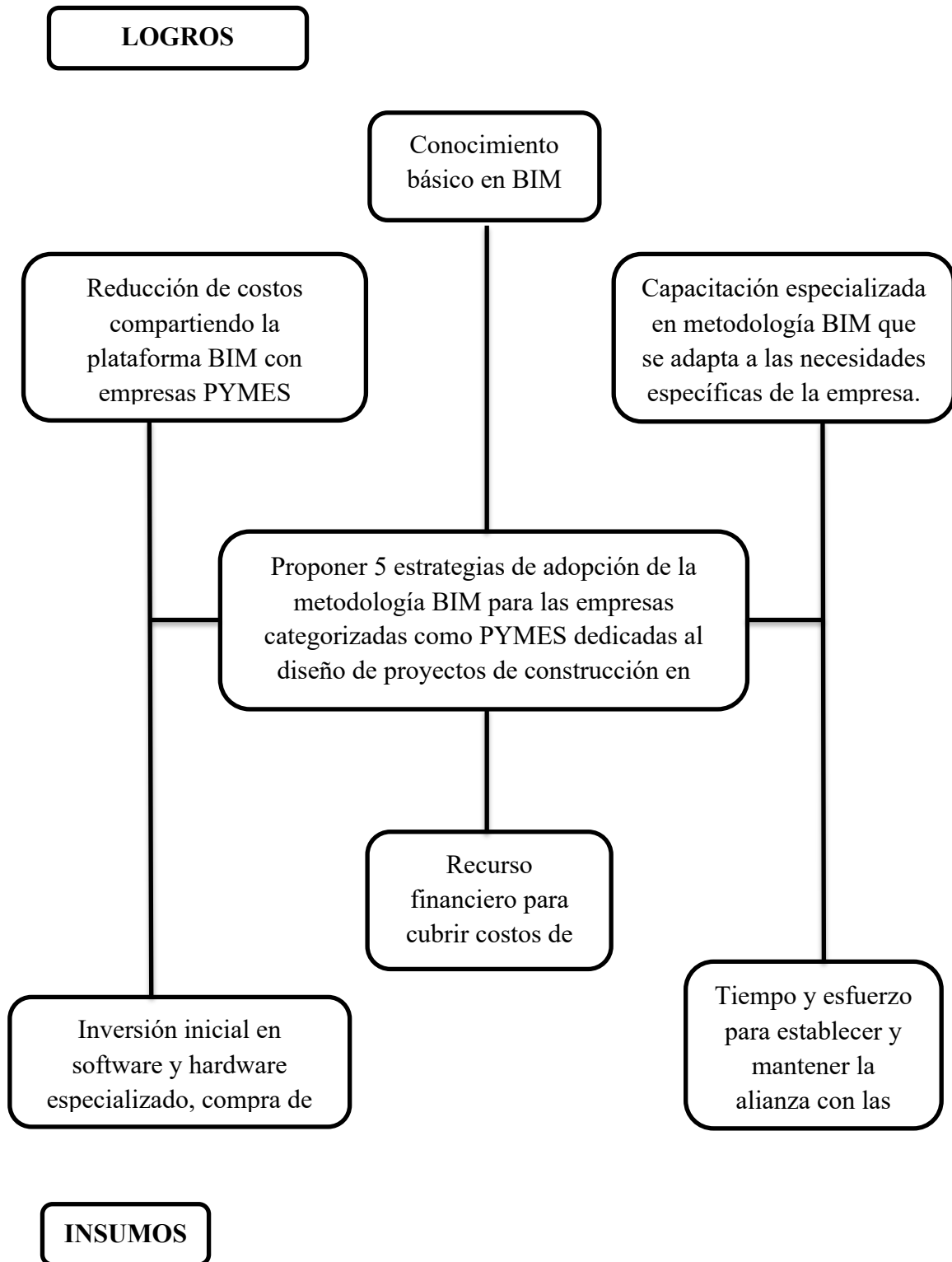
2.1.2 Árbol del problema, causas y consecuencias, descripción.



2.1.3 Árbol del objetivo medios y fines, definición.



2.1.4 Arbol de objetivos, logros e insumos



2.1.5 Delimitación temática adopción de la metodología BIM en las PYMES

La presente investigación se enfoca temáticamente en el análisis del proceso de adopción e integración de la metodología BIM dentro del contexto específico de las PYMES del sector de la construcción ubicadas en Bogotá D.C. El estudio se centrará en tres ejes principales derivados de los objetivos específicos

- a) la identificación y análisis de los factores tecnológicos, económicos y organizacionales que actúan como impulsores o inhibidores de la adopción de BIM.
- b) la evaluación del nivel actual de conocimiento y capacitación sobre BIM entre los profesionales y empleados de estas empresas.
- c) la identificación de las barreras y resistencias internas que obstaculizan la integración efectiva de BIM en los procesos clave de planificación, diseño y ejecución de proyectos. Por lo tanto, quedan fuera del alcance temático directo de este estudio análisis profundos sobre el impacto financiero detallado de BIM en proyectos individuales, comparativas exhaustivas con otras metodologías de gestión o la implementación de BIM en grandes corporaciones o microempresas del sector.

2.1.6 Delimitación geográfica adopción de la metodología BIM en las PYMES

La presente investigación tiene un alcance geográfico que comprende la totalidad del territorio nacional de Colombia. El estudio se llevará a cabo considerando las medianas empresas del sector de la construcción que se encuentren operando en cualquiera de los 32 departamentos del país, así como en el Distrito Capital de Bogotá. Al abarcar todas las regiones colombianas, se busca obtener una visión representativa y diversa a nivel nacional sobre los factores, niveles de conocimiento y barreras relacionadas con la adopción e integración de la metodología BIM, permitiendo identificar posibles variaciones o tendencias regionales dentro del sector de las medianas empresas constructoras.

2.2 Descripción de servicio para la adopción de la metodología BIM en las PYMES

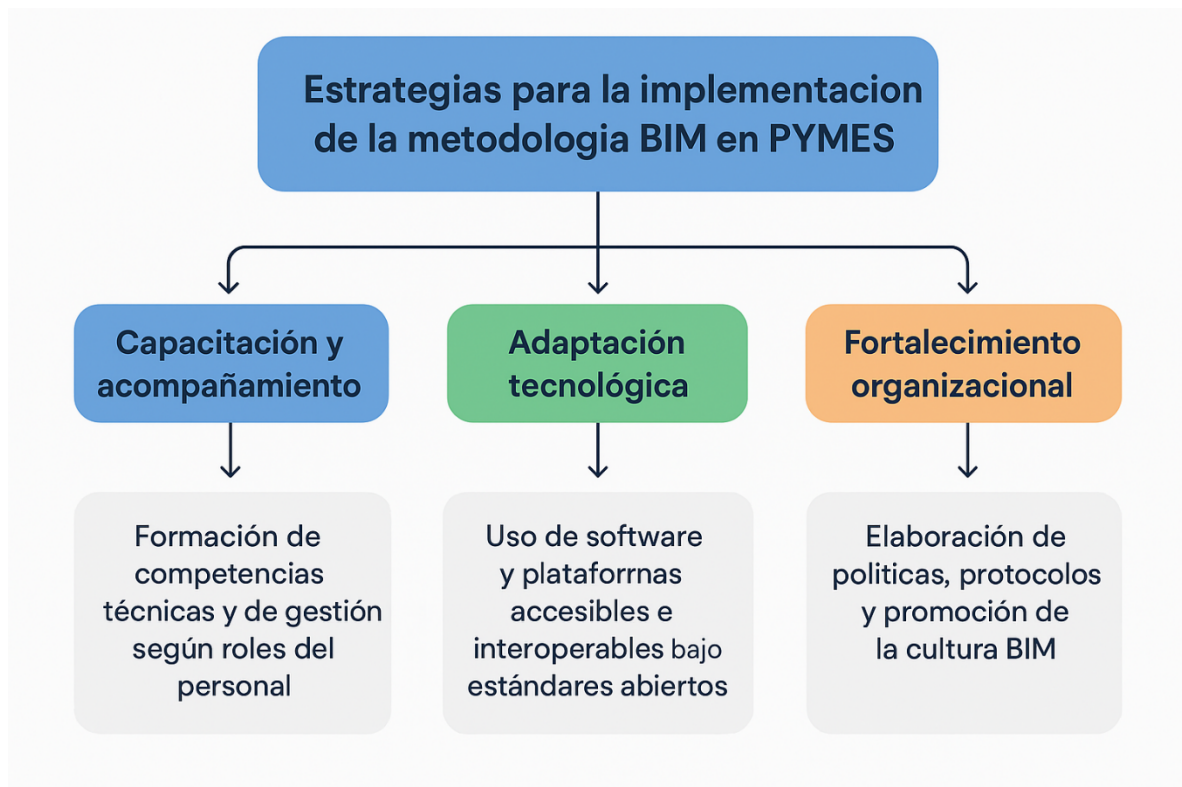
La implementación de la metodología BIM en las medianas y pequeñas empresas de construcción y diseño de redes requiere de un enfoque estratégico que responda a sus condiciones reales, limitaciones y potencial de crecimiento. Estas estrategias deben concebirse como un proceso progresivo y flexible, que permita a las empresas avanzar de manera ordenada hacia un nivel de madurez digital competitivo, siguiendo lineamientos normativos como la ISO 19650 y la Guía BIM Colombia.

En este sentido, las estrategias propuestas se estructuran en tres ejes fundamentales: capacitación y acompañamiento, adaptación tecnológica y fortalecimiento organizacional. La capacitación se orienta al desarrollo de competencias específicas según los roles de cada miembro de la empresa (modeladores, coordinadores, gestores de información), garantizando que el personal cuente con las habilidades necesarias para operar en entornos colaborativos. La adaptación tecnológica se plantea de forma escalable, iniciando con el uso de software y plataformas de acceso gratuito o de bajo costo, para luego migrar gradualmente a soluciones profesionales interoperables bajo estándares abiertos (IFC, BCF), apoyadas en hardware optimizado y en la implementación de un Entorno Común de Datos (CDE).

Por su parte, el fortalecimiento organizacional se enfoca en la creación de políticas internas y en la promoción de una cultura BIM que fomente la colaboración, la trazabilidad y la transparencia en la gestión de la información. Esto incluye la elaboración de protocolos como el BEP (Plan de Ejecución BIM), el EIR (Requisitos de Intercambio de Información) y la definición clara de los niveles de desarrollo (LOD) en cada proyecto.

Estas estrategias, concebidas desde un enfoque integral, no solo permiten mejorar la eficiencia técnica y la competitividad de las empresas, sino que también generan impactos positivos en lo social, lo económico y lo ambiental, al optimizar recursos, reducir costos y facilitar el acceso a proyectos de mayor envergadura. De esta manera, la adopción progresiva de la metodología BIM se consolida como una oportunidad de transformación

digital para las PYMES del sector construcción, impulsando su sostenibilidad e innovación en un mercado cada vez más exigente.



2.2.1 Concepto general de las estrategias para adopción de la metodología BIM en las PYMES

Las estrategias para la adopción de la metodología BIM en las pequeñas y medianas empresas (PYMES) del sector de la construcción constituyen un conjunto de acciones planificadas que buscan facilitar la transición hacia entornos digitales colaborativos, optimizando la gestión de la información durante todo el ciclo de vida de los proyectos. Estas estrategias se conciben como un proceso progresivo y escalable que responde tanto a las limitaciones estructurales de las PYMES (recursos económicos, capacidad tecnológica y nivel de especialización del personal) como a la necesidad de fortalecer su competitividad en un mercado cada vez más exigente.

En su esencia, dichas estrategias integran tres ejes principales: la formación y el acompañamiento del talento humano, que garantizan el desarrollo de competencias técnicas y organizacionales; la adaptación tecnológica, mediante la incorporación gradual de software, hardware y plataformas interoperables bajo estándares internacionales como la ISO 19650 y la Guía BIM Colombia; y el fortalecimiento organizacional, que incluye la definición de políticas internas, protocolos de trabajo colaborativo y la promoción de una cultura digital orientada a la innovación.

De esta manera, el concepto general de las estrategias para la adopción de BIM en PYMES no se limita a la adquisición de herramientas tecnológicas, sino que implica un cambio integral en la manera de planificar, diseñar, construir y gestionar proyectos, contribuyendo a la sostenibilidad, la eficiencia y la productividad del sector.

2.2.2 Impacto tecnológico, social y ambiental para la adopción de la metodología BIM en las PYMES.

La adopción de la metodología BIM en las PYMES del sector de la construcción y diseño de redes no solo representa un cambio técnico o metodológico, sino una transformación profunda con efectos que van más allá de lo digital. Este proyecto tiene el potencial de generar impactos positivos en distintos niveles: desde la forma en que se planifican y ejecutan los proyectos, hasta cómo se relacionan las personas con su entorno laboral y el medio ambiente. A continuación, se presentan los principales impactos del proyecto desde tres dimensiones clave: tecnológica, social y ambiental.

Impacto Tecnológico:

Este proyecto impulsa una transformación significativa en la forma en que las medianas y pequeñas empresas del sector construcción y diseño de redes abordan sus procesos. Al adoptar la metodología BIM, se introducen herramientas digitales que permiten modelar, coordinar y gestionar los proyectos con mayor precisión. Esto no solo moderniza el trabajo técnico, sino que reduce errores, mejora la planificación y optimiza el uso de recursos. Además, la adopción progresiva de plataformas, desde gratuitas hasta profesionales, facilita

el acceso a la tecnología sin imponer una carga económica inicial elevada, lo que democratiza la innovación en el sector.

Impacto Social:

El proyecto también tiene un fuerte componente humano. Brinda a los profesionales de estas empresas la oportunidad de adquirir nuevas habilidades digitales, mejorar su perfil laboral y adaptarse a las exigencias actuales del mercado. La capacitación por roles y el acompañamiento cercano permiten que los equipos de trabajo no solo se actualicen, sino que participen activamente en la mejora de su entorno laboral. Esto fortalece la empleabilidad, fomenta la cultura de colaboración y promueve una visión compartida del crecimiento empresarial. A nivel comunitario, empresas más eficientes generan empleos más estables, servicios de mejor calidad y resultados constructivos más seguros para la sociedad.

Impacto Ambiental:

Uno de los beneficios menos visibles, pero muy relevantes del uso de BIM, es su contribución al cuidado del medio ambiente. Al tener un mayor control sobre los diseños, materiales y fases constructivas, se evita el desperdicio innecesario de recursos. Las simulaciones previas permiten identificar errores antes de llegar a la obra, lo que reduce retrabajos, consumo de energía y generación de residuos. Además, la planificación más precisa favorece una construcción más sostenible, donde cada decisión puede evaluarse considerando su impacto ambiental, lo que alinea al sector con las tendencias de sostenibilidad y responsabilidad ecológica.

2.2.3 Potencial innovador para adopción de la metodología BIM en las PYMES.

Lo más innovador de este proyecto es que lleva la metodología BIM, que muchas veces parece exclusiva para grandes compañías o firmas multinacionales, al alcance real de medianas empresas del sector construcción y diseño de redes. En lugar de presentar un modelo rígido o costoso, la propuesta está pensada para ser flexible, práctica y ajustada a

las necesidades reales de estas empresas, especialmente las que operan en contextos como Bogotá.

Una de las ideas más valiosas es que la implementación no se hace de golpe, sino por etapas: primero un diagnóstico para entender cómo está la empresa, luego una implementación inicial adaptada, y finalmente un acompañamiento que permite consolidar lo aprendido. Esto facilita que las empresas avancen sin afectar su flujo de trabajo o su presupuesto.

Además, no solo se habla de herramientas digitales: también se apuesta por transformar la forma de trabajar, haciendo que los equipos colaboren mejor, se capaciten en nuevas tecnologías y gestionen los proyectos de manera más eficiente y coordinada. En otras palabras, no se trata solo de digitalizar procesos, sino de generar un cambio cultural que mejore los resultados en todos los niveles.

Por todo esto, el proyecto tiene un fuerte potencial innovador: democratiza el acceso al BIM, profesionaliza al personal, y permite que las medianas empresas sean más competitivas y sostenibles en un mercado cada vez más exigente.

2.3 Justificaciones de adopción de la metodología BIM en las PYMES

La adopción de la metodología Building Information Modeling (BIM) en las pequeñas y medianas empresas del sector de la construcción se justifica como una necesidad estratégica ante los retos actuales de modernización, sostenibilidad y competitividad del sector. Su implementación permite optimizar los recursos energéticos y materiales, reducir desperdicios y minimizar el impacto ambiental, contribuyendo al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Desde el ámbito social y profesional, promueve la generación de empleo calificado, el fortalecimiento de las competencias digitales y la mejora de las condiciones laborales mediante procesos colaborativos y eficientes. En el aspecto económico, BIM representa una inversión que a mediano plazo se traduce en ahorros significativos por disminución de errores, retrabajos y sobrecostos, impulsando la productividad y la capacidad de las empresas para acceder a nuevos mercados y licitaciones.

Finalmente, desde la perspectiva tecnológica, la metodología fomenta la transformación digital de las organizaciones, integrando procesos inteligentes que mejoran la gestión de la información y fortalecen la toma de decisiones. En conjunto, estas justificaciones evidencian que la adopción de BIM en las PYMES no solo es una oportunidad de innovación, sino una acción imprescindible para garantizar su sostenibilidad y permanencia en un entorno constructivo cada vez más exigente y digitalizado.

2.3.1 Justificación Ambiental (Energética) para adopción de la metodología BIM en las PYMES

La metodología BIM se presenta como una estrategia clave para mejorar la eficiencia energética y reducir el impacto ambiental pues permite optimizar el diseño y uso de energía, reduce el consumo en la fase operativa, minimiza residuos energéticos, cumple con las normativas ambientales y energéticas vigentes, contribuye a los objetivos ambientales territoriales e impacta de manera positiva en la calidad de vida de los ciudadanos:

- a) Permite optimizar el diseño en sistemas energéticos como HVAC e iluminación
- b) Permite simular el comportamiento energético de las edificaciones, por lo que es posible realizar ajustes antes de que inicie la fase constructiva.
- c) Permite integrar información sobre eficiencia energética de los materiales con el fin de implementar energías renovables. (David Ortega Quintero, 2025)
- d) Permite precisar en la cantidad de materiales requeridos reduciendo el desperdicio de recursos y por consiguiente el consumo energético en la fabricación de los mismos.
- e) Asegura el cumplimiento de la normativa vigente en Colombia sobre el uso de energías renovables, además de facilitar la integración de certificaciones LEED o EDGE (Cesar Granda, 2025)
- f) Contribuye a la reducción de huella de carbono mediante la optimización de recursos alineándose así con el ODS No 11 (OBJETIVOS DE DESARROLLO

SOSTENIBLE, 2025) “Ciudades y comunidades sostenibles” y con los objetivos del POT de Bogotá. (Departamento Nacional de Planeación, 2017)

- g) Permite mejorar el confort térmico y acústico, siendo más confortable para las familias, además de contribuir en ahorro de servicios públicos, favoreciendo la economía familiar.

2.3.2 Justificación Social para adopción de la metodología BIM en las PYMES

La implementación de tecnologías de información y comunicación (TIC) en la industria de la construcción es fundamental para mejorar la eficiencia, productividad y calidad de los proyectos.

En Colombia es importante establecer estrategias entre el gobierno y la industria para digitalizar el sector en el país, la metodología BIM es un método que administra datos durante el proceso de diseño, construcción y operación de los proyectos, en la actualidad más del 90% de las obras públicas que se plantean suelen extenderse en costos y tiempos de ejecución por ende se debe implementar la metodología estratégicamente al sector con el fin de aumentar la competitividad.

La metodología BIM impacta tres elementos: digitalización, eficiencia operativa e industrialización, por lo que implica las áreas de arquitectura, ingeniería, construcción, operación y el mantenimiento. La importancia se basa en un modelo de 10 dimensiones, que hace referencia al nivel de información y aplicabilidad de un proyecto de construcción enfocado en todo su ciclo de vida. (Colombia, 2023)

Sin embargo, las medianas empresas en Bogotá enfrentan desafíos para adoptar e implementar tecnologías como el Building Information Modeling (BIM) debido a la falta de recursos, conocimientos y experiencia.

Se busca desarrollar estrategias para la implementación de BIM en medianas empresas en Bogotá, con el objetivo de mejorar la competitividad y productividad de estas empresas. Al

mismo tiempo, se busca contribuir al desarrollo social de la ciudad, generando empleos y mejorando la calidad de vida de los ciudadanos.

La implementación de BIM en medianas empresas en Bogotá puede tener un impacto positivo en la sociedad, ya que:

- a) Mejora la eficiencia y productividad en la industria de la construcción.
- b) Incrementa la competitividad de las medianas empresas en el mercado.
- c) Genera empleos y oportunidades laborales en el sector de la construcción
- d) Mejora la calidad de vida de los ciudadanos al proporcionar infraestructuras y edificios
- e) más seguros y eficientes.

En resumen, se busca contribuir al desarrollo social de Bogotá, mediante la implementación de estrategias para la adopción de BIM en medianas empresas de la construcción. (OpenAI, 2024)

Figura 6: Numero de empresas medianas de redes

Distribución de Empresas de Diseño De Redes Electricas, Hidraulicas, Gas Hvac por Facturación

- [Pequeñas](#) (14.250 Empresas)
- [Medianas](#) (894 Empresas)
- [Grandes](#) (284 Empresas)
- [Corporativas](#) (176 Empresas)

Fuente: <https://empresite.eleconomistaamerica.co/>

De acuerdo con la figura 1 de la página web Empresite el número de medianas empresas que pueden verse beneficiadas con dicho servicio 284 en la ciudad de Bogotá y en la figura 2 se verían beneficiadas 894 a nivel nacional.

2.3.3 Justificación Económica para adopción de la metodología BIM en las PYMES

La adopción de BIM representa una inversión inicial que puede ser una barrera para muchas empresas debido a los costos elevados de licencias y capacitación. Sin embargo, a largo plazo, BIM reduce significativamente los sobrecostos por errores en obra, retrabajos y desperdicio de materiales, mejorando la rentabilidad de los proyectos. La posibilidad de compartir licencias y establecer alianzas estratégicas con instituciones educativas y gubernamentales permitiría disminuir estos costos, facilitando la implementación de esta metodología en las medianas empresas y aumentando su competitividad en el mercado.

Adicionalmente BIM mejora la comunicación entre equipos de trabajo reflejándose así en la reducción de tiempo para corregir errores, gracias a la visualización y simulación permite incrementar la productividad de los trabajadores a la hora de distribuir tareas.

Como se menciona en la justificación energética BIM permite realizar desempeño de eficiencia energética lo que ayuda a prevenir el costo operativo a largo plazo y a facilitar el mantenimiento predictivo que permita prolongar la vida útil de las edificaciones.

Al adoptar la metodología BIM es más fácil acceder a certificaciones de tipo sostenible lo que se vería reflejado en subvenciones e incentivos de tipo fiscal, mejorando la rentabilidad de los proyectos y haciéndolo más atractivo en el mercado.

Por último, al permitir ser visualizado este reduce significativamente los costos ya que son más precisos en cantidades y materiales necesarios para la construcción por lo que las empresas podrán tomar decisiones financieras mucho más acertadas.

Cuadro de Costos – Implementación Progresiva de la Metodología BIM (PYMES)

Fase / Concepto	Detalle	Tipo de recurso	Costo aproximado (COP)
-----------------	---------	-----------------	------------------------

Fase 1: Diagnóstico inicial	Evaluación interna de capacidades, procesos y necesidades	Consultoría o interna	\$0 – \$1.500.000
Fase 2: Capacitación básica	Curso introductorio BIM (plataformas gratuitas o subsidios)	Humano / capacitación	\$300.000 – \$1.000.000
	Formación interna con guías BIM (Guía BIM Colombia, ISO 19650, etc.)	Recursos gratuitos	\$0
Fase 3: Herramientas tecnológicas iniciales	Software BIM gratuito o freemium (ej. SketchUp Free, BIM Vision, BlenderBIM)	Licencia básica / online	\$0
	Equipo informático básico (si ya existe, no requiere inversión adicional)	Hardware (PC)	\$0 – \$2.500.000
Fase 4: Elaboración de protocolos BIM	Plantillas de BEP, EIR y LOD personalizadas (con asesoría externa o propia)	Consultoría / interna	\$1.000.000 – \$3.000.000
Fase 5: Proyecto piloto	Aplicación de metodología en un proyecto real para validar procesos	Interno	Incluido en operación
	Monitoreo y ajustes según resultados	Consultoría / interna	\$500.000 – \$1.000.000
Fase 6: Consolidación	Capacitación intermedia (modelado, coordinación, interoperabilidad)	Humano / capacitación	\$800.000 – \$2.000.000
	Evaluación de actualización de software (ej. licencias anuales tipo Revit LT o BricsCAD BIM)	Software (opcional)	\$1.200.000 – \$3.000.000

2.3.4 Justificación Profesional para adopción de la metodología BIM en las PYMES

BIM representa un avance significativo para las empresas, lo que les permite alinearse con las prácticas globales, la implementación de la metodología BIM mejora la calidad y precisión en los proyectos, y también eleva el nivel de especialización de los profesionales del sector. La capacitación en BIM permite a arquitectos, ingenieros y constructores mejorar su perfil profesional y adaptarse a las nuevas exigencias del mercado, donde el dominio de esta metodología es cada vez más demandado.

Por medio de capacitaciones y asesorías especializadas, las empresas pueden fomentar el desarrollo profesional de su talento humano, optimizando sus procesos internos y mejorando su competitividad ante la industria de la Construcción. Al ser una metodología reconocida a nivel mundial demuestra el compromiso de las empresas con la mejora continua y la implementación de buenas prácticas.

2.3.5 Justificación Tecnológica para adopción de la metodología BIM en las PYMES

La digitalización de la construcción es una tendencia mundial, y BIM es una herramienta clave en este proceso. Su implementación permite integrar datos en tiempo real, mejorar la colaboración entre los diferentes actores del proyecto y mejorar el proceso de la información. Sin embargo, la falta de conocimiento y el temor al cambio pueden ser obstáculos para su adopción.

Para superar estos obstáculos, es fundamental proponer estrategias que faciliten la transición hacia un entorno digital. Asesorías personalizadas para las empresas medianas, enfocadas en la implementación de BIM y tecnologías digitales, pueden ser de gran ayuda. Además, alianzas con instituciones tecnológicas, universidades y centros de investigación pueden proporcionar acceso a conocimientos y recursos especializados.

La capacitación y formación continua para los empleados de las empresas medianas, enfocada en el uso de herramientas BIM y tecnologías digitales, también es crucial. El desarrollo de planes de implementación personalizados para cada empresa, considerando

sus necesidades y recursos específicos, puede ayudar a asegurar una transición exitosa. Finalmente, el fomento de la cultura de la innovación y la experimentación en las empresas medianas puede permitirles aprovechar las oportunidades que ofrece la digitalización.

2.3.6 Necesidades que satisface adopción de la metodología BIM en las PYMES

La adopción de la metodología BIM en las PYMES del sector de la construcción y diseño de redes responde a múltiples necesidades identificadas tanto a nivel operativo como estratégico:

- a) Necesidad de digitalización: Permite a las empresas modernizar sus procesos mediante herramientas digitales que optimizan el diseño, la planificación, la ejecución y la operación de proyectos, mejorando la trazabilidad de la información y la coordinación entre disciplinas.
- b) Capacitación y desarrollo profesional: Satisface la necesidad de fortalecer las competencias del personal, promoviendo la actualización técnica mediante programas de formación adaptados a cada rol dentro de la organización.
- c) Acceso a nuevos mercados: Facilita la participación en licitaciones y proyectos públicos y privados que exigen el uso de BIM, incrementando así la competitividad empresarial.
- d) Reducción de errores y sobrecostos: Al incorporar procesos más estructurados y visuales, disminuye los retrabajos, mejora la precisión en cantidades de obra y optimiza el uso de materiales y recursos.
- e) Adaptación progresiva y flexible: Atiende la necesidad de una transición gradual hacia BIM, sin imponer grandes cargas financieras, gracias al uso de plataformas gratuitas y modelos de acompañamiento por etapas.
- f) Transformación organizacional: Promueve la cultura de innovación, colaboración y mejora continua dentro de las empresas, elemento fundamental para mantenerse vigentes en un mercado cada vez más exigente.

2.3.7 Impacto ambiental para la adopción de la metodología BIM en las PYMES.

El impacto ambiental de la adopción de la metodología BIM en las PYMES es altamente positivo y se alinea con los principios de sostenibilidad del sector construcción:

- a) **Reducción de residuos:** El uso de modelos digitales permite una planificación detallada, lo que reduce los errores de diseño y ejecución que conllevan a desperdicios de materiales.
- b) **Optimización del uso de recursos:** A través de simulaciones energéticas y análisis de ciclo de vida, BIM permite seleccionar materiales más sostenibles y estimar consumos, promoviendo un uso eficiente de energía y agua.
- c) **Minimización de la huella de carbono:** Al permitir una mejor coordinación y menor necesidad de desplazamientos innecesarios, BIM contribuye a reducir las emisiones de CO₂ asociadas a las actividades de construcción.
- d) **Facilita certificaciones ambientales:** Gracias a su capacidad de integrar y documentar datos sobre eficiencia energética y sostenibilidad, BIM favorece la obtención de certificaciones como LEED, EDGE o similares.
- e) **Construcción sostenible:** Promueve prácticas constructivas más limpias y responsables, alineadas con los “Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)”, en particular el ODS 11: “Ciudades y comunidades sostenibles”.

En resumen, BIM no solo representa una innovación tecnológica, sino una herramienta estratégica para avanzar hacia una construcción más verde, eficiente y consciente del entorno.

2.4 Metodología de la investigación adopción de la metodología BIM en las PYMES.

La metodología de la investigación propuesta para la adopción de la metodología BIM en las PYMES del sector de la construcción se fundamenta en un enfoque descriptivo–exploratorio, orientado a identificar las principales barreras, oportunidades y condiciones reales que inciden en su implementación. Este enfoque permite comprender de manera integral los factores tecnológicos, económicos y organizacionales que determinan el nivel de madurez digital de las empresas, así como diseñar estrategias adaptadas a sus

capacidades y recursos. La aplicación de instrumentos como encuestas, entrevistas y estudios de caso garantiza la obtención de información veraz y contextualizada, facilitando el análisis cualitativo y cuantitativo de los resultados. Asimismo, la metodología incorpora un proceso secuencial que incluye diagnóstico, recolección de datos, desarrollo de un piloto BIM y validación de estrategias, asegurando la pertinencia y aplicabilidad de las conclusiones. En conjunto, este enfoque metodológico proporciona una base sólida para generar conocimiento práctico y transferible, contribuyendo a la transformación digital y al fortalecimiento competitivo de las medianas empresas del sector construcción en Colombia.

2.4.1 Alcance

La investigación se define como descriptiva-exploratoria. Se centra en identificar y analizar los factores tecnológicos, económicos y organizacionales que impactan la adaptación del BIM en medianas empresas del sector construcción en Bogotá. Este estudio tiene como objetivo explorar las barreras y oportunidades que estas empresas enfrentan, así como proponer estrategias personalizadas que favorezcan su transición hacia el uso de BIM. Los resultados no solo serán aplicables a las empresas objeto del estudio, sino que también podrán replicarse en otros entornos similares, contribuyendo al fortalecimiento del sector construcción en Colombia.

2.4.2 Procedimientos para la adopción de la metodología BIM en las PYMES.

- a) Diagnóstico inicial:
 - a. Análisis interno: Revisión de capacidades técnicas y operativas actuales de las empresas.
 - b. Evaluación de necesidades: Identificación de barreras clave, como recursos tecnológicos limitados, costos y falta de capacitación.
- b) Diseño de herramientas:

- a. Elaboración de instrumentos de recolección de datos: cuestionarios, guías de entrevista y formatos para la observación directa.
- b. Validación de los instrumentos mediante pruebas piloto en una muestra reducida.
- c) Recolección de información:
 - a. Encuestas: Dirigidas a empleados y gerentes para medir percepciones y conocimientos sobre BIM.
 - b. Entrevistas semiestructuradas: Con líderes clave en el sector.
 - c. Análisis documental: Revisión de normativas, políticas empresariales y proyectos previos.
- d) Implementación piloto:
 - a. Desarrollo de un proyecto experimental en una empresa seleccionada.
 - b. Monitoreo de procesos y resultados.
- e) Análisis y conclusiones:
 - a. Interpretación de datos cualitativos y cuantitativos.
 - b. Identificación de patrones, barreras recurrentes y oportunidades de mejora.

2.4.3 Población, muestra y Entrevistas Para la Adopción BIM.

- a) Población objetivo: Medianas empresas del sector construcción en Bogotá, clasificadas como aquellas con 51-200 empleados y experiencia en proyectos de diseño y construcción.
- b) Muestra:
 - a. Se seleccionarán entre 5 y 10 empresas mediante un muestreo intencional no probabilístico. Los criterios de selección incluirán:
 - b. Capacidad técnica y tecnológica actual.
 - c. Interés en implementar metodologías BIM.
- c) Participarán alrededor de 30 personas, distribuidas entre directivos, líderes técnicos y empleados operativos.

d) Entrevistas:

- a. Formato: Semiestructurado, para obtener tanto datos cuantitativos como cualitativos.
- b. Duración promedio: 30-45 minutos por entrevista.
- c. Preguntas clave:
 - i. ¿Cuáles son las principales dificultades tecnológicas y organizativas que enfrenta su empresa para la adopción de BIM?
 - ii. ¿Qué estrategias cree que podrían ser útiles para superar las barreras actuales?

e) Se garantizará la confidencialidad de los participantes y sus respuestas.

2.4.4 Técnicas e instrumentos.

Encuesta sobre factores que influyen en la adopción de BIM en medinas y pequeñas empresas

ENCUESTA #1

1. En relación con los recursos de hardware (computadoras, estaciones de trabajo, servidores, etc.), ¿qué nivel de influencia tienen en la decisión de su empresa para adoptar o expandir BIM?

() 1 - Sin impacto (la infraestructura actual es suficiente)

() 2 - Mínimo impacto (pequeñas limitaciones que no afectan la operación)

() 3 - Impacto medio (se requieren algunas actualizaciones para aplicar BIM de forma efectiva)

() 4 - Alto impacto (se necesita renovación significativa del hardware para trabajar con BIM)

() 5 - Crítico (el hardware actual imposibilita implementar BIM de manera adecuada)

2. En relación con el software BIM (licencias, compatibilidad, funcionalidades), ¿qué nivel de influencia tiene en la adopción o expansión del uso de BIM en su empresa?

- 1 - No representa una limitante
- 2 - Representa una limitante menor (por ejemplo, falta de alguna función específica)
- 3 - Moderada limitación (disponibilidad parcial o falta de interoperabilidad)
- 4 - Alta limitación (uso de software desactualizado o no especializado)
- 5 - Limitación crítica (no se cuenta con software BIM adecuado ni licencias)

3. ¿Qué peso tiene la inversión económica requerida (hardware, software, capacitación) en la decisión de implementar BIM?

- 1 - No influye (la inversión no representa un obstáculo)
- 2 - Poco influyente (presupuesto disponible, aunque limitado)
- 3 - Moderadamente influyente (requiere justificar ROI para avanzar)
- 4 - Muy influyente (la falta de recursos financieros ha frenado la adopción)
- 5 - Determinante (sin financiamiento no es viable implementar BIM)

4. Respecto a los factores organizacionales, ¿qué nivel de influencia tienen en la adopción de BIM en su empresa?

- 1 - Nula (estructura y cultura organizacional ya están alineadas con BIM)
- 2 - Baja (ligera resistencia o falta de procesos claros)
- 3 - Media (requiere ajustes estructurales o roles nuevos)
- 4 - Alta (bajo compromiso de la dirección o falta de liderazgo)
- 5 - Crítica (la organización no está preparada para adoptar BIM)

(Número aproximado de empleados involucrados directamente en proyectos BIM):

- 1–5 personas
- 6–15 personas
- 16–30 personas
- Más de 30 personas

5. ¿Cómo califica el nivel de conocimiento técnico y práctico sobre BIM dentro de su equipo de trabajo o departamento?

- 1 - Muy bajo (no conocen el concepto)
- 2 - Bajo (conocimiento general, sin experiencia práctica)

- 3 - Moderado (uso limitado o inicial de herramientas BIM)
- 4 - Alto (uso habitual en algunos procesos o disciplinas)
- 5 - Muy alto (BIM está plenamente integrado en los flujos de trabajo)

6. ¿Ha recibido usted personalmente capacitación en herramientas o procesos BIM en los últimos 2 años (2023–2024)?

- Sí, formal (diplomado, curso estructurado, certificado — financiado por mi empresa)
- Sí, formal (por cuenta propia o autofinanciado)
- Sí, informal (tutoriales, webinars, aprendizaje autodidacta)
- No he recibido capacitación específica en BIM

7. ¿Cuál considera la área de capacitación más prioritaria para usted o su empresa?

(Seleccione solo una)

- Uso avanzado de software BIM (Revit, ArchiCAD, Allplan, Tekla, Navisworks, etc.)
- Coordinación multidisciplinaria y planificación digital
- Clash detección (detección y resolución de interferencias)
- Gestión de modelos BIM (entornos CDE, versiones, control de calidad)
- Gestión de datos (información de activos, parámetros, codificación)
- Implementación de BIM en obra (4D y 5D, seguimiento en campo)
- Desarrollo e implementación de estándares y protocolos BIM
- Otro (especifique): _____

8. ¿Cuál considera que es la principal barrera que ha dificultado la implementación efectiva de BIM en su empresa?

- Costos elevados (licencias, hardware, capacitación)
- Falta de personal calificado en BIM
- Resistencia al cambio organizacional
- Falta de procesos o protocolos BIM definidos
- Dificultades técnicas de interoperabilidad entre software
- Baja exigencia por parte de los clientes (no demandan BIM)

9. ¿Qué nivel de resistencia al cambio ha observado en su empresa al intentar implementar procesos BIM?

- 1 - Muy baja (aceptación inmediata y colaboración activa)
- 2 - Baja (algunos ajustes necesarios, sin mayor conflicto)
- 3 - Moderada (requiere gestión del cambio y comunicación constante)
- 4 - Alta (resistencia pasiva o desinterés frecuente)
- 5 - Muy alta (oposición activa o negativa persistente al cambio)

10. ¿En qué fase(s) del proyecto considera más difícil implementar BIM de manera efectiva dentro de su empresa? *(Puede seleccionar más de una)*

- Diseño conceptual y planificación inicial
- Desarrollo de diseño técnico y documentación
- Coordinación interdisciplinaria (arquitectura, estructura, instalaciones)
- Presupuestación y estimación de costos (5D)
- Ejecución y seguimiento de obra (4D y control de campo)
- Entrega final y gestión de la información para operación y mantenimiento

11. ¿Cuál es el número aproximado de empleados actuales en su empresa?

- 1–10 empleados
- 11–50 empleados
- 51–200 empleados
- Más de 200 empleados

ENCUESTA # 2

1. ¿Utiliza su empresa actualmente la metodología BIM en alguno de sus proyectos?

- a) Sí, de forma estandarizada en la mayoría de los proyectos.
- b) Sí, en algunos proyectos específicos o como piloto.
- c) No, pero se está considerando activamente para el futuro cercano.
- d) No, y no hay planes inmediatos para implementarlo.

2. ¿Cuál considera usted que es la BARRERA PRINCIPAL que dificulta la adopción o expansión de BIM en su empresa? (Seleccione solo UNA opción)

a) Alto costo (software, hardware, capacitación).

b) Falta de personal con la formación adecuada.

c) Resistencia al cambio dentro de la empresa.

d) Falta de exigencia o solicitud por parte de los clientes.

e) Complejidad percibida de la tecnología o el proceso.

f) Incertidumbre sobre los beneficios reales o el retorno de inversión.

3. En una escala del 1 al 5, ¿qué tan importante considera la adopción de BIM para la competitividad futura de su empresa? (Donde 1 es "Nada importante" y 5 es "Fundamental")

a) 1

b) 2

c) 3

d) 4

e) 5

4. ¿Considera que los equipos de cómputo (hardware) actuales de su empresa están, en general, preparados para manejar software BIM de manera eficiente?

a) Sí, completamente preparados.

b) Parcialmente, algunos equipos sí y otros no.

c) No, requerirían una actualización o inversión significativa.

d) No estoy seguro/a.

5. ¿Cuál de los siguientes tipos de APOYO EXTERNO considera que sería MÁS útil para facilitar la implementación de BIM en su empresa? (Seleccione solo UNA opción)

- a) Guías prácticas o manuales adaptados a medianas empresas.
- b) Programas de formación técnica específica y asequible.
- c) Consultoría o acompañamiento especializado.
- d) Ayudas financieras o subsidios para la inversión inicial.
- e) Acceso a casos de éxito o ejemplos de implementación en empresas similares.

6. ¿El nivel de conocimiento general sobre qué es BIM y para qué sirve dentro de su empresa es?

- a) Nulo o muy bajo.
- b) Bajo, solo algunas personas han oído hablar de BIM.
- c) Medio, hay una idea general pero no profunda.
- d) Alto, la mayoría del personal relevante conoce sus fundamentos.

7. ¿Su empresa estaría dispuesta a invertir en capacitación de personal para implementar BIM?

- a) Sí, definitivamente.
- b) Sí, si se demuestra un claro retorno de inversión.
- c) Tal vez, depende de los costos y el tiempo requerido.
- d) No, actualmente no es una prioridad.

8. ¿Con qué frecuencia los clientes (públicos o privados) les solicitan o exigen el uso de BIM en los proyectos que contratan con ustedes?

- a) Nunca.

- b) Raramente.
- c) Ocasionalmente.
- d) Frecuentemente.
- e) Casi siempre o siempre.

9. ¿Cree usted que la implementación de BIM ayudaría a minimizar errores y costos en los proyectos de su empresa?

- a) Sí, significativamente.
- b) Sí, probablemente.
- c) Tal vez, no estoy seguro/a del impacto real.
- d) No, no creo que el impacto sea significativo.

Asegurarnos que las encuestas no las conteste la misma persona, datos, nombre, cedula, teléfono, correo, para validar que sean ciertas, agregar nota de la reserva de datos que exige el gobierno al inicio indicando que es un trabajo académico para lograr el título profesional

Entrevistas de los objetivos

Entrevistas.

Primer Objetivo

1. ¿Cuáles considera que son los aspectos tecnológicos que más facilitan o más dificultan la decisión de adoptar esta metodología en su empresa actualmente?
2. ¿Cuáles diría que son los mayores y, por otro lado, los mayores costos o inversiones percibidas al considerar implementar BIM?
3. ¿De qué manera cree que la estructura actual de su empresa, la cultura organizacional y el apoyo de la dirección influyen en la capacidad de adoptar e integrar BIM eficazmente en los proyectos?

Segundo Objetivo

1. En una escala del 1 al 5, donde 1 es 'Ningún conocimiento' y 5 es 'Conocimiento experto', ¿cómo calificaría el nivel de entendimiento general sobre qué es BIM y para qué sirve entre los profesionales y empleados de su área o equipo?
2. ¿Usted o sus colegas han recibido alguna capacitación formal o informal sobre el uso de herramientas o procesos BIM en los últimos dos años? ¿Podría describir brevemente qué tipo de capacitación fue?
3. ¿Cuáles considera que son las necesidades de capacitación más urgentes o importantes relacionadas con BIM para que usted y su equipo puedan mejorar su desempeño y aprovechar mejor esta metodología en los proyectos?

Tercer Objetivo

1. Desde su experiencia diaria, ¿cuáles son los 2 o 3 obstáculos o barreras más significativas que enfrenta su empresa al intentar usar BIM de manera más consistente en la planificación, diseño o ejecución de los proyectos en Bogotá?
2. ¿Ha notado alguna resistencia por parte del personal a adoptar los procesos BIM y dejar atrás las formas de trabajo más tradicionales? Si es así, ¿a qué cree que se debe principalmente esa resistencia?
3. Pensando en el flujo de trabajo de un proyecto típico, ¿en qué etapa específica encuentra usted más dificultades para integrar o aplicar efectivamente las herramientas o la información generada con BIM?

2.5 Antecedente del problema a investigar.

BIM surgió en los años 70, pero su estandarización se consolidó en países como Reino Unido (con el BIM Level 2 desde 2016) y EE.UU. (mandatorio en proyectos federales desde 2007). Estudios de la McGraw Hill Construction (2014) destacan que el 75% de las empresas en Europa y Norteamérica reportan mayores eficiencias con BIM, pero con altos costos iniciales.

En Latinoamérica, Chile y Brasil lideran la adopción con políticas públicas (ej.: decreto BIM Chile 2020), mientras que Colombia avanza lentamente.

Dificultades de las empresas, recoger experiencias de las empresas, con causas y consecuencias

2.6 Estado del Arte de la adopción BIM en medianas y pequeñas empresas

Actualmente, la metodología BIM ha ganado importancia a nivel global. En Colombia su adopción ha sido de manera gradual, con una mayor relevancia en las grandes empresas, mientras que en las pequeñas y medianas empresas aún existen grandes barreras que las limita en su competencia comercial. Colombia ha avanzado significativamente en la promoción de la metodología BIM por medio de políticas públicas como la “Estrategia Nacional BIM” (2020), que busca asegurar el cambio a digital del sector de la construcción y su propósito es requerir el uso de la metodología BIM desde el sector público completamente para el 2026. (Departamento Nacional de Planeación, 2020)

Sin embargo, su adopción en medianas empresas enfrenta retos como: Falta de capacitación y recursos tecnológicos, Resistencia al cambio cultural y altos costos iniciales de software y hardware. En consecuencia, solo el 25% de las empresas medianas han adoptado BIM parcialmente en etapas de diseño según un estudio de la Cámara Colombiana de la Construcción (CAMACOL;, 2023)

La metodología Building Information Modeling (BIM) ha adquirido una importancia significativa a nivel global [Fuente: 333], transformando la gestión de proyectos en la industria de la construcción al mejorar la eficiencia, calidad y colaboración [Fuente: 250]. En Colombia, su adopción ha sido gradual, observándose una mayor implementación en grandes empresas, mientras que las pequeñas y medianas empresas (PYMES) aún enfrentan barreras considerables que limitan su competitividad.

El gobierno colombiano ha impulsado la adopción de BIM a través de políticas como la "Estrategia Nacional BIM" (2020), que tiene como objetivo la transformación digital del

sector y prevé requerir el uso de BIM en el sector público para el año 2026 (Departamento Nacional de Planeación, 2020). A pesar de este impulso, la implementación en medianas empresas enfrenta retos importantes como los altos costos iniciales de software y hardware, la falta de capacitación y personal especializado, la necesidad de recursos tecnológicos adecuados y la resistencia cultural al cambio (Departamento Nacional de Planeación, 2020;). Un estudio de la Cámara Colombiana de la Construcción (CAMACOL) en 2023 indicó que solo el 25% de las empresas medianas habían adoptado BIM parcialmente, principalmente en etapas de diseño (CAMACOL, 2023).

La investigación académica ha comenzado a abordar estos desafíos. Saa Martinez (Carlos, 2023), en su tesis de maestría, propone protocolos de adaptación de BIM a bajo costo y de manera progresiva para PYMES, considerando el factor económico y la carencia de personal especializado como barreras clave. Su propuesta incluye el uso de herramientas accesibles o gratuitas, un plan de capacitación progresivo adaptado a la capacidad económica de la empresa, y la redefinición de roles y flujos de trabajo para integrar BIM sin alterar drásticamente la estructura existente. El objetivo es mejorar la competitividad de las PYMES mediante un enfoque flexible y accesible.

Por otro lado, Michel Ferney Viveros Luna (Luna, 2024) desarrolló una propuesta de manual de implementación BIM enfocado en micro y pequeñas empresas constructoras colombianas. Este manual se centra en un uso práctico y gradual de la metodología, adaptado a los limitados recursos financieros, humanos y tecnológicos de estas empresas. Incluye una guía paso a paso, recomendaciones sobre software adecuado, la importancia crucial de la capacitación del personal y estrategias para superar la resistencia al cambio y la falta de conocimiento técnico. Viveros Luna también sugiere la formación de alianzas con instituciones educativas y consultoras para apoyar el proceso de digitalización.

La experiencia práctica, como el caso de estudio de las "Residencias de estudiantes en Sevilla" dirigido por Diego Chacón (analizado por Susana Muñoz Bolaños, 2024), demuestra la eficiencia de BIM en la mejora de procesos constructivos a gran escala. Este proyecto evidenció beneficios como la detección temprana de conflictos, precisión en la

prefabricación, mejor comunicación y coordinación entre equipos, y optimización de costos a largo plazo, sirviendo como ejemplo del potencial transformador de BIM (Susana Muñoz Bolaños, 2024).

En conclusión, si bien existen iniciativas gubernamentales y propuestas académicas para facilitar la adopción de BIM en Colombia, las medianas empresas aún enfrentan obstáculos significativos. Las investigaciones de Saa Martinez (2023) y Viveros Luna (2024) aportan enfoques prácticos y accesibles para la implementación en PYMES, considerando las limitaciones de recursos y proponiendo adaptaciones graduales y alianzas estratégicas. Sin embargo, persiste la necesidad de desarrollar e implementar estrategias específicas, como las que busca proponer este proyecto, para superar las dificultades particulares que enfrentan las medianas empresas en Bogotá y facilitar su integración efectiva en el ecosistema BIM.

Dimensión	Descripción
3D	El modelo tridimensional: geometría y visualización del edificio o infraestructura. (Diseño tradicional en volumen).
4D	Agrega el tiempo : programación de la construcción (cronograma, fases de obra, secuencias).
5D	Agrega el costo : presupuestos, estimaciones financieras, control de costos en función del avance.
6D	Agrega la sostenibilidad : análisis energético, eficiencia, impactos ambientales (LEED, certificaciones verdes).
7D	Agrega la gestión de operaciones : Facility Management (FM), mantenimiento preventivo/correctivo del edificio.
8D (no siempre formalizado)	Agrega la seguridad : análisis de riesgos en construcción, protocolos de salud y seguridad laboral.
9D (también no universal)	Agrega la gestión de residuos : estrategias de reducción, reciclaje y manejo de desechos en la construcción.
10D (visión futura)	Industrialización y Smart Cities : integración con IoT, automatización, ciudades inteligentes.

Nota:

- De la **3D a la 7D** son las dimensiones más **aceptadas y estandarizadas** en la práctica profesional.

- La **8D**, **9D** y **10D** son más recientes, propuestas por ciertos sectores de la industria buscando ampliar aún más el alcance de BIM.

Plataformas BIM Principales:

No existe una única "última plataforma BIM", ya que BIM es una metodología soportada por diversas soluciones de software que evolucionan constantemente. Las plataformas líderes en el mercado continúan siendo desarrolladas por grandes casas de software, y la "última" generalmente se refiere a la versión más reciente lanzada por cada proveedor. Entre las más destacadas se encuentran:

- **Autodesk:** Con Revit como herramienta principal de autoría, Navisworks para coordinación y detección de interferencias, y la plataforma en la nube Autodesk Construction Cloud (ACC) – sucesora de BIM 360 – para la gestión integral de datos y colaboración (CDE - Common Data Environment). Las versiones esperadas serían las correspondientes al ciclo 2025-2026.
- **Graphisoft:** Su producto principal, Archicad, sigue siendo una alternativa robusta, especialmente popular en el sector de la arquitectura, con fuerte integración en entornos macOS y Windows. Su plataforma de colaboración en la nube es BIMcloud.
- **Bentley Systems:** Ofrece soluciones como OpenBuildings Designer para diseño multidisciplinar y ProjectWise como su CDE robusto para gestión de proyectos de infraestructura complejos.
- **Trimble:** Con Tekla Structures, líder en modelado de estructuras (acero y concreto), y Trimble Connect como su plataforma de colaboración en la nube.
- **Nemetschek Group:** Agrupa varias soluciones como Allplan (fuerte en ingeniería y prefabricados), Vectorworks (diseño arquitectónico y paisajismo) y Solibri (control de calidad y validación de modelos).

La tendencia clave es la consolidación de Plataformas de Colaboración en la Nube (CDE) que permiten el trabajo concurrente y la gestión centralizada de la información del proyecto según los principios de la norma ISO 19650.

Últimas Actualizaciones y Tendencias en BIM (marzo 2025):

Las actualizaciones y tendencias más relevantes en la metodología y tecnología BIM incluyen:

- a) **Colaboración en la Nube y CDE:** Reforzamiento de las plataformas cloud para facilitar el acceso a la información en tiempo real, la colaboración multidisciplinar y flujos de trabajo basados en la norma ISO 19650.
- b) **Interoperabilidad (OpenBIM):** Continuos esfuerzos para mejorar el intercambio de datos a través de estándares abiertos como IFC (Industry Foundation Classes), probablemente con la consolidación de IFC 4.3 como estándar para el intercambio de datos más robusto, y BCF (BIM Collaboration Format) para la comunicación de incidencias.
- c) **Digital Twins (Gemelos Digitales):** Uso creciente de los modelos BIM como base para crear gemelos digitales operativos, integrando datos de sensores (IoT) para la gestión y mantenimiento de activos (Facility Management) durante todo su ciclo de vida.
- d) **Inteligencia Artificial (IA) y Machine Learning (ML):** Mayor integración de IA para análisis predictivos (costos, plazos), optimización de diseños (Diseño Generativo), automatización de tareas repetitivas, revisión avanzada de modelos (detección de errores y no conformidades) y análisis de seguridad en obra.
- e) **Sostenibilidad:** Herramientas BIM más potentes para análisis de rendimiento energético, cálculo de huella de carbono (ACV - Análisis de Ciclo de Vida), selección de materiales sostenibles y gestión de residuos, facilitando el cumplimiento de normativas y la obtención de certificaciones ambientales (LEED, EDGE, BREEAM).

- f) **Realidad Aumentada (AR) y Virtual (VR):** Uso más extendido para revisiones inmersivas de diseño, validación en obra (comparación modelo vs. realidad), formación y presentaciones a clientes.
- g) **Industrialización y Prefabricación (DfMA):** BIM como facilitador clave para el Diseño para Fabricación y Ensamblaje (Design for Manufacturing and Assembly), mejorando la precisión y eficiencia en la construcción modular y prefabricada.

Requerimientos de Equipos (Hardware):

Los requerimientos de hardware para trabajar eficazmente con software BIM son exigentes y varían según el software específico, la versión, el tamaño y la complejidad de los proyectos (Nivel de Desarrollo - LOD). Sin embargo, una configuración típica recomendada para una estación de trabajo BIM profesional a marzo de 2025 sería:

- a) **Sistema Operativo:** Windows 11 Pro (64 bits) o macOS (para software compatible como Archicad/Vectorworks).
- b) **Procesador (CPU):** Procesador multi-núcleo de alta frecuencia. Intel Core i7/i9 de 13ª o 14ª generación (o equivalentes AMD Ryzen 7/9) con velocidades de reloj base superiores a 3.0 GHz y turbo boost elevadas.
- c) **Memoria (RAM):** Mínimo 32 GB DDR4/DDR5. Recomendado 64 GB para proyectos grandes y complejos o trabajo con nubes de puntos. Para tareas muy intensivas, 128 GB puede ser necesario.
- d) **Tarjeta Gráfica (GPU):** Tarjeta gráfica dedicada, certificada por el proveedor del software BIM. NVIDIA GeForce RTX (series 3000/4000) o NVIDIA RTX (anteriormente Quadro) / AMD Radeon Pro con al menos 8 GB de VRAM (12 GB o más recomendados para visualización avanzada y VR).
- e) **Almacenamiento:** Disco de Estado Sólido (SSD) NVMe PCIe 4.0 o superior para el sistema operativo y el software (mínimo 512 GB, recomendado 1 TB o más). Un

segundo SSD o HDD de gran capacidad para almacenamiento de proyectos puede ser útil.

- f) **Pantalla:** Monitor de alta resolución (mínimo QHD 2560x1440, recomendado UHD/4K 3840x2160). Se recomienda el uso de dos monitores para mayor productividad.
- g) **Conexión a Internet:** Conexión de banda ancha estable y de alta velocidad, esencial para el trabajo colaborativo en la un

2.7 Marcos contextual o referencial

1.Tecnologías

La base de la metodología BIM se sustenta en el uso de tecnologías digitales avanzadas, que incluyen tanto el software como los hardware necesarios para crear y gestionar modelos virtuales de los proyectos. Estas herramientas permiten representar de forma precisa los elementos constructivos, analizar su comportamiento, y facilitar la colaboración entre disciplinas. Plataformas como Revit, Navisworks, herramientas de escaneo 3D o entornos comunes de datos (CDE) son fundamentales para garantizar la eficiencia, precisión y el control de la información durante los proyectos.

2.Políticas

La implementación de BIM requiere un marco normativo y contractual claro que defina cómo se utilizará la información y quién es responsable de qué. Las políticas BIM incluyen estándares internacionales como la ISO 19650, lineamientos internos, manuales, protocolos de intercambio de información, y disposiciones legales o contractuales que aseguran una adopción estructurada. Estas políticas son esenciales para alinear expectativas entre los actores del proyecto y garantizar la interoperabilidad y calidad de los datos.

3.Procesos

Los procesos BIM representan los flujos de trabajo necesarios para llevar a cabo las tareas de modelado, coordinación, revisión y gestión de información. Involucran la definición de roles, responsabilidades, niveles de desarrollo (LOD), planificación del intercambio de datos

y uso de planes de ejecución BIM (BEP). Estos procesos permiten integrar las distintas fases del proyecto, desde el diseño hasta la operación, promoviendo la eficiencia, la disminución de errores para mejorar la toma de decisiones basadas en datos confiables y actualizados.

4. Personas

El éxito de BIM no depende únicamente de la tecnología, sino principalmente de las personas que lo implementan. Es necesario contar con profesionales capacitados, roles claramente definidos (como modeladores, coordinadores BIM, gestores de información), y una cultura organizacional abierta a la innovación y el trabajo colaborativo. La gestión del cambio, la formación continua y el liderazgo son claves para transformar la manera en que se conciben y gestionan los proyectos constructivos.

2.7.1 Marco Teórico

La implementación de la Metodología BIM en el sector Constructor ha sido relevante a nivel nacional e internacional, principalmente en países desarrollados por sus múltiples beneficios, como los son reducción de costos, eficiencia, coordinación y planeación, sin embargo, en países como Colombia presentan grandes desafíos principalmente por la limitación de recursos, infraestructura y capacitación.

BIM (Building Information Modeling) es una herramienta que permite crear modelos tridimensionales de proyectos de Construcción mejorando así su diseño, planificación y ejecución, facilitando la colaboración entre todos los equipos que intervienen en cada una de sus fases.

En Colombia adaptar esta metodología representa grandes desafíos principalmente por el costo elevado de las licencias, la inversión en capacitación para el personal, la falta de equipo tecnológico requerida para el uso de la plataforma y la posible resistencia al cambio por parte de algunos miembros de las empresas.

Diversos estudios han propuesto soluciones que permitan la implementación de BIM en las medianas empresas, entre estos **Saa Martinez** (Carlos, 2023) quien presenta una propuesta

de protocolos de adaptación de la metodología a bajo costo y de modelo progresivo dentro de su Tesis de Maestría quien además considera el factor económico y la carencia de personal especializado lo que presenta una barrera común entre las empresas medianas. De igual manera se profundiza en los diferentes componentes de BIM en donde se destacan las herramientas, procesos tecnológicos de contexto local, flujos de trabajo adaptativo a las medianas empresas y adicionalmente un análisis crítico de la normativa y estándares para la adaptación de BIM.

Dentro de los protocolos propuestos en la tesis se puede encontrar:

- a) Selección de herramientas accesibles: Se propone el uso de herramientas de bajo costo para implementación de metodologías BIM o incluso gratuitas eliminando así la brecha económica para la adaptación de las metodologías.
- b) Capacitación Progresiva: Se incluye un plan de capacitación para el personal de formación accesible y práctica, dicho plan de adaptarse de manera escalonada o progresiva de acuerdo con las capacidades económicas de la empresa, acceder a cursos básicos y avanzados, hasta llegar a conocer herramientas más complejas conforme la empresa se adapta a estas.
- c) Rendición de roles y flujos de trabajo: Definir roles dentro de las empresas para incorporar las herramientas BIM sin afectar la estructura de la empresa y sin afectar los procesos existentes.

Desde dicha propuesta se pretende mejorar la competitividad de las empresas en el mercado, considerando siempre el enfoque accesible y flexible teniendo en cuentas las variables económicas de las empresas medianas y que esto no sea un impedimento para dicha implementación.

De igual manera **Diego Chancón**, (Susana Muñoz Bolaños, 2024) director general de Jarquil ha sido pieza clave en la adaptación de la metodología BIM en proyectos de gran escala, en el caso de estudio “Residencias de estudiantes en Sevilla” se evidencia la eficiencia de BIM en la mejora de los procesos constructivos.

La implementación de la metodología para el caso de estudio permitió detectar conflictos y errores antes de la materialización de este lo que permitió realizar ajustes tempranos y evitar trabajos correctivos de alto costo. Dicho proyecto tuvo componentes de características prefabricadas que fueron facilitadas en su construcción por BIM pues este permitió que la construcción de las piezas fuera hecha con precisión, asegurando la instalación integrada con el resto de la edificación. Dicho proyecto se vio beneficiado por la industrialización uno de los principales beneficios de BIM lo que contribuyó a una mayor calidad de materiales y acabados.

En cuanto a la integración de BIM también se facilitó la comunicación y coordinación de los equipos que conformaban el proyecto quienes pudieron trabajar de modo colaborativo, resolviendo problemas en tiempo real y asegurando la alineación de todos los miembros del proyecto, dentro de los logros de la implementación de la metodología se vio beneficiada la edificación pues fue posible anticipar mantenimientos requeridos para prolongar su ciclo de vida.

Dentro de las lecciones aportadas en la implementación de la metodología BIM en este proyecto se puede destacar:

- a) Planificación anticipada: Permitted realizar la planificación detallada desde el inicio del proyecto lo que beneficio el proyecto al reducir el tiempo para completar las obras, lo que puede tomarse como base para que las empresas colombianas tomen como ejemplo y puedan beneficiarse al adoptar un enfoque similar.
- b) Industrialización: La implementación de industrialización permite la inclusión de piezas prefabricadas permitiendo reducir significativamente los plazos de construcción.
- c) Optimización de costos: Los beneficios económicos a largo plazo son verdaderamente significativos en eficiencia, tiempo y costos, mejorando el retorno de recursos a la empresa.

El proyecto en mención en una clara evidencia de como BIM puede transformar procesos constructivos, al integrar la industrialización y el diseño modular permitió mejorar la

eficiencia en la ejecución y dando un enfoque más sostenible y de mayor calidad. Importante ejemplo para Colombia ya que puede servir como modelo para modernizar y optimizar procesos constructivos.

Por último, Michel Ferney Viveros Luna, (Luna, 2024). Propuesta de manual de implementación BIM para la micro y pequeña empresa constructora colombiana. Dicho trabajo se enfoca en las micro y pequeñas empresas, en donde se refleja el gran reto que presentan estas a la hora de adoptar las metodologías debido a los limitados recursos financieros, humanos y tecnológicos, Vivero propone un manual en el cual en lugar de enfocarse en el uso de herramientas avanzadas de BIM, se enfoca en el uso práctico y gradual al adoptar la metodología facilitando así su práctica y disminuyendo sus costos.

Entre los aspectos más importantes se encuentra una guía paso a paso en donde se adaptan las particularidades incluyendo la adopción de software adecuados para cada empresa, en dicho manual también se considera la capacitación del personal lo que resulta ser crucial en cuyas empresas no se cuenta con personal experto y capacitado en tecnologías, al igual que la tesis de Saa Martínez en esta se menciona que parte de las dificultades de la implementación de las metodologías en las empresas es la resistencia al cambio y la falta de conocimiento técnico.

Entre otras se propone realizar alianzas con instituciones de capacitación educativa y consultoras que puedan apoyar a las empresas en procesos de digitalización enfoque relevante para el contexto de las empresas colombianas.

Específicamente en la ciudad de Bogotá, la implementación de la metodología BIM es vista como una de las mejores estrategias para mejorar la competitividad en el mercado. La ciudad se está posicionando como una de las principales en desarrollo urbano y arquitectónico, por lo que la necesidad de empresas que estén adaptadas a las necesidades del sector tiene una gran acogida en el mercado, adicionalmente el gobierno colombiano ha fomentado el uso de la metodología por medio de sus proyectos de infraestructura, lo que genera que las empresas privadas también estén adoptando dicha metodología.

En un estudio realizado en Antioquia se evaluó la factibilidad del uso e implementación de BIM en una mediana empresa en donde su principal análisis fue los impactos en los procesos internos y la calidad de los proyectos, en donde se destacó la eficiencia operativa pues permitió identificar y eliminar errores en los procesos constructivos reduciendo así ejecución y costos, calidad de producto final pues permitió identificar interferencias y potenciales problemas que pudieron ser corregido desde la fase de diseño, ahorro de costos facilitando la planificación precisa de los materiales y de recursos humanos evitando desperdicios y mejorando la asignación de labores

En conclusión estas fuentes aportan un gran valor en el contexto colombiano en donde Juan Carlos Saa ofrece un protocolo practico y accesible para las PYMES en Colombia considerando el factor financiero, Diego Chacón demuestra como la adopción de metodología puede ser de gran aporte en la obtención de grandes beneficios, económicos, de coordinación planeación y por ultimo Michelle Ferney Viveros proporciona una guía detallada para la implementación de procesos de adaptación BIM considerando igualmente el factor económico, de tecnología y humano a bajo costo y por último la experiencia del caso de estudio de la Constructora en Antioquia muestra que la implementación de la metodología BIM es altamente beneficiosa para las medianas empresas pues les permite posicionarse favorablemente en el mercado obteniendo grandes beneficios en cuanto a recursos, eficiencia y calidad.

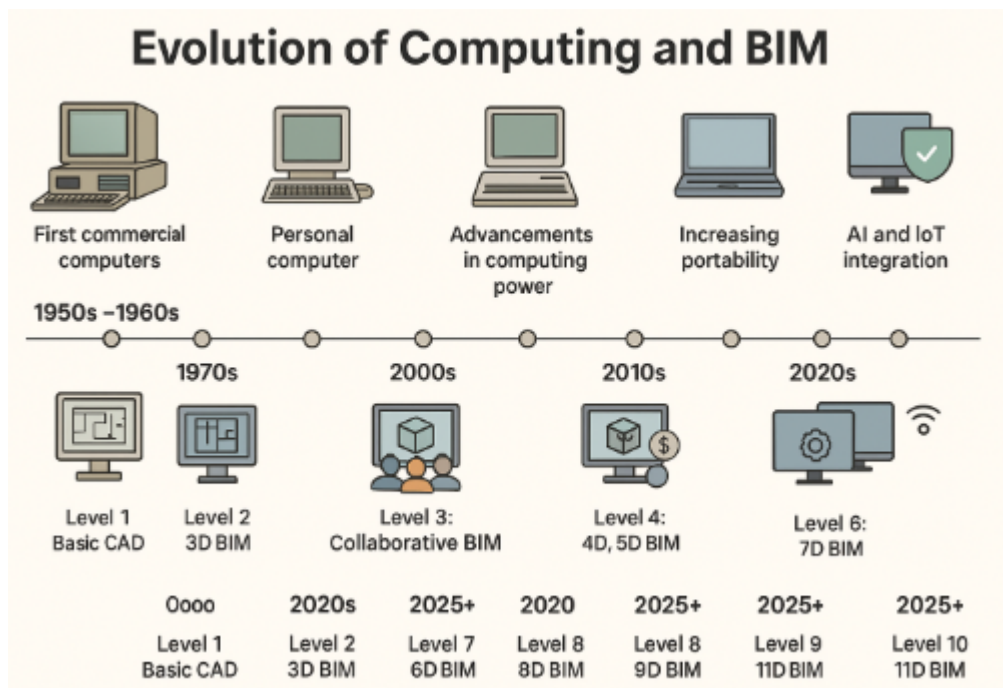
2.7.2 Marco Histórico

Línea de Tiempo: Evolución del Computador vs Evolución de BIM

Año / Década	Evolución del Computador	Evolución de BIM
1950s - 1960s	Aparición de las primeras computadoras comerciales (IBM, UNIVAC). Procesamiento lento y limitado.	No existía el concepto de BIM. El diseño era completamente manual.
1970s	Computadoras personales (PC) comienzan a desarrollarse. Lenguajes como C y UNIX aparecen.	Inicios del CAD (Diseño Asistido por Computadora), como Sketchpad (precursor de AutoCAD).

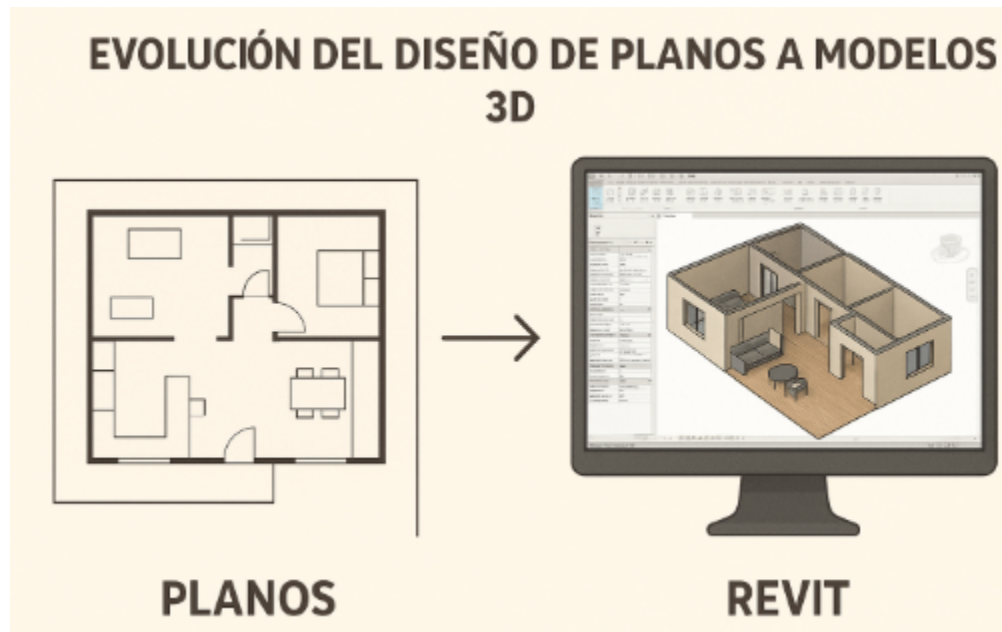
1980s	Surge el PC de IBM (1981). Comienza la masificación del uso de computadoras personales.	Aparece AutoCAD (1982). Modelado 2D y posteriormente 3D. Se inician debates sobre digitalización del diseño.
1990s	Avances en gráficos, procesamiento y almacenamiento. Windows 95 impulsa la popularidad del PC.	Primeros conceptos de modelado paramétrico. ArchiCAD y Revit empiezan a tomar forma. Comienza la transición de CAD a BIM.
2000s	Mejoras en hardware permiten software más complejo. Conectividad y redes locales se vuelven comunes.	Revit es adquirido por Autodesk (2002). Se consolida el término "BIM" (Building Information Modeling). Se promueve la colaboración interdisciplinaria.
2010s	Computación en la nube, dispositivos móviles y mayor potencia gráfica.	Expansión global de BIM. Aparecen estándares como ISO 19650. Gobiernos (como Reino Unido) empiezan a exigir BIM en proyectos públicos.
2020s	Inteligencia artificial, realidad aumentada y digital twins se integran a la informática.	BIM evoluciona hacia BIM 4D, 5D y 6D (tiempo, costos, sostenibilidad). Integración con tecnologías como realidad virtual, escáner láser y gemelos digitales.

Figura 7: Evolución de BIM



Fuente: Elaboración (OpenAI)

Figura 8: Evolución planos Modelos 3D



Los niveles de BIM (Building Information Modeling) generalmente se clasifican según la complejidad y el grado de colaboración que implican, desde un enfoque más básico hasta uno completamente integrado y colaborativo. Los niveles de BIM se dividen generalmente en los siguientes:

Nivel 0 (BIM 0): Uso limitado de tecnología, generalmente trabajo en 2D (dibujos convencionales). No hay colaboración electrónica, y los archivos suelen ser entregados de forma convencional.

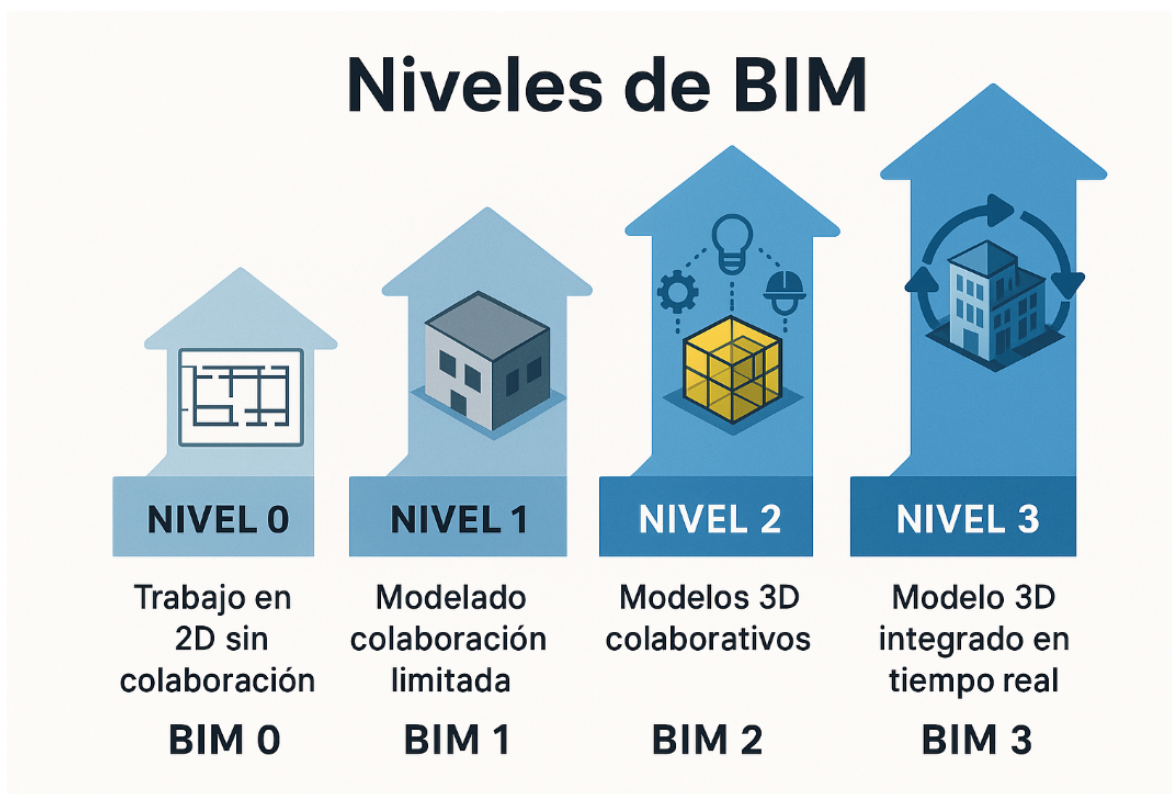
Nivel 1 (BIM 1): Aquí se empieza a usar BIM en la fase de diseño, con una mayor digitalización de los documentos, pero aún con poca colaboración. Los modelos pueden ser utilizados para representar información básica en 3D, aunque no se realiza una colaboración integral entre disciplinas.

Nivel 2 (BIM 2): Introducción de modelos 3D colaborativos. Este nivel permite la interoperabilidad entre las distintas disciplinas, permitiendo que los diferentes equipos de diseño y construcción colaboren en un entorno compartido. Aún no hay un flujo completo de datos entre los equipos, pero se utiliza un modelo centralizado con información específica de cada disciplina.

Nivel 3 (BIM 3): Colaboración completa en un modelo integrado en tiempo real. En este nivel, todos los participantes (diseñadores, ingenieros, contratistas, etc.) trabajan en el mismo modelo, realizando modificaciones en tiempo real. Además, se integra la gestión de la construcción, el costo y el ciclo de vida del proyecto. La colaboración es total, lo que lleva a una mayor eficiencia y mejores resultados en términos de costos y tiempos.

Nivel 4 (BIM 4): Este nivel es más avanzado y se refiere al uso de BIM para la gestión del ciclo de vida completo del edificio, desde la fase de diseño hasta la operación y mantenimiento del edificio después de su construcción. Se enfoca en integrar los datos de los modelos en los sistemas de gestión y monitorización del edificio.

Figura 8: Niveles BIM



Fuente: Elaboración propia (OpenAI)

Los Primeros Pasos en los Años 70

La historia del BIM se remonta a la década de 1970, cuando la informática empezó a incursionar en el ámbito del diseño. En esta época, Chuck Eastman fue pionero al sugerir

que las computadoras podían sustituir los métodos tradicionales de dibujo en papel, permitiendo la creación de los primeros modelos digitales. Su trabajo “The Use of Computers Instead of Drawings in Building Design” (Eastman, 1975) planteó las primeras ideas para integrar información en dichos modelos, anticipando lo que hoy conocemos como BIM.

Avances Tecnológicos en los Años 80

Durante la década de 1980, la introducción de sistemas de Diseño Asistido por Computadora (CAD) revolucionó la elaboración de planos arquitectónicos e ingenieriles. La comercialización de AutoCAD por parte de Autodesk supuso un avance significativo, ya que facilitó la digitalización de los dibujos y permitió realizar modificaciones de manera rápida y precisa (Autodesk, 2002). Aunque en esta etapa el enfoque era la representación gráfica en 2D y 3D, ya se empezó a gestar la idea de incorporar datos adicionales en los modelos digitales.

Consolidación del Concepto en los Años 90

La década de 1990 marcó un hito en la evolución del BIM, al pasar de la simple digitalización del diseño a la integración de información multidimensional. Investigadores como Van Nederveen y Tolman (1992) definieron el concepto de Building Information Modeling, proponiendo que un modelo digital no solo representara la geometría de una construcción, sino que también incluyera datos sobre materiales, costos, cronogramas y otros parámetros esenciales para la toma de decisiones a lo largo del ciclo de vida del proyecto. Esta integración de información permitió mejorar la coordinación entre distintas disciplinas y reducir errores y retrabajos, lo que fue ampliamente evidenciado en estudios comparativos y análisis empíricos (Van Nederveen & Tolman, 1992).

Expansión y Validación en el Nuevo Milenio

Con el inicio del siglo XXI, la consolidación del BIM se aceleró gracias a la convergencia de avances tecnológicos y la creciente necesidad de eficiencia en la construcción. La publicación del “BIM Handbook” de Eastman et al. (2011) se convirtió en una obra de

referencia que recopiló el estado del arte y las mejores prácticas en el uso del BIM, ofreciendo estudios de caso y metodologías que demostraron las ventajas de utilizar modelos digitales integrados en proyectos de gran escala (Eastman et al., 2011). Asimismo, investigaciones empíricas, como las realizadas por Azhar (2011), aportaron evidencia cuantitativa sobre la reducción de costos, la mejora en la productividad y la optimización de la coordinación en equipos multidisciplinarios.

Durante este período también surgieron nuevas herramientas y plataformas basadas en la nube, las cuales facilitaron la colaboración en tiempo real y el intercambio ágil de información, aspectos críticos para la evolución y adopción del BIM a nivel global.

Integración con Tecnologías Emergentes y Desarrollo Reciente

En la última década, el BIM ha evolucionado de forma exponencial con la incorporación de tecnologías emergentes. La integración con el Internet de las Cosas (IoT) ha permitido la incorporación de sensores que recopilan datos operativos y de mantenimiento en tiempo real, mientras que la Realidad Aumentada y Virtual (AR/VR) han potenciado la visualización y simulación de modelos en entornos inmersivos. Además, el análisis de Big Data y la aplicación de inteligencia artificial han comenzado a influir en la capacidad predictiva y en la toma de decisiones automatizada a lo largo del ciclo de vida de las edificaciones (Ghaffarianhoseini et al., 2017). Esta convergencia tecnológica ha dado lugar a nuevas dimensiones del BIM: el BIM 4D (que integra el tiempo para planificación y programación), el BIM 5D (que añade información de costos), el BIM 6D (centrado en sostenibilidad y eficiencia energética) y el BIM 7D (orientado a la gestión y mantenimiento post-construcción).

El Desarrollo del BIM en Colombia

El proceso de adopción del BIM en Colombia ha seguido una trayectoria similar a la internacional, aunque adaptada a las características locales. Durante décadas, las empresas colombianas utilizaron sistemas CAD para digitalizar planos, sin integrar la totalidad de la información necesaria para un modelo BIM completo. Con el auge de las tecnologías

digitales, la necesidad de una mayor eficiencia y coordinación impulsó la transición hacia el BIM.

Un hito importante en este proceso fue la creación de la Mesa BIM Colombia en 2016, la cual reunió a representantes del sector público, privado y académico para promover y estandarizar el uso del BIM en el país (Mesa BIM Colombia, 2016). Posteriormente, en 2019, el Gobierno colombiano lanzó la Estrategia Nacional BIM, estableciendo directrices y programas de capacitación que incentivaron la adopción de esta metodología tanto en proyectos públicos como privados (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2019). A partir de 2021, la obligatoriedad del uso del BIM en ciertos proyectos de infraestructura ha acelerado su implementación, lo que se ha reflejado en un aumento significativo en la productividad y una reducción de errores durante la construcción.

Impacto en la Formación, Normatividad y Perspectivas Futuras

La adopción del BIM ha tenido un profundo impacto en la formación de profesionales y en la normatividad del sector AEC. Universidades y centros de investigación han incorporado el BIM en sus currículos, ofreciendo cursos, talleres y seminarios para formar a la próxima generación de expertos en herramientas digitales avanzadas. Esta formación especializada es esencial para garantizar la correcta implementación del BIM y para enfrentar los desafíos que implica la integración de nuevas tecnologías.

A nivel normativo, organismos internacionales y asociaciones profesionales han trabajado en el desarrollo de estándares que aseguren la interoperabilidad y la calidad en la aplicación del BIM. En Colombia, la Estrategia Nacional BIM y las iniciativas de la Mesa BIM Colombia han contribuido a establecer un marco regulatorio que favorece la transparencia y la eficiencia en la ejecución de proyectos. En el futuro, se espera que la integración de tecnologías como la inteligencia artificial y el aprendizaje automático optimice aún más el ciclo de vida de las construcciones, permitiendo una gestión automatizada y predictiva de los recursos (Ghaffarianhoseini et al., 2017).

2.7.3 Marco Normativo

La implementación de la metodología BIM en las medianas empresas requiere todo un marco normativo que garantice su adopción alineada con las normativas nacionales e internacionales

A nivel Nacional

Normativas Nacionales Vigentes en Colombia:

- a) **Decreto 1469 de 2019 (estrategia Nacional BIM):** Señala las licencias de construcción. “Es la autorización previa para adelantar obras de urbanización y parcelación de predios, de construcción y demolición de edificaciones, de intervención y ocupación del espacio público, y para realizar el loteo o subdivisión de predios, expedida por el curador urbano o la autoridad municipal competente, en cumplimiento de las normas urbanísticas y de edificación adoptadas en el Plan de Ordenamiento Territorial, en los instrumentos que lo desarrollen o complementen, en los Planes Especiales de Manejo y Protección (PEMP) y en las leyes y demás disposiciones que expida el Gobierno Nacional.” Con respecto a la metodología BIM establece la adopción gradual de BIM en proyectos públicos (fases hasta 2026) y Requiere Nivel BIM 2 en licitaciones estatales desde 2024. (Distrital, 2010)
- b) **Resolución 0541 de 2021 (Ministerio de vivienda ciudad y territorio):** Obliga el uso de BIM en proyectos de Vivienda de Interés Prioritario (VIP) y Define estándares mínimos para modelos BIM (formato IFC, LOD 300).
- c) **Normas Técnicas Colombianas (NTC):**
 - 1. **NTC-ISO 19650-1 y 19650-2 (2022):** Adaptación de ISO 19650 para gestión de información en BIM
La ISO 19650, sobre «Organización y digitalización de la información en obras de edificación e ingeniería civil que utilizan BIM (tecnología BIM)», ha sido impulsada por la UNE, el único Organismo de Normalización en España,

designado por el Ministerio de Economía, Industria y Competitividad ante la Comisión Europea. Y recoge:

Parte 1: Conceptos y principios (ISO19650-1:2018)

Parte 2: Fase de desarrollo de los activos (ISO19650-2:2018)

Parte 3: Fase de operación de los activos (ISO19650-3:2020)

Parte 4: Intercambio de información (ISO19650-4:2022)

Parte 5: Enfoque de seguridad en la gestión de la información (ISO19650-5:2020)

2. NTC 6031 (2023): Requisitos para modelado BIM en infraestructura

Regulaciones distritales para Bogotá

a) Decreto 564 de 2022 (Alcaldía de Bogotá)

Exige modelos BIM para licencias de construcción en proyectos >5,000 m² y Estándares de interoperabilidad (IFC, COBie) para trámites urbanísticos.

b) Plan de Desarrollo Bogotá 2024-2027

El Plan Distrital de Desarrollo es la hoja de ruta que guía las acciones del gobierno del alcalde Carlos Fernando Galán. Su objetivo principal es mejorar la calidad de vida de todas y todos los ciudadanos, abordando problemas y creando oportunidades para un futuro mejor. En él se detallan las propuestas presentadas en el programa de gobierno para fortalecer la seguridad, mejorar la infraestructura, garantizar servicios esenciales como salud y educación, y promover la cultura y el deporte para todos, así como también para abordar los desafíos del cambio climático y fomentar la generación de oportunidades en diversos ámbitos. Otorga incentivos fiscales (10% descuento en impuestos) para empresas BIM-certificadas.

A nivel Internacional

Estándares ISO:

a) ISO 19650 (Partes 1-5)

La ISO 19650 es una norma internacional que establece cinco partes para la gestión de la información en proyectos de construcción. Las partes son:

Parte 1: Conceptos y principios generales

Parte 2: Fase de entrega de los activos inmobiliarios

Parte 3: Procesos de desarrollo y gestión de la información durante la fase de construcción

Parte 4: Intercambio de información

Parte 5: Requisitos de seguridad de la información

La ISO 19650 se basa en el modelado de información para la edificación (BIM o Building Information Modelling). Gestión de información en proyectos BIM (globalmente adoptada, incluida Colombia) y está enfocada en colaboración, ciclo de vida y entrega de activos digitales.

- b) **ISO 16739 (Industry Foundation Classes - IFC)** la norma internacional que establece el estándar para el formato de intercambio de archivos Industry Foundation Classes (IFC). IFC es un modelo de datos abierto que se utiliza en la construcción y la gestión de instalaciones. Formato abierto para interoperabilidad entre software BIM.
- c) **Reino Unido (BS 1192 + PAS 1192)** Protocolos para entrega de modelos BIM (base para NTC Colombianas) fueron normas británicas sobre Building Information Modelling (BIM) que fueron sustituidas por la serie ISO 19650. BS 1192 establecía un método para gestionar la información de producción en la construcción. PAS 1192 establecía los requisitos para el nivel de detalle de los modelos, la información del modelo, su definición y los intercambios de información.
- d) **Estados Unidos (NBIMS-US V3)** Estándares del National BIM Standard para contratación y ejecución. El Estándar Nacional BIM de Estados Unidos (NBIMS-US V3) es un marco que define los procedimientos y requisitos para implementar BIM en la construcción. El Instituto Nacional de Ciencias de la Construcción (NIBS) es el encargado de elaborarlo.

Características del NBIMS-US V3, Define los usos, requisitos y planificación de BIM, Documenta los intercambios de información, Ofrece las mejores prácticas empresariales, Se basa en el concepto de estándares internacionales, Se centra en la colaboración de las partes interesadas, Utiliza manuales de entrega de información, Define los requisitos de datos, Permite el intercambio de datos independiente del proveedor

e) **Unión Europea (Directiva 2014/24/UE)**

La Directiva 2014/24/UE del Parlamento Europeo y del Consejo es un acto legislativo que regula la contratación pública en la Unión Europea.

Establece normas para la adjudicación de contratos públicos en los sectores de energía, agua, transportes y servicios postales. Prohíbe la discriminación entre solicitantes de contratos públicos. Recomienda BIM en licitaciones públicas (modelo seguido por Colombia)

f) **BIM Forum (EE.UU.):** El BIM Forum de Estados Unidos es una organización que reúne a los principales actores de la construcción en Norteamérica. Su objetivo es mejorar los procesos de construcción mediante la innovación tecnológica. Explora la innovación tecnológica para mejorar los procesos de construcción, Desarrolla mejores prácticas para las innovaciones, Promueve y apoya el uso de estándares BIM abiertos, Organiza conferencias para encontrar nuevas formas de ser más eficientes, estratégicos e innovadores, Proporciona noticias, información y liderazgo de pensamiento, Crea una comunidad para conectar con pares, intercambiar ideas y resolver desafíos Define niveles de desarrollo (LOD) usados en Colombia.

g) **Building SMART International:** es una organización sin fines de lucro que promueve la digitalización de la construcción. Su objetivo es mejorar la eficiencia del sector mediante el uso de estándares abiertos. Crea y mantiene estándares internacionales para la interoperabilidad de BIM (Building Information Modeling), Promueve la adopción de estándares abiertos para el intercambio de información

relacionada con edificios e infraestructuras, Desarrolla y mantiene estándares BIM internacionales, abiertos y neutros (Open BIM), Apoya la formación y evaluación en Open BIM, Certifica a los profesionales de acuerdo con un marco de aprendizaje global reconocido, Promueve estándares abiertos (IFC, BCF).

2.7.4 Marco Productivo

1.Descripción General del Servicio (Implementación de la Idea)

El servicio propuesto consiste en un programa integral de acompañamiento y facilitación para la adopción de BIM, estructurado en torno a las estrategias clave identificadas en el objetivo general:

Asesoría Personalizada: Consultoría experta para diagnosticar el estado actual de la empresa, definir objetivos BIM realistas, seleccionar las herramientas adecuadas y diseñar un plan de implementación gradual y adaptado a sus recursos y cultura organizacional

Capacitación Especializada: Programas de formación flexibles y enfocados en las necesidades específicas de la empresa y los roles de sus empleados, abarcando desde conceptos básicos hasta el manejo avanzado de software y flujos de trabajo BIM

Alianzas Estratégicas: Vinculación con instituciones educativas, centros de investigación y potencialmente entidades gubernamentales para facilitar el acceso a conocimiento, talento humano capacitado y posibles incentivos

¿Cómo lo vamos a hacer? (Proceso General de Implementación)

El servicio se desarrollará a través de un proceso estructurado, adaptado a cada empresa cliente:

Fase 1: Diagnóstico de la capacidad y madurez de la empresa, Planificación Estratégica basada en los 4 pilares BIM según los estándares internacionales:

Definición de los 4 Pilares BIM

Los pilares fundamentales para evaluar la madurez BIM son:

- I. Tecnología: Herramientas y software BIM utilizados.
- II. Procesos: Metodologías y flujos de trabajo BIM (colaboración, estándares, protocolos).
- III. Personas: Formación, competencias y roles BIM en la empresa.
- IV. Políticas: Normativas internas, contratos BIM y alineación con estándares nacionales/internacionales.

Software BIM

Modelado 3D: Revit, ArchiCAD, Allplan, Vectorworks.

Nivel de dominio (básico, intermedio, avanzado).

Coordinación: Navisworks, Solibri, BIMcollab.

Visualización: Twinmotion, Lumion, Enscape.

Gestión de Proyectos: BIM 360, Trimble Connect,

Hardware e Infraestructura

Equipos: Capacidad de hardware (tarjetas gráficas, RAM, servidores).

Uso de estaciones de trabajo dedicadas a BIM.

Almacenamiento: Nube (Autodesk Cloud, Google Drive) vs. local (servidores internos).

Redes: Velocidad y estabilidad para trabajo colaborativo.

Soporte y Actualización

Licencias: Tipo (perpetuas, suscripción).

Cobertura (número de licencias vs. empleados).

Mantenimiento: Frecuencia de actualizaciones de software.

Soporte técnico interno/externo.

Interoperabilidad

Formatos de Archivo: Uso de IFC (Industry Foundation Classes).

Exportación/importación entre softwares (ej. Revit ↔ ArchiCAD).

Estándares abiertos: Cumplimiento con ISO 16739 (IFC) o COBie., Aconex.

Integración con otras tecnologías

Herramientas de Análisis: EnergyPlus (eficiencia energética), Robot Structural (análisis estructural).

Realidad Virtual/Aumentada: Uso de VR (Oculus Rift) o AR (Hololens) para revisión de modelos.

Fabricación Digital: Vínculo con CNC, impresión 3D o prefabricación. Redes: Velocidad y estabilidad para trabajo

Innovación y Futuro

Adopción de Tecnologías Emergentes:

IA para detección de clashes, gemelos digitales (Digital Twins).

Uso de drones o escáner láser para captura de datos.

Pilar BIM Tecnologías



Evaluación Inicial: Se realizarán entrevistas (siguiendo un guion similar al, análisis documental y posiblemente talleres para comprender la estructura de la empresa, sus procesos actuales, nivel de madurez digital, recursos (hardware, personal), cultura organizacional y disposición al cambio

Identificación de Necesidades y Objetivos: Conjuntamente con la empresa, se definirán los objetivos específicos que se buscan alcanzar con BIM (ej. reducción de errores, mejora en coordinación, acceso a nuevos mercados).

Diseño del Plan de Implementación Personalizado: Se creará una hoja de ruta detallada y gradual, especificando fases, hitos, recursos necesarios, roles y responsabilidades, y métricas de éxito. Este plan considerará la participación en el modelo de licencias compartidas si es aplicable y las necesidades de capacitación

Documentación y Entrega

Estándares de Modelado:
Convenciones de nombres, códigos (ej.: OmniClass).

Formatos de Entrega: IFC, COBie, PDF BIM.

Gestión de Proyectos

Protocolos BIM: Existencia de BEP (BIM Execution Plan) o EIR (Employer's Information Requirements).

Uso de estándares (ISO 19650, PAS 1192).

Fases de Implementación: Niveles de desarrollo (LOD 100 a 500).

Pilar BIM:

Planificación con 4D (tiempo) y 5D (costos)

Mejora Continua

Retroalimentación: Evaluación post-proyecto (lecciones aprendidas).

Optimización: Automatización con Dynamo, Python.

Procesos

Colaboración y comunicación

Entornos Comunes de Datos (CDE): Plataformas usadas (BIM 360, Trimble Connect, SharePoint).

Coordinación Interdisciplinar: Frecuencia de reuniones de coordinación (clash detection).

Formación y Certificaciones

Nivel de Conocimiento: Porcentaje de empleados capacitados en BIM (básico/avanzado).

Certificaciones (Autodesk Certified Professional, Revit, BIM Manager).

Capacitación Continua: Cursos

Roles y responsabilidades

Equipo BIM: Existencia de roles dedicados (BIM Manager, Coordinador BIM, Modelador).

Definición de responsabilidades (según ISO 19650.1)



Pilar BIM: Personas



Trabajo en Red BIM

Colaboración Externa:

Participación en redes BIM (BIM Fórum Colombia)

Cultura Organizacional

Adopción BIM:

Resistencia al cambio vs. cultura colaborativa.

Incentivos para uso de BIM (reconocimientos, bonos).

Normativas Internas

Manuales BIM: Documentación de políticas y procedimientos internos.

Contratos BIM: Inclusión de cláusulas BIM (LOD, responsabilidades), internos, talleres o alianzas con universidades



Pilar BIM: Políticas

Sostenibilidad y Ética

Prácticas Verdes: Uso de BIM para análisis de ciclo de vida (ACV) o certificaciones LEED.

Protección de Datos: Cumplimiento con GDPR (General Data Protection Regulation) (para proyectos internacionales).



Alineación con Estándares BIM

Nacionales: Cumplimiento con la Estrategia BIM Colombia (MinTIC).

Internacionales: ISO 19650, UK BIM Framework.

Gestión del Cambio

Roadmap BIM: Plan a corto, mediano y largo plazo (ej.: digitalización en 5 años).

Inversión: Presupuesto asignado a tecnología, formación o consultorías BIM.

1. Pilar: Tecnologías

Objetivo: Evaluar herramientas, infraestructura y capacidades digitales.

Software:

¿Qué software BIM utilizan para modelado, coordinación y gestión? (Revit, ArchiCAD, Navisworks, BIM 360).

¿Cómo manejan las licencias (suscripción, perpetuas)? ¿Tienen suficientes para todo el equipo?

Hardware:

¿Sus equipos cumplen con los requisitos técnicos para software BIM (ej.: tarjetas gráficas, RAM)?

¿Usan servidores locales o almacenamiento en la nube? ¿Cuál?

Interoperabilidad:

¿Exportan/importan modelos en formato IFC ((Industry Foundation Classes) u otros estándares abiertos?

¿Han tenido problemas de compatibilidad entre softwares?

Innovación:

¿Utilizan realidad virtual, gemelos digitales o drones en sus proyectos?

2. Pilar: Procesos

Objetivo: Analizar metodologías, colaboración y estandarización.

Gestión de Proyectos:

¿Elaboran un BIM Execution Plan (BEP/ Plan de Ejecución BIM) para sus proyectos?

¿Definen niveles de desarrollo (LOD) en sus modelos? ¿Cuáles usan más (LOD (Level of Development/ nivel de detalle y desarrollo que un elemento del modelo BIM) 300, 400)?

Colaboración:

¿Qué plataforma usan para compartir modelos (BIM 360, Trimble Connect)?

¿Cómo realizan la detección de clashes? ¿Con qué frecuencia?

Documentación:

¿Siguen estándares para nombrar archivos (ej.: ISO 19650, OmniClass)?

¿Entregan modelos en formatos como IFC (Industry Foundation Classes) o COBie (Construction-Operations Building Information Exchange) a los clientes?

3 Pilar: Personas

Objetivo: Evaluar competencias, roles y cultura BIM.

Formación:

¿Qué porcentaje de su equipo está capacitado en BIM? ¿Tienen certificaciones (ej.: Autodesk Certified)?

¿Ofrecen capacitación interna o apoyan cursos externos?

Roles:

¿Tienen un BIM Manager o coordinador dedicado?

¿Cómo distribuyen las tareas BIM (modeladores, especialistas en coordinación)?

Cultura:

¿Existe resistencia al cambio hacia BIM? ¿Cómo la manejan?

¿Participan en redes o eventos BIM (ej.: BIM Forum Colombia)?

4 Pilar: Políticas

Objetivo: Identificar normativas, estrategias y alineación con estándares.

Normativas Internas:

¿Tienen manuales o políticas BIM escritas?

¿Incluyen cláusulas BIM en sus contratos (ej.: LOD requerido, responsabilidades)?

Estándares:

¿Se alinean con la Estrategia BIM Colombia del MinTIC? ¿Conocen la ISO 19650?

Inversión:

¿Tienen un presupuesto asignado para implementar/mejorar BIM? ¿En qué lo invierten (software, formación)?

Sostenibilidad:

¿Usan BIM para análisis de sostenibilidad (ej.: huella de carbono, LEED(Leadership in Energy and Environmental Design/ Liderazgo en Energía y Diseño Ambiental)?

Madurez BIM:

¿En qué nivel dirían que están (0: Sin BIM, 3: BIM integrado con IA/gestión de ciclo de vida)?

Desafíos:

¿Cuáles son sus principales obstáculos para implementar BIM? (ej.: costos, falta de capacitación).

Casos de Éxito:

¿Pueden compartir un proyecto donde BIM haya agregado valor (ahorro de tiempo, reducción de errores)?

Fase 2: Desarrollo de Capacidades y Adopción Tecnológica:

Ejecución del Plan de Capacitación: Se impartirán los módulos de formación definidos, utilizando metodologías adaptadas (presencial, virtual, blended) y aprovechando, de ser posible, las alianzas con instituciones educativas.

Implementación del Modelo de Licencias Compartidas: Se facilitará la incorporación de la empresa al grupo de licencias compartidas, explicando los términos, condiciones y mejores prácticas de uso.

Asesoría en Adquisición/Actualización Tecnológica: Se brindará orientación sobre los requerimientos de hardware y la selección/configuración de software BIM específico, alineado con el plan y el presupuesto.

Acompañamiento en Proyectos Piloto: Se ofrecerá soporte técnico y metodológico durante la ejecución de los primeros proyectos utilizando BIM, ayudando a establecer flujos de trabajo y resolver dudas.

Fase 3: Integración y Optimización:

1. Integración de Procesos:

Se trabajará con la empresa para ajustar sus flujos de trabajo internos e integrar la metodología BIM de manera efectiva en sus operaciones diarias (diseño, presupuestos, planificación).

Gestión del Cambio: Se brindará apoyo para manejar la resistencia al cambio y fomentar una cultura de colaboración y mejora continua.

Seguimiento y Evaluación: Se realizarán evaluaciones periódicas del progreso respecto al plan, se recogerá feedback y se ajustará la estrategia según sea necesario.

2. Proceso Específico para Compartir Licencias

Esta es una de las estrategias clave para abordar la barrera económica. Su implementación requiere un modelo claro y bien gestionado:

3. Modelo Propuesto (a definir en detalle):

Opción 1: Consorcio Tecnológico: Crear una agrupación formal (o informal con acuerdos claros) de 3 a 5 medianas empresas que adquieren conjuntamente un paquete de licencias.

Opción 2: Servicio Administrado: Nuestra entidad (o una aliada) adquiere las licencias y las "alquila" o provee acceso gestionado a las empresas participantes bajo un modelo de suscripción adaptado.

Desarrollo:

Selección de Software: Identificar las licencias más adecuadas para las necesidades comunes del grupo (ej. Revit, Archicad, software de coordinación).

Acuerdos Legales y de Uso: Elaborar contratos claros que definan: costos compartidos, responsabilidades, términos de uso (horarios, concurrencia si aplica), administración de licencias, confidencialidad, y mecanismos de entrada/salida del grupo. Es crucial verificar la permisividad de los acuerdos de licencia de los proveedores de software para modelos compartidos.

Plataforma de Gestión (Opcional): Implementar un sistema simple para reservar/gestionar el acceso a las licencias si son flotantes o limitadas.

Aplicación:

- a) Identificar empresas interesadas y compatibles.
- b) Facilitar la firma de acuerdos.
- c) Gestionar la adquisición y distribución/acceso a las licencias.
- d) Administrar la facturación y el soporte básico relacionado con el acceso.

Garantía: La garantía se centra en la disponibilidad del acceso a la licencia según los términos acordados y una gestión transparente de los costos. No se garantiza la compatibilidad con todos los posibles usos específicos de cada empresa si estos exceden lo comúnmente acordado por el grupo.

3. Asesoría Ofrecida (Detalle)

La asesoría es el eje del servicio, asegurando que la implementación sea estratégica y no solamente tecnológica

Alcance:

- a) Diagnóstico de madurez digital y preparación para BIM.
- b) Definición de estrategia BIM alineada con los objetivos de negocio.
- c) Selección de software y hardware adecuados.
- d) Diseño de planes de implementación personalizados y graduales.
- e) Rediseño y optimización de flujos de trabajo incorporando BIM.
- f) Desarrollo de estándares y protocolos BIM internos básicos.
- g) Acompañamiento en la gestión del cambio organizacional.
- h) Soporte en la ejecución de proyectos piloto.
- i) Evaluación de resultados y optimización continua.
- j) Metodología: Se combinarán talleres grupales, sesiones de trabajo individuales con personal clave, entrega de plantillas/guías , y soporte remoto/presencial según se acuerde.
- k) Desarrollo: Los consultores utilizarán marcos de referencia (como la Estrategia Nacional BIM Colombia y su experiencia para adaptar las mejores prácticas a la realidad de cada PyME. Se desarrollarán herramientas de diagnóstico y plantillas de planificación propias.
- l) Aplicación: La asesoría se aplica siguiendo el plan de implementación, con reuniones periódicas de seguimiento y sesiones de trabajo específicas para abordar los hitos o desafíos.
- m) Garantía: Se garantiza la entrega de los servicios de consultoría definidos en el plan (horas de dedicación, entregables como diagnósticos, planes, protocolos básicos) y el uso de metodologías probadas. El éxito final dependerá de la colaboración y compromiso de la empresa cliente.

4. Desarrollo, Aplicación y Garantía General del Servicio

- a) Desarrollo del Servicio:
- b) Refinamiento de las metodologías de diagnóstico y planificación.
- c) Diseño detallado de los módulos de capacitación (contenidos, materiales, evaluación).
- d) Formalización del modelo de licencias compartidas (aspectos legales y operativos).
- e) Establecimiento de alianzas estratégicas con instituciones educativas y/o tecnológicas
- f) Creación de materiales de soporte (guías, plantillas, estudios de caso simplificados
- g) Definición de la estructura de costos y precios del servicio

Aplicación (Puesta en Marcha):

- a) Marketing y Captación: Difusión del servicio entre las medianas empresas del sector en Bogotá (posiblemente a través de cámaras de comercio como CAMACOL)
- b) Proceso Comercial: Presentación de propuestas personalizadas basadas en un pre-diagnóstico inicial.
- c) Ejecución del Servicio: Implementación de las fases descritas (Diagnóstico, Desarrollo de Capacidades, Integración) siguiendo el plan acordado.
- d) Gestión de Proyectos: Asignación de un consultor líder por cliente para asegurar la continuidad y coherencia del servicio.

Garantía:

De Proceso: Se garantiza la ejecución de las actividades y la entrega de los componentes del servicio según lo contratado (horas de consultoría, horas de capacitación, acceso a licencias compartidas bajo los términos acordados, entrega de documentación).

De Calidad: Se implementarán mecanismos de control de calidad, como encuestas de satisfacción, evaluaciones de capacitación y reuniones de seguimiento para asegurar que el servicio cumple con las expectativas y aporta valor.

De Confidencialidad: Se garantizará la protección de la información sensible de la empresa cliente mediante acuerdos de confidencialidad.

De Adaptabilidad: Se ofrece flexibilidad para ajustar el plan de implementación si las circunstancias de la empresa cambian (dentro de lo razonable y acordado).

5. Necesidades y Requerimientos (Insumos)

Para operar este servicio se requiere:

Talento Humano: Consultores expertos en BIM (con conocimiento de diferentes software como Revit, Archicad, Navisworks, etc. implementación de tecnología en MEDIANAS empresas, gestión de proyectos y gestión del cambio. Formadores con experiencia pedagógica. Personal administrativo y comercial.

Recursos Tecnológicos: Equipos de cómputo potentes para demostraciones y soporte, licencias de software BIM para uso interno y formativo, plataforma de e-learning (opcional), herramientas de gestión de proyectos y colaboración.

Recursos Financieros: Capital inicial para desarrollo, marketing y costos operativos hasta alcanzar la sostenibilidad. Flujo de caja para gestionar la adquisición de licencias.

Alianzas: Acuerdos formales con instituciones educativas, proveedores de software (para entender licenciamiento), y potencialmente otras consultoras o gremios.

6. Control de Calidad y Seguridad Industrial

- a)** Control de Calidad
- b)** Evaluaciones post-capacitación.
- c)** Encuestas periódicas de satisfacción del cliente.
- d)** Revisiones internas de entregables (planes, informes).
- e)** Seguimiento de indicadores clave de progreso definidos en el plan de implementación.
- f)** Canal formal para feedback y gestión de quejas/sugerencias.
- g)** Seguridad Industrial (Aplicado al Servicio)

- h)** Seguridad de la Información: Protocolos para el manejo de datos confidenciales del cliente, copias de seguridad, control de acceso a sistemas. Acuerdos de confidencialidad robustos.
- i)** Seguridad en Capacitaciones/Visitas: Si se realizan actividades presenciales, asegurar condiciones adecuadas en las instalaciones (propias o del cliente).

3 NOMBRE DE LAS ESTRATEGIAS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM EN LAS MEDIANAS.

IMPLEMENTACIÓN DE METODOLOGÍA BIM

Diagnóstico inicial
Protocolos BIM
Asesoría especializada
Acompañamiento

Duración estimada:

3 a 6 meses, según el tamaño de la empresa y el alcance del proyecto.



Usos y Beneficios BIM

- Digitalización de la Construcción: Los modelos 3D nos permiten obtener repositorios únicos de información y comunicación.
- Coordinación BIM: rendimiento de la ejecución en obra. Las herramientas BIM permiten seguir protocolos de coordinación eficientes y eficaces.
- Costos y Presupuestos BIM: Controlar los proyectos es uno de los retos que evita sobrecostos o incumplimiento de hitos. Los modelos 4D y 5D permiten trazabilidad y seguimiento en tiempo real.

¿Qué hacemos?

Se ofrece un paquete integral de servicios estratégicos y de acompañamiento diseñado para facilitar la adopción de la metodología BIM en medianas empresas de diseño y construcción, Este paquete incluye:

ASESORÍA PERSONALIZADA:

Evaluación y diagnóstico de la empresa actualmente, planificación estratégica BIM adaptada, selección de herramientas.

CAPACITACIÓN ESPECIALIZADA:

Programas flexibles (básicos, avanzados, por rol) en software y metodología BIM.

ALIANZAS ESTRATÉGICAS:

Conexión con instituciones educativas para formación y talento.

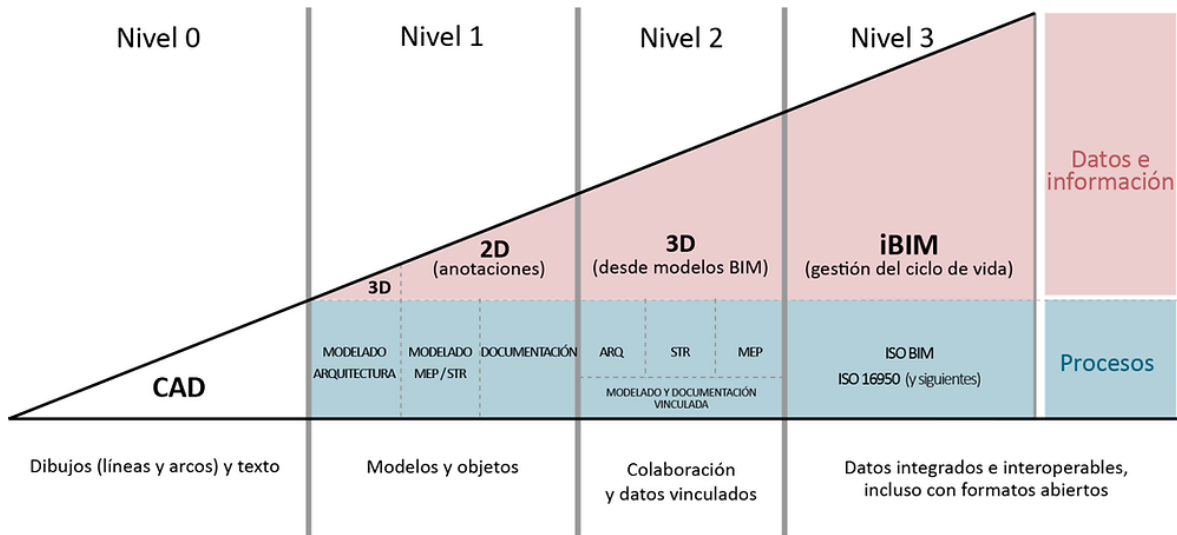


¡MEJORA TUS PROCESOS!

REAL BIM

WWW.REALBIM.COM

3.1 Nombre e imagen de las estrategias para la implementación de la metodología BIM en las medianas empresas. AGREGAR LOGO DE LA EMPRESA



3.2 Composición de las estrategias para la adopción de la metodología BIM en las medianas y pequeñas empresas.

La adopción de la metodología BIM en medianas y pequeñas empresas del sector de la construcción se plantea como un proceso progresivo que debe alinearse con los estándares internacionales establecidos en la **ISO 19650** y con referentes nacionales como la **Guía BIM Colombia**, los cuales regulan la gestión de la información durante todo el ciclo de vida de los proyectos. Este proceso inicia con un diagnóstico del nivel de madurez digital de la organización, continúa con la definición de objetivos estratégicos y la selección de herramientas tecnológicas compatibles con estándares de interoperabilidad (IFC, BCF), e integra programas de capacitación y actualización del personal para asegurar el desarrollo de competencias técnicas y organizacionales. La adopción de BIM en este tipo de empresas se soporta en la implementación de un **Entorno Común de Datos (CDE)** que facilite la colaboración entre disciplinas, optimizando la trazabilidad de la información, reduciendo errores y reprocesos, y mejorando la coordinación multidisciplinaria. Se plantea además como una transición gradual, en la que la cultura organizacional y la gestión del cambio tienen un peso equivalente a la inversión en software y hardware, de manera que la metodología BIM se convierta en una estrategia clave para aumentar la competitividad, la sostenibilidad y la innovación en las medianas y pequeñas empresas de construcción.

a) Fases de implementación

- a. Diagnóstico inicial para identificar el nivel de madurez BIM en la empresa.
- b. Definición de objetivos claros alineados con las necesidades del proyecto.
- c. Selección de herramientas tecnológicas y estándares adecuados.
- d. Capacitación del personal para garantizar competencias técnicas.
- e. Integración de procesos colaborativos mediante un entorno común de datos (CDE).

b) Beneficios esperados

- a. Optimización en la gestión de la información.
- b. Reducción de errores y reprocesos.
- c. Mejor coordinación interdisciplinaria.
- d. Transparencia en la trazabilidad de los proyectos.

c) Enfoque estratégico

- a. Se plantea como una transición gradual, donde el cambio cultural y la formación son tan importantes como la adquisición de software.
- b. La metodología se entiende como una ventaja competitiva que fortalece la innovación y la productividad en el sector.

3.2.1 Insumos, elementos y componentes de las estrategias para la adopción de metodología BIM en las medianas y pequeñas empresas.

La adopción de la metodología BIM en pequeñas y medianas empresas puede entenderse como un servicio integral que se desarrolla en tres fases: presentación o venta del servicio, prestación del servicio (adopción BIM) y servicio de postventa o post-servicio.

En la primera fase, la presentación o venta del servicio, se busca sensibilizar a las PYMES acerca de los beneficios comparativos de la metodología BIM frente a los métodos tradicionales. Esta etapa incluye la exposición de casos de éxito, el análisis del nivel de madurez digital de la empresa y la definición de los alcances y objetivos específicos del servicio, generando confianza y demostrando el valor estratégico de la adopción.

La segunda fase corresponde a la prestación del servicio o adopción BIM, donde se ejecutan las acciones de implementación progresiva de acuerdo con las necesidades identificadas. En esta etapa se desarrollan actividades como la capacitación del personal, la incorporación de software y hardware interoperable, la definición de protocolos internos (BEP, EIR, LOD) y la habilitación de un Entorno Común de Datos (CDE) que facilite la colaboración interdisciplinaria.

Finalmente, el servicio de postventa o post-servicio garantiza la sostenibilidad de la adopción mediante el acompañamiento continuo a la empresa. Incluye soporte técnico en el uso de las herramientas, actualización de protocolos, auditorías periódicas al modelo de trabajo BIM y asesoría para la expansión hacia nuevos proyectos o mayores niveles de madurez digital. Esta etapa asegura que la inversión realizada por la PYME se traduzca en beneficios a largo plazo, consolidando la metodología como parte integral de su estructura organizacional.

FIJACIÓN DEL PRECIO DE VENTA

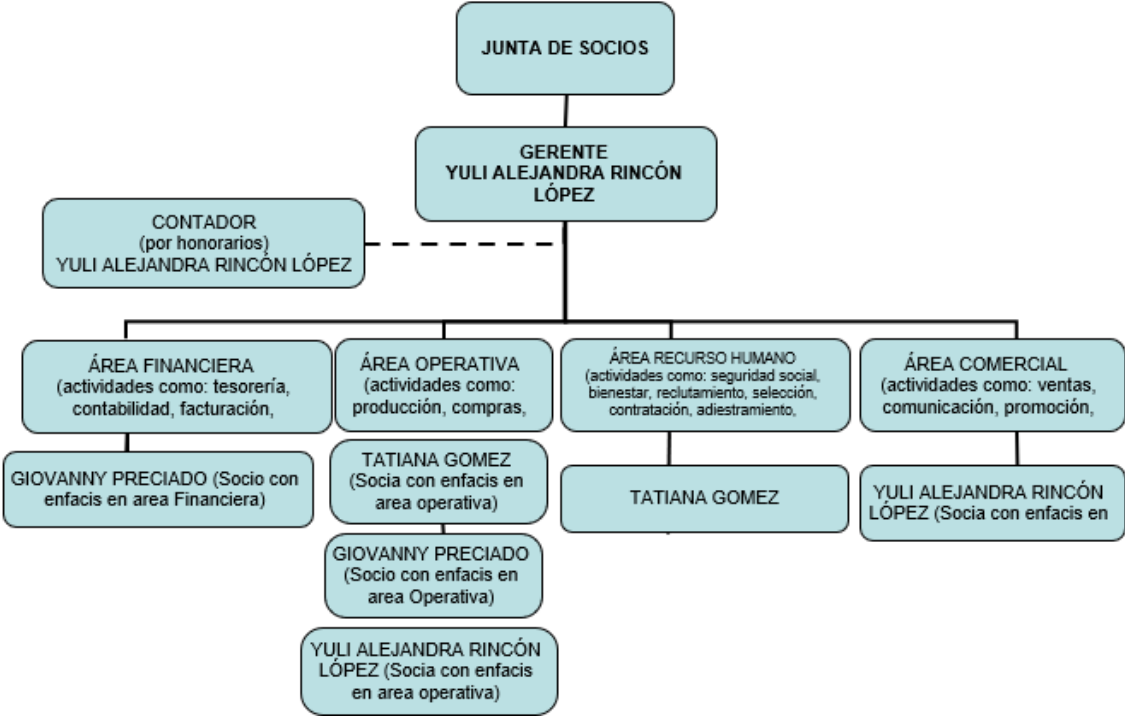
Conceptos	FIJACIÓN DE PRECIOS	PRODUCTO	PRECIO DE VENTA DE LA COMPETENCIA	QUE PESO POSEE EN LA TOMA DE TU DECISIÓN	PRECIO SEGÚN SU COSTO (1 - MIC)	QUE PESO POSEE EN LA TOMA DE SU DECISIÓN	PRECIO SEGÚN PERCEPCIÓN DEL CLIENTE	QUE PESO POSEE EN LA TOMA DE TU DECISIÓN	PRECIO DE VENTA SUGERIDO	AJUSTE DEL PRECIO DE VENTA
Instrucciones	1. Digite el precio de venta del producto que halló en su investigación de mercado y que corresponde a que valor vende la competencia. 2. Digite el precio de venta, después de costear el producto, adicionando el margen de	Implementación metodología BIM Fase 1 a 6	#####	50.00%	\$ 4,450,000	25.00%	\$ 38,000,000	25.00%	\$ 30,612,500	\$ 33,999,999

En el cuadro anterior se aprecia como se establecen los precios de venta de los diferentes productos, es de resaltar que el producto Implementación metodología BIM Fase 1 a 6 prevalece la variable COMPETENCIA, al cual se le asigno un 50%. El COSTO tiene alta repercusión en el producto Implementación metodología BIM Fase 1 a 6 donde su peso en el precio de venta es del 25%. Por último, se aprecia que la PERCEPCIÓN tiene un valor sobresaliente en el producto, Implementación metodología BIM Fase 1 a 6 asignando un 25% de peso en su valor final.

No.	PRODUCTO	PRECIO DE VENTA DEL PRODUCTO	PORCENTAJE DE COMISIÓN POR VENTA (DISTRIBUCIÓN) DEL PRODUCTO.	GASTO DE DISTRIBUCIÓN DEL PRODUCTO
1	Implementación metodología BIM Fase	33,999,999	3%	\$ 1,020,000

Se tiene 1 producto. Los gastos de distribución son del 3%. La comisión por venta es de Implementación metodología BIM Fase 1 a 6\$ 1,020,000 Implementación metodología BIM Fase 1 a 6. En promedio genera gastos de ventas del 3%

Junta de socios



3.2.2 Especificaciones técnicas del Servicio de Implementación de metodología BIM.

En cuanto a las especificaciones técnicas para la adopción de la metodología BIM en medianas y pequeñas empresas, es necesario considerar cuatro componentes principales. En primer lugar, el software, que corresponde a las plataformas de modelado, coordinación y gestión de datos, tales como Autodesk Revit, Archicad, Tekla o alternativas de código abierto como FreeCAD y BlenderBIM, siempre garantizando la interoperabilidad mediante estándares como IFC y BCF, de acuerdo con la norma ISO 19650 y la Guía BIM Colombia. En segundo lugar, el hardware, que incluye equipos de cómputo con procesadores de alto rendimiento, memoria RAM mínima de 16 GB (recomendable 32 GB), tarjetas gráficas

dedicadas y sistemas de almacenamiento SSD, así como servidores o entornos en la nube para la gestión de un Entorno Común de Datos (CDE). En tercer lugar, **el personal**, donde se requiere la asignación de roles específicos como coordinador BIM, modeladores, gestores de información y líderes de proyecto, todos capacitados en procesos colaborativos y en el manejo de herramientas digitales, con programas de formación continua adaptados al nivel de madurez de la empresa. Finalmente, se contemplan otros recursos, tales como licencias de colaboración en la nube, sistemas de respaldo de datos, manuales de protocolos (BEP, EIR, LOD), espacios adecuados de trabajo colaborativo y políticas organizacionales que faciliten la gestión del cambio y aseguren la correcta integración de BIM en los procesos internos.

Categoría	Requisitos mínimos	Recomendados / óptimos	Ejemplos / Referencias
Software	Visualizadores IFC gratuitos, programas básicos de modelado (ej. SketchUp Free, FreeCAD, BlenderBIM).	Licencias profesionales de Revit, Archicad, Tekla, Allplan o Autodesk Construction Cloud, con interoperabilidad IFC y BCF.	ISO 19650, Guía BIM Colombia, BEP y EIR.
Hardware	PC con procesador i5, 8 GB RAM, tarjeta gráfica básica y disco HDD.	Workstation con procesador i7/i9 o Ryzen 7/9, 16–32 GB RAM, tarjeta gráfica dedicada (NVIDIA/AMD 6GB+), SSD 1 TB, monitores duales.	Requisitos Autodesk y Graphisoft 2025.
Personal	1 líder de implementación BIM, 1 modelador básico.	Equipo completo: Coordinador BIM, modeladores (arquitectura, estructuras, MEP), gestor de información, personal capacitado en ISO 19650 y CDE.	Roles según Guía BIM Colombia.
Otros	Espacio físico de trabajo colaborativo, manual básico de protocolos, almacenamiento local.	Licencias de colaboración en la nube (BIM 360, Trimble Connect), servidores CDE, políticas de gestión de cambio, respaldos automáticos en nube.	Protocolos BEP, EIR, LOD.

Ficha técnica del servicio

FICHA TECNICA DEL SERVICIO:	Implementación de Metodología BIM: Diagnóstico, Protocolos, Asesoría y Acompañamiento para Empresas del Sector Construcción y Diseño de Redes
------------------------------------	---

TIEMPO DE LA PRODUCCIÓN DEL PRODUCTO	262800	/MINUTOS
---	---------------	-----------------

CARACTERÍSTICAS DE VENTAS, PRESENTACION Y DE POSVENTAS DEL SERVICIO
<p>Consultoría BIM personalizada dirigida a medianas empresas del sector construcción y diseño.</p> <p>Incluye tres fases:</p> <p>A. Presentación del servicio: diagnóstico del nivel de madurez digital, exposición de beneficios y casos de éxito.</p> <p>B. Prestación del servicio: capacitación progresiva del personal, adopción de software BIM (gratuito o profesional), creación de protocolos BEP, EIR y LOD, e implementación de un Entorno Común de Datos (CDE).</p> <p>C. Posventa: acompañamiento técnico, seguimiento al proyecto piloto y actualización tecnológica o formativa.</p> <p>El servicio busca optimizar procesos, reducir errores, mejorar la coordinación interdisciplinaria y aumentar la competitividad empresarial</p>

EQUIPO HUMANO REQUERIDO	COMPETENCIAS REQUERIDAS POR EL EQUIPO HUMANO
Especialista BIM	Experiencia en implementación BIM, conocimiento de ISO 19650 y Guía BIM Colombia, manejo de software Revit, Navisworks; capacidad para elaborar BEP, EIR, LOD y gestionar entornos CDE.
Comercial BIM	Habilidades en comunicación, gestión de clientes B2B, conocimiento técnico básico de BIM, capacidad de presentar casos de éxito y beneficios del servicio a medianas empresas.
TIEMPO TOTAL HORAS HOMBRE POR UNIDAD DE PRODUCCIÓN	7200 / MINUTOS

SITIO DE PRESTACION DEL SERVICIO	Empresa Cliente (presencial o remoto según modalidad contratada).
---	---

MAQUINARIA Y EQUIPO PARA UTILIZAR PARA LA PRESTACION DEL SERVICIO	Cantidad /tiempo
Estaciones de trabajo (PC o laptop)	2-3 / 120h
Software BIM (Revit, Archicad)	1 / 120h

Plataforma de colaboración en nube (BIM 360, Trimble Connect o CDE propio)	1 / permanente
--	----------------

TIEMPO TOTAL MÁQUINA EMPLEADO	7200	MINUTOS
INSUMOS A EMPLEAR	INSUMOS PARA EMPLEAR	
Manuales BIM, guías ISO 19650, Guía BIM Colombia	Asesorías externas o soporte técnico eventual	
Plantillas BEP, EIR, LOD personalizadas	Costos de transporte y refrigerios	
Licencias de software, conexión a internet, almacenamiento en nube	Papelería, impresiones, material de capacitación	

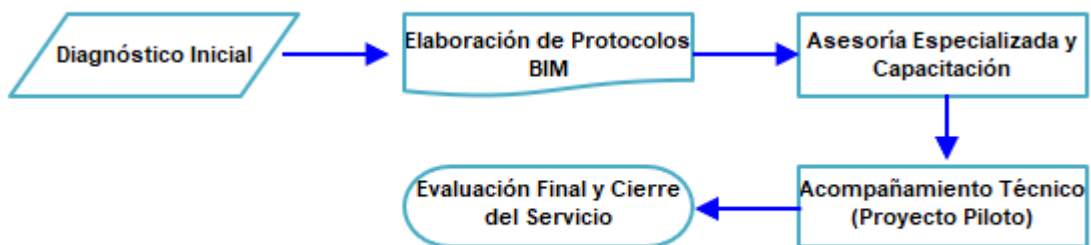
3.2.3 Características de ventas, presentación y posventa del Servicio.

PRODUCTO:

Adopción BIM en PYMES

No.	PASOS PARA LA ELABORACIÓN DE SU PRODUCTO	ACCIÓN REALIZADA	TIEMPO EN MINUTOS
1	Diagnóstico Inicial	OBTENCION DE DATOS	1200
2	Elaboración de Protocolos BIM	DOCUMENTO	1500
3	Asesoría Especializada y Capacitación	PROCESO	2400
4	Acompañamiento Técnico (Proyecto Piloto)	PROCESO	1500
5	Evaluación Final y Cierre del Servicio	INICIO - FIN	600

Diagrama de flujo del servicio



Para la llevar a cabo el servicio se deben pasar por unos pasos específicos:

- a) **Diagnóstico Inicial:** Reunión de inicio con la empresa (presentación del servicio y objetivos). Aplicación de encuestas y entrevistas a líderes y personal técnico. Revisión de software, hardware y flujos de trabajo actuales. Evaluación del nivel de madurez BIM y elaboración del informe diagnóstico.

- b) **Elaboración de Protocolos BIM:** Creación del BEP (Plan de Ejecución BIM) con roles, flujos y procesos. Definición del EIR (Requisitos de Intercambio de Información). Establecimiento de estándares de LOD, nomenclaturas y formatos de entrega. Configuración del Entorno Común de Datos (CDE) inicial.
- c) **Asesoría Especializada y Capacitación:** Definición de roles BIM dentro de la empresa (modelador, coordinador, gestor de información). Capacitación técnica básica y avanzada por disciplinas (arquitectura, estructuras, MEP). Asesoría para selección e instalación de herramientas BIM (Revit, Archicad, BlenderBIM, etc.). Desarrollo de guías de uso y plantillas personalizadas.
- d) **Acompañamiento Técnico (Proyecto Piloto):** Implementación de un proyecto piloto BIM en la empresa. Supervisión de modelado y coordinación 3D entre disciplinas. Detección de interferencias (Clash Detection) y revisión de calidad del modelo. Ajustes técnicos y retroalimentación semanal.
- e) **Evaluación Final y Cierre del Servicio:** Análisis de resultados del proyecto piloto (eficiencia, errores, tiempos, costos). Elaboración del Informe Final de Implementación BIM. Entrega de recomendaciones de mejora continua y actualización tecnológica.

3.2.4 Ventajas comparativas.

La adopción de la metodología BIM en medianas y pequeñas empresas genera ventajas comparativas significativas frente a aquellas que continúan trabajando con métodos tradicionales. Según los hallazgos del estudio y las conclusiones obtenidas, uno de los principales beneficios es la optimización de la gestión de la información, lo que permite reducir errores y reprocesos, incrementando la precisión en los diseños y la ejecución. Asimismo, el uso de un Entorno Común de Datos (CDE) fortalece la colaboración entre disciplinas, mejorando la coordinación y reduciendo los tiempos de entrega. Desde el punto de vista económico, BIM favorece una disminución en los sobrecostos gracias al control de cantidades y a la detección temprana de interferencias, lo que aumenta la rentabilidad de los proyectos. De manera adicional, se identificó que la implementación gradual de esta

metodología, soportada en estándares como la ISO 19650 y la Guía BIM Colombia, permite a las PYMES acceder a licitaciones públicas y privadas que exigen competencias digitales, mejorando así su competitividad en el mercado. Finalmente, se concluye que BIM aporta un valor estratégico al impulsar la sostenibilidad ambiental mediante una mejor planificación de recursos y una reducción en los residuos generados, lo que posiciona a las empresas como actores innovadores y alineados a las tendencias globales del sector construcción.

Dimensión	Ventajas comparativas
Técnicas	- Reducción de errores y reprocesos. - Coordinación interdisciplinaria a través de un Entorno Común de Datos (CDE) . - Mayor precisión en diseños y planificación.
Económicas	- Disminución de sobrecostos por control de cantidades. - Reducción de retrabajos y desperdicio de materiales. - Mayor rentabilidad de los proyectos.
Organizacionales	- Fortalecimiento de la cultura de colaboración. - Acceso a licitaciones públicas y privadas que exigen BIM. - Incremento de la competitividad en el mercado.
Ambientales	- Optimización de recursos y materiales. - Reducción en generación de residuos. - Contribución a la sostenibilidad alineada con los ODS .

3.2.5 Presentación del producto, dimensiones, modalidades, requisitos, periodicidad, características de uso.

El producto resultante del presente proyecto consiste en un modelo integral de adopción progresiva de la metodología Building Information Modeling (BIM) diseñado especialmente para medianas empresas del sector de la construcción y diseño de redes en Colombia. Su propósito es proporcionar una guía estructurada, adaptable y escalable que facilite la transición digital de las organizaciones hacia entornos colaborativos e interoperables, bajo los lineamientos de la norma ISO 19650 y la Guía BIM Colombia.

En cuanto a sus dimensiones, el modelo abarca tres componentes fundamentales:

- a) Dimensión técnica, centrada en la implementación de herramientas BIM, protocolos BEP (Plan de Ejecución BIM), EIR (Requisitos de Intercambio de Información) y LOD (Niveles de Desarrollo);
- b) Dimensión organizacional, orientada al fortalecimiento de la estructura interna mediante roles definidos, cultura colaborativa y políticas de gestión digital; y
- c) Dimensión formativa, enfocada en la capacitación y acompañamiento del talento humano según los roles y niveles de experiencia dentro de la empresa.

El producto se ofrece en tres modalidades de implementación:

- a) Básica, dirigida a empresas en etapa inicial de digitalización, que incluye diagnóstico y capacitación introductoria;
- b) Intermedia, orientada a empresas con conocimientos previos que requieren consolidar protocolos BIM y un entorno común de datos; y
- c) Avanzada, destinada a organizaciones con experiencia que buscan certificarse o estandarizar sus procesos según la norma ISO 19650.

Los requisitos de uso incluyen:

- a) designar un líder BIM interno, disponer de acceso básico a herramientas de modelado (gratuitas o de licencia educativa) y garantizar la participación activa de los equipos técnicos y administrativos durante todo el proceso.
- b) En cuanto a la periodicidad, el modelo se implementa en un periodo estimado de 3 a 6 meses, dividido en fases de diagnóstico, capacitación, implementación piloto y evaluación de resultados. Cada fase se acompaña de reportes mensuales que permiten monitorear avances y ajustar estrategias según las necesidades de la empresa.
- c) Finalmente, las características de uso destacan su flexibilidad, aplicabilidad y enfoque participativo. El modelo no impone herramientas específicas, sino que se adapta a los recursos disponibles de cada empresa, promoviendo una adopción gradual y sostenible. Además, su estructura modular facilita la actualización continua frente a nuevas versiones de software o normativas, garantizando que las

empresas mantengan su competitividad, eficiencia y capacidad de respuesta frente a las demandas del mercado actual.

3.3 Proceso de Producción del producto.

El proceso de producción del modelo integral de adopción progresiva de la metodología Building Information Modeling (BIM) en las PYMES se estructura de manera sistemática, garantizando la calidad técnica, la aplicabilidad práctica y la alineación con los estándares internacionales de gestión de la información en la construcción. Este proceso comprende desde la fase de diseño conceptual del modelo hasta su puesta en marcha en empresas piloto, asegurando una implementación eficiente, gradual y medible.

3.3.1 Identificación de las actividades necesarias para el diseño, puesta en marcha y producción.

El proceso inicia con la planificación del modelo BIM, que incluye la recopilación de información base, el diagnóstico técnico y organizacional de las empresas, y la definición de los objetivos específicos de adopción. Posteriormente, se desarrolla la elaboración de los protocolos BIM (BEP, EIR y LOD), la creación de plantillas y formatos estandarizados, y la estructuración de un entorno común de datos (CDE) que centralice la información del proyecto.

La fase de implementación contempla la capacitación del personal según los roles definidos (modeladores, coordinadores y gestores BIM), la ejecución de un proyecto piloto en la empresa seleccionada y el acompañamiento técnico durante la transición. Finalmente, se realiza la evaluación de resultados y mejora continua, donde se ajustan procesos, se documentan lecciones aprendidas y se actualizan los procedimientos para su aplicación en nuevos proyectos o empresas.

3.3.2 Duración del ciclo productivo.

El ciclo completo tiene una duración aproximada de 3 a 6 meses, dependiendo del nivel de madurez digital de la empresa.

- a) Fase 1 – Diagnóstico y planificación: 2 a 4 semanas

- b) Fase 2 – Diseño y estructuración del modelo BIM: 4 a 6 semanas
- c) Fase 3 – Implementación y capacitación: 6 a 8 semanas
- d) Fase 4 – Evaluación y cierre: 2 semanas

Este cronograma flexible permite una adaptación continua y un seguimiento periódico para garantizar la correcta asimilación de la metodología.

3.3.3 Capacidad instalada.

El modelo ha sido diseñado para implementarse de forma simultánea en hasta cinco medianas empresas, dependiendo de la disponibilidad del equipo consultor y la infraestructura tecnológica de cada organización. La capacidad instalada incluye recursos humanos especializados (consultores BIM, capacitadores y coordinadores técnicos) y el soporte de plataformas digitales para reuniones, seguimiento y almacenamiento de información

3.3.4 Proceso de control de calidad.

La calidad del proceso se garantiza mediante protocolos de verificación interna que evalúan el cumplimiento de los objetivos propuestos, la pertinencia de los contenidos de capacitación, la coherencia de los protocolos BIM elaborados y la funcionalidad del entorno común de datos. Se aplican listas de chequeo y evaluaciones periódicas basadas en los lineamientos de la ISO 9001 e ISO 19650, asegurando que el modelo mantenga altos estándares de eficiencia, precisión y trazabilidad.

3.3.5 Proceso de seguridad industrial.

Durante las actividades presenciales o prácticas en campo, se aplican los lineamientos de seguridad industrial y salud en el trabajo (SG-SST), garantizando la protección de los participantes. Se exige el uso de elementos de protección personal (EPP), capacitaciones previas en seguridad, y cumplimiento de las normas vigentes del Decreto 1072 de 2015 y la Resolución 0312 de 2019 del Ministerio de Trabajo.

3.3.6 Puesta en marcha, en obra o en el mercado.

La puesta en marcha del producto se realiza inicialmente a través de proyectos piloto en empresas seleccionadas del sector de construcción y diseño de redes en Bogotá, con acompañamiento directo del equipo técnico. Tras su validación, el modelo se presenta al mercado mediante servicios de consultoría, talleres empresariales y programas de formación continua, permitiendo su transferencia a nivel nacional. Su implementación práctica en obras o proyectos reales demuestra su eficacia y rentabilidad, consolidándolo como una herramienta integral para la transformación digital y la mejora competitiva de las medianas empresas colombianas.

3.4 Necesidades y requerimientos.

La correcta implementación del modelo integral para la adopción progresiva de la metodología Building Information Modeling (BIM) en las PYMES requiere la identificación precisa de los recursos, insumos, herramientas y condiciones técnicas que garantizan su funcionamiento eficiente. Estas necesidades se clasifican en cinco componentes principales: materias primas e insumos, pruebas y ensayos, tecnología y equipos, pruebas piloto y planes de manejo, y sistema de presentación del producto.

3.4.1 Materias primas e insumos

El desarrollo del modelo BIM no demanda materiales físicos de construcción, sino insumos digitales, informativos y humanos. Entre ellos se destacan:

- a) Documentación técnica y normativa, incluyendo la Guía BIM Colombia, ISO 19650, NTC 6112 y estándares BEP y EIR internacionales.
- b) Recursos informáticos, como computadores de alto rendimiento con procesadores multicore, memoria RAM mínima de 16 GB y tarjetas gráficas certificadas.

- c) Herramientas digitales, tales como software de modelado (Revit, ArchiCAD, BricsCAD BIM), plataformas colaborativas (BIM 360, Trimble Connect, SharePoint) y visores IFC gratuitos.
- d) Recurso humano calificado, compuesto por consultores BIM, instructores, modeladores y personal administrativo encargado de la coordinación del proceso.

3.4.2 Pruebas y ensayos.

Antes de la implementación general, se realizan pruebas de funcionalidad y validación técnica para garantizar la calidad del modelo y su aplicabilidad. Estas pruebas incluyen:

- a) Simulación de flujos de información en entornos colaborativos.
- b) Evaluación del desempeño de hardware y software durante el modelado y coordinación.
- c) Validación de interoperabilidad mediante formatos abiertos (IFC y BCF).
- d) Ensayos de detección de interferencias (clash detection) entre disciplinas. Los resultados permiten ajustar procesos, corregir deficiencias técnicas y garantizar la confiabilidad del sistema antes de su aplicación definitiva.

3.4.3 Tecnología herramientas, equipos y maquinaria.

El modelo requiere una infraestructura tecnológica sólida que respalde las operaciones digitales. Entre los equipos y herramientas esenciales se incluyen:

- a) Computadores o estaciones de trabajo de alto desempeño con procesadores Intel i7 o AMD Ryzen 7 en adelante.
- b) Conectividad estable a internet y servidores para gestión de datos en la nube.
- c) Plataformas de videoconferencia (Teams, Zoom, Meet) para sesiones de capacitación y seguimiento.
- d) Software BIM escalable (desde versiones gratuitas como BlenderBIM hasta profesionales como Autodesk Revit o ArchiCAD).

- e) Aplicaciones complementarias para análisis energético, medición de cantidades y coordinación multidisciplinar.

3.4.4 Pruebas piloto, secuencia de uso, planes de manejo.

La implementación del modelo se valida mediante pruebas piloto en empresas seleccionadas del sector de la construcción y diseño de redes. Estas pruebas permiten identificar oportunidades de mejora y ajustar las estrategias antes de su expansión a gran escala.

La secuencia de uso del modelo sigue las siguientes etapas:

- a) Diagnóstico de capacidades tecnológicas y organizacionales.
- b) Capacitación y acompañamiento inicial.
- c) Implementación del proyecto piloto.
- d) Evaluación de resultados y retroalimentación.
- e) Replicabilidad del modelo en nuevos proyectos.

Los planes de manejo contemplan la administración del entorno común de datos (CDE), la gestión documental, la seguridad de la información y la trazabilidad de los procesos, asegurando el cumplimiento de normas de confidencialidad y propiedad intelectual.

3.4.5 Sistema de presentación, empaque y embalaje.

El producto se presenta en formato digital e interactivo, mediante un paquete documental y operativo que incluye:

- Manual de adopción BIM (PDF interactivo).
- Plantillas personalizadas de BEP, EIR y LOD.
- Instructivos y guías de capacitación por roles.
- Informes de diagnóstico y evaluación.
- Acceso a un entorno virtual colaborativo (SharePoint o Drive).

El modelo no requiere embalaje físico; su entrega se realiza en formato digital con respaldo en la nube y licencias de acceso temporal para las empresas participantes. La presentación institucional incluye identidad gráfica, logotipos, estructura modular y manual de usuario, garantizando una experiencia profesional, ordenada y de fácil implementación.

3.5 Costos.

3.5.1 Precios unitarios.

El análisis detallado de los gastos asociados directamente con la prestación del servicio “Implementación de la Metodología BIM en PYMES”, se presentan dentro del siguiente cuadro considerando los insumos, materiales, herramientas digitales y mano de obra requeridos para la ejecución de una unidad de servicio.

En este caso, la unidad de costo corresponde a una implementación completa del servicio BIM (BIM P.A.Q 1), con un precio de venta unitario de \$3.939.399, y un margen de contribución del 39,82%, lo que representa la rentabilidad generada una vez cubiertos los costos variables.

El cuadro incluye los siguientes componentes principales:

NOMBRE DEL PRODUCTO 1		IMPLEMENTACIÓN METODOLOGÍA BIM				
		PRECIO DE VENTA UNITARIO				
		\$ 33,999,999.00				
		UNIDAD DE COSTEO				
Margen de Contribución		17800000				
		83.65%				
MATERIAS PRIMAS	UNIDAD DE MEDIDA	COSTO UNIDAD	UNIDADES UTILIZADAS	COSTO TOTAL	CONDICIONES COMERCIALES	
Computador	UND	2,500.000	1	\$ 2,500,000.00	30 DÍAS	
Internet	UND	260,000.00	1	\$ 260,000.00	CONTADO	
Software	UND	1,138,949.00	1	\$ 1,138,949.00	CONTADO	
Brochure	UND	60,000.00	1	\$ 60,000.00	30 DÍAS	
			0		30 DÍAS	
			0		30 DÍAS	
TOTAL COSTOS DE MATERIAS PRIMAS E INSUMOS				\$ 3,958,949.00		

OTROS COSTOS Y GASTOS VARIABLES:	MANO DE OBRA PROCESO 1	\$ 800,000.00	\$ 1,600,000.00
	MANO DE OBRA PROCESO 2	\$ 800,000.00	
	MANO DE OBRA PROCESO 3		
	MANO DE OBRA PROCESO 4		
	GASTOS POR VENTAS COMISIONES (% de P.V.)		
TOTAL COSTO VARIABLE UNITARIO		\$ 5,558,949.00	

El total de materiales e insumos asciende a \$3.958.949,00, incluyendo los elementos tecnológicos y de promoción que forman parte de la prestación del servicio.

los costos asociados a la mano de obra directa y otros gastos que varían con la cantidad de servicios ejecutados:

Mano de obra proceso 1: \$800.000

Mano de obra proceso 2: \$800.000

Gastos por ventas y comisiones: \$ (incluido dentro de los \$5.558.949 totales)

El total del costo variable unitario asciende a \$5.558.949 COP, reflejando el conjunto de insumos y servicios requeridos para una implementación completa del servicio BIM en una empresa mediana.

3.5.2 Costos globales de prestación del servicio cuadro

PRODUCTO	PROYECCIÓN DE VENTA AÑO 1	PRECIO DE VENTA	COSTO VARIABLE	MARGEN DE CONTRIBUCIÓN	VENTAS ESPERADAS	PORCENTAJE DE PARTICIPACIÓN EN VENTAS	% DE MARGEN DE CONTRIBUCIÓN	MARGEN DE CONTRIBUCIÓN PROMEDIO PONDERADO
IMPLEMENTACIÓN METODOLOGIA BIM	4	\$ 33,999,999	\$ 2,101,947	\$ 31,898,052	\$ 135,999,996	100.00%	94%	93.82%
					\$ 135,999,996	100.00%		93.82%

DETERMINACIÓN PROYECCIÓN DE VENTA Y COSTO VARIABLE DE LA LÍNEA

El presente cuadro muestra el análisis económico del servicio “Implementación de la Metodología BIM”, evidenciando la proyección de ventas, costos variables y el margen de contribución correspondiente al primer año de ejecución.

En la tabla se proyecta la venta de 4 servicios de implementación BIM, con un precio unitario de \$33.999.999, lo que representa ventas totales estimadas por \$135.999.996. Los costos variables, asociados principalmente al uso de licencias, asesorías técnicas, capacitaciones y recursos operativos, ascienden a \$2.101.947 por unidad. Como resultado, se obtiene un margen de contribución de \$31.898.052, que equivale al 94% del total de ventas, reflejando la alta rentabilidad del servicio gracias a su bajo costo operativo frente al valor percibido por el cliente.

El porcentaje de participación en ventas del 100% indica que, dentro del portafolio de servicios proyectados, la implementación de la metodología BIM constituye la línea principal de negocio para el periodo analizado. El margen de contribución promedio ponderado (93,82%) permite establecer una proyección financiera sólida, mostrando la viabilidad económica del servicio y su potencial de sostenibilidad en el mercado.

En síntesis, este cuadro demuestra que la adopción del servicio de implementación BIM presenta una alta capacidad de generación de valor para las medianas empresas, garantizando la cobertura de costos variables y aportando un margen significativo que contribuye al fortalecimiento financiero y al crecimiento de la empresa.

3.5.3 Valor comercial del producto.

A continuación, se presenta una tabla que muestra el proceso de determinación del valor comercial del servicio de Implementación de Metodología BIM Fase 1 a 6, utilizando una metodología de ponderación entre tres criterios claves: el precio de la competencia, el precio calculado según los costos internos y la percepción de valor del cliente. Cada uno de estos factores recibe un peso específico dentro de la toma de decisiones, permitiendo establecer un precio de venta sugerido y, posteriormente, un ajuste estratégico, con el fin

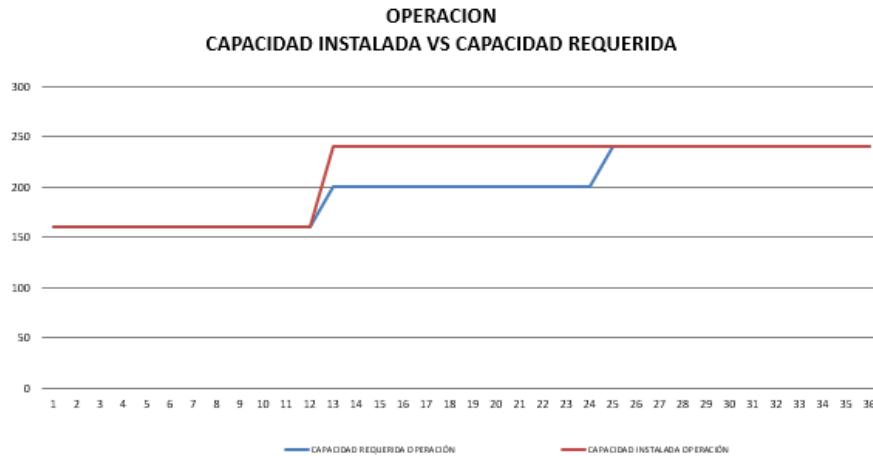
de posicionar el servicio de manera competitiva en el mercado sin sacrificar rentabilidad ni valor percibido.

PRODUCTO	PRECIO DE VENTA DE LA COMPETENCIA	QUÉ PESO POSEE EN LA TOMA DE TU DECISIÓN	PRECIO SEGÚN SU COSTO (1 - M/C)	QUÉ PESO POSEE EN LA TOMA DE SU DECISIÓN	PRECIO SEGÚN PERCEPCIÓN DEL CLIENTE	QUÉ PESO POSEE EN LA TOMA DE TU DECISIÓN	PRECIO DE VENTA SUGERIDO	AJUSTE DEL PRECIO DE VENTA
Implementación metodología BIM Fase 1 a 6	\$40,000,000	50.00%	\$ 4,450,000	25.00%	\$ 38,000,000	25.00%	\$ 30,612,500	\$ 33,999,999

3.6 Planeación

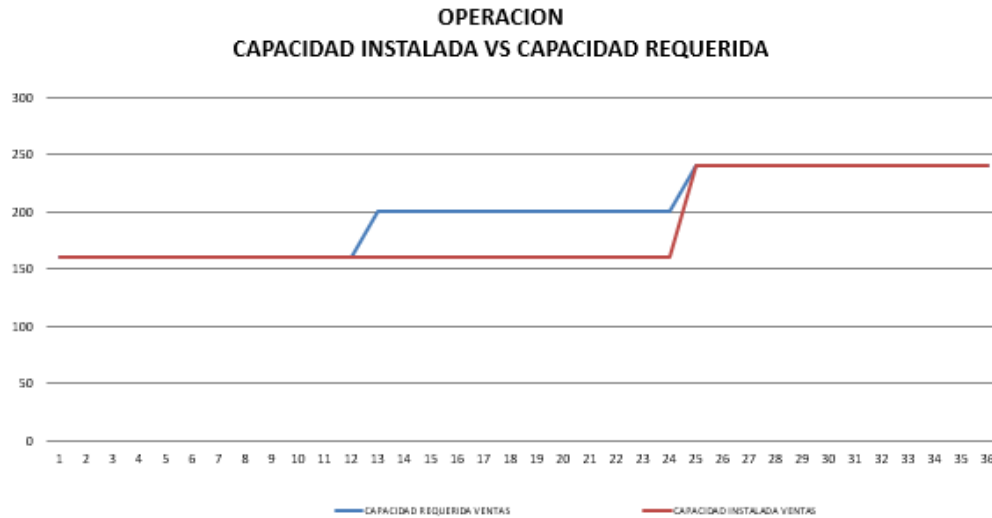
3.6.1 Capacidad instalada vs capacidad requerida “operación”

Ilustra el desempeño operativo del servicio ofrecido para la implementación de la metodología BIM en las PYMES del sector de la construcción. Se evidencia una relación equilibrada entre la capacidad instalada (línea roja) y la capacidad requerida (línea azul), lo que indica que el equipo técnico y los recursos disponibles se encuentran dimensionados de manera adecuada para atender la demanda actual del servicio. Este comportamiento refleja una planificación eficiente del proceso de consultoría e implementación, donde se optimiza el uso del personal, las herramientas tecnológicas y el tiempo de ejecución de cada fase. El leve margen superior de la capacidad instalada demuestra una reserva operativa estratégica, que permite responder con flexibilidad ante un aumento en la demanda o la ampliación de proyectos simultáneos. En conjunto, la gráfica evidencia que el servicio de adopción BIM cuenta con una estructura operativa sólida, eficiente y adaptable, capaz de garantizar resultados óptimos y sostenibles en las medianas empresas que deciden incorporar esta metodología.



3.6.2 Capacidad instalada vs capacidad requerida (Ventas)

muestra el comportamiento del área comercial vinculada al servicio de implementación de la metodología BIM en las PYMES del sector de la construcción. Se observa que la capacidad instalada en ventas (línea roja) mantiene un nivel estable y ligeramente inferior a la capacidad requerida (línea azul) durante gran parte del periodo analizado, lo cual indica que la demanda potencial del servicio supera levemente la capacidad actual del equipo comercial. Este resultado sugiere que existe una oportunidad de crecimiento en la cobertura de mercado, siempre que se fortalezcan las estrategias de promoción y atención al cliente. Asimismo, el incremento progresivo de ambas líneas hacia la parte final del gráfico evidencia una proyección positiva en la demanda del servicio, reflejando un interés creciente de las empresas por adoptar herramientas digitales como BIM. En términos generales, el comportamiento de la gráfica confirma la viabilidad y sostenibilidad del modelo de negocio propuesto, resaltando la importancia de ampliar la capacidad instalada en ventas para responder de manera eficiente al aumento en la demanda de consultorías e implementaciones BIM en el sector.



3.7 Ventas

Tras revisar y clasificar las diversas empresas que ofrecen servicios relacionados con la Metodología BIM en Bogotá, se identificaron como principales competidores potenciales, por su alineación con el segmento de mercado (consultoría BIM para medianas empresas de diseño de redes técnicas) el servicio que prestan y su capacidad, a las siguientes cuatro compañías.

1. MicroCAD
2. Proyectos y Construcciones BIM
3. IAC Ingeniería Asistida por Computador
4. BIMP S.A.S

Estas empresas destacan por ofrecer servicios que satisfacen la necesidad de implementación y consultoría BIM:

MicroCAD por su parte ofrece servicios de diseño asistido por computador CAD, capacitación y consultoría en los softwares de ingeniería y arquitectura, y por último ofrece venta de licencias y soporte técnico especializado.

La empresa proyectos y construcciones BIM se especializa en la metodología BIM y brinda asesoría, modelado 3D, gestión de proyectos y coordinación de disciplinas para la construcción de edificios. se enfoca en la optimización de recursos y procesos constructivos por medio de la metodología BIM.

Por último, la empresa IAC da soluciones de ingeniería utilizando herramientas computacionales, en el diseño estructural, simulación y desarrollo de proyectos de ingeniería civil, mecánica o industrial con software especializado

Son empresas dirigidas a un tamaño de empresa relevante para el estudio.

3.7.1 Fortalezas y debilidades de la competencia potencial:

A continuación, vamos a presentar un análisis de las fortalezas y debilidades de estos cuatro competidores principales, tanto de forma horizontal (comparando ítems entre empresas) como vertical (analizando cada empresa individualmente), según la tabla de análisis en Fuente [8].

3.7.2 Análisis Horizontal

- **Producto/Servicio (Empaque, Presentación, Garantía):**

En empaque y presentación: Las tres empresas dependen de su valor intangible (modelos digitales, informes, capacitación). La diferencia está en el formato: MicroCAD (software/cursos), Proyectos BIM (visualización 3D), IAC (análisis técnico).

En Garantía: Todas ofrecen aval técnico, pero con enfoques distintos:

MicroCAD: Soporte de software.

Proyectos BIM: Eficiencia en construcción.

IAC: Precisión en cálculos.

Fortalezas: Generalmente, las empresas presentan portafolios técnicos completos y bien estructurados como lo son el empaque y la Presentación. Demuestran conocimiento y acompañamiento técnico.

Debilidades: La presentación visual de los servicios tiende a ser básica o poco atractiva (Empaque, Presentación). Las garantías formales postventa, no suelen especificarse claramente, basándose más en la experiencia demostrada.

- **Precio (Precio, Forma de Pago):**

MicroCAD: Licencias (única/suscripción), cursos por paquete, y las formas de pago más usada es Tarjeta, transferencia, PayPal.

Proyectos BIM: se paga por proyectos o mensualidad, y las formas de pago más usadas son transferencia, factura electrónica.

En IAC se paga por honorarios por hora o precio fijo por informe y su método de pago más común es Transferencia, facturación.

Fortalezas: Los precios parecen adaptarse al tipo de cliente o proyecto, y la estructura por fases o modularidad permite flexibilidad en los pagos.

	MicroCAD			Proyectos y Construcciones BIM			IAC Ingeniería Asistida por Computador			BIMP S.A.S			TOTAL
	Calificación	# de fuente	JUSTIFICACIÓN	Calificación	# de fuente	JUSTIFICACIÓN	Calificación	# de fuente	JUSTIFICACIÓN	Calificación	# de fuente	JUSTIFICACIÓN	
PRODUCTO O SERVICIO													
Empaque	8	12	Clara estructuración por fases - Sitio con diseño básico.	7	13	Portafolio bien definido - Web poco atractiva visualmente	7	14	Portafolio técnico completo. - Visualmente limitado	8	15	Imagen profesional y clara - Falta de diferenciación por tipo de cliente	30
Presentación	8	12	Comunicación clara,	7	13	Lenguaje técnico claro	7	14	Explica procesos	8	15	Buen uso de infografías -	30

			adaptada a medianas empresas - Bajo impacto visual.			- Poco enfoque comercial			detalladamente - Enfoque muy técnico			No destaca casos o testimonios	
Garantía	8	12	Acompañamiento durante implementación - No menciona SLA o postventa	7	13	Experiencia en campo respalda calidad - No se especifican garantías.	8	14	Seguimiento técnico robusto - No se detalla compromiso formal.	8	15	Servicio por fases facilita control - Sin garantía explícita.	31
TOTAL PRODUCTO	24			21			22			24			
PRECIO													
Precio	8	12	Adaptado a tipo de cliente - Sin información abierta.	7	13	Ajustable según proyecto - No se publica rango	7	14	Justificado por calidad técnica - Puede parecer costoso para pymes	8	15	Modular, adaptable - No hay valores visibles.	30
Forma de pago	8	12	Flexibilidad por fases - No se publica información.	7	13	Se negocia directamente - No se detallan opciones.	7	14	Posible escalabilidad - Información poco clara	8	15	Servicios por etapa ayudan a pagos progresivos - Sin detalle en web.	30
Subtotal	16			14			14			16			
DISTRIBUCIÓN													
Logística	8	12	Buen trato directo, flexibilidad - Poca información logística.	8	13	Capacidad operativa demostrada - Alcance limitado fuera de Bogotá.	7	14	Experiencia técnica de campo - Sin mención de cobertura nacional	8	15	Metodología modular bien organizada - Escasa información logística.	31
Canal	8	12	Comunicación directa eficiente - Sin sistema de autoservicio.	8	13	Canal digital funcional. Poca automatización	7	14	Canal técnico bien gestionado - No hay presencia en plataformas especializadas.	8	15	Buen canal visual y contacto ágil - Canales limitados.	31
Oportunidad	8	12	Respuesta oportuna al cliente - No especifica cronogramas.	8	13	Buena ejecución en obra - Tiempos no publicados.	7	14	Bien planificado, técnico - No detalla entregables por fase.	8	15	Trabajo secuencial facilita seguimiento - Falta indicadores de tiempo.	31
Experiencia	8	12	Conocimiento aplicado a medianas empresas - No muestra casos reales.	9	13	Experiencia demostrada en Colombia - Poco detalle en	8	14	Experiencia en ingeniería BIM - No se detalla por tamaño de cliente.	8	15	Experiencia multidisciplinaria. Casos no	33

					sectores específicos.					documentados	
TOTAL DISTRIBUCIÓN	32		33			29			32		
PROMOCIÓN											
Medios	8	12 Tiene blog técnico - Poco video o multimedia.	8	13 Usa redes sociales activamente - Poca interacción.	7	14 Publica artículos técnicos - Baja presencia en RRSS	8	15 Sitio web visualmente atractivo - Poca producción de contenido.		31	
Publicidad	7	12 Posicionamiento técnico - Sin campañas formales.	8	13 Visibilidad en su nicho - Bajo uso de testimonios.	7	14 Reputación por calidad - Poco enfoque publicitario.	7	15 Apariencia profesional ayuda a su marca - Bajo marketing activo		29	
Subtotal	15		16		14		15				
TOTAL	87		84		79		87				

3.8 Publicidad

IAC Ingeniera Asistida por Computador (Ingeniería Asistida por Computador, 2025)²⁹: De acuerdo con la consulta realizada en la página web de la empresa se determinó que el principal medio de información es de manera digital, siendo su eje central de comunicación y contacto con clientes actuales y potenciales. A través de esta, la empresa presenta de manera estructurada y detallada su portafolio de servicios especializados de Consultoría BIM, incluyendo soluciones a empresas del sector constructor. Adicionalmente la página web cuenta con funciones como:

- Formulario de contacto para agendamiento de citas personalizadas que les permite llegar al cliente de manera personalizada.
- Información acerca de su sede física para opción de atención presencial
- Canales virtuales complementarios como LinkedIn, en donde comparten casos de éxito, eventos y actualizaciones relevantes del sector
- Canal de Youtube en donde se encuentra la información correspondiente a sus cursos de formación empresarial y cursos en línea.

Otro medio destacado para la empresa es activa participación en comunidades profesionales como Autodesk Community contribuyendo con contenido técnico, resolución de dudas y practicas asociadas a la metodología BIM, por lo que IAC cuenta con medios de multiformato de entrega de servicios y comunicación integrando lo físico y digital permitiéndoles ampliar su alcance fortalecer su posicionamiento como referentes en consultoría BIM.

C&C Consulting Construction Group (Consulting & Construction Integrated Solutions for the AEC Industry, 2025): Esta empresa usa comunicación integral y multicanal orientada a maximizar el alcance y la accesibilidad de sus servicios en la industria garantizando una experiencia informativa clara y profesional.

El sitio web les permite ofrecer información detallada sobre:

- a) Servicios especializados en consultoría, gerencia de proyectos y consultoría.
- b) Divisiones técnicas que integran la estructura operativa.
- c) Sección de portafolios de proyectos demostrando su experiencia y trayectoria en los diferentes tipos de obras.
- d) Metodología de trabajo destacando la aplicación de estándares técnicos, normativos y uso de metodología BIM.

Igualmente, en su página proporciona información de las múltiples formas de contacto directo como su correo, dirección y teléfono, por ultimo cuenta con alta presencia en redes sociales como Facebook, Instagram, Youtube, Twiter y LinkedIn Estas plataformas permiten a la empresa compartir actualizaciones, proyectos recientes y contenido relevante para su audiencia y posibles clientes manteniendo así comunicación constante, transparente y accesible fortaleciendo su marca y llegando a más clientes.

BIM Management (BIM Management, 2025)³¹: Esta empresa ha desarrollado una estrategia de comunicación combinando canales digitales y presenciales que ofrecen sus servicios de consultoría BIM. Su sitio Web es su principal canal digital proporcionando información detallada sobre sus servicios, incluyendo modelado, coordinación de especialidades, en el

sitio se encuentra información de clientes y casos de éxito reforzando confianza y transparencia hacia potenciales clientes.

En cuanto a las vías de contacto directas y personalizadas esta empresa ofrece múltiples opciones de contacto como teléfonos y correo electrónico facilitando así la interacción con clientes actuales y potenciales más no se encuentra información de puntos físicos, aunque se da a entender su disposición para agendar citas y brindar atención personalizada.

No se detecta presencia en redes u otras plataformas digitales lo que limita su alcance y visibilidad en el entorno digital actual.

3.8.1 Publicidad; Logo, identidad cromática y eslogan:

3.8.1.1 LOGO

El logo de "MCAD Training & Consulting" presenta un diseño moderno y profesional, combinando una tipografía limpia en blanco sobre un fondo negro que transmite seriedad y elegancia. La "M" estilizada en un degradado rojo resalta visualmente y sugiere dinamismo, innovación y solidez, cualidades alineadas con el ámbito tecnológico del diseño asistido por computadora (CAD). La disposición jerárquica del texto, junto con la línea divisoria vertical, aporta equilibrio y organización visual, mientras que la inclusión de "Training & Consulting" en una fuente más pequeña refuerza la naturaleza formativa y consultiva de la empresa. En conjunto, el logo comunica con claridad una identidad confiable, técnica y vanguardista. (CONSULTING, n.d.)

Mientras que para el logo de "iac Ingeniería Asistida Por Computador" presenta un diseño minimalista y sobrio, con una tipografía redondeada en minúsculas que transmite cercanía y modernidad, mientras que el uso del color blanco sobre fondo negro genera un fuerte contraste visual que refuerza la seriedad y profesionalismo de la marca. La sigla "iac" está en un tamaño predominante, lo que facilita su memorización y posicionamiento, mientras que la frase descriptiva en la parte inferior define claramente el rubro tecnológico de la empresa, asociado a la ingeniería computacional. En conjunto, el logo refleja una identidad

clara, técnica y confiable, adecuada para el ámbito educativo o consultivo en tecnología e ingeniería. (IAC, n.d.)

Ahora para El logo de "Inesa Tech Civil Engineering School & Consulting" presenta una imagen moderna y tecnológica, con una tipografía estilizada y futurista que transmite innovación y profesionalismo. El nombre "inesa" en azul oscuro denota seriedad, mientras que "TECH" en celeste sugiere tecnología y frescura, generando un contraste equilibrado y visualmente atractivo. El isotipo a la izquierda, que simula una estructura o torre dentro de un globo estilizado, representa claramente el enfoque en la ingeniería con una proyección global. El eslogan en la parte inferior refuerza el carácter educativo y consultivo de la marca, dando como resultado un logo bien estructurado, técnico y alineado con los valores de formación especializada e ingeniería. (TECH, n.d.)

3.8.1.2 Identidad Cromática

La identidad cromática o identidad visual de una empresa es el uso estratégico de los colores con los cuales se va a identificar y a presentar la marca, influye en la percepción del público, comunica diferentes valores y diferencia a la empresa de su competencia, para ilustrar su impacto, se analizará cómo tres empresas del sector BIM aplican su identidad cromática y cómo esta elección afecta su comunicación y percepción.

En el caso de "BIM&CO" La empresa utiliza una paleta minimalista basada en azul oscuro como color primario, aplicado en elementos clave como menús y botones, reforzando su imagen de seriedad y confiabilidad en el sector BIM. Combina este tono con blanco puro en fondos y espacios negativos para garantizar legibilidad, y grises neutros en diferentes tonalidades para jerarquizar contenidos secundarios. sigue en su paleta de colores el verde para un detalle en el logo, el morado para menús y botones esporádicos. Esta selección cromática carente de colores cálidos o acentos vibrantes proyecta un estilo técnico y corporativo, coherente con su público objetivo que serían las empresas de construcción y arquitectura, aunque limita el contraste visual para llamados a la acción. La ausencia de colores energéticos sugiere un enfoque conservador, priorizando la funcionalidad sobre el dinamismo. (BIM&CO Francia, 2025)



Simplifique la coordinación y la colaboración con nuestra experiencia en gestión BIM

Le apoyamos para garantizar que su proyecto cumpla con los requisitos contractuales en materia de producción de datos.



Fuente: <https://www.bimandco.com/bim/bim-management-2/>

En el caso de “BIMTech” emplea una paleta estratégica basada en azul eléctrico como color primario, que transmite tecnología y confianza; combinado con blanco para limpieza visual y gris oscuro para textos. Sin embargo, el diferencial de esta empresa es el uso del color naranja en botones clave como "Contactar" y "¡Escríbenos!", iconos interactivos y elementos destacados. Este contraste cálido-vibrante cumple varias funciones clave; Jerarquiza acciones: El naranja atrae la mirada, incentivando la conversión; Aporta energía: Rompe la seriedad del azul, comunicando dinamismo y enfoque práctico ideal para clientes que buscan soluciones ágiles y Refuerza memorabilidad: La combinación azul y naranja es distintiva frente a los competidores. (BIMTech SOLUTIONS , s.f.)

Figura 9: Pagina Web de BIMTech



CONSULTORÍA

Ofrecemos un proceso de consultoría enfocado en reconocer ventajas y oportunidades de mejora dentro de los flujos de trabajo y procesos de los proyectos arquitectónicos y de construcción. Nuestro equipo de expertos en BIM no solo posee un profundo conocimiento de la metodología, sino

Fuente: <https://www.bimtechla.com/consultoria/>

Por último, en el caso de la empresa “Ingeniería BIM” la paleta de colores que utiliza y su identidad cromática se basa en colores azules y grises, que transmiten profesionalismo, confianza y tecnología. El azul (en varios tonos) refleja seriedad, estabilidad, mientras que los grises aportan equilibrio y modernidad. Es su página web estos colores se combinan con blanco para contrastar, reforzando una imagen limpia y minimalista. Combina también con colores naranjas en elementos interactivos como botones e iconos, que llaman a la acción. Estos colores se alinean perfecto con la identidad visual del sector de la construcción y la ingeniería pues proyectan innovación. (INGEBIM, 2025)

3.8.1.3 Eslogan

Un eslogan es una frase corta que representa la identidad de la empresa, se utiliza para causar recordación y transmitir un mensaje clave al público, para el análisis de eslogan se analizan tres empresas e impacto con respecto al eslogan:

BIMTECH SOLUTION “—”*Transformamos tus proyectos con BIM*” (BIMTech SOLUTIONS , s.f.)

Este eslogan destaca la capacidad de evolución y modernización mediante BIM, posicionándose como un agente de cambio tecnológico y moderno, usando el verbo “transformamos” que destaca innovación, aunque no deja de ser un poco genérico.

BIM&CO – “*BIM inteligente para construcciones eficientes*” (BIM&CO Francia, 2025)

Eslogan que destaca la optimización de recursos con el BIM refiriéndose a construcciones eficientes, muestra creatividad y rima, destaca “eficientes” dando a entender la rentabilidad y sostenibilidad.

IngeBIM – “Ingeniería precisa, resultados reales” (INGEBIM, 2025)40

Por ultimo el eslogan de IngeBIM menciona exactitud técnica con la palabra “precisa” y un impacto tangible con la frase “resultados reales”, contiene un lenguaje claro y directo proyectando confiabilidad, aunque no menciona exactamente la metodología BIM lo que podría llegar a diluir si especialidad.

3.8.2 Presupuesto de comunicación: Investigar cuánto valen los medios de comunicación que usados en el sector de la construcción

De acuerdo con la consulta realizada a la IA Chat GPT “¿Cuánto valen los medios de comunicación usados en el sector de la construcción? Indicar fuentes”. Se obtuvieron los siguientes datos:

Medio / Servicio	Descripción / Alcance	Costo unitario (COP)	Frecuencia / Alcance anual	Costo anual estimado (COP)
Redes sociales - Pauta (Facebook/Instagram)	50.000 impresiones / 1.000 clics por campaña mensual	\$ 624,000.00	12 meses	\$ 7,488,000
Redes sociales - Gestión profesional	Community Manager + diseño gráfico + programación de contenido	\$1.450.000	12 meses	\$ 17,400,000
Radio especializada en construcción	60 seg. – 10 emisiones semanales (CPM alto sectorial)	\$8.000.000	12 meses	\$ 96,000,000

Página corporativa web	Diseño web profesional con 4 secciones (inicio, servicios, contacto, portafolio)	\$ 5,000,000	Pago único	\$ 5,000,000
Mantenimiento web	Hosting, actualizaciones, soporte técnico básico	\$ 1,500,000	Anual	\$ 1,500,000
Revista especializada (inserto o mención)	Publicación bimensual en medios del gremio de la construcción	\$ 1,500,000	2 ediciones / año	\$ 3,000,000

Medio	Formato / Tipo de Publicidad	Costo Aproximado (COP)
Medios Sonoros (Radio)	Anuncio de 15 segundos	\$ 36,300.00
	Anuncio de 30 segundos	\$ 60,500.00
	Mini reportaje de 3 minutos	\$ 181,500.00
Medios Impresos	Contraportada o dos páginas	\$ 6,982,025
	Una página completa	\$ 4,654,745
	Media página	\$ 2,844,567
	Un cuarto de página	\$ 1,933,856
Medios Audiovisuales (TV)	Emisión comercial de 15 segundos	\$ 56,720.00
	Emisión comercial de 30 segundos	\$ 113,440.00
	Producción de 30 minutos en vivo	\$ 1,814,970.00
Medios Digitales	Banner lateral (150x50 px)	\$ 907,480.00
	Artículo publrreportaje en homepage	\$ 6,147,230
	Envío masivo de correos (5.000 destinatarios)	\$ 1,361,227
	Producción de video HD de 30 minutos	\$ 9,220,800

4 ENFASIS

Los integrantes del grupo se encuentran desarrollando su énfasis profesional de acuerdo con las rutas formativas establecidas por la institución: Gómez Florián Tatiana Marcela y Rincón López Yuli Alejandra realizan su proceso de coterminalidad en la Especialización Tecnológica en Metodología BIM para el Desarrollo de Proyectos de la Edificación, fortaleciendo sus competencias avanzadas en modelación y gestión de información; mientras que Preciado Reyes Giovanni Alberto desarrolla su pasantía, aplicando los conocimientos adquiridos en un entorno real de práctica profesional.

5 CONCLUSIONES.

- a) La investigación confirma que las dificultades para la implementación de BIM en las medianas empresas colombianas no responden a una única causa, sino a una combinación interrelacionada de factores, como lo son tecnología, políticas, recursos y personas.
- b) La estrategia reconoce que las medianas empresas se encuentran en diferentes niveles de madurez frente a la metodología BIM, por lo que ofrece soluciones escalables y flexibles. Esta adaptación a las capacidades reales del cliente evidencia que el servicio responde a una necesidad concreta y no a una imposición del mercado.
- c) El modelo de precios escalonados y formas de pago flexibles garantiza que incluso empresas con recursos limitados puedan acceder al servicio. Esto no solo hace viable el proyecto financieramente, sino que asegura su accesibilidad y amplia aceptación en el mercado objetivo.
- d) La adopción de la metodología BIM en medianas empresas del sector construcción en Bogotá es un proceso necesario pero complejo, debido a múltiples barreras como los costos elevados, la falta de capacitación, el desconocimiento de los beneficios de la metodología y la resistencia cultural al cambio. Superar estas barreras requiere estrategias específicas y adaptables a las realidades de cada empresa.
- e) Las estrategias propuestas como la capacitación por roles, el uso progresivo de herramientas tecnológicas gratuitas y el acompañamiento especializado permiten una transición escalonada hacia BIM, reduciendo los impactos económicos y facilitando la apropiación gradual del modelo por parte de las empresas.
- f) El potencial innovador del proyecto radica en su enfoque práctico y flexible, al no proponer una solución única sino un conjunto de acciones ajustables según el nivel de madurez digital y organizacional de cada empresa, lo que lo convierte en una herramienta replicable a nivel nacional.
- g) El impacto de BIM va más allá de lo tecnológico: mejora la eficiencia operativa, optimiza recursos, promueve la sostenibilidad ambiental al reducir errores y

desperdicios, y fortalece el capital humano al exigir una formación continua y la redefinición de roles en las empresas.

- h) La implementación de BIM en medianas empresas no solo incrementa la competitividad, sino que también contribuye al desarrollo económico y social, generando empleos más calificados, fortaleciendo la oferta constructiva y posicionando a las empresas para competir en licitaciones públicas y privadas con mayores exigencias.
- i) Las alianzas con instituciones educativas, el apoyo estatal y la socialización de casos de éxito son clave para acelerar el proceso de adopción, permitiendo crear un ecosistema colaborativo que impulse la transformación digital del sector construcción desde sus bases medianas.

6 GLOSARIO DE TÉRMINOS Y VOCABULARIO ESPAÑOL A INGLÉS

Término en Español	Término en Inglés	Definición en español	Definition in English
Metodología BIM	BIM Methodology	Sistema digital que integra toda la información de un proyecto de construcción en un modelo tridimensional colaborativo.	Digital system that integrates all project information into a collaborative three-dimensional model.
Modelado de Información de la Construcción	Building Information Modeling	Proceso que permite crear, gestionar y compartir datos de un proyecto durante todo su ciclo de vida.	Process that allows the creation, management, and sharing of project data throughout its entire life cycle.
Entorno Común de Datos (CDE)	Common Data Environment (CDE)	Plataforma digital que centraliza la información del proyecto y garantiza el trabajo colaborativo.	Digital platform that centralizes project information and ensures collaborative work.
Plan de Ejecución BIM (BEP)	BIM Execution Plan (BEP)	Documento que define procesos, estándares, responsabilidades y flujos de información del proyecto.	Document defining project processes, standards, responsibilities, and information workflows.

Requisitos de Intercambio de Información (EIR)	Exchange Information Requirements (EIR)	Documento contractual que especifica la información que debe generarse y entregarse en cada fase.	Contractual document specifying the information to be generated and delivered at each stage.
Nivel de Desarrollo (LOD)	Level of Development (LOD)	Grado de detalle y precisión que posee un elemento o modelo BIM.	Level of detail and accuracy that a BIM element or model contains.
Interoperabilidad	Interoperability	Capacidad de los sistemas para intercambiar información y funcionar entre diferentes plataformas.	Ability of systems to exchange information and operate across different platforms.
Transformación Digital	Digital Transformation	Proceso mediante el cual una empresa adopta tecnologías digitales para mejorar su productividad.	Process through which a company adopts digital technologies to improve productivity.
Guía BIM Colombia	BIM Colombia Guide	Documento oficial que orienta la implementación de BIM en el país, bajo la norma ISO 19650.	Official document guiding BIM implementation in Colombia, aligned with ISO 19650 standards.

Coordinador BIM	BIM Coordinator	Profesional que supervisa la coherencia técnica, coordinación y calidad de los modelos BIM.	Professional who oversees technical consistency, coordination, and quality of BIM models.
Modelador BIM	BIM Modeler	Especialista encargado de crear y mantener los modelos tridimensionales del proyecto.	Specialist responsible for creating and maintaining the project's three-dimensional models.
Gestor de Información	Information Manager	Persona responsable de administrar y distribuir la información dentro del entorno BIM.	Person responsible for managing and distributing information within the BIM environment.
Auditoría BIM	BIM Audit	Proceso de verificación que asegura la calidad y cumplimiento de los estándares del modelo BIM.	Verification process that ensures model quality and compliance with BIM standards.
Protocolo de Colaboración	Collaboration Protocol	Conjunto de reglas y procedimientos que regulan el intercambio de información entre los actores del proyecto.	Set of rules and procedures governing the exchange of information among project participants.

Licencia de Software	Software License	Autorización legal para el uso de un programa informático bajo condiciones específicas.	Legal authorization to use a software program under specific conditions.
Simulación Energética	Energy Simulation	Análisis digital que predice el comportamiento energético de un edificio antes de su construcción.	Digital analysis predicting a building's energy performance before construction.
Análisis de Interferencias	Clash Detection	Proceso que identifica conflictos o choques entre los modelos de diferentes disciplinas.	Process that identifies conflicts or clashes between models from different disciplines.
Modelado 3D	3D Modeling	Representación tridimensional digital de elementos constructivos.	Digital three-dimensional representation of construction elements.
Modelo 4D	4D Model	Modelo BIM que integra la variable tiempo para simular la programación de obra.	BIM model that integrates time as a variable to simulate construction scheduling.
Modelo 5D	5D Model	Extensión del modelo BIM que incluye la	Extension of the BIM model that includes

		gestión de costos y presupuestos.	cost and budgeting management.
Modelo 6D	6D Model	Modelo que incorpora análisis de sostenibilidad y eficiencia energética.	Model that incorporates sustainability and energy efficiency analysis.
Modelo 7D	7D Model	Modelo orientado a la gestión de mantenimiento y operación del activo construido.	Model focused on facility management and asset operation.
Innovación Tecnológica	Technological Innovation	Implementación de nuevas tecnologías que optimizan los procesos empresariales y constructivos.	Implementation of new technologies that optimize business and construction processes.
Eficiencia Energética	Energy Efficiency	Capacidad de un sistema o edificio para consumir menos energía manteniendo su rendimiento.	Ability of a system or building to consume less energy while maintaining performance.
Huella de Carbono	Carbon Footprint	Medida del impacto ambiental de una actividad o proyecto en emisiones de CO ₂ .	Measure of the environmental impact of an activity or project in CO ₂ emissions.

Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)	Sustainable Development Goals (SDG)	Metas globales establecidas por la ONU para promover la sostenibilidad y el bienestar social.	Global goals established by the UN to promote sustainability and social well-being.
Consultoría Técnica	Technical Consulting	Servicio de asesoría especializado en procesos de implementación y mejora tecnológica.	Specialized consulting service for technological implementation and improvement processes.
Capacitación BIM	BIM Training	Proceso formativo dirigido a fortalecer las competencias técnicas del personal en la metodología BIM.	Training process aimed at strengthening staff technical skills in the BIM methodology.
Cultura Organizacional	Organizational Culture	Conjunto de valores y prácticas compartidas que definen el comportamiento dentro de una empresa.	Set of shared values and practices that define behavior within a company.
Madurez Digital	Digital Maturity	Nivel de desarrollo tecnológico y digital alcanzado por una organización.	Level of technological and digital development achieved by an organization.
Gestión Documental	Document Management	Administración estructurada de	Structured management of

		archivos y registros digitales del proyecto.	digital project files and records.
Prototipo Digital	Digital Prototype	Versión simulada del proyecto que permite validar procesos y detectar errores antes de su ejecución.	Simulated version of the project allowing process validation and error detection before execution.
Trazabilidad	Traceability	Capacidad de seguir el historial y cambios de un dato o modelo dentro del proyecto.	Ability to track the history and changes of data or a model within the project.
Licitación Pública	Public Tender	Proceso formal mediante el cual se seleccionan contratistas o proveedores para proyectos públicos.	Formal process through which contractors or suppliers are selected for public projects.
Sustentabilidad	Sustainability	Principio que busca equilibrar el desarrollo económico con la protección ambiental y social.	Principle that seeks to balance economic development with environmental and social protection.
Recurso Humano	Human Resource	Personal técnico y administrativo involucrado en el desarrollo del proyecto.	Technical and administrative staff involved in the project's development.
Economía Circular	Circular Economy	Modelo que promueve el aprovechamiento	Model that promotes maximum

		máximo de los recursos mediante el reciclaje y la reutilización.	resource utilization through recycling and reuse.
Revit	Revit	Software BIM desarrollado por Autodesk para modelar, coordinar y documentar proyectos.	BIM software developed by Autodesk for modeling, coordination, and project documentation.
AutoCAD	AutoCAD	Software de diseño asistido por computadora para planos y modelado 2D/3D.	Computer-aided design software for 2D/3D drafting and modeling.
BricsCAD BIM	BricsCAD BIM	Plataforma de modelado BIM basada en estándares abiertos IFC.	BIM modeling platform based on open IFC standards.
IFC (Formato Abierto)	IFC (Industry Foundation Classes)	Estándar internacional que permite el intercambio de modelos BIM entre diferentes programas.	International standard enabling the exchange of BIM models between different software.
Entorno Virtual Colaborativo	Virtual Collaborative Environment	Espacio digital donde los equipos de trabajo interactúan y comparten información del proyecto.	Digital space where work teams interact and share project information.

Benchmarking	Benchmarking	Proceso de comparación con buenas prácticas del sector para mejorar el desempeño organizacional.	Process of comparing with industry best practices to improve organizational performance.
Innovación Abierta	Open Innovation	Estrategia que fomenta la colaboración con entidades externas para desarrollar soluciones tecnológicas.	Strategy that encourages collaboration with external entities to develop technological solutions.
Toma de Decisiones Basada en Datos	Data-Driven Decision Making	Estrategia empresarial que utiliza información digital para optimizar decisiones.	Business strategy that uses digital information to optimize decision-making.
Plan de Capacitación	Training Plan	Programa que establece las actividades de formación necesarias para adoptar BIM.	Program establishing training activities required to adopt BIM.
Red de Apoyo Institucional	Institutional Support Network	Conjunto de entidades académicas y gubernamentales que impulsan la adopción tecnológica.	Set of academic and governmental entities promoting technological adoption.

Resistencia al Cambio	Resistance to Change	Rechazo o dificultad de las personas para adaptarse a nuevas metodologías o tecnologías.	Rejection or difficulty of individuals adapting to new methodologies or technologies.
------------------------------	----------------------	--	---

7 BIBLIOGRAFÍA

7.1 Bibliografía básica

CAMACOL;. (2023). *Encuesta Nacional BIM*. Bogota D.C.

Carlos, S. M. (2023). *Repositorio Universidad Nacional*. Obtenido de https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/85443?utm_source=chatgpt.com

Cesar Granda. (24 de Enero de 2025). *Los Mejores Beneficios del Modelado Energético con BIM para la Construcción Sostenible*. Obtenido de Leaf Sostenibilidad para todos: <https://leaflatam.com/los-mejores-beneficios-del-modelado-energetico-con-bim-para-la-construccion-sostenible/>

Colombia, M. d. (09 de Noviembre de 2023). *MINTIC*. Obtenido de <https://www.mintic.gov.co/portal/inicio/Sala-de-prensa/Noticias/282036:Tenemos-que-transformar-digitalmente-el-sector-de-la-construccion-Ministro-Mauricio-Lizcano>

DANE. (2021). *Encuesta de Micronegocios*.

David Ortega Quintero, J. (17 de Marzo de 2025). *Reository Unilibre*. Obtenido de <https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/25592/BIM%20Eficiencia%20Energetica.1.1%20pdf.pdf?sequence=1>

Departamento Nacional de Planeación. (Octubre de 2017). *Departamento Nacional de Planeación*. Obtenido de https://colaboracion.dnp.gov.co/cdt/sinergia/documentos/ods_en_los_pdt.pdf

Departamento Nacional de Planeación. (2020). *Estrategia Nacional BIM 2020-2026*. Bogota D.C.

Desafíos y soluciones en la implementación de BIM. (Agosto de 2024). Obtenido de Escuela Europea de Dirección y Empresa: <https://www.eude.es/blog/desafios-y-soluciones-en-la-implementacion-de-bim/>

Distrital, S. J. (3 de Mayo de 2010). *Decreto 1469 de 2010 Nivel Nacional*. Obtenido de <https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=39477#:~:text=Es%20la%20autorizaci%C3%B3n%20previa%20para,autoridad%20municipal%20competente%2C%20en%20cumplimiento>

Ealde Business School. (28 de Noviembre de 2022). *EALDE*. Obtenido de <https://www.ealde.es/plan-de-implementacion-bim/>

EMPRESA, E. E. (02 de Agosto de 2024). *Desafíos y soluciones en la implementación de BIM*. Obtenido de Desafíos y soluciones en la implementación de BIM: <https://www.eude.es/blog/desafios-y-soluciones-en-la-implementacion-de-bim/#:~:text=Resistencia%20al%20cambio:%20La%20implementaci%C3%B3n,por%20parte%20de%20los%20empleados>.

Gobierno de Colombia. (Noviembre de 2020). *Departamento Nacional de Planeacion*. Obtenido de <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Prensa/Estrategia-Nacional-BIM-2020-2026.pdf>

Luna, M. F. (2024). *Pontificia Universidad Javeriana Cali*. Obtenido de https://vitela.javerianacali.edu.co/items/81b3e8ce-2394-4931-b4b9-1c923a18273e?utm_source=chatgpt.com

Mathias Gómez, S. A. (2023). Impacto de la metodología BIM en la gestión de proyectos de construcción. *Tecnología en Marcha*, 66. Obtenido de https://revistas.tec.ac.cr/index.php/tec_marcha/article/view/6860/6655

MCAD, M. (17 de Abril de 2023). *TRAINING & CONSULTING*. Obtenido de TRAINING & CONSULTING: <https://mcad.co/capacitacion-personal-industria-construccion-estrategias-efectivas-beneficios-exito/>

OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE. (17 de Marzo de 2025). Obtenido de Naciones Unidas: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/cities/>

OpenAI. (03 de Marzo de 2024). *ChatGPT*. Obtenido de <https://chat.openai.com>.

Susana Muñoz Bolaños. (Noviembre de 2024). *JARQUIL*. Obtenido de Sevilla contará el próximo año con una nueva: https://jarquil.es/jarquil-residencia-estudiantes-sevilla-yugo-merkel/?utm_source

8 ANEXOS

- 8.1 Anexos del ESTUDIO DE MERCADO (Documento trabajado en la asignatura de Administración)**
- 8.2 Anexos del PLAN DE MARKETING (Documento trabajado en la asignatura de administración)**
- 8.3 Anexos del PLANTEAMIENTO DE CREACIÓN DE LA EMPRESA trabajo de administración.**
- 8.4 Encuestas, Resultados de laboratorio y/o entrevistas.**
- 8.5 Presentación en power point**
- 8.6 Fotografías (o Registro fotográfico del prototipo)**
- 8.7 Prototipo o maqueta virtual o maqueta física o videos**
- 8.8 Poster Formato de identificación del proyecto para el repositorio institucional.**