

Programa dirigido a potenciar la implementación de la metodología BIM, con tecnologías inmersivas de realidad mixta y tecnología LiDAR, en la fase de diseño y ejecución de proyectos civiles en la industria AEC en la ciudad de Bogotá.

Autora: Diana Carolina Prieto Mendoza

Asignatura: Proyecto de Investigación y Desarrollo

Director del Proyecto

Docente: Juan Guillermo Lozano Camelo Mg.

Codirector del Proyecto

Docente: Henry Noreña Villareal Esp.

Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca

Mayo 2023

## Resumen

Este proyecto de investigación tuvo como objetivo evaluar los beneficios de aplicar tecnologías de realidad mixta en la metodología BIM para proyectos de construcción civil durante la fase de diseño y ejecución. Además, buscó categorizar las competencias necesarias y resaltar la importancia de contar con equipos de innovación dentro de las constructoras para proyectos de AEC.

El estudio incluyó la realización de entrevistas a expertos de la industria, como Rodrigo Freig, presidente de Modelo TECH studio, y Maria Juliana, Constructora y Gestora en Arquitectura. Los hallazgos revelaron ventajas significativas en el uso de tecnologías de realidad mixta, como una mejor toma de decisiones, la reducción de errores y una comunicación mejorada durante la ejecución del proyecto.

A través de las entrevistas y los estudios de caso, se evidenció que la combinación de la metodología BIM y las tecnologías de realidad mixta permitió identificar y resolver problemas relacionados con el diseño antes de la fase de construcción. Esto resultó en ahorros significativos de tiempo y costos. Ejemplos de varios proyectos, como una planta hidroeléctrica en Canadá y una escalera comunitaria en Soacha, resaltaron la efectividad de simular proyectos y la importancia de integrar levantamientos 3D con diseños arquitectónicos.

La investigación también enfatizó la necesidad de contar con competencias específicas dentro de los equipos de proyecto. Se identificó que profesionales con experiencia en

construcción, ingeniería e instalaciones especiales, combinados con una disposición para aprender nuevas tecnologías, son fundamentales para una implementación exitosa de BIM.

Además, el estudio destacó la importancia del desarrollo profesional y el aprendizaje continuo para mantenerse actualizado en el campo en constante evolución del diseño y la toma de decisiones.

En general, los resultados de este proyecto de investigación demostraron los beneficios de incorporar tecnologías de realidad mixta en la metodología BIM para proyectos de construcción civil. Se resaltó la importancia de contar con equipos de innovación dentro de las constructoras y su papel en impulsar la implementación de nuevas tecnologías y metodologías. Los hallazgos proporcionan información valiosa para los profesionales de la industria, promoviendo la adopción de tecnologías de realidad mixta y mejorando la eficiencia y calidad de los proyectos de AEC.

*Palabras Clave:* BIM: Building Information Modeling (BIM), Digital twin, Realidad Virtual (VR), Realidad Aumentada (AR), LiDar, Gamificación, Realidad Mixta. (RM)

## Abstract

This research project aimed to evaluate the benefits of applying mixed reality technologies in the BIM methodology for civil construction projects during the execution phase. Additionally, it aimed to categorize the required competencies and emphasize the importance of having innovation teams within construction companies for AEC projects.

The study involved conducting interviews with industry experts, including Rodrigo Freig, the President of Modelo TECH studio, and Maria Juliana, a construction and architecture manager. The findings revealed significant advantages in utilizing mixed reality technologies, such as improved decision-making processes, reduced errors, and enhanced communication during project execution.

Through the interviews and case studies, it was evident that the combination of BIM methodology and mixed reality technologies allowed for the identification and resolution of design-related issues before the construction phase. This resulted in significant time and cost savings. Examples from various projects, including a hydroelectric plant in Canada and a community staircase in Soacha, highlighted the effectiveness of simulating projects and the importance of integrating 3D surveys with architectural designs.

The research also emphasized the need for specific competencies within project teams. Professionals with experience in construction, engineering, and specialized installations, combined with a willingness to learn new technologies, were identified as essential for successful BIM implementation. Furthermore, the study highlighted the importance of

professional development and continuous learning to stay updated with the evolving field of design and decision-making processes.

Overall, the results of this research project demonstrated the benefits of incorporating mixed reality technologies into the BIM methodology for civil construction projects. It emphasized the significance of innovation teams within construction companies and their role in driving the implementation of new technologies and methodologies. The findings provide valuable insights for industry professionals, promoting the adoption of mixed reality technologies and enhancing the efficiency and quality of AEC projects.

*Keywords:* BIM: Building Information Modeling (BIM), Digital twin, Virtual Reality (VR), Augmented Reality (AR), LiDar, Gamification, Mixed Reality. (RM)

## Agradecimientos

Deseo expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que han contribuido a mi formación académica y profesional. En primer lugar, agradezco a mis profesores de la tecnología en delineantes de ingeniería y arquitectura, quienes despertaron en mí el interés por el mundo digital y me dieron las herramientas necesarias para incursionar en el mundo de la construcción. También agradezco a mis profesores de la especialización en metodología BIM, quienes me permitieron profundizar en esta metodología y entender su impacto en la industria AEC.

Quiero destacar especialmente a mis profesores de pregrado en construcción y gestión en arquitectura, en particular al profesor Javier Francisco Valbuena Bernal, quien me impulsó a la lectura y me enseñó la importancia de la investigación en la construcción. Y al profesor Juan Guillermo Lozano Camelo, quien me motivó a seguir creyendo en proyectos sociales y en la importancia de construir para la comunidad.

Por último, agradezco a todos los excelentes docentes que tuve en el transcurso de mi pregrado en construcción y gestión en arquitectura. Cada uno de ellos ha dejado una huella en mi formación y me ha enseñado la importancia del esfuerzo y la dedicación en el logro de los objetivos.

Esta investigación nace gracias a todos los aprendizajes obtenidos y al gran esfuerzo y tiempo invertido estos últimos años de estudio. A todos ellos, mi más sincero agradecimiento.

**Tabla de abreviaturas**

Abreviatura	Término
BIM	Modelado de Información de Construcción
LIDAR	Detección y Rango de Luz
AEC	Arquitectura, Ingeniería y Construcción
DIGITAL TWIN	Gemelo Digital
PIB	Producto Interno Bruto
CIM	Modelado de Información de la Ciudad
3D	Tres Dimensiones
RM	Realidad Mixta
XR	Realidad Extendida
VR	Realidad Virtual
CEO	Director Ejecutivo
AR	Realidad Aumentada
TIC	Tecnologías de la Información y Comunicación
DANE	Departamento Administrativo Nacional de Estadística

## **Tabla de Contenido**

<b>Tabla de abreviaturas .....</b>	<b>7</b>
<b>Índice de Figuras.....</b>	<b>17</b>
<b>Índice de Tablas.....</b>	<b>19</b>
<b>Introducción .....</b>	<b>20</b>
<b>Resumen ejecutivo .....</b>	<b>21</b>
Problema identificado y descripción servicio .....	21
Implementación de la Metodología BIM y Tecnologías Avanzadas para la Eficiencia en la Construcción .....	21
Mercado y cantidad de clientes potenciales.....	23
Canvas.....	23
Objetivo General de la empresa .....	24
Objetivos Específicos de la empresa.....	24
<b>Idea de negocio del proyecto empresarial.....</b>	<b>26</b>
Nombre del proyecto empresarial.....	26
Actividad del proyecto empresarial .....	27
Sector productivo en que se encuentra la empresa.....	27
Clientes a quien se dirige el proyecto.....	28
Subsector productivo del sector de la construcción en que se encuentra el proyecto empresarial.....	29
Objetivos de la empresa .....	29



Razón social y logo.....	31
Razón social de la empresa "Digital Twin": .....	31
Descripción de la razón social:.....	32
Beneficios de la razón social SAS: .....	32
Referencia de los emprendedores .....	33
Elon Musk .....	33
Greg Bentley - .....	33
Mike Biddle.....	33
Scott Unger.....	33
Localización geográfica o virtual del proyecto.....	34
<b>Estudio de mercado.....</b>	<b>35</b>
Análisis del sector .....	35
Descripción de la situación actual del sector de la construcción en Colombia. ....	35
Análisis de las tendencias de consumo en el mercado de la construcción. ....	39
Análisis de los gremios o asociaciones del sector de la construcción. ....	40
Condiciones tecnológicas a nivel nacional e internacional para la producción del servicio. ....	41
Desarrollo tecnológico e industrial del sector y mercados objetivos .....	41
Análisis del mercado.....	41
Cantidad de clientes potenciales .....	41
Estimación de la cantidad de producto o servicio que compran los clientes potenciales.....	44
Estimación del precio al que compran el producto o servicio los clientes potenciales .....	45

Estimación del precio al que compran el producto o servicio.....	46
Estimación de la frecuencia de la compra del producto o servicio por parte de los clientes potenciales.....	46
Análisis de la competencia.....	47
Identificación de los principales competidores. ....	47
Análisis de la competencia, fortalezas, debilidades, participación en el mercado. ....	48
<b>Plan de marketing (capítulo a trabajar en la asignatura de administración) .....</b>	<b>49</b>
Estrategia de producto o servicio.....	49
Definir empaque y presentación (dimensión, modulación, empaque y embalaje).....	49
Definición de la garantía y servicio de postventa.....	54
Determinar si el cliente está dispuesto a comprar el producto o servicio.....	56
Estrategia de precio.....	58
Definir el precio de venta del servicio.....	58
Definir las condiciones o forma de pago.....	59
Estrategia de distribución.....	62
Definir el canal de distribución .....	62
Determinar la logística de la distribución .....	63
Determinar la oportunidad y la experiencia que el cliente desea. ....	64
Estrategias de promoción y comunicación .....	66
Definir los medios de comunicación.....	66

Definir los medios de publicidad adecuados para el servicio. (logo, slogan e identidad cromática.).....	68
Presupuesto de promoción. (expectativa, lanzamiento y mantenimiento) .....	69
<b>Identificación del producto o servicio .....</b>	<b>71</b>
Presentación .....	71
Ficha técnica .....	73
Área de investigación.....	75
Tema de investigación.....	75
Título de la investigación.....	75
Línea de investigación, .....	75
Línea 08. Emprendimiento innovación y transferencia tecnológica: .....	75
Línea 09. Productividad y competitividad en las organizaciones: .....	75
Tipo de investigación .....	76
Objetivo general y específicos del servicio .....	77
Objetivo General .....	77
Objetivos Específicos.....	77
Cuadro de variables, valores e indicadores.....	78
Herramientas de investigación utilizadas.....	81
Evidencia de diligenciamiento del cvlac.....	82
<b>Descripción del producto o servicio.....</b>	<b>82</b>
Formulación del problema a investigar.....	82

Enunciado holoprático .....	82
Preguntas orientadoras .....	82
Árbol del problema causas y consecuencias, descripción .....	85
Causa 1, No hay profesional capacitado en esta metodología.....	86
Causa 2, Desconocimiento de esta metodología en Obra .....	86
Causa 3, Inexistencia de equipos de innovación dentro de las constructoras.....	86
Árbol de objetivos, logros e insumos.....	87
Delimitación temática y geográfica .....	87
Descripción .....	88
Concepto general del producto o servicio .....	88
Impacto tecnológico, social y ambiental .....	89
Potencial innovador.....	90
Justificaciones del problema a investigar .....	91
Justificación ambiental.....	91
Justificación social .....	92
Justificación económica .....	93
Justificación profesional.....	94
Justificación tecnológica .....	95
Necesidades que satisface .....	96
Metodología de la investigación .....	97
Alcance.....	97

Presupuesto de la investigación.....	97
Cronograma de la investigación.....	98
Población y muestra o ensayos o encuesta o entrevistas.....	99
<i>Rodrigo Freig</i> .....	100
<i>Empresa 3Davinci:</i> .....	100
Técnicas e instrumentos .....	101
Antecedente del problema a investigar .....	102
Estado del arte del problema a investigar .....	103
Marcos contextual o referencial.....	104
Marco teórico .....	105
Marco histórico .....	109
Marco normativo.....	113
Marco Ambiental .....	115
Marco Sociocultural .....	117
<b>Nombre del servicio .....</b>	<b>120</b>
Nombre e imagen del servicio .....	120
Composición del servicio.....	121
Ventajas comparativas.....	121
Proceso de producción del Servicio.....	123
Identificación de las actividades necesarias para el diseño, puesta en marcha y producción .....	123

Capacidad instalada.....	131
Necesidades y requerimientos.....	131
Tecnología herramientas, equipos y maquinaria.....	131
<b>Gestión organizacional y administrativa .....</b>	<b>133</b>
Estructura organizacional.....	133
Sistema de contraprestación.....	134
Salud:.....	134
Pensión: .....	134
Forma jurídica y régimen tributario.....	135
<b>Plan financiero .....</b>	<b>136</b>
Plan de inversión en activos fijos y capital de trabajo .....	136
Activos fijos: .....	136
Capital de trabajo: .....	136
Proyección de ingresos y egresos .....	138
Ingresos anuales (estimados):.....	138
Egresos anuales (estimados): .....	139
Punto de equilibrio y margen de distribución .....	140
Estados financieros proyectados, estado de resultados, flujo de caja y balance general .....	141
Indicadores financieros, van, tir, tiempo de recuperación de la inversión, nivel de endeudamiento, razón corriente y razón de liquidez .....	142

Proyección a 3 años:.....	146
<b>Conclusiones .....</b>	<b>146</b>
De la investigación servicio .....	146
Objetivo específico 1.....	146
Objetivo específico 2.....	152
Objetivo específico 3.....	154
Resultado.....	158
Nombre del programa: "BIMxR+: Potenciando la Innovación en la Construcción" .....	158
De la empresa.....	161
Conclusión de PIB - GENERACIÓN DE EMPLEO - IMPACTO DEL COVID.....	161
Conclusión de tendencias, necesidades e innovación .....	164
Conclusión de gremios.....	165
Conclusión Cantidad de clientes potenciales del segmento .....	165
Conclusión Análisis la frecuencia de compra de los clientes potenciales del segmento.....	165
Conclusión análisis del precio al que compran el producto los clientes potenciales .....	166
Conclusión análisis la frecuencia de compra de los clientes potenciales del segmento.....	166
Conclusiones Análisis competencia dentro del Segmento .....	166
Conclusiones fortalezas y debilidades correspondiente al segmento .....	167
Conclusión estrategia de producto y servicio.....	167
Conclusión estrategia de precio.....	170
Conclusiones de estrategia de distribución .....	171

Conclusión estrategia de promoción y publicación.....	171
<b>Marco terminológico y vocabulario español a inglés.....</b>	<b>172</b>
De la investigación del producto o servicio .....	172
De la empresa.....	175
Del proyecto financiero.....	175
<b>Marco conceptual en inglés a español .....</b>	<b>178</b>
De la investigación servicio .....	178
De la empresa.....	179
Del proyecto financiero.....	179
<b>Referencias bibliográficas .....</b>	<b>180</b>
Vínculos .....	180
<b>Anexos documento .....</b>	<b>182</b>
Entrevistas.....	182
Maqueta virtual .....	182
Poster académico .....	183



## Índice de Figuras

Figura 1. Logotipo .....	31
Figura 2. Potencial competencia .....	49
Figura 3. Empresas encuestadas, Pregunta 1 .....	57
Figura 4. Empresas encuestadas, Pregunta 2 .....	57
Figura 5. Ruta de implementación BIM .....	73
Figura 6. Ruta de Implementación, Planeación .....	74
Figura 7 Ruta de Implementación, Ejecución .....	74
Figura 8. Cuadro de variables , valores e indicadores .....	78
Figura 9. Árbol de problemas, causas y consecuencias. ....	85
Figura 10. Árbol de Objetivos .....	87
Figura 11. Mapa Urbano de Bogotá.....	88
Figura 12. Cronograma de Investigación.....	99
Figura 13. Publicación de trabajos sobre BIM, Scopus en 2006-2020.....	105
Figura 14. Red de Coautores en Scopus sobre BIM.....	106
Figura 15. Principales países investigando BIM.....	107
Figura 16. Temas de Búsqueda Sobre BIM .....	108
Figura 17, Convenciones diagrama de Flujos.....	123
Figura 18. Diagrama de flujo Fase inicial de proyecto.....	123
Figura 19. Diagrama de flujo Fase de Planeación de proyecto.....	125
Figura 20. Diagrama de flujo Fase de ejecución de proyecto.....	127
Figura 21. Diagrama de flujo de Retroalimentación de proyecto.....	129
Figura 22, Experiencia Realidad Virtual, Entrevista CEO Modelo Tech Studio .....	147

Figura 23, Levantamiento con Tecnologia LIDAR, Entrevista Modelo Tech Studio..... 147

Figura 24, Simulación Levantamiento y diseño Arquitectónico, Práctica Profesional con ONG  
..... 148

Figura 25. Tomado de Modelo Tech Studio..... 151

Figura 26, Tomado de Modelo Tech Studio..... 151

Figura 27. Slogan de Plan de Empresa ..... 172

Figura 28. Poster Académico ..... 183

## Índice de Tablas

Tabla 1. PIB Colombia.....	35
Tabla 2. Valor agregado precios corrientes .....	35
Tabla 3.Potenciales Clientes .....	42
Tabla 4. Variables Principales .....	79
Tabla 5. Valores Principales .....	79
Tabla 6. Variables principales .....	79
Tabla 7. Usos BIM principales.....	80
Tabla 8. Presupuesto de Investigación .....	97
Tabla 9. Línea del tiempo Historia de BIM (M.A 2018).....	112
Tabla 10, Propuesta de Comunicación.....	172

## Introducción

Imaginar diseñar edificios o construcciones civiles en una plataforma virtual antes de construirlos en el mundo real es posible. Eso es lo que hace la metodología *BIM (Building Information Modeling)*, que en español traduce: Modelado de Información para la construcción, permitiendo a los profesionales de la industria AEC (Arquitectura, Ingeniería y Construcción) crear modelos digitales tridimensionales precisos que contengan información detallada sobre cada elemento de un proyecto. pero ¿qué pasa si pudiéramos llevar esto un paso más allá y experimentar con estos modelos digitales en un entorno de realidad mixta, utilizando tecnologías inmersivas para explorar cada detalle de un proyecto antes de que se construya? ¿Imaginar poder visualizar de manera inmersiva el resultado final de una obra de construcción antes de que siquiera comience su ejecución? ¿O poder realizar un levantamiento topográfico preciso y detallado de la zona de construcción en cuestión de minutos?

Este proyecto de investigación busca potenciar la implementación de BIM con tecnologías de realidad mixta para la fase final de diseño y la fase inicial de construcción en proyectos de la industria AEC en la ciudad de Bogotá, para así lograr una mejor comprensión del proyecto y reducir errores y costos. Además, esta investigación incorpora elementos de gamificación para crear una experiencia más atractiva y agradable para los usuarios. Estas tecnologías están revolucionando la forma en que se diseñan y ejecutan proyectos de construcción utilizando tecnologías como LIDAR (*Light Detection and Ranging*). El resultado final es un aumento en la eficiencia, la precisión y la seguridad en el lugar de trabajo, este trabajo busca saber más sobre cómo estas tecnologías pueden revolucionar la industria AEC

## Resumen ejecutivo

### Problema identificado y descripción servicio

#### **Implementación de la Metodología BIM y Tecnologías Avanzadas para la Eficiencia en la Construcción**

##### ***Descripción del problema:***

La industria de la construcción enfrenta desafíos significativos en términos de eficiencia, coordinación de diseños y toma de decisiones durante el proceso constructivo. La falta de comunicación efectiva entre los diferentes actores, la ausencia de una visualización clara de los proyectos y la limitada capacidad para simular y analizar escenarios pueden generar retrasos, errores costosos y aumento de los costos en general.

##### ***Descripción del servicio:***

Nuestra empresa, Digital Twin ofrece una solución integral para la implementación exitosa de la metodología BIM y tecnologías avanzadas en la industria de la construcción. A través de nuestros servicios de consultoría, ayudamos a los clientes a adoptar y aprovechar al máximo las ventajas de BIM y otras tecnologías emergentes.

##### ***Nuestros servicios incluyen:***

*Modelado 3D de detalle:* Utilizamos tecnología de vanguardia para crear modelos digitales precisos y detallados de los proyectos de construcción, lo que permite una mejor visualización y comprensión de los diseños.

*Coordinación de diseños:* Implementamos herramientas de coordinación basadas en BIM para identificar y resolver conflictos entre diferentes disciplinas antes de que comience la construcción, lo que reduce los errores y los costos asociados.

*Simulación de construcciones:* Mediante el uso de simulaciones virtuales, ofrecemos a nuestros clientes la capacidad de visualizar el proceso constructivo y evaluar diferentes escenarios, lo que les permite tomar decisiones informadas y optimizar los recursos.

*Rastreo de pagos y logística:* Implementamos tecnologías de seguimiento y gestión de pagos para facilitar un control efectivo de los flujos financieros y mejorar la logística en las obras de construcción.

*Tecnologías LiDAR y realidad mixta:* Utilizamos tecnologías de escaneo láser LiDAR y realidad mixta para mejorar la coordinación de diseños y proporcionar una experiencia inmersiva a los clientes, permitiéndoles evaluar el progreso de la obra y realizar cambios en tiempo real.

***Beneficios para nuestros clientes:***

1. Mayor eficiencia en la planificación y ejecución de proyectos de construcción.
2. Reducción de errores y retrabajos, lo que conlleva ahorros significativos en costos.
3. Toma de decisiones más informadas y oportunas, gracias a la visualización y simulación de escenarios.
4. Mejora en la coordinación y comunicación entre los diferentes actores del proyecto.
5. Mayor satisfacción del cliente al poder tomar decisiones antes de que se inicie la construcción.

En resumen, Digital Twin, ofrece servicios de consultoría especializada en la implementación de la metodología BIM y tecnologías avanzadas en la industria de la construcción. Nuestra propuesta de valor se centra en mejorar la eficiencia, la coordinación de

diseños y la toma de decisiones, a través de la implementación de tecnologías de vanguardia.

Nuestro enfoque integral y nuestra experiencia nos posicionan como un socio estratégico para nuestros clientes en su búsqueda de la excelencia en la construcción.

### **Mercado y cantidad de clientes potenciales.**

Sin duda existe un potencial segmento a atender, en ciudades como Bogotá y Medellín donde parte del crecimiento y gran aporte del PIB del país referente a la construcción se genera en las regiones de estas dos ciudades, como lo demostró la primera investigación de este estudio de mercado, es clave mencionar que tanto las empresas constructoras y específicamente de infraestructura civil, tienen una necesidad latente en la aplicación de la metodología BIM y tal cual lo demuestra la encuesta BIM LATAM, existe un interés en aplicarse, es entonces un nicho de mercado que actualmente no tiene la suficiente oferta para atender esta demanda? De acuerdo con el análisis realizado es preciso afirmar que en efecto aquella empresa que le apunte a desarrollo, planificación e implementación de la metodología ya sea BIM o siendo más precisos CIM, en infraestructura civil tiene un panorama positivo en cuanto a potenciales clientes en el segmento, de acuerdo a el análisis de información el segmento de mercado se segmenta en **2846 empresas** del sector constructor de Bogotá y Medellín.

### **Canvas**

Un canvas, en el contexto de los negocios, se refiere a una herramienta visual llamada "Business Model Canvas" o "lienzo de modelo de negocio". Fue desarrollado por Alexander Osterwalder e Yves Pigneur y es ampliamente utilizado para describir, analizar y diseñar modelos de negocio de manera concisa y fácil de entender.

El Business Model Canvas es una representación gráfica en la que se identifican y se describen los principales elementos que componen un modelo de negocio. Estos elementos incluyen los segmentos de clientes, propuesta de valor, canales de distribución, relaciones con los clientes, fuentes de ingresos, recursos clave, actividades clave, socios clave y estructura de costos.

Cada uno de estos elementos se representa en un bloque o sección del canvas, y se pueden visualizar de manera interconectada para comprender cómo se relacionan entre sí. El lienzo de modelo de negocio es una herramienta muy útil para organizar las ideas, evaluar la viabilidad de un modelo de negocio y comunicar de forma clara y concisa la propuesta de valor de una empresa o proyecto.

Al completar un canvas, se obtiene una visión general del modelo de negocio y se pueden identificar oportunidades de mejora, realizar ajustes estratégicos y facilitar la toma de decisiones. Es una herramienta muy flexible y se puede adaptar a diferentes contextos y tipos de negocios, lo que la hace ampliamente utilizada en el mundo empresarial.

En el anexo [A] se presenta el Business Model Canvas de la propuesta de consultoría.

### **Objetivo General de la empresa**

Desarrollar e implementar soluciones basadas en la metodología BIM y tecnologías inmersivas de realidad mixta para optimizar los procesos de diseño y ejecución de proyectos civiles en la industria AEC.

### **Objetivos Específicos de la empresa**

1. Integrar la metodología BIM en los procesos de diseño y ejecución de proyectos civiles.



2. Aplicar tecnologías inmersivas de realidad mixta para mejorar la comunicación y coordinación entre los equipos de construcción y diseño.
3. Utilizar la tecnología LiDAR para obtener datos precisos y en tiempo real durante la fase de diseño y ejecución de proyectos.
4. Reducir errores y optimizar tiempos y costos en los proyectos mediante la implementación de la metodología BIM y tecnologías inmersivas de realidad mixta.
5. Mejorar la eficiencia en el diseño y la toma de decisiones a través de la simulación de construcciones y la visualización en 3D.
6. Promover la colaboración y el intercambio de información entre los diferentes actores involucrados en el proceso constructivo.
7. Contribuir al ahorro de recursos y la sostenibilidad en la industria AEC mediante el uso eficiente de tecnologías avanzadas.
8. Brindar servicios de modelado 3D de detalle, coordinación de diseños y simulación de construcciones utilizando las herramientas y tecnologías más actualizadas.
9. Estos objetivos permiten a Digital Twin posicionarse como una empresa especializada en la implementación de la metodología BIM y tecnologías inmersivas de realidad mixta, ofreciendo soluciones innovadoras para mejorar la eficiencia y calidad en la industria de la construcción.

## **Idea de negocio del proyecto empresarial**

### **Nombre del proyecto empresarial**

**Digital Twin** es un proyecto empresarial que combina tecnologías inmersivas con la metodología BIM para impulsar la eficiencia en la industria de la construcción. El concepto de "Digital Twin" se refiere a la creación de una réplica digital precisa de un proyecto de construcción en tiempo real, permitiendo visualizar, analizar y simular todas las etapas del ciclo de vida de la construcción.

Mediante el uso de tecnologías inmersivas como la realidad virtual y la realidad aumentada, Digital Twin proporciona a los profesionales de la construcción una experiencia interactiva e inmersiva para explorar y analizar el diseño, la coordinación de los elementos constructivos, así como la simulación de la construcción antes de que esta se inicie.

La metodología BIM (Building Information Modeling) se integra en el proyecto, brindando una estructura de información completa y precisa sobre el proyecto de construcción. Esto incluye información detallada sobre los componentes del edificio, los materiales utilizados, los sistemas de construcción y más. Al combinar la metodología BIM con las tecnologías inmersivas, Digital Twin ofrece una representación visual y funcional del proyecto, lo que facilita la detección temprana de errores, la optimización del diseño y la toma de decisiones informadas.

El objetivo principal de Digital Twin es mejorar la eficiencia en la construcción al minimizar los errores, reducir los costos y acelerar los tiempos de entrega. Al proporcionar una plataforma digital interactiva y colaborativa, los profesionales de la construcción pueden mejorar la coordinación entre equipos, realizar análisis detallados y anticiparse a posibles problemas durante la construcción.

En resumen, Digital Twin aprovecha las tecnologías inmersivas y la metodología BIM para transformar la forma en que se planifica, diseña, construye y gestiona proyectos de construcción, mejorando la eficiencia, la calidad y la colaboración en toda la industria.

## **Actividad del proyecto empresarial**

### **Sector productivo en que se encuentra la empresa**

La propuesta de empresa Digital Twin se enfoca en el sector productivo de la Arquitectura, Ingeniería y Construcción (AEC por sus siglas en inglés). La AEC es un sector crucial que abarca el diseño, la planificación, la construcción y la gestión de proyectos de infraestructura, edificaciones residenciales, comerciales e industriales.

En el sector de la AEC, la eficiencia y la calidad son aspectos fundamentales para el éxito de los proyectos. Sin embargo, los desafíos inherentes a la complejidad de la construcción, como la coordinación de múltiples disciplinas, la detección de conflictos de diseño, los cambios durante la construcción y la comunicación entre los diversos actores involucrados, pueden plantear dificultades y aumentar los costos y los plazos.

La propuesta de empresa Digital Twin busca abordar estos desafíos mediante la implementación de tecnologías inmersivas y la metodología BIM. Al aprovechar el poder de la realidad virtual, realidad aumentada y el modelo digital detallado proporcionado por el BIM, se crea un entorno virtual interactivo que permite una mejor visualización, coordinación y toma de decisiones en todas las etapas del proyecto.

Esta propuesta de empresa se alinea con las necesidades y demandas del sector de la AEC, donde la adopción de tecnologías avanzadas es cada vez más importante para mejorar la productividad, la eficiencia y la calidad de los proyectos. Al integrar el Digital Twin en los

procesos de diseño, construcción y gestión, se puede lograr una mayor precisión, reducir los errores, optimizar los recursos y garantizar una comunicación más efectiva entre los diferentes actores involucrados.

En conclusión, la propuesta de empresa Digital Twin se posiciona en el sector productivo de la AEC como una solución innovadora que utiliza tecnologías inmersivas y el enfoque del BIM para mejorar la eficiencia y la calidad en la industria de la construcción.

### **Clientes a quien se dirige el proyecto**

El proyecto de Digital Twin se dirige a una amplia gama de clientes en el sector de la Arquitectura, Ingeniería y Construcción (AEC). Estos clientes incluyen:

**Empresas constructoras:** Las empresas constructoras son actores clave en la industria de la construcción y pueden beneficiarse de la implementación de la tecnología Digital Twin. Estas empresas buscan mejorar la eficiencia en la ejecución de proyectos, reducir los costos y los plazos, y garantizar una comunicación efectiva entre los equipos de diseño y construcción.

**Arquitectos e ingenieros:** Los profesionales de la arquitectura e ingeniería desempeñan un papel fundamental en la concepción y diseño de proyectos. Para ellos, el uso de tecnologías inmersivas y la metodología BIM en el marco del Digital Twin puede ofrecer una mejor visualización y comprensión del diseño, facilitando la detección de errores y conflictos, así como la comunicación con otros actores involucrados.

**Desarrolladores inmobiliarios:** Los desarrolladores inmobiliarios se centran en la planificación y ejecución de proyectos de construcción, desde viviendas residenciales hasta edificios comerciales y complejos industriales. La implementación del Digital Twin puede ayudar a estos clientes a optimizar la planificación y la gestión del proyecto, mejorar la comunicación con los inversionistas y agilizar el proceso de construcción.

Entidades gubernamentales: Las entidades gubernamentales, como las autoridades de planificación urbana y los departamentos de infraestructura, pueden beneficiarse del uso del Digital Twin para el desarrollo y la gestión de proyectos de infraestructura a gran escala. Esto les permite tener una visión más precisa y detallada de los proyectos, facilitando la toma de decisiones informadas y la supervisión efectiva de las obras.

En resumen, el proyecto de Digital Twin se dirige a una amplia gama de clientes en el sector de la AEC, incluyendo empresas constructoras, arquitectos, ingenieros, desarrolladores inmobiliarios y entidades gubernamentales. Estos clientes buscan mejorar la eficiencia, la calidad y la comunicación en sus proyectos de construcción, y el Digital Twin ofrece una solución innovadora para lograr esos objetivos.

**Subsector productivo del sector de la construcción en que se encuentra el proyecto empresarial.**

El proyecto empresarial de Digital Twin se encuentra en el subsector productivo de la tecnología y servicios para la construcción dentro del sector de la construcción. Este subsector se centra en brindar soluciones tecnológicas y servicios especializados para mejorar los procesos de diseño, construcción y gestión de proyectos en la industria de la construcción. El Digital Twin se enfoca en la implementación de tecnologías inmersivas y la metodología BIM para optimizar la eficiencia y la calidad en la construcción, lo que lo sitúa en este subsector productivo específico.

**Objetivos de la empresa**

Los objetivos de la empresa Digital Twin son los siguientes:

1. Proporcionar servicios de consultoría y soluciones tecnológicas basadas en la metodología BIM y tecnologías inmersivas para mejorar la eficiencia en la construcción.
2. Implementar la tecnología de Digital Twin para crear réplicas digitales precisas de proyectos de construcción, permitiendo la simulación, visualización y análisis en tiempo real.
3. Facilitar la coordinación y comunicación efectiva entre todos los actores involucrados en un proyecto de construcción, desde diseñadores y arquitectos hasta contratistas y clientes.
4. Mejorar la toma de decisiones en las etapas de diseño, construcción y mantenimiento de proyectos, mediante la visualización inmersiva y la simulación de escenarios.
5. Optimizar la eficiencia en la planificación y ejecución de proyectos de construcción, reduciendo costos y tiempos de entrega.
6. Brindar servicios de modelado 3D detallado, coordinación de diseños y simulación de construcciones para garantizar la calidad y la precisión en cada etapa del proyecto.
7. Utilizar tecnologías como LIDAR y realidad mixta para mejorar la coordinación de diseños, la detección de conflictos y la visualización de avances de obra.
8. Proporcionar herramientas y soluciones tecnológicas innovadoras para la gestión de pagos y logística en proyectos de construcción.

9. Promover la adopción de la metodología BIM y tecnologías inmersivas en la industria de la construcción, a través de capacitaciones y asesoramiento especializado.
10. Contribuir al desarrollo sostenible de la industria AEC, fomentando prácticas eficientes, reduciendo los impactos ambientales y promoviendo la seguridad en el lugar de trabajo.

### **Razón social y logo**

La mejor razón social para los emprendedores en Colombia sería la de Sociedad por Acciones Simplificada (SAS). Esta forma jurídica ofrece flexibilidad y beneficios para las empresas emergentes y de rápido crecimiento.



*Figura 1. Logotipo*

### **Razón social de la empresa "Digital Twin":**

Digital Twin SAS

**Descripción de la razón social:**

Digital Twin SAS es una sociedad por acciones simplificada especializada en servicios de consultoría y soluciones tecnológicas para la industria de la construcción. Nuestra empresa se enfoca en la implementación de la metodología BIM y tecnologías inmersivas para mejorar la eficiencia en los proyectos de construcción.

**Beneficios de la razón social SAS:**

***Flexibilidad en la estructura organizativa:*** La SAS permite una estructura flexible que se adapta a las necesidades y objetivos de la empresa, lo cual es especialmente beneficioso para emprendedores que buscan adaptarse rápidamente a los cambios del mercado.

***Responsabilidad limitada:*** Los socios o accionistas de la SAS tienen una responsabilidad limitada, lo que significa que sus activos personales están protegidos en caso de deudas o litigios.

***Facilidad en la constitución y gestión:*** La creación de una SAS es ágil y simplificada, y su gestión es más sencilla en comparación con otras formas jurídicas. Además, permite la participación de un solo socio.

***Crecimiento y financiamiento:*** La SAS facilita el crecimiento y la obtención de financiamiento, ya que puede emitir acciones y atraer inversionistas para impulsar el desarrollo de la empresa.

***Flexibilidad en la distribución de utilidades:*** La SAS ofrece flexibilidad en la distribución de utilidades entre los socios, permitiendo acuerdos personalizados en función de la participación de cada socio en la empresa.



En resumen, la razón social de Digital Twin SAS ofrece flexibilidad, protección de activos y facilidad de gestión, lo que permite a la empresa adaptarse rápidamente al entorno empresarial en constante cambio y aprovechar las oportunidades de crecimiento en la industria de la construcción.

### **Referencia de los emprendedores**

**Elon Musk** -Fundador de SpaceX y Tesla. Musk ha liderado proyectos innovadores en la industria aeroespacial y automotriz, utilizando tecnologías avanzadas y procesos eficientes.

**Greg Bentley** - CEO de Bentley Systems. Bentley Systems es una empresa líder en soluciones de software para la infraestructura y la industria de la construcción, con un enfoque en BIM y tecnologías relacionadas.

**Mike Biddle** - Fundador de ENTECH, una empresa de construcción especializada en tecnologías avanzadas y sostenibilidad. ENTECH ha implementado la metodología BIM y tecnologías inmersivas para mejorar la eficiencia y la sostenibilidad en proyectos de construcción.

**Scott Unger** - Fundador de Digital Alchemy, una empresa de consultoría en tecnología de construcción. Digital Alchemy ha trabajado en la implementación de BIM y tecnologías inmersivas para optimizar los procesos de construcción y mejorar la comunicación entre los diferentes actores del proyecto.

Estos emprendedores han demostrado su visión y éxito al aplicar tecnologías innovadoras en la industria de la construcción, y pueden servir como referencias inspiradoras para aquellos que deseen emprender en el campo de la consultoría BIM y tecnologías inmersivas.

### **Localización geográfica o virtual del proyecto**

El proyecto "*Digital Twin*" tendría su ubicación geográfica principal en la ciudad de Bogotá, Colombia. Bogotá es la capital del país y uno de los principales centros de negocios y desarrollo tecnológico en América Latina. Esta ciudad cuenta con una gran cantidad de empresas de construcción y arquitectura, lo que ofrece un mercado potencial para la implementación de la metodología BIM y tecnologías inmersivas.

A pesar de tener su ubicación física en Bogotá, el proyecto "*Digital Twin*" también se enfocaría en trabajar de manera remota para la ciudad de Medellín, otra importante ciudad en Colombia con un creciente sector de la construcción y una fuerte presencia de empresas innovadoras. Esta estrategia de trabajo remoto permitiría aprovechar las oportunidades de negocio en ambas ciudades sin limitarse a una ubicación física específica.

Además, el proyecto "*Digital Twin*" tiene una visión a futuro de expandirse a nivel internacional, lo que significa que buscará trabajar en proyectos más allá de las fronteras de Colombia. La implementación de la metodología BIM y tecnologías inmersivas en la industria de la construcción es un fenómeno global, por lo que existe un potencial mercado internacional para ofrecer servicios de consultoría y soluciones tecnológicas en este campo.

En resumen, el proyecto "*Digital Twin*" tiene su ubicación geográfica en Bogotá, con la capacidad de trabajar de manera remota para la ciudad de Medellín, y busca expandirse a nivel internacional en el futuro, aprovechando las oportunidades de la industria de la construcción tanto a nivel nacional como internacional.

## Estudio de mercado

### Análisis del sector

#### Descripción de la situación actual del sector de la construcción en Colombia.

#### *Análisis de PIB*

De acuerdo con los anexos estadísticos PIB Departamental /2005 - 2021 del Dane, (Estadísticas Dane PIB sector de la construcción, s.f.) los departamentos que más aportan al sector de la construcción son Bogotá y Antioquia, para el año 2021 aportaron un aproximado del 33% del PIB total aportado en el sector de la construcción, lo que representa un índice importante que reconoce quienes son los dinamizadores económicos del país respecto a este importante sector, por su parte los departamentos que menos aportan son Vaupés y Amazonas de acuerdo con los anexos estadísticos PIB departamental.

*Tabla 1. PIB Colombia*

2019	2020 <sup>P</sup>	2021 <sup>Pr</sup>
1.060.068	998.719	1.177.225

Miles de millones de pesos

*Tabla 2. Valor agregado precios corrientes*

2019	2020 <sup>P</sup>	2021 <sup>Pr</sup>
65.277	49.689	55.592

Miles de millones de pesos

De acuerdo con el boletín técnico del departamento del DANE (Indicadores económicos alrededor de la construcción (IEAC), s.f.) menciona que las obras civiles que más le aportan al IPOC (Indicador de Producción de Obras Civiles) para el 2022 son las carreteras (Excepto

carreteras elevadas); calles y ferrocarriles, seguido de construcciones en minas y pistas de aterrizaje, se puede inferir a modo general la intención de invertir en infraestructura vial.

Respecto a la principal inversión de los hogares colombianos CAMACOL en un boletín de opinión menciona que para 2021 ( La principal inversión de los hogares colombianos, s.f.) , obedece al mercado de vivienda nueva, lo que en efecto marco un año donde cerro con 239 mil de viviendas comercializadas, es sin duda uno de los componentes dinamizadores de la economía en la construcción: La vivienda.

### ***Generación de empleo***

Para nadie es un secreto que la crisis en cuanto a falta de empleo en Colombia y en el mco de todos los sectores económicos se está incrementando cada vez más. A pesar del déficit de empleo causado por distintos motivos sociales, “Según cifras reveladas por el DANE 1,02 millones de personas se emplearon en el sector edificador durante el mes de marzo.” (La construcción de edificación empleo a más de un millón de colombianos en marzo de 2021, s.f.)

La reactivación del sector de la construcción ha dado paso a la generación de empleo a miles de personas, trabajo en el que se ha visto involucrado el gobierno nacional, siendo uno de los sectores de mayor producción en el país. La generación de empleo dentro del gremio de la construcción a su vez ha dado paso a la construcción de viviendas, demostrando un incremento de productividad en cuanto al año anterior. Adicionalmente, la construcción también genera empleos de manera indirecta, a través de las actividades productivas que tienen relación con la construcción de edificaciones. En los últimos 10 años la informalidad en el sector ha mejorado en 18,2 puntos porcentuales, pasando de 80,6 a 62,4%

En el conversatorio “Formación integral para el trabajador de la construcción” que se llevó a cabo en el marco del Congreso Colombiano de la Construcción 2019, la ministra del

Trabajo, Alicia Arango Olmos, presentó las cifras de empleo del sector de la construcción en el país e hizo un llamado a los empresarios para dar prioridad a la formación con pertinencia y calidad.

“El sector de la construcción aporta el 7% del total de ocupados en el país. Las cifras del trimestre de abril y junio de 2019, muestran 1 millón 545 mil ocupados en el sector. Por otro lado, el empleo creció un 13,5%, es decir, se crearon 184 mil 754 nuevos empleos respecto al mismo periodo del año 2018”, señaló la titular de la cartera laboral. (Sector de la construcción aporta el 7% del total de los ocupados del país, s.f.)

También expuso su preocupación frente a la alta cifra de informalidad que es la tercera tasa más alta entre sectores. Sin embargo, resaltó que en los últimos 10 años este indicador ha mejorado en 18,2 puntos porcentuales, pasando de 80,6 en 2009 a 62,4% en 2019.

Por otra parte desde el empoderamiento femenino, Según un artículo de Camacol, (La construcción de vivienda es un sector estratégico para el crecimiento y la generación de empleo: dnp, s.f.) El plan nacional de desarrollo de 2018-2022 establece, un capítulo direccionado a los temas de equidad de género, un reto que viene desde la transformación cultural, la capacitación desde el SENA y emprendimientos liderados por mujeres como iNNpulsas, que atienden necesidades y amplían horizontes en el mercado, “Por TIC Mujer, responde a la necesidad de cerrar la brecha digital y fortalecer el uso de herramientas digitales.

### ***Impacto Covid***

Según el artículo del grupo Bancolombia, (Se evidencia el impacto de la pandemia en el sector de la construcción, s.f.), Este se centra en el efecto de la pandemia en la construcción, pero hay algunos subtítulos que se centran más en el efecto causado a los materiales como el

concreto y el cemento. El sector de la construcción se vio especialmente afectado durante la cuarentena nacional en Colombia, fue el sector que presentó una mayor caída (-9,4%).

En el subsector edificador, se percibió un decrecimiento de 4,6% anual durante el primer trimestre. Si bien este fue el primer sector en reactivarse, la recuperación será gradual y tardaría hasta el próximo año. La menor intención de compra de vivienda y la disminución de la capacidad adquisitiva de las familias le impondrán varios desafíos. Por su parte, la infraestructura será clave para la recuperación de la economía al ser un gran generador de empleo e inversión.

El desempeño negativo en este subsector estuvo explicado por una caída del 58,6% a/a en las licencias para vivienda y de 44,8% a/a en las de destinos no habitacionales. A la par, los costos de construcción de vivienda aumentaron 3,42% a/a en abril, asociados en gran medida al aumento del precio de los insumos.

La inversión en obras civiles aumentó 8,8% a/a. Sin embargo, la moderación del crecimiento de obligaciones hasta 4,4% anual no permite prever que esa tendencia se mantenga, por lo que cabe esperar una disminución futura de la capacidad del sector para seguir impulsando la actividad constructora

El sector de la construcción tuvo un excelente comportamiento en el 2021 y el PIB de edificaciones creció 11,6%. (Edificaciones impulsó el PIB trimestral de la construcción en el país, s.f.) Estas cifras son respaldadas por la política de vivienda del Gobierno Nacional, que apoya a las familias para cumplir el sueño de adquirir su primera vivienda. (Recuperación del sector vivienda se mantiene en medio de la pandemia, s.f.)

Según las fuentes consultadas, las cifras para el sector de la construcción son favorables en época de pandemia, a diferencia de otros sectores que se vieron afectados, (La construcción

será protagonista en el crecimiento económico de 2022, s.f.) la categoría de construcción de edificaciones se recuperó desde el -19,3% a -0,4%. Pues, desde esa caída, los números han sido positivos, en solo el primer trimestre de 2022, ya cerró en un crecimiento del 10,3%.

### **Análisis de las tendencias de consumo en el mercado de la construcción.**

#### ***Tendencias***

Dentro de las tendencias actuales en el país, el ministerio TIC, desarrollo un programa para mujeres colombianas con el fin de que se apropien del uso del internet y las tecnologías, por medio de cursos gratuitos, certificados y demás, esto sin duda es favorable en la medida que se cierra la brecha generacional, y si le da paso a niñas, jóvenes y adultas a la inclusión laboral, bajo las mismas competencias. (Ministerio de tecnologías de la información y las comunicaciones, s.f.)

#### ***Necesidades***

Ampliando nuestra consulta, actualmente, aparecen como innovación en los procesos constructivos, la impresión en 3D en el sector de la construcción Los drones y las nuevas formas de obtener información a la hora de construir; en materiales, se están implementando tejas sintéticas, paneles de fibras y composites, ladrillo ecológico, nuevas mezclas de madera contra laminada, resinas y hormigones autorreparables, pintura solar (Las últimas innovaciones en el sector de la construcción, s.f.) El reto en Colombia para la Construcción capacitar a los líderes del área en proyección a largo plazo, con el fin de que puedan llevar a sus empresas a un continuo mejoramiento. (Innovación en construcción es indispensable para Colombia, s.f.)

#### ***Innovación***

Respecto al tema de innovación en la construcción Según CEMEX, (Innovación en la construcción, 12 innovaciones para el futuro, s.f.) para fomentar la innovación en la industria de

la construcción, se debe promover soluciones sostenibles para la industria y así reducir su impacto ambiental. Así mismo, enfocarse en mejorar la productividad, eficiencia y calidad de los trabajos de construcción mediante un lugar de trabajo más conectado y monitoreado.

### **Análisis de los gremios o asociaciones del sector de la construcción.**

#### ***Gremios***

Estos gremios se agrupan para definir temas del gobierno y eventualmente toman decisiones para dinamizar el sector constructor, y superar los distintos retos que se presentan en el sector constructor (Gremio constructor pide al próximo gobierno garantizar el acceso a vivienda formal en Colombia, s.f.).

Entre ellos forman parte del SI-VIS (Gremios del sector de la construcción y de la vivienda se agrupan en el SI-VIS, s.f.) la Asociación Bancaria y de Entidades Financieras de Colombia, Asobancaria; la Cámara Colombiana de la Construcción, Camacol; La Federación Colombiana de Lonjas de Propiedad Raíz, Fedelonjas, entre otros. El COPNIA (Consejo nacional de ingeniería) cuenta con un listado actualizado de los gremios pertenecientes a este sector. (Directorio de gremios y asociaciones, s.f.)

Otros de los gremios contemporáneos dentro de Camacol esta BIM Forum, la cual es una plataforma de articulación de actores y gestión del conocimiento, en torno a la digitalización del sector de la construcción, para el incremento de la productividad en las empresas y de la competitividad de la actividad edificadora en Colombia. (BIM Fórum Colombia, s.f.)

#### ***Asociaciones***

*Consejo colombiano de construcción sostenible (cccs)* es una organización privada sin ánimo de lucro fundada en 2008 comprometida con elevar el nivel de sostenibilidad de todos los usos de las edificaciones nuevas y existentes, y de las ciudades en general. (CCCS, 2021), cuyo



objetivo principal es concretar oportunidades para la evolución de la industria de la construcción hacia la sostenibilidad integral. Además, es la única asociación que ofrece programas que fomenten las oportunidades a las metas de crecimiento verde y reducción del carbono, con el enfoque siempre a la sostenibilidad. (Consejo Colombiano de Construcción Sostenible, s.f.)

## **Condiciones tecnológicas a nivel nacional e internacional para la producción del servicio**

### **Desarrollo tecnológico e industrial del sector y mercados objetivos**

#### **Análisis del mercado**

##### **Cantidad de clientes potenciales**

La segmentación del mercado es en otras palabras subdividir un mercado en subconjuntos con características homogéneas o que presentan necesidades similares, y se hace con el fin de mejorar la toma de decisiones en un mercado específico, optimizar recursos y por ende, obtener mejores resultados, incluyendo ventajas competitivas; cada subconjunto se analiza como un objetivo, que se alcanza con una estrategia distinta de comercialización.

Para que la segmentación sea óptima y eficaz se debe tener en cuenta que sea: Medible, que determina la cantidad de clientes dentro del segmento y su poder adquisitivo; accesible, es decir que el segmento pueda adquirir el producto o servicio, y asimismo la empresa pueda suplir la demanda del mercado; y sustancial, que hace referencia a que el segmento debe ser lo suficientemente grande, para que sea rentable.

A continuación, se analizan 3 diferentes perfiles con el fin de identificar el que más se adapta al mercado específico, teniendo en cuenta los conceptos cuantificables de medible, accesible y sustancial.

Tabla 3. Potenciales Clientes

METODOLOGÍA BIM EN OBRA							
	NECESIDAD	MEDIBLE	ACCESIBLE		SUSTANCIAL		total
PERFIL		Justificación	Puntaje	Justificación	Puntaje	Justificación	
<b>Instituciones Universitarias con curriculum en ingeniería y arquitectura de la ciudad de Bogotá y Medellín</b>	<p>Producto: Cursos de metodología BIM aplicados en obra</p> <p>Cliente: Institucional / Universidades</p> <p>Necesidad: Herramientas y Metodologías tecnológicas que hacen mas <b>competentes</b> a los profesionales, les permite <b>mejorar la comunicación</b> en obra a la hora de <b>tomar mejores decisiones</b> para hacer <b>mas eficiente</b> el trabajo en obra, tener un <b>reconocimiento</b> a diferencia de quien no aplica BIM</p>	8 Existen universidades que ofrecen este tipo de cursos de forma general sobre metodología BIM	8	Es posible tener contacto con las Universidades directamente	6	Es un mercado con oferta en el tema , potencial competidor	22
<b>Profesionales afines a la ingeniería o la arquitectura, en la ciudad de bogota y Medellín</b>	<p>Producto: Cursos de metodología BIM aplicados en obra</p> <p>Cliente: Constructoras medianas</p> <p>Necesidad: Herramientas y Metodologías tecnológicas que hacen mas <b>competentes</b> a los profesionales, les permite <b>mejorar la comunicación</b> en obra a la hora de <b>tomar mejores decisiones</b> para hacer mas <b>eficiente</b> el trabajo en obra, tener un <b>reconocimiento</b> a diferencia de quien no aplica BIM</p>	8 Medible en empresas, recién egresados de universidades afines a la ingeniería y arquitectura, estudiantes	8	Encuestas, entrevistas, Post paginas WEB, Redes Sociales	6	Es un mercado que requiere una amplia inversión para hacer una plataforma online	22
<b>Empresas constructoras de Bogotá y Medellín</b>	<p>Producto: Consultoría en Metodología BIM aplicado en Obra</p> <p>Cliente: Institucional / Empresas de construcción Necesidad: Mejorar la comunicación en obra Herramientas y Metodologías tecnológicas que hacen mas <b>competentes</b> a los profesionales, les permite <b>mejorar la comunicación</b> en obra a la hora de <b>tomar mejores decisiones</b> para hacer mas eficiente el trabajo en obra, tener un <b>reconocimiento</b> a diferencia de quien no aplica BIM</p>	8 Si existen empresas aplicando metodología BIM en Interventoría	8	Contacto directo con especialistas en interventoría, Superintendencia de Cámara y comercio	7	Es un mercado amplio en la medida en que se tiene bastante desconocimiento de esta metodología en la fase de obra.	23

Luego de hacer el respectivo análisis de los tres perfiles, y de haber ponderado cada uno de ellos dentro de una calificación de 1 a 20, siendo 1 el que menor cumple y 20 el que más se acopla, y de acuerdo a las características de medibilidad, accesibilidad y sustancialidad, se determina que el segmento que más aplica para este caso en específico es el segmento de mercado de Empresas constructoras en Bogotá y Medellín.

Las características de este segmento permiten abordar la investigación bajo la consideración que la información que arroja es confiable y pertinente. Igualmente teniendo entendida las características de este segmento se determinó que las necesidades del mismo son: mejorar la cualificación del personal que interviene en proyectos de construcción, con el fin de favorecer su competitividad y reconocimiento en el sector constructivo.

Sin duda existe un potencial segmento a atender, en ciudades como Bogotá y Medellín donde parte del crecimiento y gran aporte del PIB del país referente a la construcción se genera en las regiones de estas dos ciudades, como lo demostró la primera investigación de este estudio de mercado, es clave mencionar que tanto las empresas constructoras y específicamente de infraestructura civil, tienen una necesidad latente en la aplicación de la metodología BIM y tal cual lo demuestra la encuesta BIM Latam, existe un interés en aplicarse, es entonces un nicho de mercado que actualmente no tiene la suficiente oferta para atender esta demanda? De acuerdo a el análisis realizado es preciso afirmar que en efecto aquella empresa que le apunte a desarrollo, planificación e implementación de la metodología ya sea BIM o siendo más precisos CIM, en infraestructura civil tiene un panorama positivo en cuanto a potenciales clientes en el segmento, de acuerdo a el análisis de información el segmento de mercado se segmenta en 2846 empresas del sector constructor de Bogotá y Medellín.

### **Estimación de la cantidad de producto o servicio que compran los clientes potenciales.**

En esencia en proyectos que requieran consultoría, los principios que rigen la planificación y el seguimiento son los mismos, lo que varía es la naturaleza de las actividades y entregables y los componentes con que se miden y detallan.

Mientras que en un proyecto de construcción las actividades son los pasos de la construcción y se miden en unidades como metros cuadrados, en los proyectos de consultoría las actividades son tareas de capacitación, revisión y programación y se miden en horas o en entregables concretos.

Para darle un adecuado seguimiento, debe haber entregables claros, que se puedan medir y que no presenten ambigüedades para evaluar su realización. Según Vladimir Bernal CEO de Planificación y Proyectos<sup>9</sup> no existe un porcentaje destinado a dicho fin, comenta que las empresas que invierten en consultoría es porque desarrollan proyectos propios.

De acuerdo a un presupuesto de obra de Invias<sup>7</sup>, con pronóstico de duración de 1 año, se destinó recursos y personal idóneo para este proyecto de infraestructura donde se puede evidenciar de acuerdo a la figura 4, la variable de meses en los que se va a disponer de los diferentes profesionales pertinentes para dicho proyecto, en el caso de los profesionales resaltados en amarillo se tiene un presupuesto de 38 millones de pesos destinados para estos profesionales en el transcurso del proyecto, ahí es importante decidir el porcentaje de dedicación proporcional a ese costo asignado, durante el año Según Sindy Prieto<sup>8</sup>, Interventora del Proyecto.

## **Estimación del precio al que compran el producto o servicio los clientes potenciales**

### ***El factor multiplicador***

En los contratos de consultoría, los sistemas de costeo del contrato se basan en 1) Sistema Global de Costos donde se valoran los diferentes componentes como costo de personal, costos directos, costos administrativos, costos de imprevistos, utilidades, entre otros. Este sistema implica definir todos los costos teniendo como referente el mercado natural de la Consultoría; 2) el Sistema de Factor Multiplicador.

El Decreto 1522 de 1983 establecía, en el artículo 34 sobre los factores y criterios sobre costos de la consultoría, que los costos directos tendrían como guía cuando éstas existan, las tarifas que con aprobación del Gobierno se hayan determinado por las asociaciones que tengan el carácter de cuerpo consultivo del mismo o, en defecto de aquellas, por las tarifas que determine la entidad delegada para tal efecto por el Gobierno.

“Para cubrir los costos de provisión laboral prestacional, los costos indirectos y la utilidad del consultor, podrá utilizarse el método del FACTOR MULTIPLICADOR. Este consiste en un factor que, aplicado a los costos directos de personal, arroja un monto que cubre los anteriormente mencionados. Adicionalmente, podrá reconocerse hasta un diez por ciento (10%) de los otros costos directos para cubrir los gastos de administración de los mismos.

En síntesis, el factor multiplicador es una técnica de costeo de contratos de consultoría y consiste en 1) imputar al contrato los costos directos por sueldos del personal vinculado con carácter exclusivo al proyecto 2) afectado por un FACTOR MULTIPLICADOR para absorber las prestaciones sociales, la utilidad del ingeniero, y porcentaje por su administración.

### **Estimación del precio al que compran el producto o servicio**

La importancia de determinar el costo de acuerdo a referentes de otro tipo de consultoría, puede llegar a ser un reto debido a que existen otros factores a tener en cuenta que no se asimilan directamente a otro rango del diseño o de la construcción, por ende es importante estructurar muy bien las variables a tener en cuenta en los costos directos y en el factor multiplicador tal y como lo estipulan algunas normas, si bien el panorama con respecto a este servicio es desconocido por entidades públicas, lo que no permite tener una garantía sobre los costos, y puede llegar a generar inseguridad en los clientes, puede llegar a ser una oportunidad de negocio y impulso para definir rangos, salarios y variables en consultoría BIM.

### **Estimación de la frecuencia de la compra del producto o servicio por parte de los clientes potenciales.**

La frecuencia en consultoría depende directamente de las necesidades de cada proyecto, de acuerdo a la entrevista realizada al Arquitecto Vladimir Bernal, CEO de Planificación y Proyectos 4, la consultoría se solicita cada vez que el cliente lo requiera, en alguna ocasión el cliente solicita la consultoría y al mismo tiempo la construcción, sin embargo, en algunos otros casos, el cliente ya tiene la consultoría realizada por un tercero y solo se requiere solicitar la construcción o viceversa.

Sin embargo existen variables en particular para el tipo de servicio propuesto, Según Fernando Mosqueda, Director del proyecto metro de Bogotá 5, las metodologías y herramientas de digitalización, deben acompañar al proyecto en todas las fases, desde el diseño hasta la etapa de operación y mantenimiento, otros profesionales como Cesar Quintero, Coordinador BIM General 6 del mismo proyecto, considera que estas deben aplicarse desde la fase precontractual.

## **Análisis de la competencia**

### **Identificación de los principales competidores.**

De acuerdo al análisis de comparación de la imagen de la Figura 3, las dos posibles empresas que son consideradas competencia de acuerdo a sus características homogéneas y que presentan necesidades similares con el nicho de mercado estudiado en esta investigación son: CBC Colombia BIM Consulting 2 y IAC, Ingeniería Asistida por computador 3 , sin embargo es importante tener en cuenta que para esta investigación también se tuvo como referencia algunas empresas que satisfacen las mismas necesidades del servicio de esta investigación, pero que su segmento de mercado y cliente potencial es mucho mas grande que el planteado para este análisis, siendo un enfoque mucho mas internacional; entiendo que esta metodología tiene bastante tema a comparar fuera del país, existe una encuesta a nivel Latam 4 que permite tener una percepción general de la metodología, en la cual se evidencia que el sector de la construcción enfocado específicamente a proyectos de infraestructura, tiene una participación menor en cuanto a su aplicación en comparación a proyectos de edificación, pero que en efecto muestra un gran interés en la aplicación de este.

De acuerdo a la información suministrada por Cesar Quintero<sup>1</sup>, Coordinador BIM general del proyecto metro de Bogotá, existen otras empresas en el mercado con el mismo enfoque, como lo es Promigas, empresa que ofrece servicios de metodología BIM en Colombia.

1. Entrevista César Quintero, Ingeniero Civil, Coordinador BIM General, Proyecto Metro de Bogotá
2. CBC, Colombia BIM Consulting
3. IAC, Ingeniería Asistida por computador
4. Encuesta BIM Latam 2020

### **Análisis de la competencia, fortalezas, debilidades, participación en el mercado.**

De acuerdo a la encuesta realizada a diferentes profesionales del campo de la construcción, se puede identificar de primera mano las debilidades que actualmente tiene el mercado en la aplicación de esta metodología BIM, en el área de la construcción, según Cesar Quintero,<sup>5</sup> Coordinador BIM General del proyecto Metro de Bogotá, uno de los principales retos es el desarrollar mayores competencias digitales por parte de los profesionales, incluido lenguajes de programación como lo son Python, sin embargo uno de los principales logros que ha tenido aplicando la metodología ha sido la mejora en la gestión del proyecto desde el punto de vista de Gerencial, mejor desarrollo de la etapa constructiva y mejora sustancial en la gestión de activos en etapa de operación y mantenimiento.

La academia es parte fundamental en la aplicación de estas metodologías de digitalización y colaboración en construcción, Juan Carlos Gonzalez<sup>6</sup>, Director del Programa de Especialización BIM en proyectos de la edificación de la universidad Colegio mayor de Cundinamarca, comenta que uno de los mayores logros de esta aplicación son entender que el proyecto BIM se hace integralmente al igual que la colaboración, los beneficios y los éxitos, y que una de las debilidades actuales son la falta de madurez BIM en cada una de las empresas o stakeholders que componen todo el proyecto.

De acuerdo a una revista científica, BIM esta mucho más enfocado a la Gestión de la información en edificación, sin embargo cuando hablamos de proyectos de infraestructura, entran a evaluarse otro tipo de tecnologías, herramientas y metodologías, enfocadas a la gestión de la información para la ciudad, es aquí donde el artículo científico menciona el término de CIM (City Information Modeling), y se enfoca en una perspectiva socio técnica sobre el futuro del



modelado de las ciudades, y la interacción e importancia de las normativas del gobierno en pro del avance en la digitalización

	COMPETENCIA 1			COMPETENCIA 2			TOTAL
	Calificación	# de fuente	JUSTIFICACIÓN	Calificación	# de fuente	JUSTIFICACIÓN	
<b>PRODUCTO O SERVICIO</b>			<b>CBC Colombia BIM Consulting</b>			<b>IAC, Ingeniería Asistida por computador</b>	
Empaque	8	2	Espacio Virtual Seguro	8	3	Espacio Virtual Seguro	16
Presentación	6	2	Poca variedad de servicios	8	3	Variedad de servicios	14
Garantía	8	2	Proyectos mejor coordinados, Ahorrar tiempo y dinero	9	3	Proyectos mejor coordinados, Ahorrar tiempo y dinero	17
	22			25			47
<b>PRECIO</b>		2			3		
Precio	6	2	Razonable, sin embargo no hay metricas que definan un estandar de costo	6	3	Razonable, sin embargo no hay metricas que definan un estandar de costo	12
Forma de pago	7	2	No hay metricas que definan un estandar de costo, ni formas de pago	6	3	No hay metricas que definan un estandar de costo, ni formas de pago	13
Subtotal	13			12			25
<b>DISTRIBUCIÓN</b>							
Logística	7	2		7	3		14
Canal	8	2	Directo	8	3	Directo	16
Oportunidad	6	2	No hay metricas que definan un estandar de tiempo	6	3	No hay metricas que definan un estandar de tiempo	12
Experiencia	5	2	Soporte en todo el proyecto	8	3	Realidad Aumentada	13
Subtotal	26			29			55
<b>PROMOCIÓN</b>		2			3		
Medios	7	2	Virtual	7	3	Virtual	14
Publicidad	8	2	Identidad cromatica agradable	6	3	Slogan no resalta	14
Subtotal	15			13			28
<b>TOTAL</b>	83			86			

Figura 2. Potencial competencia

**Plan de marketing (capitulo a trabajar en la asignatura de administración)**

**Estrategia de producto o servicio.**

**Definir empaque y presentación (dimensión, modulación, empaque y embalaje)**

Para la definición de empaque y presentación del servicio propuesto, es importante mencionar que actualmente la plataforma de BIM Forum Colombia, articula a los actores y a la gestión del conocimiento, en torno a la digitalización del sector de la construcción para el incremento de la productividad en la empresas y de la competitividad de la actividad edificadora en Colombia, esta promoción en la transformación digital por parte de Camacol es clave en la

adopción estratégica de las recomendaciones para la implementación de la metodología que sin duda es el enfoque principal del servicio. (BIM Forum Colombia - 08.Hoja de ruta para la implementación BIM, s.f.)

De acuerdo con La hoja de Ruta de la implementación BIM de BIM Forum Colombia, esta representa las actividades recomendadas en la implementación BIM dentro de una organización; Está ilustrada en una línea continua dividida en 5 etapas según la metodología PMI, cada una con pasos representados por una letra. Además de los pasos, la hoja de ruta contiene advertencias y recomendaciones útiles en cada una de las etapas para guiar el proceso de implementación.

A continuación, una descripción breve de los componentes de la hoja de ruta:

**Inicio:** Corresponde a las actividades de preparación inicial antes de anunciar una implementación en la organización. Son tareas como estudiar y definir responsables, consultar documentos técnicos de soporte y realizar un diagnóstico inicial. Estas actividades preparan el terreno para ejecutar las siguientes etapas.

**Planeación:** Es la etapa en donde se delimita el plan de implementación. Aquí se elegirá el alcance y la estrategia según los objetivos de la organización para poder establecer objetivos y responsabilidades puntuales a asignar dentro del equipo.

**Ejecución:** Es el momento de poner en marcha las acciones como consecuencia de las decisiones de las etapas anteriores. En esta etapa se involucra a las personas responsables de la operación e inician los cambios en infraestructura, procedimientos y empiezan los proyectos piloto.

Medición y seguimiento: La etapa describe prácticas útiles durante toda la implementación para medir su eficacia, siempre buscando identificar oportunidades de mejora e incentivar la participación de más personas en la organización

Retroalimentación: Es la etapa final en donde se procesan las mediciones y comentarios sobre procedimientos y entregables. El objetivo es mejorar continuamente en un proceso iterativo que sugiere, volver a visitar toda la hoja de ruta buscando rectificar la estrategia. (BIM Forum Colombia - 08.Hoja de ruta para la implementación BIM, s.f.)

La ruta de implementación se aborda como un proyecto estratégico basado en la guía de proyectos del PMI por medio del PMBOK GUIDE, que en la mayoría de las compañías, se implementa en los procesos.

Dentro de la metodología BIM el trabajo colaborativo es una de las piezas más importantes y representa uno de los más grandes cambios del uso de BIM dentro de las organizaciones, por esto es indispensable definir los aspectos más importantes para tener en cuenta al momento de intercambiar información con grupos de trabajo de la misma compañía (a nivel interno) o con terceros subcontractados para trabajos de diseño (a nivel externo).

La definición clara de las variables clave durante el desarrollo de los diseños promueven un trabajo colaborativo eficaz y sin reprocesos, reduciendo la fricción típica del proceso de gestión del cambio.

En un proyecto típico de construcción, mucha información es producida y muchos son los actores que consultan, generan y utilizan estos recursos a lo largo del desarrollo de todas las etapas del proyecto. Es de vital importancia que el flujo de esta dinámica este organizada de tal manera que evite reprocesos, confusiones y perdidas. Siendo la comunicación un pilar fundamental dentro de la metodología BIM, la emisión y la recepción de los diferentes tipos de

documentos deberían estar consignados en un procedimiento estandarizado y definido desde el BEP. (BIM Forum Colombia - 04.Gestión de la información, s.f.)

La llave para desarrollar una estructura coherente y funcional de la gestión de la información es desarrollar un Ambiente virtual de trabajo - AVT (COMMON DATA ENVIRONMENT – CDE) un espacio en línea, para almacenar, gestionar y compartir información digital con el equipo de trabajo y las personas involucradas del proyecto. (BIM Forum Colombia - 04.Gestión de la información, s.f.)

El “Ambiente virtual de trabajo” depende básicamente de la exigencia del proyecto y puede ser clasificado según su tamaño o funcionalidad. Puede desarrollarse en un servidor, o en la nube. La verdadera importancia es que este ambiente sea netamente colaborativo y digital, que pueda dividirse entre áreas y que sea de fácil acceso para cualquier persona del equipo. (BIM Forum Colombia - 04.Gestión de la información, s.f.)

Siendo el principal foco del servicio el implementar la metodología pero siendo la gestora en la construcción, se realizaron una serie de entrevistas a profesionales que se encuentran inmersos en el campo, con el objetivo de identificar basado en sus experiencias con la aplicación de la metodología, de manera que se pueda identificar las falencias que existen entre la comunicación de equipos de diseño y equipos de construcción, y de acuerdo a la entrevista realizada al Arquitecto Enrique Maass, Gerente BIM Proyecto Metro de Bogotá y Director de desarrollo de proyectos digitales en WSP Colombia, respecto a la pregunta: ¿cuáles consideras son las necesidades en la comunicación entre equipos de diseño y construcción? el arquitecto responde: “debe haber una participación del equipo de los constructores como consultores desde el inicio del diseño, y para ello se debe hacer modificaciones a los esquemas contractuales tradicionales y establecer un esquema de contrato más participativo, están los contratos

bilaterales entre las partes pero también tiene que haber un contrato marco que establece los alcances y responsabilidades, es decir un constructor con el arquitecto o diseñador, el operador, etc, se genera una base de trabajo con una mesa de toma de decisiones en pro del proyecto y de esa manera podemos traer el conocimiento y experiencia de construcción a procesos de diseño, anticipando muchos de los problemas que se presentan al momento de construir”. (Maass, 2022)

Cesar Quintero, Ingeniero civil y Coordinador General proyecto Metro de Bogotá por su parte a la misma pregunta contesta: “Una falla que uno ve recurrentemente en las empresas es la falta de un sistema de gestión adecuado para que ese intercambio de información se de, de forma eficientemente, así mismo la comunicación clara y colaborativa entre líderes muchas veces no se da, lo que trae problemas en la interpretación de la información, ya que al romperse ese vinculo muchos de los constructores a veces no entienden bien e interpretan a su propia experiencia lo que se está reflejando en la información entregada, algo que es totalmente riesgoso para el proyecto, el hueco para llenar es primero tener un sistema eficiente, una estrategia eficiente y después acomodar las herramientas disponibles para que el intercambio de comunicación se de, de forma clara y por supuesto la información se pueda entender mucho más eficientemente” (Quintero, 2022)

Para la investigación también es importante tener la óptica directamente de un equipo constructor, a la misma pregunta El Arquitecto Vladimir Bernal, CEO de Planificación y proyectos, responde: “ Una de los principales problemas que se presenta principalmente entre los diseñadores y constructores es la falta de coordinación, coordinación previa y coordinación durante el proceso; Yo considero que una de las más importantes es la coordinación previa durante el proceso final del diseño y el inicio de la construcción, normalmente eso no se da, cuando llega el constructor a la obra, le entregan una cantidad de planos que simplemente debe

interpretar y debe asumir que están bien y debe entenderse que ya sabe como se hace, y luego de que inicia la obra es que empieza una coordinación posterior a la entrega total de unos diseños, y eso es lo que ocasiona tantas veces reprocesos durante la ejecución, uno de los principales problemas y falencias es la falta de coordinación previa de los diseños con los constructores, eso porque se da, porque normalmente primero se tienen unos diseños, y luego de que los diseños están aprobados , se contrata un constructor, eso debería preverse, es decir antes de que se terminen los diseños , ya haya un posible constructor para que haya una coordinación previa durante el proceso final del diseño y el proceso previo a la construcción de manera que la coordinación durante la ejecución sea más viable más fácil y mas fluida” (Bernal, 2022)

Se realizaron otra serie de preguntas a los diferentes profesionales, sin embargo, se tendrá en cuenta en otra fase de investigación para la definición de este servicio, las respuestas registradas en este documento fueron consideradas pertinentes al alcance del objetivo planteado de definición de empaque y presentación.

#### **Definición de la garantía y servicio de postventa.**

El uso de BIM permite a los usuarios ahorrar en tiempo durante la ejecución de los proyectos, interaccionando al más alto nivel con todos los departamentos, generando un aumento de productividad y permitiendo disponer del conocimiento con todo detalle. De ese modo, una vez terminado el proyecto, los gestores dispondrán de la información necesaria para asegurar la máxima disponibilidad de los equipos, reduciendo el número de incidencias de cara al cliente.

Con BIM, la información está compartida, los usuarios, tienen accesibilidad al proyecto de forma global y pueden dedicar más tiempo a responder consultas sobre los distintos departamentos con mayor transparencia y fluidez, dando lugar a una reducción de recursos

burocráticos y a una mayor rapidez en la resolución de incidencias. (BIM Forum Colombia - 03.Usos, s.f.)

Parte de las principales garantías de la metodología se basa en su uso y su aplicación en las diferentes fases del proyecto, dentro de los principales usos se destaca: Auditoria de diseño, Coordinación 3d, Revisión de diseño, Estimación de Costos y Planeación de Fases. Los objetivos generales para la utilización de dichos flujos y procesos BIM son:

- Optimizar los resultados del proceso de planeación.
- Mejorar el entendimiento de los documentos del proyecto.
- Mantener el proyecto dentro del presupuesto asignado.
- Mejorar los procesos de coordinación.
- Mejorar la calidad de los entregables.
- Mejorar asertividad de procesos de cuantificación de los proyectos.
- Disminuir los reprocesos en etapa de construcción.
- Hay que asegurar que el intercambio de información pueda ser revisado y

validado para su cumplimiento, trazabilidad e integridad durante el ciclo de vida del proyecto.

(BIM Forum Colombia - 03.Usos, s.f.)

Se realizaron una serie de entrevistas con el fin de definir el objetivo de estrategia de servicio, con respecto a las garantías que espera el cliente final,, una de las preguntas puntuales fue: ¿cual es la garantía que espera del servicio?, el Arquitecto Vladimir Bernal CEO de Planificación y Proyectos responde: “Con respecto a las garantías que se le dan al cliente, en efecto son todas, el cliente esta pagando por todas las expectativas, de habitabilidad, de seguridad, de calidad, dentro de los procesos actuales por lo menos en Colombia, se le exigen toda una serie de garantías para con el contratante, certificados de calidad, calidad de los

materiales, calidad de los diseños, certificados de habitabilidad , certificados de funcionamiento, pólizas, en Colombia hay una reglamentación muy clara al respecto de lo que se debe tener en un proyecto de construcción, considero que no haya nuevo que añadir en ese tema” (Bernal, 2022)

Por otra Parte el Ingeniero Cesar Quintero, Coordinador del proyecto metro, responde: La principal garantía es la confiabilidad, con el simple hecho de que la metodología ayuda a un trabajo colaborativo, eso ayuda mucho a que el diseño sea más armonioso, porque no es lo mismo tu trabajar independientemente y que luego se integren cada una de las disciplinas, eso ayuda a dar mejores resultados, y la confiabilidad de la información ese es un punto a favor de la metodología” (Quintero, 2022)

**Determinar si el cliente está dispuesto a comprar el producto o servicio.**

Para la determinación de este objetivo, se realizaron una serie de encuestas a 44 empresas del sector de la construcción, específicamente empresas constructoras, de acuerdo a la investigación de segmento de mercado, (Prieto, 2022) de un total de 2846 empresas de Bogotá y Medellín, las cuales fueron informadas sobre las bondades del servicio en general al final de la encuesta se le realizaron dos preguntas cerradas, con el fin de determinar si el cliente estaría dispuesto a comprar el producto. Los resultados fueron los siguientes:



¿Usted estaría dispuesto a comprar este servicio?

44 respuestas

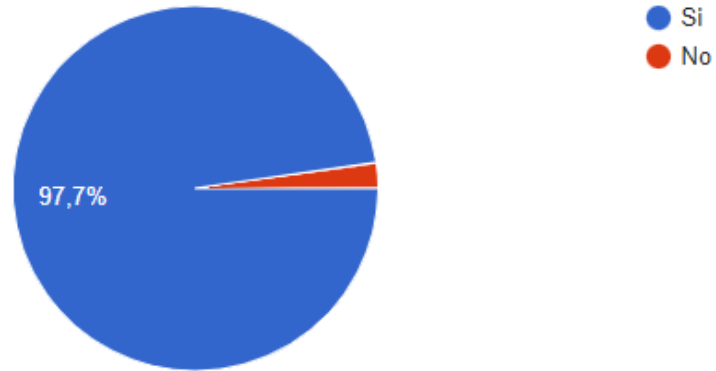


Figura 3. Empresas encuestadas, Pregunta 1

A La pregunta ¿Usted estaría dispuesto a comprar este servicio?, de 44 empresas el 97,7%, compraría el servicio.

¿Usted considera que el precio adecuado de consultoria para este servicio puede estar entre 70.000 y 100.000 pesos por hora?

44 respuestas

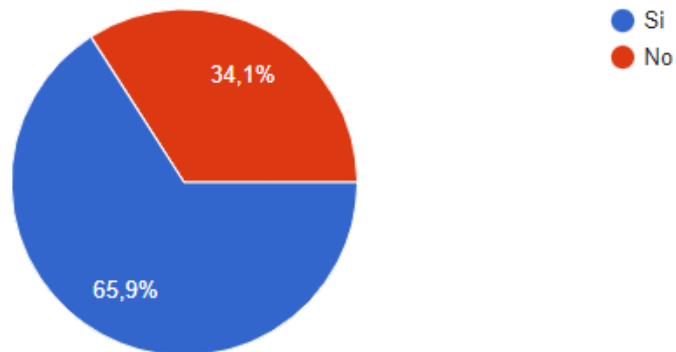


Figura 4. Empresas encuestadas, Pregunta 2

A la pregunta ¿Usted considera que el precio adecuado de consultoría para este servicio puede estar entre 70.000 y 100.000 pesos por hora?, el 65,9% estaría de acuerdo con el costo del servicio.

## **Estrategia de precio**

### **Definir el precio de venta del servicio**

Actualmente el mercado no tiene unas métricas formalizadas sobre la estrategia de precio, sin embargo de acuerdo a la investigación de mercados de la segmentación, (Prieto, 2022), sin duda permitió identificar el porcentaje en el que esta metodología entraría a definirse respecto al costo

La importancia de determinar el costo de acuerdo a referentes de otro tipo de consultoría, puede llegar a ser un reto debido a que existen otros factores a tener en cuenta que no se asimilan directamente a otro rango del diseño o de la construcción, por ende es importante estructurar muy bien las variables a tener en cuenta en los costos directos y en el factor multiplicador tal y como lo estipulan algunas normas, si bien el panorama con respecto a este servicio es desconocido por entidades públicas, lo que no permite tener una garantía sobre los costos, y puede llegar a generar inseguridad en los clientes, puede llegar a ser una oportunidad de negocio y impulso para definir rangos, salarios y variables en consultoría BIM.

Se realizaron una serie de entrevistas con el fin de definir el objetivo de estrategia de precio, una de las preguntas puntuales fue: ¿Cuál es el costo de implementación BIM por hora? El Arquitecto Juan Carlos Gonzalez, director del posgrado de Metodología BIM para edificaciones de la Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca respondió: En realidad la metodología BIM no debería ser cara, básicamente porque es el mismo ejercicio que se hace de la manera tradicional, sobre todo que cuando muchos profesionales conozcan de la metodología, los precios no deben ser absurdamente altos, o que haya un cambio completo frente al trabajo que se ha venido haciendo, hace parte de todo un sistema de estructuración de todos los stakeholders, vale la pena entender que los costos por el momento se pueden aumentar entre un

20%, a 25% pero por el uso disruptivo de nuevas tecnologías, que le permite a los constructores y clientes, desarrollar los objetivos de forma diferente a lo que se ha venido trabajando en forma tradicional” (Gonzalez, 2022)

Por su parte el Arquitecto Enrique Mass, Gerente BIM del proyecto Metro de Bogota, responde: *“Depende, depende donde quieres estar, que es el BIM?, que es el 100% BIM, y eso depende de la directriz que tenga cada uno y de la composición empresarial, si es una empresa mas grande puede tener dificultades , pero puede aprovechar ciertas sinergias que se producen dentro de la compañía, empresas mas chicas tal vez tienen mayor capacidad de reacción, pero mas dificultades para implementar los usos BIM que existen, la verdad cual es el costo?, al revés cuando hago una implementación para transformación digital en las compañías me gusta enfocarme un poco en: cuanto está dispuesto usted a pagar?, que está dispuesto usted a hacer?, y con eso trabajamos, una estrategia de implementación digital más pasivas es más barata, porque yo compro un par de herramientas que me permiten mover a ciertas personas que la aprendan, depende el nivel de madurez, esos procesos dependen del presupuesto de las empresas de cuanto quieren invertir en desarrollo, mientras más agresiva la estrategia de implementación, mas procedimientos requiere, más sistemas de control requiere, más educación requiere y eso tiene costos lógicamente, entonces va a depender netamente de que es lo que es capaz de invertir una empresa, y una buena ecuación es usar el ingreso neto que se produce al final de año, parte de las utilidades se direccionan a inversión de desarrollo, un porcentaje dedicado a desarrollo, es como toda estrategia de implementación tecnológica en cualquier compañía, tiene esas mismas dificultades”* (Maass, 2022)

### **Definir las condiciones o forma de pago.**

El determinate de la forma de pago esta directamente relacionada al alcance del servicio final contratado, es por ello que para la determinacion de este objetivo se realizo una serie de preguntas al Arquitecto Enrique Mass, y al Arquitecto Vladimir Bernal a finde entender la dinamica de servicio actualmente enque equipo diseñador y equipo constructor.

A la pregunta: ¿Cuál sería una estrategia de implementación de costo?, El Arquitecto Enrique Mass, Gerente BIM del proyecto Metro de Bogotá, responde: Se debe escalar el concepto a nivel generación para que se establezcan las necesidades de compañía, para que estos procesos tengan la base requerida para este tipo de proyectos, ejemplo: tu tienes ciertos requerimientos de Software de Hardware que tiene que estar en capacidad de conocimiento de las compañías para tomar acciones, entonces hay niveles de implementación que van por persona, es decir que una persona aprenda ciertas cosas específicas, hay cuatro líneas principales de conocimiento: Competencia Funcionales, Competencias Técnicas, Competencias y de soporte y competencias gerenciales asociadas a la implementación, y la mezcla de este tipo de competencias generan otro tipo de competencias que están más asociadas a operación de proyectos, administrativas, investigación y desarrollo, implementación, uno puede hacer implementación enfocadas en equipos, en personas, en perfiles, en proyectos o en compañías, este último entendiendo las unidades funcionales, establecer la escala organizacional, si va a ser evaluable, certificable o auditable y cuáles van a ser las capacidades desde un proceso de modelación de los datos, colaboración de los datos o integración de los datos, que hoy lógicamente cuando está integrado la toma de decisiones es mucho más predictiva” (Maass, 2022)

A la pregunta: ¿Cuáles son las modalidades de pago existentes en proyectos de Construcción?, el Arquitecto Vladimir Bernal CEO de Planificación y Proyectos, responde: *“Anticipos de obra, pagos parciales por acta de obra catorcenal, mensual, contraentrega. O lo que estipule el contrato”*. (Bernal, 2022)

Las Entidades Estatales pueden establecer el valor y la forma de pago de los contratos de obra pública a través de los siguientes métodos, que aunque no están contemplados de manera expresa en la Ley 80 de 1993, pueden ser pactados por las partes.

**Precio global:** el contratista obtiene como remuneración una suma fija y es el único responsable del cumplimiento del objeto, la vinculación de personal, la elaboración de subcontratos o la obtención de materiales. En el contrato a precio global se incluyen todos los costos directos e indirectos en que incurre el contratista para la ejecución de la obra y la Entidad Estatal no debe reconocer mayores cantidades de obra u obras adicionales necesarias no previstas que se encuentren dentro del objeto. **Llave en mano:** en esta modalidad, el contratista se compromete a realizar todas las labores relacionadas con la obra incluyendo los diseños, estudios de factibilidad, construcción, contratación del personal, instalaciones y suministros y la contraprestación a cargo del contratista es la obra terminada y en funcionamiento. El precio corresponde a un valor previamente establecido que opera como remuneración por todas las gestiones que adelanta el contratista. **Precios unitarios:** las partes establecen el costo por unidad de cada uno de los conceptos que integran la obra a ejecutar o ítems de obra. Con base en este valor, las partes definen la estimación inicial de la obra, pero el valor real es el que corresponde a la multiplicación de las cantidades de obra ejecutadas efectivamente por el precio de cada unidad de obra. **Administración delegada:** la Entidad Estatal delega la ejecución de la obra en el contratista en calidad de director técnico, quien la ejecuta por cuenta y riesgo de la misma Entidad Estatal. El contratista obtiene como remuneración los honorarios que se pactan por su gestión. El administrador delegado se encarga de ejecutar la obra y responde por su buen resultado pero es la Entidad Estatal quien asume los Riesgos derivados del contrato y la financiación de la obra. Los honorarios del contratista pueden pactarse en forma de porcentaje

sobre el valor de la obra o como precio fijo. Cuando se haga uso de esta forma de pago, la Entidad debe abrir un proceso de selección para elegir al contratista a través de una Licitación Pública con el fin de garantizar los principios de selección objetiva, transparencia y economía que deben observarse en la actividad contractual del Estado. Rembolso de gastos: en esta modalidad el contratista asume los gastos de ejecución del contrato y la Entidad Estatal en forma periódica rembolsa dichos gastos y además reconoce al contratista los honorarios que se pactan por su gestión. (Guía para la contratación de Obras Públicas, s.f.)

## **Estrategia de distribución**

### **Definir el canal de distribución**

Desde el enfoque de Publicidad Se realizó entrevistas a diferentes profesionales del ámbito de la Publicidad, Diego Mejía, Mercadólogo y Publicista fue uno de ellos, con el fin de identificar las tendencias en el mercado actual, la pregunta realizada al profesional fue: ¿Cuál es el canal adecuado de comercialización para este tipo de servicios? A lo que Diego Mejía mercadólogo de profesión responde: *“Desde mi experiencia no hay una fórmula definida a partir de un listado de canales que se puedan utilizar, para poder hacer esa distribución, esto depende netamente de la segmentación de mercado, lo que se recomienda en una buena estrategia de marketing es que se haga un mix de diferentes canales de comunicación”* (Mejía, 2022)

El canal de distribución para este servicio está definido como directo, automatizada e Integrado, de acuerdo a la definición de presentación y empaque, tiene relación directa con el canal de distribución, es importante aclarar que la vinculación de la información en la nube hace de este el canal de distribución directo para el cliente.

La elección de la plataforma tecnológica en donde se van a alojar los ambientes de trabajo hace parte de la decisión de la gerencia de proyecto pactada en el BEP, sin embargo, es

necesario asegurar que la plataforma elegida sea capaz de permitir la interacción durante las etapas del proyecto. En general, debe ser una plataforma completamente sincronizada en red o internet en donde cada actor pueda sincronizar y consultar información en tiempo real.

Cada espacio de trabajo responde a las necesidades de cada una de las etapas respondiendo específicamente a los controles recomendados entre cada una de las etapas.

Los roles básicos de cada participante con respecto a los permisos sobre la información, esto puede ser modificado y adaptado de acuerdo con los requerimientos de cada proyecto. (BIM Forum Colombia - Gestión de la información, s.f.)

### **Determinar la logística de la distribución**

Es importante dentro del proceso de implementación BIM, diseñar un plan que se vincule a la visión de la organización, que contenga objetivos claros y concretos, que incluya un cronograma de actividades para el cumplimiento estratégico y escalonado de los objetivos establecidos, que defina un presupuesto necesario para ejecutar, que contenga una estructuración de la infraestructura tecnológica, un plan estratégico de capacitaciones y un plan de difusión que impacte a toda la compañía, que a su vez garantice la adopción de BIM y su sostenibilidad en el tiempo. (BIM Forum Colombia - Gestión de la información, s.f.)

Se realizaron una serie de entrevistas con el fin de definir el objetivo de estrategia de distribución, una de las preguntas puntuales fue: ¿Cuál considera debe ser el flujo de entrega de la información al cliente, el Arquitecto Enrique Maass , Gerente BIM del proyecto metro de Bogotá responde: *“Es un proceso de proyecto donde puedes participar desde el inicio de activación de la estrategia considerando a un cliente no conocedor de estos procesos, hay un proceso de capacitación continua con el cliente donde se empieza explicando desde lo más*

*básico, hasta los procesos del proyecto como tal, se le enseña el uso de ciertas herramientas para la verificación de la información, y se trata de que el cliente no tenga una entrega fragmentada, lo ideal es que tenga una interacción mayor en ese proceso, con estos cambios contractuales que comentaba anteriormente con esas mesas directiva que tomaba decisiones en función lo mejor para el proyecto, lo ideal es que tengas un representante del cliente, uno de usuario / operador, un representante del área de la construcción y uno del área de diseño, y puedes incluir mas pero todos deben trabajar en pro de los beneficios del proyectos y no en beneficios propios, si se llega a identificar eso, se retira de la mesa directiva de manera que solo estén personas con perspectiva imparcial.” (Maass, 2022)*

Dentro de las preguntas realizadas a los diferentes profesionales también se pregunto sobre: ¿Quiénes considera deben aplicar esta metodología?, a lo que el Arquitecto Juan Carlos Gonzalez, director del programa de especialización en BIM de la Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca responde: *“La metodología BIM deben aplicarla tanto profesionales, tecnólogos, y todos los intervinientes en el proceso edificatorio eso incluye todas las ramas que se vinculen en el proceso, los cuales van a formar un grupo colaborativo y resolver muchas de las propuestas que se tienen, la propuesta metodología en si debe hacerse colaborativa la cual permite la union de todo este esfuerzo de este tipo de profesionales afines del proceso edificatorio para poderlo resolver” (Gonzalez, 2022)*

### **Determinar la oportunidad y la experiencia que el cliente desea.**

De acuerdo con un artículo de la Building Smart sobre La Realidad Virtual y Aumentada como potenciador del uso de BIM, La mayor parte del tiempo hablamos de la aplicación de BIM en fase de proyecto y cómo mejorar esa parte. Comparto que el momento de adopción de BIM en



el que nos encontramos a nivel mundial en general y en España en particular, es el primer paso para llevar BIM a las siguientes fases del ciclo de vida del activo.

También escuchamos el mantra de que “BIM tiene más retorno y sentido en fase de operación y mantenimiento, porque el activo se va mantener durante mucho tiempo y eso serán muchos ahorros a largo plazo”.

Bueno, después de escuchar esto en múltiples congresos a gente muy importante en el mundo BIM, a la cual admiro, siempre soportado con gráficos sesudos, complejos, de grandes cifras y estadísticas, voy a discrepar sobre esta cuestión.

Y discrepo, apoyado también en mil gráficas e informes (que no voy a incluir por no aburrir), por lo siguiente: el gran problema del sector AEC es la falta de productividad, causada por una comunicación defectuosa y deficiente entre los distintos agentes que intervienen en el ciclo de vida del activo, que genera un sinnúmero de problemas que lastran dicha productividad.

Desde cierto punto de vista, la verdadera revolución del sector AEC vendrá cuando todos los agentes involucrados utilicen BIM, y cuando digo todos, digo desde el promotor que tiene una idea, hasta el último operario. Y ahí está el gran potencial del BIM y donde tiene más sentido como posibilitador de una comunicación eficaz entre los distintos agentes que intervienen en todo el ciclo de vida de un activo.

Desde cierto punto de vista la Realidad Virtual y Aumentada empujará y potenciará el uso de BIM, los datos no ofrecen lugar a dudas. Ahora el trabajo de los Técnicos que estamos en esto es mirar BIM también de otras maneras, no sólo desde el punto de vista meramente técnico para técnicos. (Building Smart, 2021)

Dentro de las entrevistas realizada a fin de darle alcance a el objetivo de la estrategia de distribución dentro de las posibles ideas creativas que ambos profesionales en el mercadeo y la

publicidad, realizaron recomendaciones, a la pregunta: ¿Cual consideras sería el modelo de experiencia que el cliente espera, para este tipo de servicio?, Diego Mejia responde: *“Se debe hacer una estrategia de comunicación, muy específica en la cual para cada reto posible que pueda haber o necesidad y que pueda solucionar mi servicio, proponer diferentes tipo de soluciones , de manera que se comuniquen de forma creativa, hay mil formas de hacerle llegar el contenido multimedia de manera que el cliente pueda interactuar con ello, usualmente el tipo de personas que toman decisiones en su empresa no tienen tiempo para leer un documento técnico extenso, generalmente en las empresas de tecnología, cuando se requiere captar la atención de un cliente se le comunica las ventajas del producto o servicio de una forma muy simple, una vez tenemos esa atención, se ataca de una forma mas agresiva por así decirlo, se le da pruebas de concepto, licencias con determinado tiempo, para que el cliente pueda experimentar, una persona de tu empresa vaya y busque el cliente y le haga una demostración del servicio, si se requiere formal y con protocolo se debe evaluar el tema”* (Mejia, 2022)

Diego Boada por su lado, *“como es un producto experiencial hay que mostrarlo, es importante encontrar reuniones de forma personal con los diferentes CEO, ir con todos los juguetes de la experiencia que va a vivir cada uno de los participantes del servicio, a la final porque es un producto complejo, debe ser orgánica intuitiva , porque? Porque lo van a usar obreros y perfiles tradicionales dentro del medio”* (Boada, 2022)

## **Estrategias de promoción y comunicación**

### **Definir los medios de comunicación**

Dentro de las entrevistas realizadas a fin de darle alcance a el objetivo de la estrategia de promoción y participaron dos profesionales en el medio del mercadeo y la publicidad, , a la pregunta: Cuales consideras deben ser los medios de comunicación adecuados para este tipo de

servicio? , El mercadólogo Diego Mejía responde: *“Se debe identificar el cliente, y se debe indagar que está haciendo el mercado, benchmark , eso es identificar que están haciendo los competidores o cuál es el estándar del mercado , para saber que de eso puedo aplicar a mi estrategia, están por ejemplo los eventos de emprendimientos, comunicaciones virtuales por medio de una empresa que se dedique solo a tecnología, estrategia de marketing digital con google ads , es todo medios que son pagos, por otro lado se puede hacer promoción digital por LinkedIn de forma organizada, poniendo banners, o social setting, en la cual tenemos un socio que se dedica a investigar los compartimientos de los contactos que son claves en nuestros prospectos y empiezan a comunicarse con diferentes clientes, ejemplo en LinkedIn puedes enviar un inbox, se pueden invitar a webinars a eventos presenciales. Dándoles licencias gratis de prueba”* (Mejía, 2022)

*“Sobre los medios se pueden hacer campañas SEM por google App Works , a través de palabras claves poder llegarle a esas personas que están haciendo búsqueda de soluciones Tech en la construcción, y generar landing page, con el objetivo de esa landing lo que vamos a generar es captura de base de datos, correos electrónicos, números de teléfono, que vamos a poder trabajar en el área de mercadeo muy fuerte ya que es una data muy orgánica, y se va a poner atender a quienes realmente están interesados, que se busca? Un agendamiento con estos posibles clientes para demostrarles lo que va a ser el producto y el servicio, primero hay que brandiarse tener un sitio web, antes de meterse en una feria, el sitio web da confiabilidad, porque tú vas a vender una solución de millones, al mismo tiempo que un correo corporativo, esto es importante a la hora de promocionarse”* (Boada, 2022)

De acuerdo a un artículo publicado por LinkedIn de Elena Muncio Anaya, quien escribe un artículo sobre *“Claves para empezar tu estrategia de comunicación”* (LinkedIn, s.f.), la

periodista concluye con *“Tu siguiente paso en la estrategia es preguntarte, ¿en qué medios me interesa salir? Y esta es una pregunta importante porque puede que prefieras salir en cuantos más mejor, para atraer más tráfico, o que prefieras focalizarte en medios de mucha categoría para tener una mejor imagen de marca, que prefieras medios generalistas para llegar a más gente, o que prefieras que sean sectoriales y de nicho, para llegar a un público muy específico”*. (LinkedIn, s.f.)

**Definir los medios de publicidad adecuados para el servicio. (logo, slogan e identidad cromática.)**

Para la definición de medios de Publicidad adecuados se hicieron tres preguntas puntuales a los mercadólogos, una de las preguntas fue: ¿Cuál sería el tipo de logo adecuado para este servicio?, a lo que Diego Mejia concluye con: *“La pregunta es compleja , porque es un tema que define el cliente con un diseñador gráfico, a partir del estudio de plan de marketing, usualmente tiene psicología del color, formas, hoy en día las marca están en la ola de minimalismo, es lo que actualmente se usa en el mercado, sin embargo no está escrito, eso es variable y en conclusión se define con la identidad corporativa, creando un manual de marca, la cual tiene toda la guía de cómo se debe usar la marca, colores, fuentes, en un brief se resume que es tu marca y eso se le puede dar a un diseñador gráfico para que la cree.”* (Mejia, 2022); por su parte El mercadólogo Jose Boada responde: *“respecto al logo, ya hay investigaciones en el tema el logo no debe pasar de 4 letras, debe ser un nombre muy acertado y corto”* (Boada, 2022)

A la pregunta ¿Cuál sería el tipo de slogan adecuado para este servicio? Diego Mejia responde: *“En principio con el brief que se define con el diseñador gráfico, entre el alcance está el slogan , en algunos casos el slogan es util, depende el tipo de modelo de empresa, si es*

*Bussines to Bussines, yo que trabaje en una empresa su slogan era: “Buscando ser la empresa pequeña mas grande del mundo! Sin embargo a medida que fue evolucionando y creciendo ese slogan no aplicaba, y después de eso no tiene slogan propios de la marca, si tienen campañas que tienen slogan como identidad, pero un slogan para la marca como tal no”* (Mejia, 2022), por su parte Jose Boada, respecto al slogan debe ser algo que impacte a ese constructor significativamente, algo corto, y que llame mucho la atención y tenga componente tech, ejemplo *“solución digital para constructores”*. (Boada, 2022)

A la pregunta: *¿Cuál sería la identidad cromática adecuada para este servicio?* Diego Mejia responde: *“se tiene que hacer un estudio de cuáles son los colores que se usan en las comunicaciones o en la identidad corporativa de tu tipo de empresa, esa es la realidad, no hay colores específicos, sin embargo no estoy familiarizado con este tipo puntual de servicios para definir cual es tu competencia directa, pero si puedo decirte que las empresas no basan su color con base en su servicio, va mas hacia su cliente final, todo parte del brieff.”* (Mejia, 2022), por su parte El mercadólogo Jose Boada responde: *“respecto a la identidad cromática: puede ser amarillo, buscando similitud con el ladrillo, o el anaranjado, café, pero también el color verde para combinar tecnología con lo eco”* (Boada, 2022)

### **Presupuesto de promoción. (expectativa, lanzamiento y mantenimiento)**

Dentro de las entrevistas realizadas a fin de darle alcance a el objetivo de la estrategia de promoción y participaron dos profesionales en el medio del mercadeo y la publicidad, a la pregunta: *¿Cual sería el costo aproximado de lanzamiento de este servicio?*, El mercadólogo Jose Boada responde: *“Hay dos vertientes, mercadeo tradicional y mercadeo digital, el mercadeo tradicional está muy relacionado con BTL (Below the line) y el mercadeo digital relacionado con el plan de medios y pauta, lo mas barato es lo digital, google adds y posicionamiento SEM*

*(Search Engine Marketing) me parece es lo primero que hay que hacer, construir un sitio WEB llamativo, con buen posicionamiento en motores de búsqueda, y empezar a pautar y posicionar el SEM, porque es una industria y están buscando hay que estar en esas búsqueda, eso no suele ser costoso, montar el sitio web no lo es, hay hosting económicos, hay que “bradiarse”, y empezar con un sitio WEB, si tu envías tu cotización por ejemplo desde un correo corporativo eso da confiabilidad, se debe crear una Landín page de búsquedas concretas, hay plantillas en The word Press, por ejemplo tiene buen posicionamiento en Google, la plantilla la compras de por vida, el hosting lo pagas mensual, la idea es que tu vayas creciendo de forma escalonada, cada vez que tengas recursos vas invirtiendo, en VMEO puedes publicar tu producto, es una plataforma exclusiva, no te cuesta absolutamente, y clave e importante contratar un community manager, o tercerizas una empresa que te maneje plan de medios, hay empresas que te cobran desde quinientos mil pesos hasta dos millones y más , dependiendo tus requisitos” (Boada, 2022)*

Por otra parte Diego Mejia, a la misma pregunta de ¿Cuál sería el costo aproximado de lanzamiento de este servicio?, *“ para el tipo de empresas y de contactos decisivos, están en ferias de emprendimiento pero también están en medios tradicionales, sobre todo tu segmento de mercado , los medios tradicionales serian acertados, también el relacionamiento directo, hacerles llegan un paquete con tu marca, con un PoP que es el merchandising de tu marca, dejando tu información de contacto, página web, ya que tu servicio es digital y de realidad virtual, se puede montar QR con una mini experiencia, esto es variable y cuesta, debido a que las diferentes campañas se cotizan en dólares. puede estar en unos veinte mil dólares” (Mejia, 2022)*

Dentro de la investigación se consideró clave comparar las diferencias entre las cuentas gratuitas y las Premium de LinkedIn, con el objetivo de validar la necesidad de pagar por este medio de comunicación,

Con una cuenta básica:

- Encontrar y volver a conectar con colegas de trabajo y compañeros de clase.
- Solicitar y proporcionar recomendaciones.
- Buscar y visitar los perfiles de otros usuarios de LinkedIn.
- Recibir un número ilimitado de mensajes InMail.
- Guardar hasta tres búsquedas y recibir alertas semanales sobre esas búsquedas

Con suscripciones Premium y sus funciones: (LinkedIn, s.f.)

- Premium Career te ayuda a conseguir un contrato y a avanzar en tu trayectoria profesional.
- Sales Navigator te ayuda a generar contactos y construir una clientela. Recruiter Lite te ayuda a encontrar y contratar talentos.

- Premium Business te ayuda a obtener información empresarial detallada y a ampliar tu negocio.

- LinkedIn Learning te ayuda a mejorar tus competencias y a obtener otras nuevas.

(LinkedIn, s.f.)

### **Identificación del producto o servicio**

#### **Presentación**

¿Qué es un digital twin?, una de las claves del éxito de determinada organización es tener la capacidad de anticipar el impacto de eventuales problemas que puedan afectar su operación. Eso es, básicamente lo que permite un digital twin, un concepto que suma relevancia para

organizaciones tanto privadas como públicas, en la toma de decisiones futuras, por ejemplo en el sector salud, hoy permiten a los profesionales diseñar una representación virtual de un paciente y órgano en concreto, para estudiar los impactos de determinados procedimientos, en otros ámbitos como la industria automotriz, también están marcando la pauta, siendo de gran ayuda en el diseño y construcción de diversos modelos, tal como lo hace Ford.

Dado su impacto en las cadenas de producción, se estima que el mercado de los gemelos digitales presentará una tasa de crecimiento anual compuesta (CAGR) de 38% entre 2019 y 2025, año en que alcanzaría los US\$ 35.8 billones, (Deloitte, s.f.)

En el Año 2022, la siguiente etapa de la evolución digital nos recibe con la promesa de interfaces emocionalmente inteligentes y capacidades cognitivas híper-intuitivas que transformarán los negocios de maneras impredecibles, ¿pero cómo nos preparamos para la próxima década de cambio disruptivo en el área de la construcción?, esta investigación tiene como fundamentación principal la metodología BIM, entendiendo esta como el modelado informativo para la construcción, su principal objetivo: enmarcarlo dentro de un digital twin, específicamente para la fase de ejecución en proyectos de construcción.



Ficha técnica

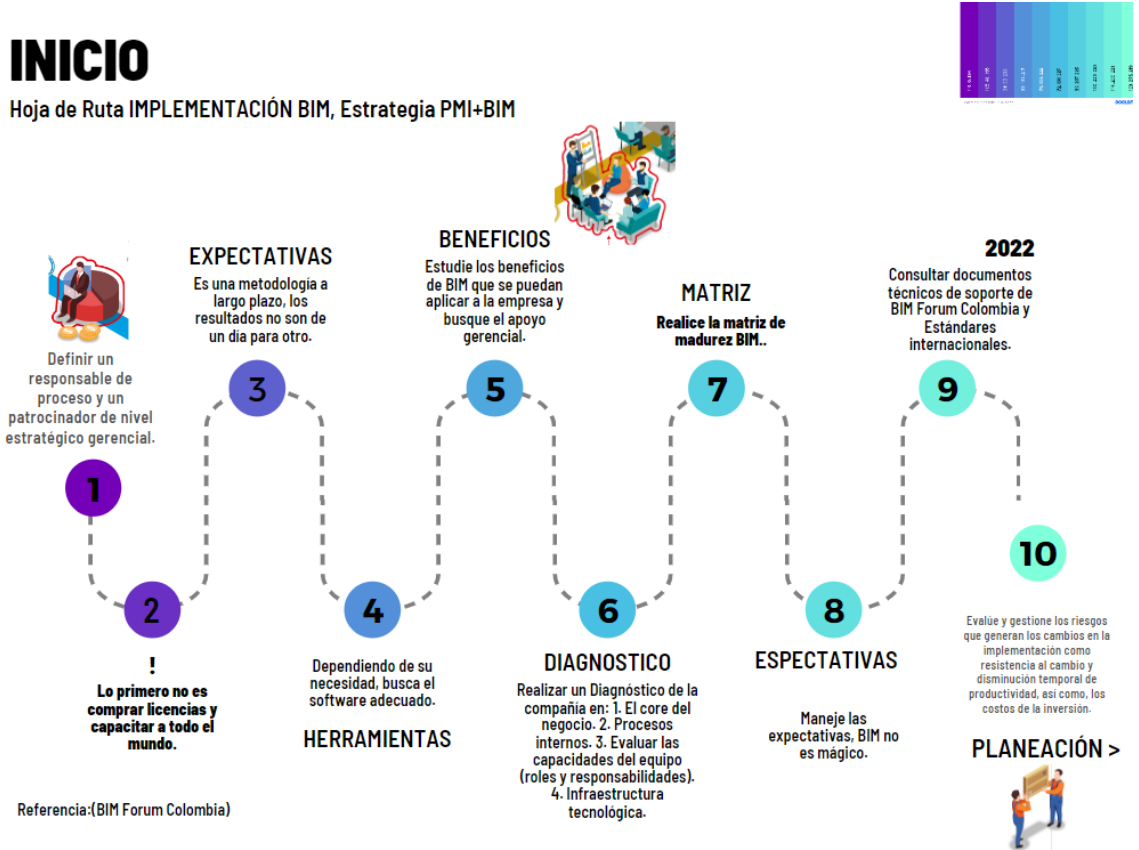


Figura 5. Ruta de implementación BIM

# PLANEACIÓN

Hoja de Ruta IMPLEMENTACIÓN BIM, Estrategia PMI+BIM

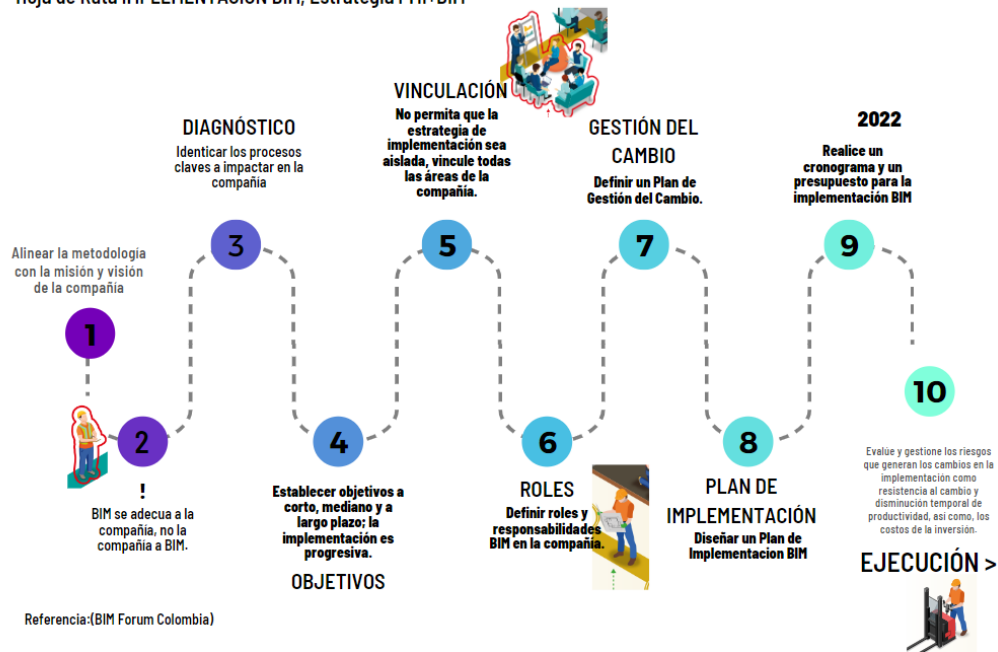


Figura 6. Ruta de Implementación, Planeación

# EJECUCIÓN

Hoja de Ruta IMPLEMENTACIÓN BIM, Estrategia PMI+BIM

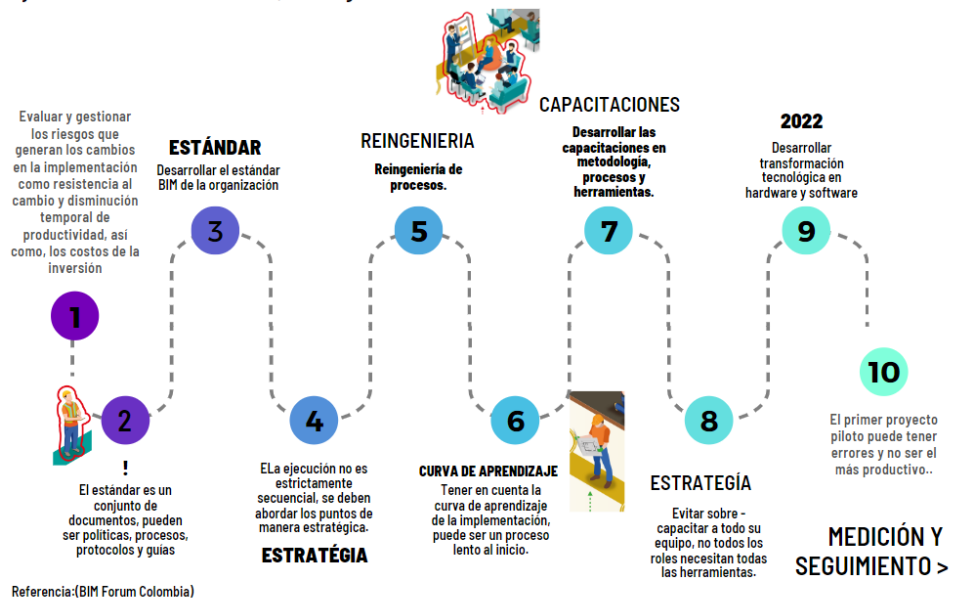


Figura 7 Ruta de Implementación, Ejecución

### **Área de investigación**

El enfoque principal de esta investigación está direccionado al área de la construcción y la tecnología, con base en modelos digitales y uso de bases de datos que permitan gestionar y administrar un proyecto determinado.

### **Tema de investigación**

La presente investigación tiene como tema principal: Desconocimiento de la metodología BIM, en la fase de ejecución de proyectos de Construcción en la Ciudad de Bogotá.

### **Título de la investigación**

Programa dirigido a potenciar la implementación de la metodología BIM, con tecnologías inmersivas de realidad mixta y tecnología LiDAR, en las primeras etapas de proyectos civiles de la industria AEC en la ciudad de Bogotá.

### **Línea de investigación,**

#### **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.

#### **Línea 09. Productividad y competitividad en las organizaciones:**

Centrada en el estudio para la optimización de los recursos y las actividades de las organizaciones de bienes y servicios, para que funcionen de manera más eficiente y eficaz. Abarca desde la gestión de recursos humanos hasta la gestión de proyectos, pasando por la

gestión financiera y la gestión de la calidad. Estimula el desarrollo de procesos de investigación, innovación y desarrollo tecnológico, orientados al diseño, validación y difusión de modelos de planeación, programación, control de la producción, cadenas de abastecimiento y logística competitiva.

### **Tipo de investigación**

Para este proceso investigativo se proponen dos tipos de investigación pertinentes para el desarrollo de este proyecto, en primera instancia se plantea la investigación interactiva, ya que de acuerdo a Jacqueline Hurtado, este tipo de investigación se centra en que el investigador es participante activo del proceso investigativo, otros de los autores Elliot (2000) define la investigación-acción estudio de una situación social para tratar de mejorar la calidad de la acción en la misma”, Para el pragmatismo sociológico, representado en Mao Tse-tung (1975), es la práctica social la que genera conocimiento.

Dentro del alcance de la investigación es viable usarlo ya que la investigadora es participante activa de un proyecto vigente donde se aplica la metodología BIM, siendo específicamente un proyecto de infraestructura, el cual se considera pertinente dar a conocer la evaluación, punto de vista, errores y lecciones aprendidas de este proyecto, como proceso de su participación, lo que refuerza en gran parte la respuesta a la formulación de la incógnita de investigación de acuerdo a su experiencia, ¿Cómo hacer más eficiente la construcción de proyectos civiles en la fase de ejecución, para proyectos que implementen la metodología BIM en su fase de diseño, en Bogotá?

En segunda instancia se propone vincular un segundo tipo de investigación, en la medida en que esa práctica activa del investigador (Investigación interactiva, genera unos criterios y conclusiones por el simple acto de: según la definición de Elliot (2000) Investigar-acción; La

investigación proyectiva, se fundamenta en elaborar una propuesta, plan, programa o procedimiento y dar respuesta a el cómo hacer las cosas en una aplicación concreta, lo que es pertinente para esta investigación ya que se busca el cómo a través de un proyecto, programa y plan, dar solución respuesta a la pregunta de investigación.

### **Objetivo general y específicos del servicio**

#### **Objetivo General**

Diseñar un programa dirigido a potenciar la implementación de la metodología BIM, con tecnologías inmersivas de realidad mixta, en la fase final de diseño y fase inicial de ejecución en proyectos civiles de construcción en la ciudad de Bogotá, para la industria de la construcción.

#### **Objetivos Específicos**

Evaluar cuales son los beneficios de aplicar tecnologías de realidad mixta en la metodología BIM para proyectos de construcciones civiles en su fase de ejecución

Categorizar las competencias idóneas de acuerdo con el perfil profesional para aplicar la metodología BIM y tecnologías inmersivas de realidad mixta en proyectos de construcciones civiles en su fase de ejecución.

Explicar la importancia de tener equipos de innovación dentro de las constructoras para proyectos AEC.

### Cuadro de variables, valores e indicadores

TABLA DE VARIABLES, VALORES E INDICADORES DE LA METODOLOGÍA BIM										
FASE DE CONSTRUCCIÓN	OBJETIVOS	DEFINICIÓN DEL INDICADOR	KPI (UNIDADES DE MEDICIÓN DEL INDICADOR)	VARIABLES DE CÁLCULO KPI	PERIODICIDAD	USOS	LOD (LOE+LO)	DIMENSIÓN BIM	ROLES BIM	ÁREAS DEL CONOCIMIENTO PMI
Conceptualización, prefactibilidad y diseño esquemático	Reducir tiempos de diseño.	Variación de tiempos en definición de alternativas de diseño preliminares a cabidas	%	Tiempo de línea base	1 vez por proyecto	Condiciones existentes de modelo	100	20	BIM Manager	Gestión de la Integración del Proyecto
				Tiempo de comparación	Mensual cuando sea un proceso repetitivo	Estimación de costos	200	30	Coordinador BIM	Gestión del alcance del Proyecto
	Aumentar precisión de presupuestos preliminares y reducir el tiempo para obtener presupuestos	Variación entre el presupuesto de factibilidad y el de construcción	%	Presupuesto de factibilidad		Programación	300	40	Especialista BIM	Gestión del cronograma del Proyecto
		Variación de tiempo de generación del presupuesto preliminar.	%	Presupuesto de ejecución		Análisis de caso	400	50	Modelador BIM	Gestión de los costos del Proyecto
						Revisión de diseño	500	60	Planificador	Gestión de los riesgos del Proyecto
						Autoría de Diseño		70	Artesanal	Gestión de los interesados del Proyecto
						Análisis energético			Arquitectónica	Gestión de la calidad del Proyecto
						Análisis estructural			Agrícola	Gestión de los recursos del Proyecto
						Análisis de iluminación			Agropecuaria	Gestión de las comunicaciones del Proyecto
						Análisis mecánico				Gestión de las adquisiciones del Proyecto
						Análisis de otras disciplinas				Gestión de salud, seguridad, proyección y medio ambiente del Proyecto
						Evaluación LEED				Gestión financiera del Proyecto
						Validación de catálogos				
						Coordinación 3D				
						Planificación Layout				
						Diseño del sistema de construcción				
						Fabricación digital				
						3D Control y verificación				
						Plano record				
						Mantenimiento y operación				
						Análisis del edificio				
						Mantenimiento de espacios				
						Planificación ante desastres				

Figura 8. Cuadro de variables , valores e indicadores

De acuerdo con la guía para la adaptación BIM en las organizaciones, (BIM Forum Colombia) Los indicadores clave de desempeño para BIM (Building Information Modeling) son las métricas que nos ayudan a identificar el rendimiento de tiempo, costo y alcance de las acciones tomadas en torno a BIM dentro de una organización. El primer paso para cerrar la brecha de productividad en la industria de la construcción es establecer métricas claras que permitan identificar el momento de madurez en que se encuentra cualquier proceso en un momento inicial y hacerle seguimiento a la evolución de la misma métrica de madurez a lo largo del tiempo, durante el cual será posible implementar diferentes estrategias para optimizar el desempeño y evaluar los resultados de estas. Las estrategias con resultados positivos que logren condiciones de replicabilidad deben convertirse en buenas prácticas inherentes al desarrollo de proyectos y parte de las lecciones aprendidas a nivel organizacional. (BIM Forum Colombia).

Las variables principales son las siguientes:

FASE DE CONSTRUCCIÓN		OBJETIVOS		DEFINICIÓN DEL INDICADOR	
KPI (UNIDADES DE MEDICIÓN DEL INDICADOR)	VARIABLES DE CÁLCULO KPI	PERIODICIDAD		USOS	
LOD (LOG+LOI)	DIMENSIÓN BIM	ROLES BIM		ÁREAS DEL CONOCIMIENTO PM	

Tabla 4. Variables Principales

Los valores principales son los siguientes:

FASE DE CONSTRUCCIÓN
Conceptualización, prefactibilidad y diseño esquemático
Anteproyecto y documentación de construcción
Pre-construcción y compras
Construcción / ejecución material del proyecto

Tabla 5. Valores Principales

Los indicadores principales son los siguientes:

VARIABLES DE CÁLCULO KPI	PERIODICIDAD
Tiempo de línea base	1 Vez por proyecto
Tiempo de comparación	Mensual cuando sea un proceso repetitivo
Presupuesto de factibilidad	
Presupuesto de ejecución	

Tabla 6. Variables principales

USOS	LOD (LOG+LO)	DIMENSIÓN BIM	ROLES BIM
Condiciones existentes de modelo	100	2D	BIM Manager
Estimación de costos	200	3D	Coordinador BIM
Programación	300	4D	Especialista BIM
Análisis de sitio	400	5D	Modelador BIM
Revisiones de diseño	500	6D	Paisajista
<u>Autoría de Diseño</u>		7D	Artesanal
Análisis energético			Arquitectónica
Análisis estructural			Agroindustrial
<u>Análisis de iluminación</u>			
Análisis mecánico			
Análisis de otras disciplinas			
Evaluación LEED			
Validación de códigos			
Coordinación 3D			
Planificación Layout			
Diseño del sistema de construcción			
Fabricación digital			
3D Control y verificación			
Planos record			
Mantenimiento y operación			
Análisis del edificio			
Mantenimiento de espacios			
Planificación ante desastres			

Tabla 7. Usos BIM principales



### **Herramientas de investigación utilizadas**

En el desarrollo de la investigación se utilizaron diversas herramientas de investigación, que incluyeron entrevistas a profesionales, académicos y presidentes de empresas relacionadas con el campo de estudio. Estas entrevistas proporcionaron información valiosa sobre las experiencias, perspectivas y conocimientos de expertos en el tema, permitiendo obtener una visión más amplia y profunda del tema investigado.

Además de las entrevistas, se utilizaron herramientas de gestión de datos como ChatGPT, un modelo de lenguaje basado en inteligencia artificial que permitió generar respuestas y organizar ideas de manera coherente y estructurada. Esta herramienta resultó fundamental para procesar grandes cantidades de información, generar preguntas relevantes y obtener insights significativos para la investigación.

Otra herramienta utilizada fue la asistencia a eventos como Bogoshorts, un festival de cine en Bogotá, y webinars sobre metaverso y realidad mixta. Estos eventos brindaron la oportunidad de explorar las últimas tendencias, avances y aplicaciones en el campo de estudio, así como establecer contactos con profesionales y expertos en el tema.

La importancia de estas herramientas radica en su capacidad para enriquecer la investigación, proporcionando diferentes perspectivas, información actualizada y fuentes de conocimiento diversificadas. La combinación de entrevistas, herramientas de gestión de datos y participación en eventos permitió obtener una visión completa y actualizada del tema, respaldando los hallazgos y conclusiones de la investigación.

## **Evidencia de diligenciamiento del cvlac**

Según se evidencia en el Anexo B (CVLAC, 2023 Recuperado de [https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod\\_rh=000210577](https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=000210577)

8

## **Descripción del producto o servicio**

### **Formulación del problema a investigar**

#### **Enunciado holopráxico**

¿Cómo hacer más eficiente el trabajo de equipos de construcción y diseño en un modelo 3d unificado, aplicando metodología BIM , tecnología LiDAR y tecnologías de realidad mixta?

#### **Preguntas orientadoras**

*¿Cuál es el problema principal?*

Desconocimiento en el uso de tecnologías de realidad aumentada y tecnología Lidar en la aplicación de metodología BIM en equipos de trabajo de construcción y diseño, en las primeras etapas de un proyecto civil.

*¿Por qué es necesario un cambio?*

La industria AEC ha sido tradicionalmente muy fragmentada, lo que puede generar ineficiencias y errores costosos. La metodología BIM, junto con tecnologías como LiDAR y realidad mixta, pueden ayudar a integrar mejor los procesos y actores en un proyecto de construcción, permitiendo una comunicación más efectiva y una toma de decisiones mejor informada. Además, estas tecnologías pueden mejorar la calidad y la precisión de la información de diseño y construcción, reducir costos y plazos, y mejorar la seguridad en las obras. En resumen, la implementación de estas tecnologías puede mejorar la eficiencia y la calidad en la

industria AEC, y llevar a una mayor satisfacción del cliente y mejores resultados económicos para las empresas.

***¿Cuáles son las causas de este problema?***

Las principales causas de la necesidad de un cambio en la industria AEC y la aplicación de metodología BIM y tecnologías inmersivas como LiDAR y realidad mixta son la complejidad creciente de los proyectos de construcción, la necesidad de reducir costos y mejorar la eficiencia en el proceso de diseño y construcción, y la demanda de una mayor precisión y calidad en la entrega final del proyecto. Además, la falta de colaboración y comunicación efectiva entre los diferentes actores del proyecto y la falta de estandarización en la industria también son factores importantes que deben ser abordados.

***¿Por qué existe el problema?***

El problema de la falta de eficiencia y productividad en la industria AEC se debe a varios factores, entre ellos la complejidad y la naturaleza fragmentada de los proyectos de construcción, la falta de coordinación y comunicación entre los distintos actores involucrados, la falta de estandarización y la dependencia de procesos manuales y obsoletos. Además, la falta de adopción de nuevas tecnologías y metodologías innovadoras también ha contribuido a la falta de eficiencia en la industria AEC.

***¿Qué efectos tiene el problema?***

La falta de eficiencia y colaboración en la industria AEC puede tener varios efectos negativos, como retrasos en los proyectos, aumento de costos, falta de calidad en la construcción, falta de transparencia y comunicación, entre otros. Además, estos efectos pueden tener un impacto en la satisfacción del cliente, la reputación de la empresa y la seguridad de los

trabajadores. Por lo tanto, es importante abordar este problema para mejorar la eficiencia, calidad y seguridad en la industria AEC.

***¿Por qué es importante resolverlo?***

Es importante resolver el problema de la baja productividad y la falta de eficiencia en la industria AEC porque tiene impactos significativos en la calidad, el costo y el tiempo de los proyectos de construcción. Además, el aumento en la demanda de infraestructura y construcción a nivel mundial implica una mayor necesidad de mejorar la eficiencia y la productividad en la industria para poder satisfacer esa demanda de manera sostenible y eficaz. Al implementar la metodología BIM y las tecnologías Lidar y de realidad mixta, se puede mejorar la calidad y la precisión del diseño y la ejecución de proyectos, lo que se traduce en una reducción de costos, un aumento en la eficiencia y una mejora en la gestión y coordinación del proyecto en general.

***¿Quién está afectado?***

El problema de la falta de eficiencia en la industria AEC está afectando a múltiples actores, entre ellos:

*Clientes:* quienes a menudo experimentan retrasos, costos adicionales y resultados insatisfactorios debido a la falta de eficiencia en la entrega de proyectos.

*Profesionales de la AEC:* quienes enfrentan desafíos en la colaboración, la comunicación y la gestión de datos debido a la falta de un estándar de intercambio de información.

*Sociedad en general:* la falta de eficiencia en la industria AEC puede llevar a mayores costos y retrasos en la construcción de infraestructura crítica, como hospitales y carreteras, lo que puede afectar negativamente a la economía y al bienestar público.

***¿Quién/es es/son el/los responsables/s del problema?***

El problema del bajo nivel de productividad en la industria AEC no se debe a una sola causa o responsabilidad individual, sino que es el resultado de una serie de factores interconectados en el sector. Por ejemplo, la falta de estandarización y colaboración en los proyectos, la falta de capacitación y formación en nuevas tecnologías, la resistencia al cambio y la falta de inversión en tecnología y procesos innovadores. En este sentido, la responsabilidad recae en todo el sector AEC, desde los propietarios de proyectos, diseñadores, ingenieros, contratistas, hasta los reguladores y organismos gubernamentales que supervisan la industria.

**Árbol del problema causas y consecuencias, descripción**

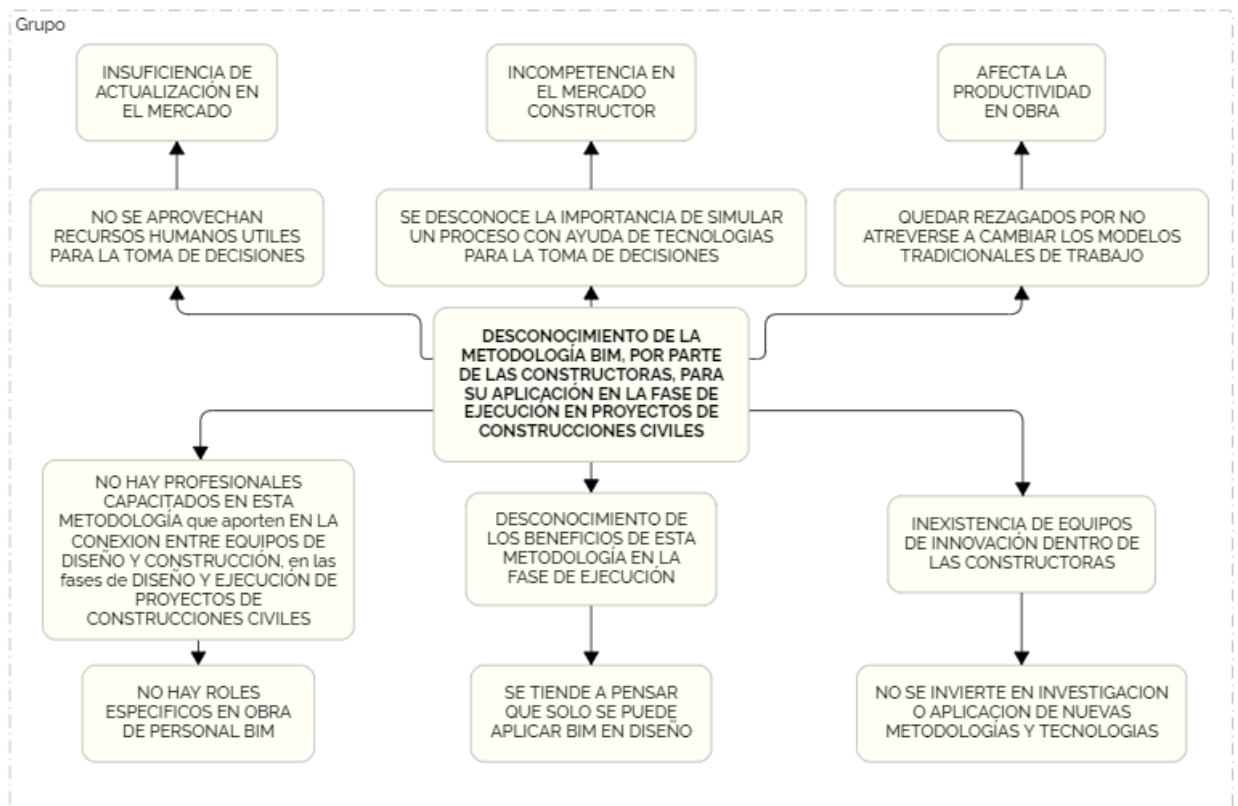


Figura 9. Árbol de problemas, causas y consecuencias.

**Causa 1, No hay profesional capacitado en esta metodología**

No hay no hay profesionales capacitados en esta metodología en la conexión entre equipos de diseño y construcción, a su vez en el mercado actual no hay roles específicos en obra, de personal en obra

**Causa 2, Desconocimiento de esta metodología en Obra**

Se tiende a pensar que solo se puede aplicar en la fase de diseño.

**Causa 3, Inexistencia de equipos de innovación dentro de las constructoras**

No se invierte en investigación o aplicación de nuevas metodologías y tecnologías

### Árbol de objetivos, logros e insumos

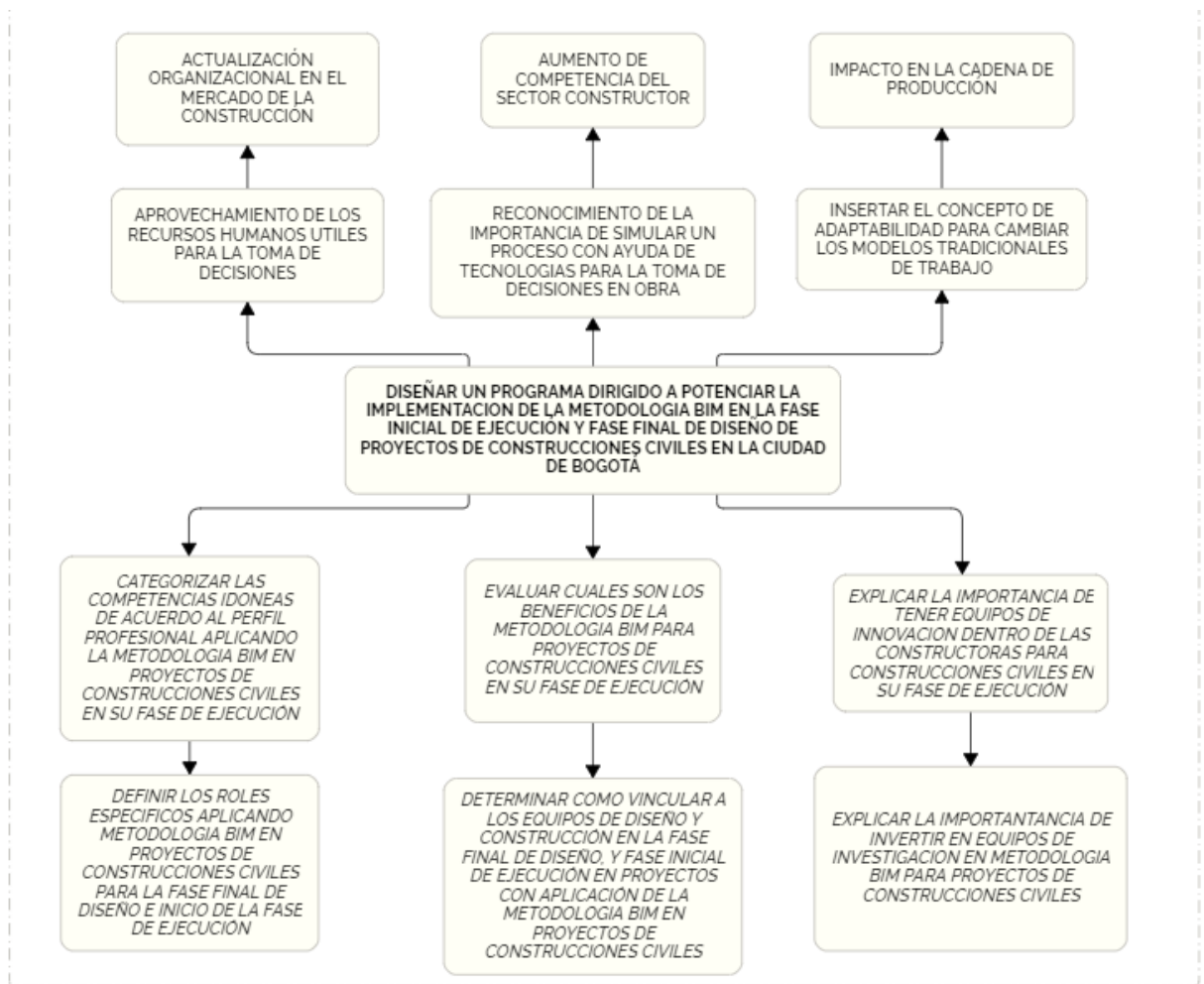


Figura 10. Árbol de Objetivos

### Delimitación temática y geográfica

El alcance de la investigación está definido principalmente para proyectos donde se aplique la metodología BIM en su fase de diseño, por estrategia geográfica la investigación se hará en la ciudad de Bogotá, donde se busca evaluar algunos casos de estudio que permitan alcanzar el objetivo general de diseñar un programa dirigido a potenciar la implementación de la metodología BIM en la fase inicial de ejecución y fase final de diseño de proyectos de construcciones civiles.



Figura 11. Mapa Urbano de Bogotá

## Descripción

### Concepto general del producto o servicio

Dentro de la metodología BIM el trabajo colaborativo es una de las piezas más importantes y representa uno de los más grandes cambios del uso de BIM dentro de las organizaciones, por esto es indispensable definir los aspectos más importantes para tener en



cuenta al momento de intercambiar información con grupos de trabajo de la misma compañía (a nivel interno) o con terceros subcontratados para trabajos de diseño (a nivel externo).

El “Ambiente virtual de trabajo” depende básicamente de la exigencia del proyecto y puede ser clasificado según su tamaño o funcionalidad. Puede desarrollarse en un servidor, o en la nube. La verdadera importancia es que este ambiente sea netamente colaborativo y digital, que pueda dividirse entre áreas y que sea de fácil acceso para cualquier persona del equipo. (BIM Forum Colombia - Gestión de la información, s.f.)

### **Impacto tecnológico, social y ambiental**

#### ***Impacto Tecnológico:***

La realidad virtual y la tecnología Cloud están abriendo camino a una nueva frontera en el sector de la construcción. Esto trae una serie de ventajas: verificar anticipadamente la disposición de los espacios, realizar controles precisos y minimizar los errores de diseño antes de la ejecución del proyecto. Esto sin duda genera un impacto en cuando a la importancia de invertir en investigación dentro de las empresas, direccionar las utilidades en ellas, el impacto es holístico en la medida es que todos se verían involucrados.

#### ***Impacto Social:***

En un plan de implementación BIM tenemos que ser muy conscientes y saber gestionar de manera correcta la resistencia al cambio a nivel personal, nivel departamental y nivel organizacional, esto va a impacta directamente en la forma de trabajar de las personas, en su cultura y en su productividad.

#### ***Impacto Ambiental:***

El servicio tiene un enfoque ambiental ya que tiene el interés de demostrar que la digitalización de la información en un proyecto de construcción permite hacer uso eficiente de

materias primas como el papel, lo que en proyectos convencionales de diseño y construcción, se traduce en un porcentaje importante de impresión de documentación, que en principal medida es requerida para la visualización de esta, en proyecto digitalizarles, es decir que implementen metodologías como BIM, se reduce de manera significativa. el impacto sin duda será en la forma de transferencia de información.

### **Potencial innovador**

El proyecto tiene un potencial innovador significativo para la industria AEC en Bogotá. Al combinar la implementación de la metodología BIM con tecnologías inmersivas de realidad mixta y el uso de tecnología LiDAR, se abren nuevas oportunidades para mejorar la eficiencia y calidad de los proyectos de construcción en la ciudad. Algunos aspectos del potencial innovador son los siguientes:

**Mejora en la coordinación y comunicación:** La metodología BIM permite una mejor coordinación y colaboración entre los diferentes actores involucrados en un proyecto de construcción. Al integrar tecnologías inmersivas como la realidad mixta, se facilita la visualización y comprensión de los diseños, lo que mejora la comunicación y reduce errores en la ejecución de la obra.

**Mayor eficiencia en la fase de diseño y ejecución:** La utilización de tecnologías como el escaneo LiDAR y la modelación 3D detallada permite una captura precisa de la realidad y una representación virtual fiel de los proyectos. Esto agiliza el proceso de diseño, identifica posibles problemas antes de la construcción y permite realizar ajustes rápidos y precisos, lo que conduce a una mayor eficiencia en la ejecución de los proyectos.

**Mayor precisión y control en la ejecución de proyectos:** Las tecnologías inmersivas y el uso de modelos virtuales permiten realizar simulaciones y visualizar cómo se desarrollará la

construcción en el mundo real. Esto ayuda a identificar posibles conflictos, optimizar los recursos y realizar un seguimiento preciso de la ejecución de la obra.

Mejora en la toma de decisiones: Las tecnologías inmersivas brindan a los actores del proyecto una experiencia inmersiva y realista que les permite tomar decisiones informadas antes de que se inicie la construcción. Esto reduce los cambios y ajustes durante la obra y optimiza el proceso de toma de decisiones.

En resumen, el proyecto ofrece un enfoque innovador para la implementación de la metodología BIM y el uso de tecnologías inmersivas en la industria AEC en Bogotá. Estas innovaciones prometen mejorar la eficiencia, calidad y control en los proyectos de construcción, brindando beneficios tanto para los profesionales del sector como para los clientes y la sociedad en general.

## **Justificaciones del problema a investigar**

### **Justificación ambiental**

La investigación tiene un enfoque ambiental ya que tiene el interés de demostrar que la digitalización de la información en un proyecto de construcción permite hacer uso eficiente de materias primas como el papel, lo que en proyectos convencionales de diseño y construcción, se traduce en un porcentaje importante de impresión de documentación, que en principal medida es requerida para la visualización de esta, en proyecto digitalizables, es decir que implementen metodologías como BIM, se reduce de manera significativa.

Dentro de las ventajas de la digitalización de documentos su utilidad es grande, los documentos son mucho más versátiles ya que puede convertirse a varios formatos y las empresas en efecto ahorran dinero, restringiendo el uso del papel, de manera que contribuimos al cuidado

del medio ambiente, una necesidad latente en la actualidad y se reduce costos siendo este importante para un proyecto. Otro del interés de esta investigación es el abordar cuáles son aquellas herramientas y estrategias tecnológicas que permiten simular diferentes aspectos en la construcción enfocados a los principales indicadores de sostenibilidad, entendiendo este como parte fundamental del avance tecnológico en medio

ambiente para la construcción.

### **Justificación social**

Sin duda uno de los enfoques principales de la metodología BIM apuntan al trabajo colaborativo, pero ¿por qué es tan esencial este punto en cuestión?, ¿Qué hace que personas de diferentes enfoques lleguen a un fin determinado usando correctamente las tecnologías y metodologías adecuadas?, son algunas de las incógnitas latentes en esta investigación.

Si bien esta metodología exige tener conocimientos en ciertas tecnologías, se dice que un grupo de personas con un fin pueden llegar a retroalimentarse entre ellas, según su conocimiento específico, como indica Gros (1997, p. 99), en el aprendizaje colaborativo se rechaza la observación pasiva, la repetición, la memorización para promover la confrontación de opiniones, el compartir conocimientos, el liderazgo múltiple y la multidisciplinariedad.

En el aprendizaje colaborativo, cada integrante participa para extraer unas conclusiones que se desprenden de la aportación de cada individuo para llegar a un acuerdo en un tema. Todos los integrantes del grupo son líderes y evaluadores de los conceptos que se exponen, aunque exista un coordinador de los esfuerzos del grupo, no actúa en ningún momento como líder. Como nos explican Strijbos,

Martens y Jochems (2004, p. 404.) Lo que estas metodologías promueven es la cooperatividad de aprendizaje entre diversas disciplinas de la construcción, lo que lo hace

enriquecedor en el enfoque social, ya que enfatiza en la cohesión y la responsabilidad del grupo para incrementar la interacción grupal y la búsqueda de cumplimiento de objetivos.

Dentro de las grandes características que diferencian un aprendizaje colaborativo de otros tipo de aprendizaje son: el orgullo de pertenecer a un grupo, la heterogeneidad de los componentes del grupo, ello permite tener diferentes puntos de vista, por otro lado el liderazgo individual y la aparición y soluciones de los conflictos grupales.

Es por ello que el enfoque social es clave a la hora de aplicar esta metodología ya que los grupos colaborativos son más numerosos e integran aprendices de niveles distintos que colaboran aportando sus conocimientos individuales y coordinándose con el resto. El coordinador del grupo actúa como mediador en las tareas, aportando conocimientos y estrategias de aprendizaje al grupo. (Carrio Maria ,2007), siendo este una necesidad clave en el mejoramiento de las relaciones humanas en proyectos de construcción.

### **Justificación económica**

En la industria de la construcción es fundamental que los proyectos se ejecuten dentro de los costos y tiempos planeados, durante la fase de la planeación inicial se omiten procesos que hacen parte de la dirección del proyecto, lo que refleja la falta de integración de este mismo, viéndose esta como una necesidad dentro del campo de la construcción.

Haciendo una comparación entre la metodología tradicional y la metodología BIM, esta investigación tiene inquietudes en cuanto a si se puede reconocer las ventajas en la gestión, dirección e integración de proyectos, así como control de costos y tiempo durante el desarrollo del proyecto, esto basado en la búsqueda de proyectos que ya hayan aplicado BIM.

Se dice que haciendo una correcta aplicación de la metodología BIM, esta permite tener consideraciones importantes en cuanto a cuantificación de las cantidades de obra. Duarte, N. (2014), Cabe aclarar que, al tener errores en cualquiera de las fases de un proyecto desarrollado con la metodología BIM también se puede traducir en deficiente utilización de recursos, en reprocesos y por ende en pérdidas de tiempo y dinero, siendo esta otra de las inquietudes de esta investigación.

De esta forma, el conocimiento de la teoría de la gestión de proyectos es naturalmente importante no solo para dirigir una correcta implementación de la metodología, sino también para hacer parte de un grupo de trabajo. siendo este conveniendo para el mejoramiento de la competitividad en proyectos de obra de infraestructura.

### **Justificación profesional**

Para tener éxito en la implementación de la metodología es esencial definir inicialmente las responsabilidades y funciones de todos los interesados con el fin de obtener un modelo acorde a las necesidades y alcance del proyecto. Además, se considera que es importante romper paradigmas y permitir el cambio a la hora de conformar un grupo de trabajo interdisciplinario con el fin de integrar las especialidades y así poder llevar a buen término el proyecto.

Dominguez, W. M, Segura, L. M. (2020)

Para una correcta implementación de la metodología BIM en la planeación y control de proyectos es importante además tener en cuenta que los profesionales involucrados tengan un conocimiento suficiente de la utilización de la plataforma tecnológica con el fin de no cometer errores que finalmente se traducen en sobrecostos para el proyecto.

Es por ello que esta investigación busca tener un enfoque directamente relacionado a los profesionales, con el fin de sugerir cuales son las competencias pertinentes en proyectos de infraestructura, y a su vez determinar si en un país como Colombia estamos en la capacidad de hacerlo, teniendo en cuenta que la participación del gobierno con políticas adecuadas beneficia en gran medida el gran paso a la digitalización; ¿El gobierno colombiano está en la capacidad de abordar estas políticas?, la investigación sin duda tendrá en cuenta casos cercanos de aplicación de países latinoamericanos vecinos como referencia y comparación. siendo este otro punto de interés.

### **Justificación tecnológica**

La investigación está motivada en identificar cuáles son esas herramientas tecnológicas necesarias que le permitan a los profesionales involucrados en un proyecto de infraestructura, ser más eficientes en su campo de aplicación, entendiendo cada uno de los roles y perspectivas de la misma.

En la actualidad nos encontramos en un momento de desarrollo tecnológico importante en el sector de la construcción. La adopción de tecnología BIM ha repercutido exponencialmente, debido al enorme beneficio económico que se puede obtener y ahorrar con una construcción virtual, Dominguez, W. M., Segura, L. M. (2020).

Los Drones son nuevas herramientas tecnológicas que contribuyen cada vez más en optimizar los procesos constructivos; el cual unido con el BIM genera muchos beneficios en las etapas del proyecto como son: en la Fase de diseño donde se pueden ofrecer panorámicas precisas y veloces de sitios con grandes dimensiones y áreas de riesgo o de zonas poco accesibles obteniendo modelos tridimensionales, siendo este un interés particular de la investigación que busca sugerir en qué tipo de prácticas profesionales es adecuado el uso de esta tecnología en un

proyecto de infraestructura. Por otro lado la investigación quiere abordar la necesidad de avanzar tecnológicamente en las obras de construcción, entendiendo que en la fase de construcción, pueden usarse ciertos artefactos y herramientas con un nivel de tecnología que sirve para monitorear/controlar la evolución y el estado de la obra durante la construcción y también permite tomar en cuenta la seguridad en obra la cual a través de un monitoreo, es posible estudiar, comprender y vigilar los desplazamientos de los obreros y medios en movimiento, una motivación latente en la investigación para sugerir campo de acción y en obra, siendo tan importante para el beneficio de los profesionales allí involucrados.

### **Necesidades que satisface**

Parte de las principales garantías de la metodología se basa en su uso y su aplicación en las diferentes fases del proyecto, dentro de los principales usos se destaca: **Auditoria de diseño, Coordinación 3d, Revisión de diseño, Estimación de Costos y Planeación de Fases.**

Los objetivos (necesidades que satisface) generales para la utilización de dichos flujos y procesos BIM son:

1. Optimizar los resultados del proceso de planeación.
2. Mejorar el entendimiento de los documentos del proyecto.
3. Mantener el proyecto dentro del presupuesto asignado.
4. Mejorar los procesos de coordinación.
5. Mejorar la calidad de los entregables.
6. Mejorar asertividad de procesos de cuantificación de los proyectos.
7. Disminuir los reprocesos en etapa de construcción.



8. Hay que asegurar que el intercambio de información pueda ser revisado y validado para su cumplimiento, trazabilidad e integridad durante el ciclo de vida del proyecto.

## Metodología de la investigación

### Alcance

La metodología cualitativa se relaciona con el análisis que genera evidencia descriptiva, según Taylor y Bogdán (1996). El propio lenguaje de las personas, hablado o publicado, y las acciones medibles en su sentido más amplio. En la misma época, el análisis cualitativo está ganando un espacio en las Ciencias Sociales que antes era impensable. Tal vez como resultado de la forma en que aborda los desafíos del estudio, las actividades, el comportamiento y las creencias desde el punto de vista de las personas.

El fin de la teoría es hacer coherente lo que de otra forma aparece como un conjunto de hechos desconectados; a través de la teoría aprendemos una serie de lecciones que pueden aplicarse a situaciones con la que aún no nos hemos enfrentado

### Presupuesto de la investigación

Tabla 8. Presupuesto de Investigación

Rubro	Descripción	FASEI (Periodo de tiempo semestral)
<b>Libros y Suscripciones</b>	Base de datos Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca, Biblioteca	\$ -
<b>Gafas VR</b>	Demo de Servicio	\$ 150.000
<b>Refrigerios</b>	Alimentación	\$ 720.000
<b>Desplazamientos/salidas de campo</b>	Transporte a empresas constructoras (bus)	\$ 200.000
<b>Honorarios Investigación</b>	Honorarios Investigadora	\$ 2.000.000
<b>Otros</b>	Posible desarrollo de programación	\$ 500.000
<b>TOTAL</b>		<b>3.570.000</b>



C	<b>Marco Contextual</b>
	<b>Creación de Objetivos</b>
	Elaboración Quadro de Variables
	<b>Selección de Línea y Área de Investigación</b>
	Elaboración de la Justificación del problema a investigar
	Delimitación técnica y geográfica
D	<b>Elaboración del Protocolo de Investigación</b>
	<b>Elaboración de Investigación Plan de Marketing</b>
	Elaboración de Presentación de Pre-Sustentación
	<b>Revisión de los comentarios realizados por los jurados de Proyecto</b>
E	Entrevistas a Modeladores
	Entrevistas a Coordinadores BIM
	Entrevistas Gerentes BIM
	Entrevistas Directores de proyecto
	Entrevistas Líderes de Área
	Entrevistas Constructores
	Entrevistas Operarios
<b>Entrevistas Equipos desarrolladores, de innovación</b>	
F	Definir los roles específicos aplicando metodología bim en proyectos de construcciones civiles
	Revisión Bibliográfica sobre Roles BIM
	Determinar como vincular a los equipos de diseño y construcción en la fase final de diseño, y fase inicial de ejecución
	Revisión Bibliográfica sobre Conexión de equipos de diseño
	Explicar la importancia de invertir en equipos de investigación en metodología bim para proyectos de construcciones civiles
	<b>Revisión Bibliográfica sobre inversión en empresas digitales</b>
Generación de documento de Programa dirigido a la Implementación, basado en conclusiones y fuentes primarias y secundarias	
G	Revisión de Posible Caso Estudio, para implantación del Programa
	Selección de Estudio de caso
	Implementación caso de Estudio
	<b>Simulación de Proyecto Piloto</b>
H	<b>Encuestas sobre alcance del servicio/producto</b>
	Generación de documento de Lecciones Aprendidas
	<b>Recomendaciones</b>
	<b>Entrega final de PROYECTO, Sustentación final.</b>

*Figura 12. Cronograma de Investigación*

### **Población y muestra o ensayos o encuesta o entrevistas**

En el marco de esta investigación, la población objetivo para las entrevistas estuvo conformada por profesionales y expertos en el campo de la metodología BIM, tecnologías inmersivas y construcción civil. Las entrevistas se realizaron a través de este chat y se contó con la participación de las siguientes personas:

***Rodrigo Freig***

Fundador de Modelo Tech Studio Ltd, una empresa especializada en BIM Management y tecnologías inmersivas para la industria AEC. Rodrigo cuenta con amplia experiencia en la aplicación de realidad virtual, realidad aumentada y tecnologías similares en la fase de construcción de proyectos.

***María Juliana Rebolledo***

Constructora y Gestora en Arquitectura, con experiencia en el uso de la metodología BIM en la fase de diseño. Actualmente, María Juliana trabaja en proyectos de construcciones civiles en el área de energía como interventora, lo que le brinda una visión relevante sobre los desafíos y errores de comunicación en obra.

***César Ardilla:***

Profesor de gerencia de proyectos y experto en la gestión de proyectos de construcción. César aportó su experiencia y conocimientos en el ámbito de la gerencia de proyectos, analizando los problemas comunes y explorando cómo estas tecnologías pueden contribuir al desarrollo de proyectos en la industria AEC.

***Empresa 3Davinci:***

Esta empresa se especializa en desarrollo de realidad virtual, realidad aumentada, realidad mixta y diseño arquitectónico. Aunque su enfoque no está específicamente en la industria AEC, se les consultó sobre su experiencia y perspectivas en el uso de estas tecnologías en proyectos de construcción.

Las entrevistas se llevaron a cabo con el objetivo de obtener información de primera mano, perspectivas y experiencias relevantes en relación con los objetivos de la investigación.

Cada entrevistado aportó valiosos conocimientos y puntos de vista que contribuyeron a la comprensión y análisis del tema investigado.

### **Técnicas e instrumentos**

Durante el desarrollo de la investigación, se utilizaron diversas técnicas e instrumentos para recopilar información relevante. Estos incluyeron entrevistas a profesionales y expertos en el campo de la construcción, así como a directivos del proyecto Metro de Bogotá, quienes ya implementan la metodología BIM. Estas entrevistas fueron fundamentales para obtener perspectivas y conocimientos especializados sobre la aplicación de BIM y tecnologías inmersivas en la industria AEC.

### ***Entrevistas***

Uno de los instrumentos de recopilación de datos más utilizados para la investigación cualitativa, principalmente por su enfoque personal. El entrevistador o investigador recopila datos directamente del entrevistado de manera individual. La entrevista puede ser informal y no estructurada, es decir, conversacional. Las preguntas que se formulan son en su mayoría preguntas abiertas y espontáneas, y el entrevistador permite que el flujo de la entrevista dicte las siguientes preguntas. Además de las entrevistas, se realizó un estudio de mercado que permitió obtener información sobre la situación actual del mercado de la construcción en Bogotá y las tendencias en la implementación de BIM y tecnologías inmersivas. Este estudio de mercado proporcionó datos cuantitativos y cualitativos que respaldaron el análisis y las conclusiones de la investigación.

### ***Estudio de caso***

En este método, los datos se recopilan mediante un análisis profundo de estudios de caso. La versatilidad de este método se demuestra en cómo se puede utilizar para analizar tanto temas simples, como complejos. Asimismo, se llevó a cabo un estudio de caso basado en el desarrollo de la escalera comunitaria en el barrio Soacha. Como parte de este estudio, el investigador tuvo la oportunidad de participar como practicante profesional en el proyecto, lo que permitió obtener un acercamiento más directo a la realidad de la obra y comprender las necesidades y posibles formas de integrar las tecnologías propuestas. Esta experiencia práctica en el proyecto de la escalera comunitaria aportó información valiosa y enriqueció la investigación al proporcionar un contexto real y concreto.

Las técnicas e instrumentos utilizados en la investigación incluyeron entrevistas a profesionales y directivos del proyecto Metro, un estudio de mercado y un estudio de caso basado en el desarrollo de la escalera comunitaria en el barrio Soacha. Estas herramientas proporcionaron información detallada, perspectivas especializadas y un enfoque práctico que contribuyeron a la comprensión y el análisis exhaustivo del tema de investigación.

### **Antecedente del problema a investigar**

Los antecedentes del problema a investigar, el desconocimiento de la metodología BIM en la fase de obra y el uso de tecnologías inmersivas en la industria AEC en Bogotá, pueden ser los siguientes:

Baja adopción de la metodología BIM en la fase de ejecución de proyectos de construcción civil en Bogotá: Aunque la metodología BIM ha ganado reconocimiento en la industria de la construcción, su implementación en la fase de obra todavía presenta desafíos.

Existe una falta de conocimiento y capacitación adecuada sobre cómo utilizar el BIM en esta etapa, lo que limita su adopción y aprovechamiento.

Escaso uso de tecnologías inmersivas en la industria AEC en Bogotá: Las tecnologías inmersivas, como la realidad virtual y aumentada, tienen el potencial de mejorar la comprensión y visualización de los proyectos de construcción. Sin embargo, en Bogotá, su aplicación en la industria AEC aún es limitada. Existe un desconocimiento de las ventajas y beneficios que estas tecnologías pueden ofrecer, así como barreras para su implementación.

Estos antecedentes reflejan la necesidad de abordar la falta de conocimiento y uso de la metodología BIM en la fase de obra, así como la escasa aplicación de tecnologías inmersivas en la industria AEC en Bogotá. La investigación busca generar conciencia sobre estas problemáticas y proponer soluciones para mejorar la eficiencia y calidad de los proyectos de construcción en la ciudad.

### **Estado del arte del problema a investigar**

El estado del arte del tema de investigación, centrado en la implementación de la metodología BIM y tecnologías inmersivas en la industria AEC, muestra avances significativos en los últimos años. Diversos estudios y expertos han abordado aspectos clave relacionados con la integración de estas tecnologías en la fase de diseño y ejecución de proyectos de construcciones civiles.

En cuanto a la metodología BIM, se ha evidenciado su capacidad para mejorar la colaboración y comunicación entre los diferentes actores involucrados en un proyecto de construcción (Bryde et al., 2017; Wicaksono et al., 2019). Además, se ha destacado su capacidad para mejorar la eficiencia en la gestión de información, la detección de conflictos y la toma de decisiones en el proceso constructivo (Arayici et al., 2011; Eastman et al., 2011).

Por otro lado, las tecnologías inmersivas, como la realidad virtual y la realidad mixta, han demostrado su potencial para mejorar la visualización y comprensión de los diseños arquitectónicos, así como para facilitar la detección de errores y la realización de simulaciones virtuales (Abanda et al., 2017; Tam et al., 2019). Estas tecnologías ofrecen experiencias inmersivas y realistas que permiten a los usuarios interactuar con los modelos tridimensionales de manera intuitiva (Cheng et al., 2018).

En cuanto a las aplicaciones específicas en la industria AEC, investigaciones han destacado el uso de tecnologías inmersivas para mejorar la coordinación de diseños, la detección temprana de conflictos y la planificación de la ejecución de proyectos (Zhang et al., 2019; Zhang et al., 2020). Asimismo, se ha explorado su potencial para mejorar la comunicación entre los diferentes equipos de trabajo y clientes, facilitando la toma de decisiones y la comprensión de los diseños (Roudsari et al., 2015; Sacks et al., 2018).

En resumen, el estado del arte evidencia el creciente interés y avance en la implementación de la metodología BIM y tecnologías inmersivas en la industria AEC. Estas tecnologías han demostrado beneficios significativos en términos de colaboración, eficiencia y visualización de proyectos de construcciones civiles. Sin embargo, aún existe un espacio para explorar la integración de estas tecnologías en la fase de ejecución de proyectos y su aplicación específica en el contexto de Bogotá.

### **Marcos contextual o referencial**

Este trabajo de investigación tiene como finalidad abordar la concepción de metodología BIM para el desarrollo de proyectos de la edificación, estudiado desde una perspectiva de



innovación tecnológica, de la cual se busca argumentar los beneficios de aplicar dicha metodología como estrategia de toma de decisiones en la gestión de la construcción.

A partir de la revisión exhaustiva de bibliografía, se busca entender el surgimiento, métodos, enfoque y modelo que han sido parte de la creación y concepción de dicha metodología.

### Marco teórico

Mejorar la coordinación entre las partes interesadas es una función crítica de Building Information Modeling (BIM). Recientemente, ha habido numerosos estudios que investigan la coordinación basada en BIM; sin embargo, no se ha hecho ningún intento explícito de investigar el estado actual de la investigación relevante y determinar las direcciones futuras, sin embargo existe un estudio que examina la literatura de coordinación basada en BIM publicada entre 2006 y 2020 a través de la búsqueda de literatura bibliométrica, el mapeo científico y el análisis crítico en profundidad para llenar el vacío de investigación.(Wu et al., 2022).

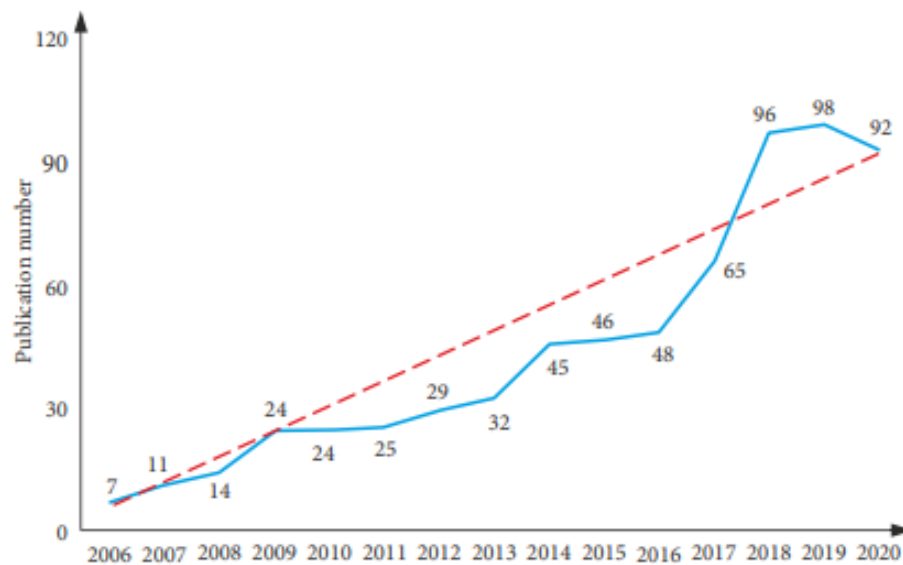


Figura 13. Publicación de trabajos sobre BIM, Scopus en 2006-2020

Después de un exhaustivo proceso de filtrado, se recopilaron 656 piezas de literatura de Scopus. Para mapear la información representativa en la investigación de coordinación basada en BIM, la determinación y visualización de los académicos, revistas, países/regiones y artículos más influyentes, así como su importancia y relaciones, se realizaron a través de VOSviewer, a continuación se relacionan gráficas del análisis de dicho estudio, que permiten identificar ese mapeo de información, de acuerdo a la literatura de Scopus. (Wu et al., 2022).

Como se muestra en la Figura 15, X. Wang ocupa el primer lugar con 678 citas, seguido de M. R. Hosseini (328), H. Li (162), J. Zhang (129) y H.-Y. Chong (126). Considerando las citas promedio, X. Wang obtuvo la puntuación más alta (56,50), seguido de E. Papadonikolaki (43,00) y X. Li (40,40). Además, en este campo, dos estudiosos emergentes, S. Abrishami y W. Lu publicó la mayoría de los trabajos de investigación alrededor de 2019, demostrando su potencial. Además, X. Li recibió

la puntuación más alta en la medición de citas medias normalizadas.

Scholar	Affiliation	Documents	Citations	Avg. citations	Avg. norm. citations	Avg. pub. year
X. Wang	Curtin University	12	678	56.50	1.84	2016
M. R. Hosseini	Deakin University	9	328	36.44	2.13	2018
H. Li	Hong Kong Polytechnic University	9	162	18.00	1.28	2017
J. Zhang	Tsinghua University	9	129	14.33	0.63	2016
H.-Y. Chong	Curtin University	8	163	20.38	1.12	2017
C. Merschbrock	Oslo and Akershus University College	7	193	27.57	1.02	2015
E. Papadonikolaki	University College London	7	301	43.00	2.26	2018
J. Wang	Curtin University	7	142	17.75	1.86	2018
S. Abrishami	University of Portsmouth	5	41	8.20	0.94	2019
W. Lu	University of Hong Kong	5	87	17.40	1.77	2019
X. Li	Hong Kong Polytechnic University	5	202	40.40	2.80	2018
C. Wang	Chongqing University of Technology	5	42	8.40	0.72	2018

Figura 14. Red de Coautores en Scopus sobre BIM

La Figura 17 ilustra que el país/región está dividido en seis categorías; con el nodo más grande de los Estados Unidos. Los académicos de los Estados Unidos tienen la más destacada contribución a este campo de investigación. La siguiente Tabla 2 presenta el desempeño de los países/regiones.

Country/ Region	Docu- ments	Cita- tions	Avg. pub. year	Avg. citations	Avg. norm. citations
United States	132	4524	2015	34.27	1.16
China	125	2567	2016	20.54	1.11
United Kingdom	92	2900	2017	31.52	1.31
Australia	57	2569	2016	45.07	1.75
Malaysia	34	805	2017	23.68	0.84
South Korea	33	984	2017	29.82	0.96
Germany	32	977	2016	30.53	1.07
Hong Kong	30	827	2018	27.57	1.76
Canada	22	617	2018	28.05	1.28
India	20	212	2017	10.60	0.61
Italy	15	280	2013	18.67	0.88
Norway	14	257	2016	18.36	0.69
Netherlands	13	599	2016	46.07	1.49
Singapore	13	711	2018	54.69	2.14
Taiwan	13	209	2017	16.08	0.88
Finland	12	368	2017	30.67	1.15
Poland	11	140	2016	12.73	0.67
Turkey	11	332	2016	30.18	0.82

*Figura 15. Principales países investigando BIM.*

Los siguientes países/regiones que han contribuido significativamente a la coordinación basada en investigación **BIM** : Estados Unidos, China, Estados Unidos Reino Unido, Australia, Malasia, Corea del Sur, Alemania y Hong Kong. En términos del año de publicación promedio, los países/regiones en ascenso en la coordinación basada en BIM fueron Hong Kong, Canadá, y Singapur, cuyas publicaciones se basan generalmente alrededor de 2018. Según la medición promedio de citas normalizadas, Singapur recibió el valor más alto (2.14), indicando que sus



Como se muestra en la Figura 18, las palabras clave más frecuentes se dividen principalmente en cuatro grupos que son "proyecto gestión", "desarrollo sostenible", "coordinación de partes interesadas" e "innovación en la construcción". "Modelado de información de construcción" y "BIM" son los más significativos nodos como BIM es la base de la coordinación. Algunas palabras clave destacadas relacionadas con la coordinación incluidas "colaboración", "diseño colaborativo" y "comunicación", mientras que las otras palabras clave significativas ilustraron las ocasiones de adopción de coordinación basadas en BIM, como "gestión de proyectos", "ejecución integrada de proyectos" y "sustentabilidad"

### **Marco histórico**

Antes de hablar un poco de su historia se debe de conocer qué significa BIM ya que la palabra por sí sola no contiene gran información, pero si le anexamos la palabra metodología toma un sentido de lineamiento, así que podemos decir que:

Building = Construcción

Information = Información durante todo el ciclo de vida del proyecto

Modeling = Modelado en 3D, (M.A,2018)

La evolución de la construcción está en el uso de nuevos materiales y técnicas aplicables a la construcción como la afirma (M.A., 2018) "La industria de la construcción cada vez evoluciona en cuanto a materiales, es por esa condición que se necesita el apoyo tecnológico que mejore el flujo de trabajo y permitan un mayor control, ayuda y comunicaciones óptimas, y se tenga información precisa y actualizada y así prevenir futuros problemas en la etapa constructiva."

La metodología del BIM es un término expresado en palabras del autor (M.A., 2018) donde “se ha vuelto muy relevante en los campos del diseño y la construcción en los últimos 20 años, pero ¿de dónde vino? La historia es compleja, con artífices de los Estado Unidos, y Europa Occidental que compiten para crear la solución de software de arquitectura perfecta para interrumpir los flujos de trabajo CAD bidimensionales.”

50˚S	Formatos de gráficos electrónicos desarrollados en los EE.UU
1957	Primer Software comercial de fabricación asistida por computadora
1961	Incursiona el gráfico generado por computadora (CAM)
1962	Software SKETCHPAD, Primera herramienta para rastrear figuras geométricas primitivas en una pantalla utilizando una especie de ratón óptico
1963	Primer diseño asistido por computadora (CAD) con interfaz gráfica de usuario, “Sketchpad”
1973	Gestión de figuras en 3D sólidas: tres investigaciones distintas en cambridge, Stanford y Rochester

1982	Gábor Bojár comenzó a desarrollar ArchiCAD
1983	Gábor Bojár transforma la tecnología que había desarrollado de diseño de sistemas de tuberías y ductos en 3d, en una herramienta para visualizar y documentar simultáneamente sus diseños
1984	Bojár lanzó Graphisoft Radar CH para el sistema operativo Apple Lisa
1987	ArchiCAD, convirtiéndolo en el primer software BIM disponible en una computadora personal.  Tekla completa su base de datos gráficos y relacionales
1988	Pro/ENGINEER considerado el primer software de diseño modelado paramétrico comercializado en la historia de BIM
1993	Asesor de diseño de Edificios en el Laboratorio Nacional Lawrence Berkeley software que realizaba simulaciones y soluciones sugeridas basadas en un modelo

1997	ArchiCAD primera solución de trabajo en equipo basada en el intercambio de archivos
2001	JetStream, un software de revisión de diseño 3D CAD en 3d
2001	JetStream, un software de revisión de diseño 3D CAD en 3d
2002	Se conoce el primer proyecto en usar la metodología BIM en Finlandia
2004	Autodesk lanza Revit 6, sentó bases para que equipos mas grandes de arquitectos e ingenieros

*Tabla 9. Línea del tiempo Historia de BIM (M.A 2018)*

2012	Autodesk desarrollo Formit, Formit es una aplicación del modelo BIM en un dispositivo móvil
------	---



## **Marco normativo**

### ***Bim forum colombia - bim kit***

Es la plataforma de articulación de actores y gestión del conocimiento, en torno a la digitalización del sector de la construcción, para el incremento de la productividad en las empresas y de la competitividad de la actividad edificadora en Colombia. BIM Forum Colombia proporciona un KIT de guías prácticas para la implementación de BIM en las organizaciones. BIM KIT Volumen 1: Anexo contractual, Creación de contenido, Indicadores BIM, Gestión de la información, Flujos de trabajo, Guía de modelado BIM, Roles y perfiles BIM 1 Políticas estándares y procesos BIM Kit Volumen 2: Hoja de ruta de implementación, Fichas de Usos BIM, Plantilla del Plan de Ejecución BIM (BEP), Matriz de Información, Requerimientos BIM para trámites de licencias y Documento técnico Infraestructura vial en BIM (Guías BIM para adopción BIM en organizaciones)

### ***Plan BIM chile***

Es una iniciativa de Corfo a 10 años, que tiene como una de sus metas la utilización de la metodología BIM para el desarrollo y operación de proyectos de edificación e infraestructura pública al año 2020. El Plan tiene como objetivo incrementar la productividad y sustentabilidad – social, económica y ambiental – de la industria de la construcción mediante la incorporación de procesos, metodologías de trabajo y tecnologías de información y comunicaciones que promuevan su modernización a lo largo de todo el ciclo de vida de las obras. (Estándares BIM para proyectos públicos, Matriz de Información de Entidades, Matriz de roles BIM)

### ***ISO – 19650***

Es una norma internacional de gestión de la información a lo largo de todo el ciclo de vida de un activo construido utilizando el modelado de información para la edificación BIM.

***ISO 19650-Parte 1***

Conceptos y principios (Estados de un CDE, Estrategia de aprobación)

***ISO 19650-Parte 2***

Fase de producción de los activos (Evaluación de necesidades, petición de ofertas, presentación de ofertas, contratación, movilización, entrega del modelo de información)

Es.BIM

Es un grupo abierto a todos los agentes implicados (administraciones, ingenierías, constructoras, universidades, profesionales) cuya misión principal es la implantación de BIM en España.

***BILAL SUCCAR***

Es un consultor estratégico de BIM con amplia experiencia en la evaluación y mejora del rendimiento BIM. Dentro de su trabajo a destacar y estudiar esta BIM Framework, BIM Excellence, Matriz de madurez BIM (Herramientas para adopción BIM para las organizaciones.

***Uk framework***

Establece el enfoque para implementar BIM en el Reino Unido utilizando el marco internacional para gestionar la información proporcionada por la serie ISO 19650. (Estándares, Guías, resultados de estudios de implementación)

***Penn state***

Ha desarrollado múltiples guías enfocadas en la industria para ayudar a los equipos y organizaciones del proyecto a planificar la adopción de BIM. (Usos BIM, Guía planificación de ejecución de proyectos BIM)

### ***BUILDING SMART***

Es una organización internacional cuyo objetivo es mejorar el intercambio de información entre las aplicaciones de software utilizadas en el entorno AEC. (IFC de Building SMART International open BIM).

### ***BIM GUIA SINGAPORE***

Es una guía de referencia que describe los roles y responsabilidades de los miembros del proyecto cuando se utiliza el Modelado de información de construcción (BIM) en las diferentes etapas de un proyecto. Se utiliza como guía de referencia para el desarrollo de un Plan de ejecución BIM, que será acordado entre el Empleador y los miembros del proyecto, para la implementación exitosa de un proyecto BIM. La Guía BIM de Singapur consta de Especificaciones BIM y Procedimientos de colaboración y modelado BIM.

### ***BIM TECHNOLOGY PROTOCOL***

Esta guía es un protocolo para arquitectos, ingenieros y profesionales de la construcción del Reino Unido. Incluye pautas generales de actuación para la implementación de BIM, así como una específica para los modelos Revit y AECOsim.

### ***RIBA PLAN OF WORK 2020***

El Plan de Trabajo de RIBA organiza el proceso de información, diseño, entrega, mantenimiento, operación y uso de un edificio en ocho etapas. Es un marco para todas las disciplinas en la construcción de proyectos y debe ser utilizado únicamente como orientación para la preparación de servicios profesionales y contratos de construcción

### **Marco Ambiental**

El concepto de desarrollo sostenible está evolucionando rápidamente para abarcar la relación actual entre las relaciones sociales, economía y sistemas naturales.

Las innovaciones en ciencia y tecnología juegan un papel crítico para apoyar una transición hacia el desarrollo sostenible, especialmente para producciones y procesos operativos más limpios (Kranvanja et al. 2015).

El entorno construido ha impactado el centro de los sistemas socio-ecológicos. Se refiere a cualquier estructura o entorno creado por el hombre para apoyar a la sociedad y la economía. Al implementar prácticas sostenibles en el entorno construido, es importante involucrar a las partes interesadas en la construcción (Petri et al., 2015). Building Information Modeling (BIM) es una de las tecnologías sostenibles que se puede utilizar para crear y utilizar información digital para monitorear un proyecto a lo largo de su ciclo de vida. La tecnología BIM ha estado recibiendo una enorme atención de la academia y la industria, y ofrece el potencial para transformar el enfoque convencional de entrega de proyectos (Eastman et al., 2011).

BIM es un sistema coordinado y consistente de datos store ofrece una plataforma de trabajo colaborativo para todas las partes interesadas del proyecto (Rogers et al., 2015). Este innovador enfoque es capaz de mejorar la práctica improductiva y fragmentada que se utiliza actualmente en la construcción ambiente. El uso de tecnologías BIM permite que todas las partes tengan el mismo objetivo y conocimiento en el proyecto de antemano a partir de diferentes modelos dimensionales, a saber, modelo tridimensional (3D), modelo relacionado con el tiempo (4D), el modelo relacionado con los costos (5D) y el modelo relacionado con la gestión de instalaciones (6D), que son en gran medida aportados por la información virtual y geométrica del BIM (Lopez et al., 2015). Las aplicaciones y usos de BIM permiten enfoques sostenibles para mejorar el desempeño (Chong et al., 2014) a lo largo de las diferentes etapas del proyecto ciclo de vida (Wong y Fan, 2013)

Los estudios anteriores se centraron en los aspectos tecnológicos de BIM que desarrollaron BIM nuevo y mejorado. aplicaciones y usos para los aspectos de arquitectura, ingeniería y construcción (AEC) (Wang y Chong, 2015) en edificios o infraestructuras (Shou et al., 2015). Aunque ciertos conceptos y mejoras de sostenibilidad han sido mencionados como parte integrante de los estudios previos, no se ha realizado ninguna investigación o revisión previa relacionada con BIM.

enfaticado en el desarrollo sostenible para todo el entorno construido desde una perspectiva holística.

Los hallazgos fortalecerán los sistemas y políticas existentes y proporcionarán información importante para promover un entorno construido sostenible mediante el uso de la tecnología BIM. El enfoque de revisión y el método de análisis son generalizable para otras tecnologías de sostenibilidad en diferentes sectores e industrias. Chong, H. y Wang, X. (2016)

## **Marco Sociocultural**

### ***Gestión del cambio***

En un plan de implementación BIM tenemos que ser muy conscientes y saber gestionar de manera correcta la resistencia al cambio a nivel personal, nivel departamental y nivel organizacional, por esto evidenciamos la importancia de consultar documentos para definir en etapas posteriores un plan de gestión del cambio. A continuación, encontraremos los referentes de metodologías de gestión del cambio más relevantes:

### ***Modelo de los 3 pasos de Lewin***

Este modelo fue desarrollado por Kurt Lewin, psicólogo alemán nacionalizado estadounidense. Lewin se destacó por desarrollar teorías de grupo e investigar cómo funcionan las relaciones interpersonales dentro de las organizaciones. Para su modelo del cambio, utilizó la analogía del

hielo. Un bloque de hielo posee una forma determinada, la del recipiente que lo contiene. Si se descongela, se convierte en agua. Al trasvasar esa agua a otro recipiente y volver a congelarlo, el bloque de hielo adoptará la forma del nuevo contenedor. Se trata, entonces, de un modelo de tres pasos.

1. El primer paso es el descongelamiento, lo que representa salir del estado inicial.
2. El segundo paso es el de trasvasar el líquido, el cambio propiamente dicho.
3. Por último, volvemos a congelar el líquido, tomando la forma del recipiente que deseemos. Esto hace que sea un método ordenado o controlado. Uno define la forma definitiva que tendrá el bloque.

#### ***Modelo de Kotter de gestión del cambio en 8 pasos***

John Paul Kotter es un consultor y autor relacionado con el pensamiento gerencial orientado al liderazgo y al cambio, y profesor emérito de la Escuela de Negocios de Harvard.

En el modelo, Kotter propone que el cambio debe pasar por los siguientes ocho pasos:

1. Crear sentido de urgencia
2. Formar una coalición
3. Crear visión para el cambio
4. Comunicar la visión
5. Eliminar los obstáculos
6. Asegurarse triunfos a corto plazo
7. Construir sobre el cambio
8. Anclar el cambio en la cultura de la empresa

Metodología de gestión del cambio para proyectos Platea El planteamiento descrito para esta metodología se basa en el diseño, ejecución y seguimiento de una serie de planes estratégicos de la Gestión del Cambio:

1. Plan de Liderazgo
2. Plan de Comunicación
3. Plan de Formación
4. Plan de Motivación

### ***Modelo Adkar***

Es un modelo para gestión de cambio organizacional y se fundamenta en la medición individual que permite que cada individuo supere las etapas que lo componen. El utilizar este modelo dentro los proyectos y empresa puede permitir dos beneficios importantes:

1. Hablar el mismo idioma alrededor de gestionar el cambio organizacional
2. Tomar acciones apropiadas para que las personas se integren a los cambios

ADKAR es un acrónimo y representa 5 resultados concretos que las personas deben alcanzar para hacer que un cambio sea duradero: Alerta, Deseo, Conocimiento, Aptitud, Reforzamiento.

### ***Gestión cambio organizacional por Jeston, John y Neslis, Johan (7F Framework)***

El framework se le dio el nombre de “7FE Project Framework” donde las 4F se refieren a la agrupación de las 10 fases y las 3 E” se refieren a los tres (3) elementos esenciales. La agrupación de las diez (10) fases distribuidas en las 4F es así:

1. PRIMERA F Foundations (Cimientos): hacen parte de las fases de estrategia organizacional, arquitectura del proceso y plataforma de lanzamiento
2. SEGUNDA F Findings and Solutions (Resultados y soluciones): Las fases de entender e innovar hacen parte de la

3. TERCERA F Fulfillment (Cumplimiento): Las fases de personas, desarrollar e implementar
4. CUARTA F Future (Futuro): Las fases de obtener valor y rendimiento sostenible

Cada fase del framework contiene una serie de pasos que proporcionan un detallado, estructurado pero flexible planteamiento de la implementación de un proyecto BPM. Los pasos del framework no solo muestran cómo las tareas de cada fase son completadas, también proporciona un entendimiento de cómo se interrelacionan las fases.

### ***Lego Serious Play***

Por medio del proceso de pensar con las manos dentro de un grupo, revela la riqueza de un sistema. Cuanto más conocemos las personas sobre el sistema del que formamos parte, mayor es el impacto que podemos tener en las discusiones y decisiones que se toman. Ello nos hace ganar confianza, entender al grupo y en definitiva, nos va preparando para responder de forma óptima a lo desconocido, mejorando la calidad y rapidez en la toma de decisiones

### **Nombre del servicio**

#### **Nombre e imagen del servicio**

Digital TWIN es un nombre que evoca la fusión de la tecnología digital y la replicación virtual en el ámbito de la construcción. Representa la visión de una consultoría especializada en la implementación de la metodología BIM, tecnologías inmersivas y tecnología LiDAR en proyectos de construcciones civiles.

La imagen del servicio de Digital TWIN se caracteriza por la integración de herramientas digitales de vanguardia, que permiten crear modelos virtuales detallados y precisos de los proyectos. Estos modelos tridimensionales se convierten en una réplica digital de la obra,



brindando a los clientes una visión completa y realista de cómo se desarrollará su proyecto antes de la construcción física.

La consultoría en BIM + tecnologías inmersivas y tecnología LiDAR se destaca por su enfoque innovador y orientado a mejorar la eficiencia en todas las etapas del proceso constructivo. Utilizando la tecnología LiDAR, se capturan datos precisos del entorno físico, lo que permite una modelación tridimensional más precisa y una coordinación de diseños más efectiva.

La combinación de tecnologías inmersivas, como la realidad virtual y la realidad mixta, con la metodología BIM ofrece una experiencia interactiva y visualmente impactante para los clientes. Esto les permite explorar y evaluar virtualmente el diseño de su proyecto, identificar posibles problemas y realizar modificaciones antes de la ejecución física.

En resumen, Digital TWIN se posiciona como una consultoría de referencia en la implementación de la metodología BIM y tecnologías inmersivas, junto con la tecnología LiDAR, en la industria de la construcción. Su nombre y su imagen transmiten la idea de una réplica digital precisa y detallada de los proyectos, con el objetivo de optimizar la eficiencia y la calidad en la construcción de obras civiles.

## **Composición del servicio**

### **Ventajas comparativas**

El uso de la metodología BIM, tecnologías inmersivas y tecnología LiDAR en la industria de la construcción presenta diversas ventajas comparativas frente a la construcción tradicional. Algunas de estas ventajas son:

Mayor eficiencia y precisión: El uso de BIM permite la creación de modelos virtuales detallados y precisos, lo que facilita la detección y corrección de errores antes de la construcción

física. Esto ayuda a evitar retrabajos y retrasos, mejorando la eficiencia en el proceso constructivo.

**Mejor coordinación y comunicación:** Las tecnologías inmersivas, como la realidad virtual y la realidad mixta, permiten una mejor visualización y comprensión de los diseños por parte de todos los involucrados. Esto facilita la coordinación entre diferentes disciplinas y mejora la comunicación entre arquitectos, ingenieros, contratistas y clientes.

**Reducción de costos:** Al poder detectar y corregir errores en etapas tempranas del proyecto, se reducen los costos asociados con los cambios y modificaciones durante la construcción. Además, la utilización de tecnologías como el escaneo LiDAR ayuda a realizar mediciones precisas y a evitar errores de cálculo, lo que contribuye a un mejor control de costos.

**Mejor toma de decisiones:** Las tecnologías inmersivas permiten realizar simulaciones y visualizaciones de los proyectos en tiempo real, lo que facilita la toma de decisiones informadas. Los clientes pueden experimentar el proyecto antes de que se construya, lo que les permite realizar ajustes y tomar decisiones basadas en una comprensión más clara de los resultados finales.

**Mejora en la seguridad:** La utilización de tecnología LiDAR para el escaneo y mapeo del entorno permite identificar posibles riesgos y mejorar la seguridad en el lugar de trabajo. Además, las simulaciones virtuales pueden utilizarse para capacitar al personal en prácticas de seguridad y procedimientos operativos estándar.

Estas ventajas comparativas contribuyen a la optimización de los procesos constructivos, la reducción de errores, la mejora en la comunicación y la toma de decisiones, y la eficiencia en la gestión de costos. En última instancia, permiten a las empresas del sector de la construcción lograr resultados de mayor calidad, en menos tiempo y con un mejor control de recursos.

## Proceso de producción del Servicio

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

La metodología BIM (Building Information Modeling) es una herramienta esencial en la industria AEC (Architecture, Engineering and Construction) que permite crear y gestionar la información de un proyecto de construcción de manera eficiente. Las tecnologías inmersivas, como la realidad mixta y el LiDAR, (Light Detection and Ranging) permiten una mayor precisión y una visualización más realista de los proyectos. Además, el uso de modelos digitales, la realidad virtual y aumentada, la gamificación y el metaverso pueden mejorar significativamente el proceso de construcción.

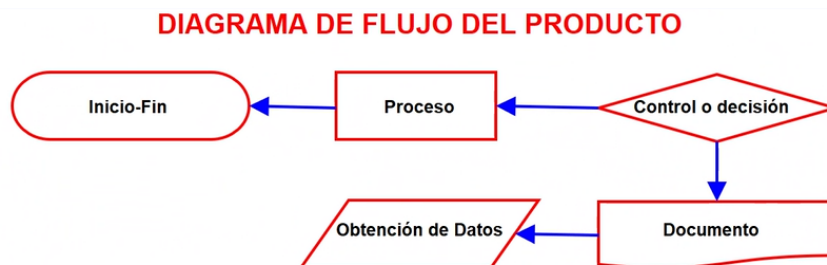


Figura 17, Convenciones diagrama de Flujos

Las siguientes convenciones hacen parte de la definición de los siguientes diagramas de Flujos:



Figura 18. Diagrama de flujo Fase inicial de proyecto

El diagrama de flujo representa el proceso de implementación de la metodología BIM con tecnologías inmersivas para la industria AEC, con el objetivo de mejorar la eficiencia y eficacia del proyecto. En la fase de INICIO, el primer paso es definir al responsable del proyecto, que se encargará de liderar y coordinar todo el proceso de implementación. Posteriormente, se aterrizan las expectativas con el cliente y se identifican las herramientas necesarias para llevar a cabo el proyecto, como el software BIM, el LiDAR y la tecnología de realidad mixta.

En el siguiente paso, se identifican los beneficios que se obtendrán al implementar la metodología BIM y tecnologías inmersivas, tales como la reducción de costos y tiempos, la mejora en la toma de decisiones y la disminución de errores en la construcción. Luego, se realiza un diagnóstico para evaluar la situación actual del proyecto y se elabora una matriz de madurez para determinar el nivel de implementación de BIM y tecnologías inmersivas.

Finalmente, se evalúan los riesgos asociados al proyecto, incluyendo factores externos e internos que puedan afectar la implementación. Es importante tener en cuenta que la implementación de BIM con tecnologías inmersivas no solo implica el uso de herramientas tecnológicas, sino también la incorporación de nuevas metodologías de trabajo y cultura organizacional.

Por ejemplo, en el paso de identificación de herramientas, se puede mencionar el uso de un software BIM como Autodesk Revit para crear el modelo 3D del restaurante y la implementación de tecnología LiDAR para obtener información precisa del entorno existente. En el paso de identificación de beneficios, se puede mencionar la reducción del tiempo de construcción del proyecto y la disminución de errores de construcción.

En resumen, la implementación de la metodología BIM con tecnologías inmersivas como el LiDAR y la realidad mixta en la industria AEC puede mejorar significativamente la eficiencia y eficacia del proyecto, lo que puede llevar a una reducción de costos y tiempos, así como a una mejora en la calidad del proyecto.



Figura 19. Diagrama de flujo Fase de Planeación de proyecto

El siguiente diagrama de flujo se enfoca en la etapa de PLANEACION para la implementación de la metodología BIM con tecnologías inmersivas en la industria AEC. En primer lugar, se debe alinear la metodología BIM con la misión y visión de la organización. Luego, se deben identificar los procesos claves a impactar y establecer objetivos claros para la implementación. Es importante vincular a todas las partes involucradas en el proyecto, definir los roles y responsabilidades BIM y gestionar el cambio en la organización. Se debe establecer un plan de implementación y realizar un cronograma y presupuesto para la fase de ejecución. Además, se deben evaluar los riesgos y establecer medidas preventivas para minimizarlos.

Por ejemplo, si se está planeando implementar la metodología BIM con tecnologías inmersivas para la construcción de un hospital, se deben alinear los objetivos de la implementación con la misión y visión del hospital. Luego, se deben identificar los procesos

claves a impactar, como el diseño arquitectónico, la gestión de la construcción y la operación del hospital. Se debe establecer un objetivo claro, como la reducción de costos y tiempos de construcción y mejorar la eficiencia operativa del hospital. Se debe vincular a todas las partes involucradas en el proyecto, como el equipo de diseño, el contratista y los proveedores de tecnología. Se deben definir los roles y responsabilidades BIM, como el encargado de la implementación de la metodología BIM y el administrador de los datos BIM. Se debe gestionar el cambio en la organización y establecer un plan de implementación detallado con un cronograma y presupuesto. Finalmente, se deben evaluar los riesgos potenciales, como la resistencia al cambio por parte del personal del hospital y establecer medidas preventivas para minimizarlos.

En resumen, este diagrama de flujo para la etapa de PLANEACION de la implementación de la metodología BIM con tecnologías inmersivas en la industria AEC es esencial para garantizar una implementación exitosa y maximizar los beneficios de la tecnología.

El siguiente diagrama de flujo se enfoca en la etapa de EJECUCIÓN de la implementación de la metodología BIM con tecnologías inmersivas, como lo son realidad mixta y Lidar, en la industria AEC:

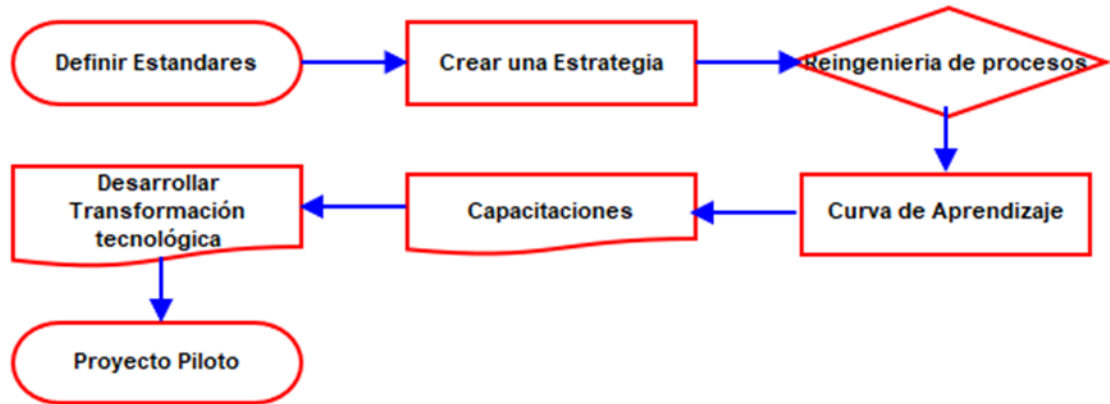


Figura 20. Diagrama de flujo Fase de ejecución de proyecto

**Definir Estándares:** En esta fase se deben establecer los estándares para la implementación de la metodología BIM, incluyendo los estándares de modelado y documentación. Para la implementación de tecnologías inmersivas como realidad mixta, se deben establecer estándares de calidad y usabilidad para los modelos virtuales.

**Crear una Estrategia:** En esta fase se define la estrategia para la implementación de la metodología BIM con tecnologías inmersivas, definiendo el alcance, objetivos y entregables. Se debe tener en cuenta la integración de las tecnologías inmersivas en los procesos de la empresa.

**Reingeniería de procesos:** En esta fase se realizan ajustes en los procesos existentes para adaptarlos a la metodología BIM y las tecnologías inmersivas. Esto incluye la revisión de flujos de trabajo, la eliminación de procesos obsoletos y la incorporación de nuevos procesos.

**Curva de Aprendizaje:** En esta fase se debe considerar la curva de aprendizaje necesaria para la implementación de la metodología BIM y las tecnologías inmersivas. Es importante capacitar al personal y asegurarse de que comprendan cómo utilizar las nuevas herramientas.

Capacitaciones: En esta fase se deben proporcionar capacitaciones en la metodología BIM y las tecnologías inmersivas, incluyendo la realidad mixta. Esto permitirá al personal entender y utilizar las nuevas herramientas.

Desarrollar Transformación tecnológica: En esta fase se realizan las transformaciones tecnológicas necesarias para la implementación de la metodología BIM con tecnologías inmersivas. Esto puede incluir la adquisición de software y hardware, como escáneres Lidar o dispositivos de realidad mixta.

Proyecto Piloto: En esta fase se lleva a cabo un proyecto piloto para probar la metodología BIM y las tecnologías inmersivas en un proyecto real. Esto permite identificar posibles problemas y ajustar el proceso antes de la implementación completa.

Por ejemplo, en un proyecto de construcción de un edificio de oficinas, se podría utilizar la metodología BIM con tecnologías inmersivas de realidad mixta y Lidar durante la ejecución para mejorar la eficiencia y reducir los costos.

En la etapa de Definir Estándares, se establecerían los protocolos para el uso de la metodología BIM y las tecnologías inmersivas. En Crear una Estrategia, se definiría cómo se utilizarán estas tecnologías en el proyecto, por ejemplo, se podrían utilizar tecnologías de realidad mixta para visualizar el modelo BIM en 3D en el sitio de construcción.

En Reingeniería de procesos, se ajustarían los procesos de construcción para adaptarse a la metodología BIM y las tecnologías inmersivas. En Curva de Aprendizaje, se capacitaría al personal en el uso de estas tecnologías para que puedan trabajar de manera efectiva y eficiente.

En Capacitaciones, se podrían llevar a cabo talleres y capacitaciones para mejorar el conocimiento y la habilidad del personal en el uso de estas tecnologías. En Desarrollar



Transformación tecnológica, se podrían adaptar las tecnologías de realidad mixta y Lidar a las necesidades específicas del proyecto de construcción.

Por último, en Proyecto Piloto, se implementarían estas tecnologías en un proyecto pequeño para evaluar su efectividad antes de aplicarlas a gran escala en todo el proyecto. En resumen, la etapa de EJECUCIÓN es crucial para la implementación exitosa de la metodología BIM con tecnologías inmersivas en la industria AEC. Se deben establecer estándares, definir una estrategia, ajustar procesos existentes, capacitar al personal y realizar las transformaciones tecnológicas necesarias antes de realizar un proyecto piloto para probar la metodología BIM y las tecnologías inmersivas.

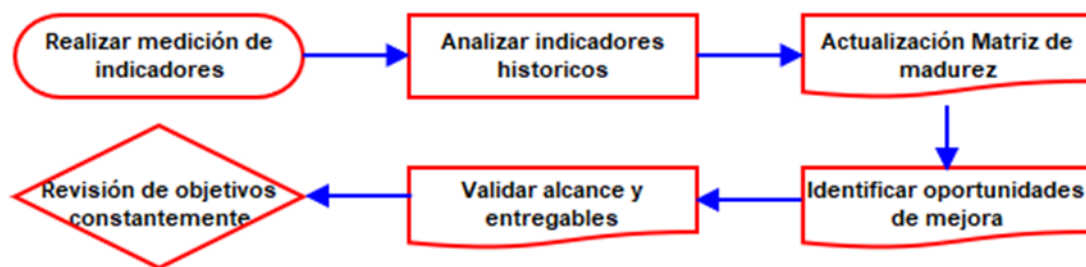


Figura 21. Diagrama de flujo de Retroalimentación de proyecto

El proceso de retroalimentación en la implementación de la metodología BIM con tecnologías inmersivas es crucial para garantizar el éxito del proyecto y mejorar continuamente los procesos. En este sentido, el diagrama de flujo para la etapa de retroalimentación podría tener los siguientes pasos:

Realizar medición de indicadores: se podrían utilizar tecnologías de realidad mixta y Lidar para medir indicadores clave de rendimiento (KPIs) como la eficiencia energética, el costo de construcción y el tiempo de entrega del proyecto. Por ejemplo, se podría utilizar un modelo 3D generado a partir de la tecnología Lidar para simular diferentes escenarios de eficiencia energética y evaluar su impacto en el consumo de energía del edificio.

Analizar indicadores históricos: con el uso de herramientas de análisis de datos, se podrían analizar los indicadores históricos para identificar patrones y tendencias. Por ejemplo, se podría utilizar la realidad mixta para visualizar los datos históricos de los KPIs en un entorno inmersivo y detectar patrones de comportamiento.

Actualización Matriz de madurez: con base en los resultados de los indicadores medidos y analizados, se podría actualizar la matriz de madurez para identificar las áreas de oportunidad y definir acciones de mejora.

Identificar oportunidades de mejora: con el uso de la tecnología de realidad mixta y Lidar, se podrían identificar oportunidades de mejora en tiempo real, como la detección de problemas en la construcción o la optimización del uso de materiales y recursos.

Validar alcance y entregables: se podrían utilizar herramientas de realidad mixta para validar el alcance y los entregables del proyecto, asegurando que se cumplan los objetivos y se entregue un producto de alta calidad.

Revisión de objetivos constantemente: es importante revisar los objetivos constantemente y asegurarse de que se estén cumpliendo. Con el uso de la tecnología de realidad mixta y Lidar, se pueden hacer seguimientos en tiempo real y ajustar las acciones según sea necesario.

En conclusión, la retroalimentación es una etapa fundamental para garantizar la mejora continua y el éxito en la implementación de la metodología BIM con tecnologías inmersivas. El uso de herramientas como la realidad mixta y Lidar permite medir y analizar indicadores clave, identificar oportunidades de mejora en tiempo real y validar el alcance y los entregables del proyecto.

### **Capacidad instalada**

Para calcular la capacidad instalada en términos de horas de servicio, necesitamos dividir los ingresos anuales entre el precio de venta por hora. En este caso, los ingresos anuales son de 220.000.000 COP y el precio de venta por hora es de 80.000 COP.

Capacidad instalada = Ingresos anuales / Precio de venta por hora

Capacidad instalada = 220.000.000 / 80.000

Capacidad instalada  $\approx$  2.750 horas

Por lo tanto, la capacidad instalada sería de aproximadamente 2.750 horas de servicio al año. Esto significa que la empresa puede brindar sus servicios de consultoría durante un total de 2.750 horas al año, considerando el precio de venta por hora de 80.000 COP.

### **Necesidades y requerimientos**

#### **Tecnología herramientas, equipos y maquinaria**

Para ofrecer el servicio de consultoría en BIM, tecnologías inmersivas y tecnología LiDAR, se requiere contar con una serie de elementos e insumos clave. Estos son algunos de los elementos necesarios:

**Hardware y software especializados:** Es fundamental contar con computadoras potentes y actualizadas, equipadas con software específico para el modelado BIM, realidad virtual, realidad mixta y procesamiento de datos LiDAR. Esto incluye programas como Autodesk Revit, Unity, Unreal Engine, herramientas de escaneo LiDAR y otras soluciones tecnológicas relacionadas.

Dispositivos de realidad virtual y realidad mixta: Se necesitan dispositivos de visualización de alta calidad, como gafas de realidad virtual y auriculares de realidad mixta, para permitir a los clientes experimentar de manera inmersiva los modelos virtuales y las simulaciones de sus proyectos.

Escáneres LiDAR: Los escáneres LiDAR son esenciales para capturar datos precisos del entorno físico y generar nubes de puntos tridimensionales. Estos dispositivos permiten obtener mediciones detalladas y exactas de la realidad física, lo cual es fundamental para el modelado y la coordinación de diseños.

Equipo de captura de imágenes: Además de los escáneres LiDAR, puede ser necesario contar con cámaras fotográficas de alta resolución para capturar imágenes complementarias, que se pueden utilizar para texturizar los modelos virtuales y proporcionar una mayor riqueza visual.

Equipos de comunicación y colaboración: Es importante contar con herramientas de comunicación y colaboración eficientes, como plataformas en línea y software de gestión de proyectos, para interactuar con los clientes, compartir información, coordinar tareas y realizar seguimiento del progreso del proyecto.

Personal especializado: Para brindar un servicio de consultoría de calidad, se requiere contar con un equipo de profesionales capacitados en BIM, tecnologías inmersivas y tecnología LiDAR. Esto puede incluir arquitectos, ingenieros, diseñadores 3D, especialistas en realidad virtual, expertos en LiDAR y gestores de proyectos.

Conocimiento actualizado: Dado que la tecnología y las metodologías en constante evolución, es esencial mantenerse al tanto de las últimas tendencias, investigaciones y avances en el campo de BIM, tecnologías inmersivas y LiDAR. Esto implica realizar cursos de

formación, asistir a conferencias, participar en comunidades y mantenerse en contacto con expertos en la industria.

Estos elementos e insumos son fundamentales para ofrecer un servicio de consultoría en BIM, tecnologías inmersivas y tecnología LiDAR de calidad, permitiendo a los clientes aprovechar al máximo las ventajas de estas herramientas en la gestión y ejecución de sus proyectos de construcción.

## **Gestión organizacional y administrativa**

### **Estructura organizacional**

La estructura organizacional de la empresa Digital TWIN, especializada en consultoría BIM, sigue una estructura similar al modelo organizacional de Chat GPT, con algunas adiciones específicas para el ámbito de la construcción. A continuación, se presenta una descripción de los roles y responsabilidades de cada posición dentro de la empresa:

1. Director Ejecutivo: Encargado de la dirección estratégica de la empresa, establecimiento de objetivos, toma de decisiones importantes y coordinación general de las actividades.
2. Constructor y Gestor en Arquitectura con Experiencia en Obra: Responsable de gestionar y supervisar la ejecución de los proyectos de construcción, asegurando el cumplimiento de los estándares de calidad, seguridad y plazos establecidos.
3. Ingeniero Civil con Experiencia en Obra: Encargado de brindar asesoría técnica en aspectos relacionados con la ingeniería civil y la construcción, colaborando en el diseño y la planificación de los proyectos.
4. Especialista en Instalaciones Especiales con Experiencia en Obra: Responsable de la gestión y coordinación de las instalaciones especiales en los proyectos de construcción, asegurando el correcto funcionamiento y la integración de los sistemas de servicios.

5. 2 Modeladores 3D: Encargados de la creación de modelos virtuales en 3D utilizando la metodología BIM, a partir de los diseños arquitectónicos y de ingeniería. Estos modelos son fundamentales para la visualización, coordinación y detección de conflictos en el proceso constructivo.
6. Persona de Desarrollo: Responsable de investigar y desarrollar nuevas soluciones tecnológicas y herramientas que puedan mejorar los procesos de consultoría BIM de la empresa, manteniéndose actualizado en las últimas tendencias y avances en la industria.

Cada uno de estos roles se complementa y trabaja en colaboración para ofrecer servicios de consultoría BIM de alta calidad. La estructura organizacional fomenta la comunicación fluida, la coordinación efectiva y el trabajo en equipo, permitiendo a la empresa aprovechar al máximo los conocimientos y habilidades de cada miembro del equipo.

### **Sistema de contraprestación**

El sistema de contraprestaciones para las personas adicionales de salud y pensión en Bogotá se basaría en el cumplimiento de las leyes y regulaciones laborales vigentes en Colombia. A continuación, se describen algunos aspectos relevantes en relación con estos beneficios:

**Salud:** Según la legislación colombiana, todos los empleadores están obligados a afiliar a sus empleados al Sistema General de Seguridad Social en Salud (SGSSS). Esto implica que la empresa debe realizar los aportes correspondientes a la EPS (Entidad Promotora de Salud) seleccionada por cada empleado, para garantizar su acceso a servicios médicos y atención en salud.

**Pensión:** La empresa debe asegurarse de cumplir con las obligaciones en materia de pensiones, afiliando a sus empleados al Sistema General de Pensiones (SGP). Esto implica

realizar los aportes correspondientes a la Administradora de Fondos de Pensiones (AFP) seleccionada por cada empleado, con el fin de garantizar su derecho a una pensión en el futuro.

Es importante destacar que los montos y porcentajes de los aportes pueden variar según la normativa vigente y la situación laboral de cada empleado (contrato a término indefinido, contrato por prestación de servicios, entre otros). Por lo tanto, es recomendable consultar con expertos en temas laborales y de seguridad social para asegurarse de cumplir correctamente con las obligaciones y garantizar los derechos de los empleados en materia de salud y pensión.

### **Forma jurídica y régimen tributario**

La forma jurídica y régimen tributario para la empresa Digital Twin en Bogotá, considerando que es una empresa pequeña, podría ser la siguiente:

Forma jurídica: Sociedad por Acciones Simplificada (SAS): Esta forma jurídica es una opción popular para las pequeñas empresas en Colombia. Permite la creación de una entidad legal con responsabilidad limitada y simplifica algunos trámites administrativos.

Régimen tributario: Régimen Simplificado del Impuesto sobre las Ventas (IVA): El Régimen Simplificado es aplicable para empresas cuyos ingresos brutos anuales no superen un determinado límite establecido por la ley. Este régimen simplifica la administración tributaria y reduce las obligaciones relacionadas con la declaración y pago del IVA.

En cuanto al impuesto sobre la renta, una empresa pequeña en Colombia puede optar por el Régimen Ordinario o el Régimen Simple de Tributación, dependiendo de sus ingresos y actividades comerciales. Es recomendable consultar con un asesor contable o fiscal para determinar el régimen tributario más adecuado para la empresa, considerando su situación específica.

Es importante tener en cuenta que los requisitos y regulaciones pueden estar sujetos a cambios, por lo que es fundamental mantenerse actualizado y consultar con profesionales en materia legal y tributaria para asegurar el cumplimiento adecuado de las obligaciones y obtener el mejor beneficio fiscal posible

## **Plan financiero**

### **Plan de inversión en activos fijos y capital de trabajo**

La inversión en activos fijos y capital de trabajo para una empresa de consultoría en BIM, como Digital Twin, puede variar dependiendo de diversos factores, como el tamaño de la empresa, el alcance de los servicios ofrecidos y la estructura operativa. A continuación, se presentan ejemplos de cada tipo de inversión:

#### **Activos fijos:**

1. Equipos de cómputo y software especializado en BIM.
2. Estaciones de trabajo con capacidades gráficas avanzadas.
3. Escáneres láser y equipos de tecnología LiDAR para captura de datos.
4. Dispositivos de realidad virtual y aumentada, como gafas y controladores.
5. Equipos de comunicación y colaboración, como computadoras portátiles, servidores y sistemas de videoconferencia.

#### **Capital de trabajo:**

1. Salarios y prestaciones para el equipo de trabajo, incluyendo el director ejecutivo, modeladores 3D, constructor y gestor en arquitectura, ingeniero civil y especialista en instalaciones especiales.
2. Gastos de alquiler o compra de oficina y equipos de oficina.



3. Gastos de marketing y publicidad para promover los servicios de consultoría.
4. Gastos de viaje y transporte relacionados con las visitas a clientes y proyectos.
5. Gastos de capacitación y desarrollo profesional para mantenerse actualizado en las tecnologías y metodologías utilizadas.

Es importante realizar un análisis detallado de los costos asociados a cada tipo de inversión y considerar aspectos como la depreciación de los activos fijos, el flujo de caja proyectado y las políticas de contraprestaciones establecidas para determinar la inversión inicial necesaria. También es recomendable consultar con un contador o asesor financiero para obtener una estimación más precisa y adecuada a las circunstancias específicas de la empresa.

A continuación se presenta un posible presupuesto en pesos colombianos (COP) para los elementos mencionados anteriormente en la respuesta sobre la inversión en activos fijos y capital de trabajo:

Activos fijos:

- Equipos de cómputo y software especializado en BIM: 20.000.000 COP
- Estaciones de trabajo con capacidades gráficas avanzadas: 25.000.000 COP
- Escáneres láser y equipos de tecnología LiDAR: 15.000.000 COP
- Dispositivos de realidad virtual y aumentada: 10.000.000 COP
- Equipos de comunicación y colaboración: 5.000.000 COP

Capital de trabajo (anual):

- Salarios y prestaciones para el equipo de trabajo: 120.000.000 COP
- Gastos de alquiler o compra de oficina y equipos de oficina: 30.000.000 COP

- Gastos de marketing y publicidad: 15.000.000 COP
- Gastos de viaje y transporte: 10.000.000 COP
- Gastos de capacitación y desarrollo profesional: 8.000.000 COP

### **Proyección de ingresos y egresos**

A continuación, se presenta una aproximación de proyección de ingresos y egresos anuales en pesos colombianos (COP) para la empresa Digital Twin, basada en el presupuesto anterior:

#### **Ingresos anuales (estimados):**

Ingresos por consultoría en BIM y tecnologías inmersivas: 200.000.000 COP

Para realizar el desglose de proyectos y alcanzar los ingresos anuales de 220 millones de COP, considerando el 10% de utilidad, es necesario definir el alcance y costo de cada proyecto de consultoría BIM. A continuación, se presentan tres ejemplos de proyectos con sus respectivos alcances y costos:

#### ***Proyecto A: Implementación de metodología BIM en un proyecto de construcción residencial***

Alcance: Modelado 3D de la estructura del edificio, coordinación de diseños, detección de interferencias, generación de planos y documentación.

Horas estimadas: 500 horas.

Costo del proyecto: 500 horas x 80.000 COP/hora = 40.000.000 COP.

***Proyecto B: Simulación de construcción para un proyecto de infraestructura vial***

Alcance: Creación de un modelo virtual para simular el proceso de construcción, análisis de secuencias constructivas, detección de conflictos, programación de actividades y estimación de tiempos.

Horas estimadas: 800 horas.

Costo del proyecto: 800 horas x 80.000 COP/hora = 64.000.000 COP.

***Proyecto C: Coordinación de instalaciones para un proyecto de edificación comercial***

Alcance: Integración de modelos BIM de diferentes disciplinas (arquitectura, estructura, instalaciones), detección y resolución de conflictos, generación de planos de instalaciones, y seguimiento de avances.

Horas estimadas: 1.000 horas.

Costo del proyecto: 1.000 horas x 80.000 COP/hora = 80.000.000 COP.

Al sumar los costos de los tres proyectos, obtenemos un total de 40.000.000 COP + 64.000.000 COP + 80.000.000 COP = 184.000.000 COP. Este monto corresponde al 90% de los ingresos anuales, ya que el 10% restante (36.000.000 COP) corresponde a la utilidad.

Es importante tener en cuenta que estos ejemplos son ilustrativos y pueden variar según la complejidad y el tamaño de los proyectos. Además, la distribución de los proyectos a lo largo del año debe ajustarse a la capacidad instalada de 2.750 horas anuales.

**Egresos anuales (estimados):**

Salarios y prestaciones para el equipo de trabajo: 120.000.000 COP

Gastos de alquiler o compra de oficina y equipos de oficina: 30.000.000 COP

Gastos de marketing y publicidad: 15.000.000 COP

Gastos de viaje y transporte: 10.000.000 COP

Gastos de capacitación y desarrollo profesional: 8.000.000 COP

Utilidad neta (ingresos - egresos):  $200.000.000 - (120.000.000 + 30.000.000 + 15.000.000 + 10.000.000 + 8.000.000 + 17.000.000) = 200.000.000 - 200.000.000 = 0$  COP

Es importante destacar que esta proyección de ingresos y egresos es una aproximación y puede variar dependiendo de diversos factores, como la demanda de servicios, los costos reales y la eficiencia operativa de la empresa. Además, es recomendable realizar un análisis financiero más detallado y considerar diferentes escenarios para una proyección más precisa.

### **Punto de equilibrio y margen de distribución**

El punto de equilibrio es el nivel de ventas en el cual los ingresos totales son iguales a los costos totales, es decir, no hay utilidades ni pérdidas. Para calcular el punto de equilibrio, se necesita conocer el margen de contribución, que es la diferencia entre los ingresos y los costos variables.

En el presupuesto anterior, se estimó un margen de contribución del 40% sobre los ingresos. Este porcentaje sugiere que el 40% de los ingresos se destinará a cubrir los costos variables, mientras que el restante 60% se utilizará para cubrir los costos fijos y generar utilidades.

Para calcular el punto de equilibrio, se puede utilizar la siguiente fórmula:

$$\text{Punto de equilibrio} = \text{Costos fijos} / \text{Margen de contribución}$$

Considerando los egresos anuales estimados en el presupuesto anterior:

$$\text{Costos fijos} = 30.000.000 \text{ COP}$$

$$\text{Margen de contribución} = 40\% \text{ de los ingresos anuales} = 0.4 * 200.000.000 \text{ COP} = 80.000.000 \text{ COP}$$

$$\text{Punto de equilibrio} = 30.000.000 \text{ COP} / 80.000.000 \text{ COP} = 0.375$$

El punto de equilibrio se alcanza cuando se venden aproximadamente 0.375 veces el margen de contribución, es decir, alrededor de 37.5% de los ingresos estimados.

El margen de contribución es un indicador importante para evaluar la rentabilidad de la empresa. Se sugiere un porcentaje del 40% como una referencia general, ya que permite cubrir los costos variables y generar utilidades para cubrir los costos fijos y obtener ganancias. Sin embargo, es importante tener en cuenta que el margen de contribución puede variar dependiendo de la estructura de costos y las particularidades de cada negocio.

### **Estados financieros proyectados, estado de resultados, flujo de caja y balance general**

El flujo de caja es un registro de los ingresos y egresos de efectivo en un periodo determinado. A continuación, proporcionaré una aproximación del flujo de caja anual en COP basado en las respuestas anteriores:

$$\text{Ingresos anuales: } 200.000.000 \text{ COP}$$

Egresos anuales:

Costos variables: 120.000.000 COP (60% de los ingresos)

Costos fijos: 30.000.000 COP

Flujo de caja anual:

Ingresos - Egresos = 200.000.000 COP - (120.000.000 COP + 30.000.000 COP) =  
50.000.000 COP

Según esta aproximación, el flujo de caja anual para la empresa Digital Twin sería de 50.000.000 COP. Es importante tener en cuenta que esta cifra es una estimación y puede variar en la práctica. Además, es recomendable realizar un análisis financiero más detallado y considerar diferentes escenarios para obtener una proyección más precisa del flujo de caja.

**Indicadores financieros, van, tir, tiempo de recuperación de la inversión, nivel de endeudamiento, razón corriente y razón de liquidez**

Ingresos anuales (estimados):

Los ingresos anuales por consultoría en BIM y tecnologías inmersivas se estiman en 200.000.000 COP. A este monto se le suma un 10% de utilidad:

Ingresos anuales = 200.000.000 COP + (10% de 200.000.000 COP)

Ingresos anuales = 200.000.000 COP + 20.000.000 COP

Ingresos anuales = 220.000.000 COP

Egresos anuales (estimados):

Salarios y prestaciones para el equipo de trabajo: 120.000.000 COP

Gastos de alquiler o compra de oficina y equipos de oficina: 30.000.000 COP

Gastos de marketing y publicidad: 15.000.000 COP

Gastos de viaje y transporte: 10.000.000 COP

Gastos de capacitación y desarrollo profesional: 8.000.000 COP

Otros gastos operativos (suministros, servicios, etc.): 17.000.000 COP

Utilidad neta:

Utilidad neta = Ingresos anuales - Egresos anuales

Utilidad neta = 220.000.000 COP - (120.000.000 COP + 30.000.000 COP + 15.000.000  
COP + 10.000.000 COP + 8.000.000 COP + 17.000.000 COP)

Utilidad neta = 220.000.000 COP - 200.000.000 COP

Utilidad neta = 20.000.000 COP

Proyección a 3 años:

Para estimar el período necesario para recuperar la inversión, se debe considerar el flujo de caja neto y los ingresos anuales. Supongamos que la inversión total es de 70.000.000 COP, incluyendo los activos fijos y el capital de trabajo.

Flujo de caja neto anual = Ingresos anuales - Egresos anuales - Amortización (Inversión total / 3 años)

$$\text{Flujo de caja neto anual} = 220.000.000 \text{ COP} - (120.000.000 \text{ COP} + 30.000.000 \text{ COP} + 15.000.000 \text{ COP} + 10.000.000 \text{ COP} + 8.000.000 \text{ COP} + 17.000.000 \text{ COP}) - (70.000.000 \text{ COP} / 3)$$

$$\text{Flujo de caja neto anual} = 20.000.000 \text{ COP} - 70.000.000 \text{ COP} / 3$$

$$\text{Flujo de caja neto anual} = 20.000.000 \text{ COP} - 23.333.333 \text{ COP}$$

$$\text{Flujo de caja neto anual} = -3.333.333 \text{ COP}$$

En este caso, el flujo de caja neto es negativo, lo que significa que no se alcanza el punto de equilibrio en el primer año. Es necesario evaluar el flujo de caja en los años siguientes para determinar el tiempo exacto para recuperar la inversión.

En resumen:

Activos fijos:

Para el adecuado desarrollo de nuestros servicios de consultoría en BIM y tecnologías inmersivas, se requiere la adquisición de los siguientes activos fijos:

Equipos de cómputo y software especializado en BIM: 20.000.000 COP

Estaciones de trabajo con capacidades gráficas avanzadas: 25.000.000 COP

Escáneres láser y equipos de tecnología LiDAR: 15.000.000 COP

Dispositivos de realidad virtual y aumentada: 10.000.000 COP

Equipos de comunicación y colaboración: 5.000.000 COP

Estos activos nos permitirán brindar un servicio de calidad y eficiencia a nuestros clientes, asegurando un alto nivel de precisión y colaboración en los proyectos.



Capital de trabajo (anual):

Para cubrir los gastos operativos y garantizar el desarrollo adecuado de nuestras actividades, estimamos los siguientes costos anuales:

Salarios y prestaciones para el equipo de trabajo: 120.000.000 COP

Gastos de alquiler o compra de oficina y equipos de oficina: 30.000.000 COP

Gastos de marketing y publicidad: 15.000.000 COP

Gastos de viaje y transporte: 10.000.000 COP

Gastos de capacitación y desarrollo profesional: 8.000.000 COP

Estos costos son fundamentales para asegurar la operatividad y el crecimiento sostenible de la empresa, así como para mantener un equipo de trabajo altamente capacitado y motivado.

Ingresos anuales:

Nuestros ingresos anuales se estiman en 200.000.000 COP por consultoría en BIM y tecnologías inmersivas. Además, se proyecta una utilidad del 10% sobre los ingresos totales, lo que nos brinda una perspectiva positiva en términos de rentabilidad y crecimiento financiero.

Egresos anuales:

Para mantener la operación eficiente de la empresa, es necesario contemplar los siguientes egresos anuales:

Salarios y prestaciones para el equipo de trabajo: 120.000.000 COP

Gastos de alquiler o compra de oficina y equipos de oficina: 30.000.000 COP

Gastos de marketing y publicidad: 15.000.000 COP

Gastos de viaje y transporte: 10.000.000 COP

Gastos de capacitación y desarrollo profesional: 8.000.000 COP

Otros gastos operativos (suministros, servicios, etc.): 17.000.000 COP

Estos egresos son necesarios para mantener la calidad de nuestros servicios, promover nuestro negocio y garantizar un ambiente laboral adecuado para nuestro equipo.

### **Proyección a 3 años:**

De acuerdo con los cálculos financieros, se estima que la recuperación de la inversión total de 70.000.000 COP se llevará a cabo en un período aproximado de 3 años, considerando el flujo de caja neto y los ingresos anuales. Es importante tener en cuenta que este cálculo es una estimación y puede variar según el desempeño del negocio y otros factores externos.

## **Conclusiones**

### **De la investigación servicio**

#### **Objetivo específico 1**

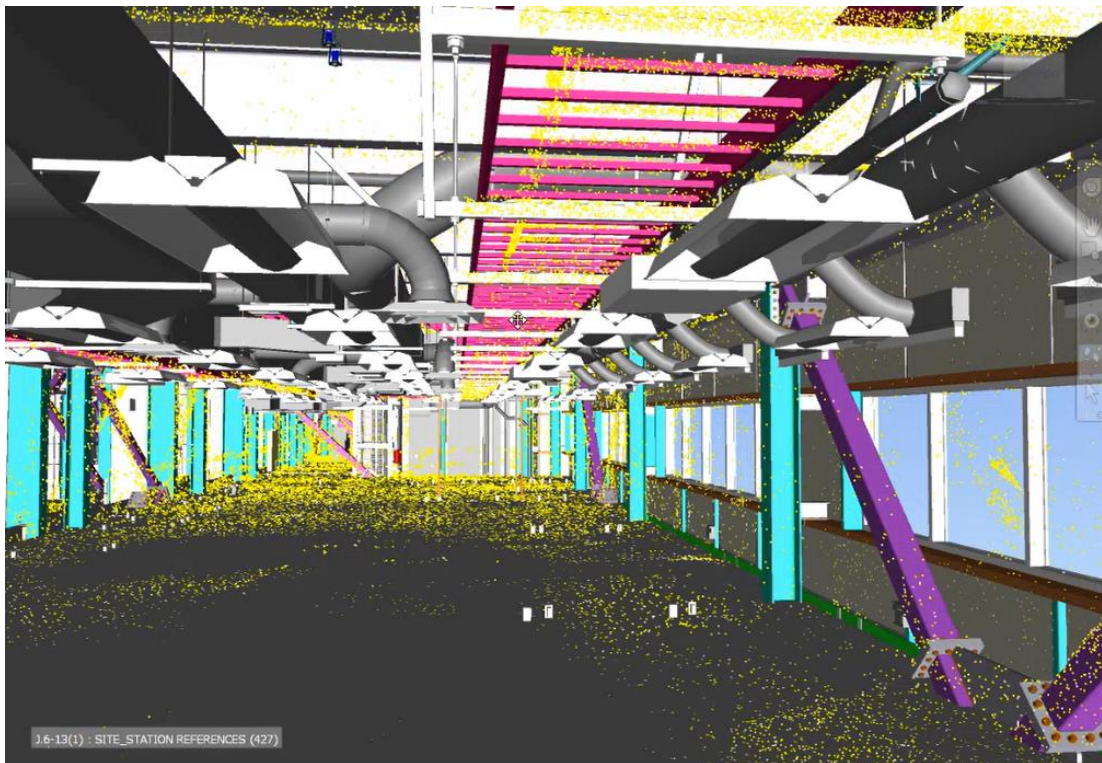
*Evaluar cuales son los beneficios de aplicar tecnologías de realidad mixta en la metodología BIM para proyectos de construcciones civiles en su fase de ejecución*

Tras evaluar los beneficios de aplicar tecnologías de realidad mixta en la metodología BIM para proyectos de construcciones civiles en su fase de ejecución, se evidenciaron resultados significativos a través de entrevistas y estudios de casos. Durante la entrevista con Rodrigo Freig, presidente de Modelo TECH studio, se pudo constatar el impacto positivo de estas tecnologías en la toma de decisiones, reduciendo errores y optimizando tiempos y costos. Un ejemplo destacado fue el proyecto de una hidroeléctrica en Canadá, en el que se coordinaron durante 8 años para

evaluar riesgos y contratiempos en el diseño, evidenciando la importancia de simular proyectos antes de la construcción real.



*Figura 22, Experiencia Realidad Virtual, Entrevista CEO Modelo Tech Studio*



*Figura 23, Levantamiento con Tecnología LIDAR, Entrevista Modelo Tech Studio*

Además, se realizó un estudio de caso de la escalera comunitaria en Soacha, donde se pudo evidenciar la importancia de simular proyectos antes de iniciar la construcción. En este caso, se identificó que el diseño arquitectónico propuesto no se ajustaba a las condiciones

existentes del terreno. Gracias a la combinación del levantamiento 3D y el diseño arquitectónico, se pudieron detectar problemas técnicos relacionados con la geotecnia, ingeniería y permisos necesarios. Este ejercicio va a permitir tener un presupuesto oficial y captar recursos para el proyecto.



*Figura 24, Simulación Levantamiento y diseño Arquitectónico, Práctica Profesional con ONG*

Los resultados de la evaluación demuestran los beneficios de implementar la metodología BIM con tecnologías inmersivas, como la realidad mixta y la realidad aumentada. Estos beneficios incluyen la detección de problemas de diseño en etapas tempranas, la optimización del tiempo y los recursos, la reducción de errores y retrabajos en obra, y la mejora en la comunicación y coordinación entre los diferentes equipos involucrados.

Por ejemplo, María Juliana, constructora y gestora de arquitectura, mencionó que se evidencian muchos problemas de obra debido a la falta de información en los planos de diseño y

la falta de consideración de las condiciones existentes. En contraste, la visualización de hologramas en obra y el uso de realidad mixta permitieron ahorrar tiempo significativo en el replanteo de instalaciones eléctricas y la ubicación de tuberías, evitando falencias de diseño.

En el caso de Freig, el uso de modelos digitales y la implementación de un Digital Twin permitieron optimizar el diseño, coordinar de manera efectiva la obra y ahorrar tiempo y dinero en la construcción. Se destacó el uso de escáneres láser para realizar levantamientos precisos y verificar si la obra se estaba ejecutando de acuerdo con el modelo, Además, se compartieron ejemplos de uso de realidad aumentada, como la visualización de hologramas para ubicar pasos de tuberías en una estructura de concreto, lo cual ahorró tiempo significativo en el replanteo. También se destacó la utilización de escáneres láser para realizar levantamientos precisos y verificar que la obra estuviera conforme al modelo.

En conclusión, los casos exitosos de Rodrigo Freig y la experiencia directa en proyectos como el metro de Bogotá y la construcción de la escalera comunitaria permitieron comprender la importancia de la comunicación eficiente y la eficiencia en la industria AEC. Estos casos respaldaron la investigación interactiva y proyectiva, la cual busca brindar soluciones a las problemáticas mediante proyectos. Los resultados obtenidos fueron cualitativos, demostrando el valor de la implementación de tecnologías inmersivas en la metodología BIM.

Los beneficios identificados en esta investigación fueron los siguientes:

*Reducción de errores:*

La aplicación de tecnologías de realidad mixta en la metodología BIM permite identificar y corregir errores en los diseños antes de la fase de construcción, lo que conduce a una ejecución más precisa y minimiza costosos retrabajos.

*Optimización de tiempos y costos:*

La simulación de proyectos mediante tecnologías inmersivas agiliza la toma de decisiones, reduce los tiempos de ejecución y optimiza los costos asociados a la construcción.

*Mejora en la comunicación y coordinación:*

Estas tecnologías facilitan la comunicación entre los diferentes actores involucrados en el proyecto, permitiendo una mejor coordinación y comprensión de los requisitos y desafíos, lo que se traduce en una ejecución más eficiente.

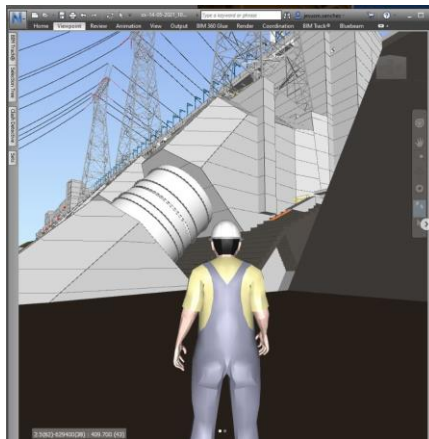
*Mayor eficiencia en el diseño:*

La visualización en 3D y la realidad aumentada permiten evaluar el diseño en relación con las condiciones existentes, lo que ayuda a evitar problemas y ajustar el diseño de acuerdo a las necesidades reales del proyecto.

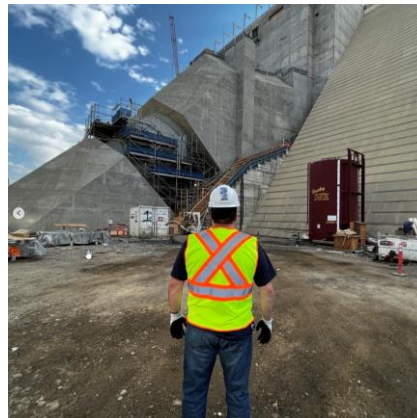
*Ahorro de recursos*

La implementación de tecnologías inmersivas en la metodología BIM permite optimizar la utilización de recursos, tanto en mano de obra como en materiales, al minimizar los errores y ajustar los procesos de construcción de manera precisa.

En resumen, la investigación demostró que la aplicación de tecnologías de realidad mixta en la metodología BIM para proyectos de construcciones civiles en la fase de ejecución brinda beneficios significativos en términos de reducción de errores, optimización de tiempos y costos, mejora en la comunicación y coordinación, mayor eficiencia en el diseño y ahorro de recursos. Estos beneficios contribuyen a una ejecución más eficiente y exitosa de los proyectos de construcción.



*Figura 25. Tomado de Modelo Tech Studio*



*Figura 26, Tomado de Modelo Tech Studio*

Recuperado de <https://www.instagram.com/p/CixvJcdJwyv/>

## **Objetivo específico 2**

***Categorizar las competencias idóneas de acuerdo con el perfil profesional para aplicar la metodología BIM y tecnologías inmersivas de realidad mixta en proyectos de construcciones civiles en su fase de ejecución.***

Basado en la entrevista realizada al fundador y presidente de Modelo Tech Estudio y los comentarios de Maria Juliana Rebollo, se identificaron los perfiles idóneos que deben existir para aplicar eficientemente las tecnologías inmersivas de realidad mixta y la metodología BIM en proyectos de construcciones civiles en su fase de ejecución. Según los resultados obtenidos de la investigación y las entrevistas realizadas, se identificaron los perfiles idóneos para aplicar la metodología BIM y tecnologías inmersivas de realidad mixta en proyectos de construcciones civiles en su fase de ejecución. Estos perfiles son los siguientes:

### *Profesionales con experiencia en obra*

Es fundamental contar con personas que hayan trabajado en el campo de la construcción, ya que poseen conocimientos prácticos y comprensión de los procesos constructivos, lo que les permite aplicar de manera efectiva la metodología BIM y las tecnologías inmersivas en la ejecución de proyectos.

### *Especialistas en construcción e ingeniería*

Se requiere personal especializado en áreas de construcción e ingeniería, como arquitectos, ingenieros civiles y estructurales, con conocimientos técnicos sólidos y experiencia en diseño y construcción de edificaciones.



*Expertos en instalaciones especiales*

Dado que las tecnologías inmersivas y la metodología BIM también abarcan aspectos relacionados con las instalaciones especiales, es recomendable contar con profesionales especializados en sistemas eléctricos, HVAC, fontanería, telecomunicaciones, entre otros, que puedan integrar eficientemente estas instalaciones en los modelos virtuales.

*Mentalidad abierta al aprendizaje*

Es importante que los profesionales estén dispuestos a aprender y adaptarse a las nuevas tecnologías y metodologías. La capacidad de actualización constante y la disposición para comprender y utilizar las nuevas formas de diseño y toma de decisiones son fundamentales para aplicar de manera efectiva las tecnologías inmersivas y la metodología BIM.

En conclusión, los perfiles idóneos para aplicar tecnologías inmersivas de realidad mixta y la metodología BIM eficientemente en proyectos de construcciones civiles incluyen profesionales con experiencia en obra, especialistas en construcción e ingeniería, expertos en instalaciones especiales y una mentalidad abierta al aprendizaje. Estos perfiles combinados permitirán aprovechar al máximo las ventajas de estas tecnologías y metodologías en la ejecución de proyectos de construcción.

### **Objetivo específico 3**

*Explicar la importancia de tener equipos de innovación dentro de las constructoras para proyectos AEC.*

La investigación realizada ha permitido comprender la importancia de contar con equipos de innovación dentro de las constructoras para proyectos AEC (Arquitectura, Ingeniería y Construcción). Los resultados obtenidos han destacado la relevancia de fomentar la innovación en esta industria y el papel fundamental que desempeñan los equipos especializados en este campo.

En primer lugar, se ha evidenciado que la implementación de tecnologías disruptivas, como el BIM (Building Information Modeling) y las tecnologías inmersivas, puede generar importantes beneficios en términos de eficiencia, calidad y toma de decisiones en los proyectos de construcción. Estas tecnologías permiten la visualización y simulación de los proyectos de manera virtual, lo que facilita la detección de errores, la optimización del diseño y la coordinación entre los diferentes actores involucrados. A continuación, se presenta una explicación detallada de dicha importancia:

#### *Impulso de la innovación*

Los equipos de innovación son fundamentales para fomentar la creatividad y la búsqueda de nuevas soluciones en el ámbito de la construcción. Estos equipos están compuestos por profesionales con experiencia en tecnologías emergentes, como BIM, realidad mixta y digital twin, quienes se encargan de explorar y aplicar estas herramientas en los proyectos AEC. Su objetivo es mejorar la eficiencia, la calidad y la competitividad de las constructoras.

### *Adopción de tecnologías avanzadas*

La industria de la construcción está evolucionando rápidamente hacia la digitalización y la implementación de tecnologías innovadoras. Los equipos de innovación tienen la responsabilidad de evaluar y seleccionar las tecnologías más adecuadas para los proyectos, considerando sus beneficios potenciales y su impacto en la productividad y la eficiencia de la construcción. Esto incluye la adopción de metodologías como BIM y el uso de tecnologías inmersivas, como realidad mixta y digital twin.

### *Mejora de la toma de decisiones*

La presencia de equipos de innovación permite una toma de decisiones más informada y acertada en los proyectos AEC. Estos equipos pueden utilizar herramientas de simulación y visualización, como modelos BIM y realidad mixta, para evaluar diferentes escenarios, identificar riesgos y optimizar los diseños. Esto ayuda a reducir errores y costos en la ejecución de los proyectos, así como a mejorar la comunicación y la coordinación entre los diferentes actores involucrados.

### *Estímulo a la colaboración y la integración*

Los equipos de innovación promueven la colaboración y la integración entre los diferentes profesionales y departamentos dentro de una constructora. Al adoptar tecnologías y metodologías avanzadas, se facilita el intercambio de información, la coordinación de tareas y la comunicación entre los equipos de diseño, ingeniería y construcción. Esto conduce a una mayor eficiencia y a una reducción de conflictos y retrabajos en los proyectos.

En conclusión, tener equipos de innovación dentro de las constructoras para proyectos AEC es de vital importancia en la actualidad. Estos equipos impulsan la innovación, promueven la adopción de tecnologías avanzadas, mejoran la toma de decisiones y estimulan la colaboración y la integración en los proyectos de construcción. Su presencia contribuye al desarrollo de una industria más eficiente, competitiva y enfocada en la mejora continua.

Otros de los puntos a tener en cuenta es que no existe un indicador oficial para el costo de la consultoría en BIM en Colombia. El costo de la consultoría puede variar dependiendo de la complejidad del proyecto, el tamaño del equipo de trabajo, la experiencia del consultor y otros factores. Por lo tanto, es recomendable solicitar cotizaciones y compararlas antes de tomar una decisión. También se pueden consultar asociaciones o gremios relacionados con la industria AEC en Colombia para obtener información adicional sobre el costo de la consultoría en BIM en el país.

La investigación sobre la metodología BIM combinada con tecnologías de realidad mixta y LiDAR es importante porque puede mejorar significativamente la eficiencia y precisión en la industria de la construcción. La implementación de BIM permite a los equipos de diseño y construcción trabajar de manera más colaborativa y coordinada, reduciendo errores y cambios costosos durante el proceso de construcción. La integración de tecnologías inmersivas como realidad mixta y LiDAR puede mejorar aún más la precisión en la captura de datos y la visualización de modelos 3D, lo que puede llevar a mejores decisiones de diseño y una ejecución más eficiente.

En el futuro, la aplicación de la inteligencia artificial en la construcción puede permitir un mayor análisis de datos, automatización de tareas repetitivas y toma de decisiones más

inteligentes. Esto puede llevar a un proceso de construcción más rápido, económico y sostenible en el largo plazo. Por lo tanto, la investigación en la integración de BIM, realidad mixta, LiDAR y la aplicación de inteligencia artificial puede tener un gran impacto en la industria de la construcción y el entorno construido.

El problema del desconocimiento de la metodología BIM por parte de las constructoras para su aplicación en la fase de ejecución en proyectos de construcciones civiles no tiene un único responsable. Se trata de un problema complejo que involucra a múltiples actores, incluyendo a las propias constructoras, los profesionales de la AEC (arquitectos, ingenieros, contratistas), las instituciones educativas y de formación, los clientes y la industria en general.

Las constructoras, como principales actores en la ejecución de proyectos de construcción, tienen la responsabilidad de adoptar e implementar nuevas metodologías y tecnologías que puedan mejorar la eficiencia y la calidad de los proyectos que ejecutan. Sin embargo, en muchos casos, la falta de conocimiento y capacitación en metodología BIM y tecnologías inmersivas puede limitar su capacidad para adoptar estas herramientas de manera efectiva.

Los profesionales de la AEC también tienen un papel importante en la adopción de metodologías y tecnologías innovadoras. Muchos de ellos están capacitados en el uso de herramientas y software tradicionales, pero no han recibido la formación adecuada para trabajar con metodología BIM y tecnologías inmersivas. Por lo tanto, es necesario que se brinde capacitación y formación adicional para ayudarles a adaptarse a estos nuevos métodos y herramientas.

Las instituciones educativas y de formación también tienen una responsabilidad en la formación de los profesionales de la AEC. Deben asegurarse de que sus planes de estudio

incluyan la metodología BIM y las tecnologías inmersivas para que los futuros profesionales estén mejor preparados para trabajar en la industria.

Los clientes, como los principales financiadores de los proyectos, también tienen un papel importante en la adopción de la metodología BIM y las tecnologías inmersivas. Al exigir que sus proyectos se realicen con estas herramientas, pueden incentivar a las constructoras y profesionales de la AEC a adoptarlas y mejorar la calidad y eficiencia de los proyectos.

Finalmente, la industria en general tiene la responsabilidad de promover la adopción de la metodología BIM y las tecnologías inmersivas. Esto puede lograrse mediante la colaboración en la definición de estándares y prácticas comunes, la promoción de la innovación y la inversión en investigación y desarrollo de nuevas herramientas y tecnologías.

## **Resultado**

**Nombre del programa: "BIMxR+: Potenciando la Innovación en la Construcción"**

### ***Introducción:***

El programa "BIMxR+" tiene como objetivo impulsar la implementación de la metodología BIM (Building Information Modeling) con tecnologías inmersivas de realidad mixta en la fase de diseño y ejecución de proyectos civiles en la industria AEC (Arquitectura, Ingeniería y Construcción) en la ciudad de Bogotá. Este programa busca fomentar la adopción de estas tecnologías innovadoras para mejorar la eficiencia, la calidad y la sostenibilidad de los proyectos, así como para potenciar la colaboración y la toma de decisiones informadas en todas las etapas del ciclo de vida de la construcción.

***Objetivos del programa:***

1. Promover la adopción de la metodología BIM en el sector de la construcción en Bogotá.
2. Facilitar la integración de tecnologías inmersivas de realidad mixta en los procesos de diseño y ejecución de proyectos civiles.
3. Impulsar la capacitación y formación de profesionales en el uso de BIM y tecnologías inmersivas de realidad mixta.

***Componentes del programa:***

*1. Capacitación y formación:*

Talleres y cursos especializados sobre la metodología BIM y tecnologías inmersivas de realidad mixta.

Sesiones de entrenamiento práctico en el uso de software y herramientas BIM.

Webinars y conferencias con expertos en la implementación de BIM y tecnologías inmersivas.

*2. Apoyo y asesoramiento técnico:*

Asesoría especializada en la implementación de BIM y tecnologías inmersivas en proyectos específicos.

Soporte técnico para la adquisición e implementación de software y hardware necesarios.

*3. Colaboración y networking:*

Espacios de encuentro y colaboración entre profesionales de la industria AEC interesados en BIM y tecnologías inmersivas.

Creación de una red de contactos para compartir experiencias y buenas prácticas.

*4. Investigación y desarrollo:*

Fomento de proyectos de investigación en el uso de BIM y tecnologías inmersivas para la mejora de la construcción en Bogotá.

Establecimiento de alianzas con instituciones académicas y centros de investigación.

*5. Divulgación y concienciación:*

Realización de eventos, seminarios y ferias para dar a conocer los beneficios y aplicaciones de BIM y tecnologías inmersivas.

Campañas de sensibilización sobre la importancia de la implementación de estas tecnologías en la industria AEC.

***Conclusiones:***

El programa "BIMxR+: Potenciando la Innovación en la Construcción" tiene como objetivo impulsar la adopción de la metodología BIM con tecnologías inmersivas de realidad mixta en la industria AEC en la ciudad de Bogotá. A través de la capacitación, el apoyo técnico, la colaboración y la investigación, buscamos promover una cultura de innovación en la construcción, mejorando la eficiencia, la calidad y la sostenibilidad de los proyectos. Con este programa, estamos sentando las bases para un futuro de construcción más inteligente y colaborativo en Bogotá.



## **De la empresa**

### **Conclusión de PIB - GENERACIÓN DE EMPLEO - IMPACTO DEL COVID**

Los departamentos que más inversión, promoción y ejecución de proyectos son Bogotá y Antioquia, sin duda se evidencia claramente el potencial dinamizador económico que tienen estas regiones y su principal incidencia en el PIB del país, sin embargo es un resultado interesante en la medida en que no se evidencia aumento en el resto del territorio colombiano, como lo es en Vaupés o Vichada, según el análisis realizado en esta investigación, aparecen preguntas como: es la informalidad la causa y la falta de capacitación que menciona la ministra de trabajo Alicia Arango, una de las razones del porque no existen un margen productivo significativo en los 30 departamentos restantes?, por otro lado a pesar de los múltiples daños colaterales de la pandemia, se evidencia que el sector de la construcción fue el menos afectado, Sin embargo si se vio una importante afectación en la producción y distribución de concreto esto debido a que en los hogares colombianos hubo una disminución de compra, la capacidad adquisitiva disminuyó y los costos de construcción aumentaron, es sin duda un listado de lesiones importantes que el sector de la construcción debe tener presente, para el desarrollo de este.

### ***Generación de empleo***

Para nadie es un secreto que la crisis en cuanto a falta de empleo en Colombia y en el mco de todos los sectores económicos se está incrementando cada vez más. A pesar del déficit de empleo causado por distintos motivos sociales, “Según cifras reveladas por el DANE 1,02 millones de personas se emplearon en el sector edificador durante el mes de marzo.” (La construcción de edificación empleo a más de un millón de colombianos en marzo de 2021, s.f.)

La reactivación del sector de la construcción ha dado paso a la generación de empleo a miles de personas, trabajo en el que se ha visto involucrado el gobierno nacional, siendo uno de los sectores de mayor producción en el país. La generación de empleo dentro del gremio de la construcción a su vez ha dado paso a la construcción de viviendas, demostrando un incremento de productividad en cuanto al año anterior. Adicionalmente, la construcción también genera empleos de manera indirecta, a través de las actividades productivas que tienen relación con la construcción de edificaciones. En los últimos 10 años la informalidad en el sector ha mejorado en 18,2 puntos porcentuales, pasando de 80,6 a 62,4%

En el conversatorio “Formación integral para el trabajador de la construcción” que se llevó a cabo en el marco del Congreso Colombiano de la Construcción 2019, la ministra del Trabajo, Alicia Arango Olmos, presentó las cifras de empleo del sector de la construcción en el país e hizo un llamado a los empresarios para dar prioridad a la formación con pertinencia y calidad.

“El sector de la construcción aporta el 7% del total de ocupados en el país. Las cifras del trimestre de abril y junio de 2019, muestran 1 millón 545 mil ocupados en el sector. Por otro lado, el empleo creció un 13,5%, es decir, se crearon 184 mil 754 nuevos empleos respecto al mismo periodo del año 2018”, señaló la titular de la cartera laboral. (Sector de la construcción aporta el 7% del total de los ocupados del país, s.f.)

También expuso su preocupación frente a la alta cifra de informalidad que es la tercera tasa más alta entre sectores. Sin embargo, resaltó que en los últimos 10 años este indicador ha mejorado en 18,2 puntos porcentuales, pasando de 80,6 en 2009 a 62,4% en 2019.

Por otra parte desde el empoderamiento femenino, Según un artículo de Camacol, (La construcción de vivienda es un sector estratégico para el crecimiento y la generación de empleo:

dnp, s.f.) El plan nacional de desarrollo de 2018-2022 establece, un capítulo direccionado a los temas de equidad de género, un reto que viene desde la transformación cultural, la capacitación desde el SENA y emprendimientos liderados por mujeres como iNNpursa, que atienden necesidades y amplían horizontes en el mercado, “Por TIC Mujer, responde a la necesidad de cerrar la brecha digital y fortalecer el uso de herramientas digitales.

### ***Impacto Covid***

Según el artículo del grupo Bancolombia, (Se evidencia el impacto de la pandemia en el sector de la construcción, s.f.), Este se centra en el efecto de la pandemia en la construcción, pero hay algunos subtítulos que se centran más en el efecto causado a los materiales como el concreto y el cemento. El sector de la construcción se vio especialmente afectado durante la cuarentena nacional en Colombia, fue el sector que presentó una mayor caída (-9,4%).

En el subsector edificador, se percibió un decrecimiento de 4,6% anual durante el primer trimestre. Si bien este fue el primer sector en reactivarse, la recuperación será gradual y tardaría hasta el próximo año. La menor intención de compra de vivienda y la disminución de la capacidad adquisitiva de las familias le impondrán varios desafíos. Por su parte, la infraestructura será clave para la recuperación de la economía al ser un gran generador de empleo e inversión.

El desempeño negativo en este subsector estuvo explicado por una caída del 58,6% a/a en las licencias para vivienda y de 44,8% a/a en las de destinos no habitacionales. A la par, los costos de construcción de vivienda aumentaron 3,42% a/a en abril, asociados en gran medida al aumento del precio de los insumos.

La inversión en obras civiles aumentó 8,8% a/a. Sin embargo, la moderación del crecimiento de obligaciones hasta 4,4% anual no permite prever que esa tendencia se mantenga,

por lo que cabe esperar una disminución futura de la capacidad del sector para seguir impulsando la actividad constructora

El sector de la construcción tuvo un excelente comportamiento en el 2021 y el PIB de edificaciones creció 11,6%. (Edificaciones impulsó el PIB trimestral de la construcción en el país, s.f.) Estas cifras son respaldadas por la política de vivienda del Gobierno Nacional, que apoya a las familias para cumplir el sueño de adquirir su primera vivienda. (Recuperación del sector vivienda se mantiene en medio de la pandemia, s.f.)

Según las fuentes consultadas, las cifras para el sector de la construcción son favorables en época de pandemia, a diferencia de otros sectores que se vieron afectados, (La construcción será protagonista en el crecimiento económico de 2022, s.f.) la categoría de construcción de edificaciones se recuperó desde el -19,3% a -0,4%. Pues, desde esa caída, los números han sido positivos, en solo el primer trimestre de 2022, ya cerró en un crecimiento del 10,3%.

### **Conclusión de tendencias, necesidades e innovación**

El sector constructor debe realizar un enfoque directo hacia los nuevos materiales que se están promoviendo. Sin embargo, así como se debe tener conocimiento del manejo de estos materiales es indispensable que el personal esté capacitado para manejarlos y con el conocimiento adecuado para llevar a cabo los procesos constructivos.

Es bueno conocer la función de los gremios y tener claro en qué pueden aportar para los diálogos con el gobierno y diferentes multinacionales que promueven la construcción en Colombia, es de suma importancia que estén regulados por el COPNIA pues esto para efectos prevenir la suplantación y otras acciones fraudulentas que se puedan llevar a cabo en este sector.

### **Conclusión de gremios.**

Tanto asociaciones como gremios en el sector de la construcción tienen una trayectoria en el tiempo que parece ser la misma durante la última década, sin embargo a la luz de las nuevas tecnologías y las nuevas dinámicas de los diferentes roles en la construcción, obligan al sector a encontrar y promover nuevas agrupaciones de profesionales que aporten al avance dentro del gremio, la brecha generacional, las nuevas tecnologías tridimensionales sin duda son la nueva apuesta en este panorama.

### **Conclusión Cantidad de clientes potenciales del segmento**

Sin duda existe un potencial segmento a atender, en ciudades como Bogotá y Medellín donde parte del crecimiento y gran aporte del PIB del país referente a la construcción se genera en las regiones de estas dos ciudades, como lo demostró la primera investigación de este estudio de mercado, es clave mencionar que tanto las empresas constructoras y específicamente de infraestructura civil, tienen una necesidad latente en la aplicación de la metodología BIM y tal cual lo demuestra la encuesta BIM Latam, existe un interés en aplicarse, es entonces un nicho de mercado que actualmente no tiene la suficiente oferta para atender esta demanda? De acuerdo a el análisis realizado es preciso afirmar que en efecto aquella empresa que le apunte a desarrollo, planificación e implementación de la metodología ya sea BIM o siendo más precisos CIM, en infraestructura civil tiene un panorama positivo en cuanto a potenciales clientes en el segmento, de acuerdo a el análisis de información el segmento de mercado se segmenta en 2846 empresas del sector constructor de Bogotá y Medellín.

### **Conclusión Análisis la frecuencia de compra de los clientes potenciales del segmento**

El acompañamiento y asesoría de esta metodología debe realizarse desde el inicio hasta la fase de operación y mantenimiento de este, de acuerdo a las experiencias de los diferentes

profesionales que han participado en este tipo de proyectos, sin duda la frecuencia de compra está ligado directamente a la duración de un proyecto de construcción.

### **Conclusión análisis del precio al que compran el producto los clientes potenciales**

La importancia de determinar el costo de acuerdo a referentes de otro tipo de consultoría, puede llegar a ser un reto debido a que existen otros factores a tener en cuenta que no se asimilan directamente a otro rango del diseño o de la construcción, por ende es importante estructurar muy bien las variables a tener en cuenta en los costos directos y en el factor multiplicador tal y como lo estipulan algunas normas, si bien el panorama con respecto a este servicio es desconocido por entidades públicas, lo que no permite tener una garantía sobre los costos, y puede llegar a generar inseguridad en los clientes, puede llegar a ser una oportunidad de negocio y impulso para definir rangos, salarios y variables en consultoría BIM.

### **Conclusión análisis la frecuencia de compra de los clientes potenciales del segmento**

El acompañamiento y asesoría de esta metodología debe realizarse desde el inicio hasta la fase de operación y mantenimiento de este, de acuerdo a las experiencias de los diferentes profesionales que han participado en este tipo de proyectos, sin duda la frecuencia de compra está ligado directamente a la duración de un proyecto de construcción.

### **Conclusiones Análisis competencia dentro del Segmento**

De las dos empresas analizadas, ubicadas en la ciudad de Bogotá y Medellín, como lo es CBC Colombia BIM Consulting 2, se identifica que es una empresa enfocada a la implementación BIM, de la cual se puede inferir que tiene una buena calificación en cuanto a la publicidad del mismo, esto debido al adecuado uso de su slogan y gama cromática que es bastante amigable con la percepción del cliente, lo que nos hace comprender la importancia de la publicidad y la buena selección del slogan, logo y gama cromática de la empresa, por otro lado

esta IAC, Ingeniería Asistida por computador 3 ,una empresa enfocada en brindar múltiples servicios relacionados a la metodología BIM, en distintas fases del ciclo de vida de un proyecto de construcción, lo que permite identificar la importancia de la presentación en el servicio en cuanto a brindar múltiples soluciones a necesidades del campo de la construcción.

La encuesta BIM Latam permite inferir que un campo interesante para desempeñarse en el área de la digitalización y aplicación de la metodología, es en proyectos de infraestructura ya que si bien la mayoría de empresas tanto pequeñas, mediana y grandes, tienen un porcentaje alto en enfoque de edificación. siendo este una oportunidad de negocio que permite ofrecer servicios a empresas constructoras que tiene necesidades que la oferta no brinda, y que en efecto existe un gran panorama para ofertar a esta demanda.

### **Conclusiones fortalezas y debilidades correspondiente al segmento**

Sin duda existe un panorama positivo y negativo, de acuerdo a las encuestas realizadas a los diferentes profesionales que ejercen en el campo de la construcción, y que influyen en la academia e implementación de esta metodología, sin embargo existe una gran oportunidad de negocio para aquellas empresas que quieran apostarle a la investigación, formulación y aplicación de tecnologías enfocadas a CIM, este nuevo término que abarca en su totalidad a usuarios de campo urbano, que actualmente aplican una metodología que en principio esta enfocada a la edificación (BIM) Building Information Modeling.

### **Conclusión estrategia de producto y servicio**

Para la definición del empaque del servicio es importante aclarar que, al ser un producto

Para la definición del empaque del servicio es importante aclarar que, al ser un producto intangible, debe estar contenido bajo un espacio virtual seguro, que les permita a los usuarios

tener acceso a dicho servicio, para ello es importante mencionar que en el mundo BIM existe en efecto un determinante importante para ello, lo cual se denomina CDE, Common Data

Environment. Que traduce entorno común de datos, una vez se tiene definido este entorno seguro y ambiente virtual de trabajo se definen de acuerdo a la guía de PMI, los componentes clave para la definición de el servicio de implantación bim para proyectos de la edificación:

#### Fase de Inicio:

- Definir un responsable de proceso y un patrocinador de nivel estratégico gerencial:, esto con el fin de delimitar alcances contractuales de contrato, lo primero no es comprar licencias y capacitar a todo el mundo, es una metodología a largo plazo, los resultados no se dan de un día para otro, dependiendo las necesidades se busca el software adecuado.

- Realizar un diagnostico de la compañía: Revisar procesos internos, se evalúa la capacidad del equipo, y se revisa la infraestructura tecnológica

#### Fase de Planeación:

- Alinear la metodología con la misión y visión de la compañía: en efecto BIM se adecua a la compañía, no la compañía a BIM, Aquí el objetivo principal es identificar los procesos claves a impactar en la compañía. De acuerdo a las recomendaciones del Arquitecto Enrique Mass es importante tener una mesa directiva vinculando a los posibles constructores del proyecto, esto sin duda es un reto en proyectos públicos.

- Establecer objetivos a corto, mediano y largo plazo: la implementación en efecto es progresiva, el objetivo principal es el vincular a todas las áreas de la compañía, no se permite que la estrategia de implementación sea aislada, de manera que no ocurra lo que expresaba el arquitecto Enrique Maass con respecto a los alcances contractuales, crear en cierta manera un



contrato macro que sea alimentado en el desarrollo mismo del proyecto, con el único interés en pro del proyecto

- Definir Roles y responsabilidades BIM en la compañía: Diseñar un plan de gestión tan como recomendaba el Ingeniero Cesar Quintero dentro de las entrevistas realizadas
- Diseñar un plan de Implementación BIM: Se realiza un programa y un presupuesto para la implementación BIM.

Para la Fase de Ejecución

- Desarrollar el estándar BIM de la organización, aquí el objetivo tal y como lo comentaban los profesionales entrevistados es el Evaluar y gestionar los riesgos que generan los cambios en la implementación como resistencia al cambio y disminución temporal de productividad, así como, los costos de la inversión , y que por otro lado La ejecución no es estrictamente secuencial, se deben abordar los puntos de manera estratégica.

- reingeniería de procesos: se considera importante tener en cuenta la curva de aprendizaje de la implementación, puede ser un proceso lento al inicio.

- Desarrollar las capacitaciones en metodología, procesos y herramientas, se debe socializar de los procesos BIM en la compañía,

- Desarrollar transformación tecnológica en hardware y software, lo que se conoce como proyectos piloto

- Desarrollar el proyecto piloto.

Medición y seguimiento (Obra)

- Realizar medición de indicadores: se debe tener en cuenta los indicadores históricos de la compañía para medir objetivamente la eficiencia de la implementación, como lo

comentaban los distintos profesionales en cada una de las ramas, parte de las falencias de la implementación es el no tener un sistema de gestión válido

- Incentivar la participación de los equipos de trabajo en la compañía, esto como opinión de acuerdo a mi experiencia en el manejo de grupos, así como identificar los planes de Mejora.

La verificación de fuentes primarias y secundarias dio lugar a un flujo de servicio que define alcances y tiene claro de forma preventiva en donde se debe tener ideas estratégicas, el siguiente listado hace parte de la conclusión en el cómo debe realizarse la implementación en una determinada integración de equipos de diseño y equipos de construcción, atacar este nodo es significativamente de acuerdo a la información recolectada.

### **Conclusión estrategia de precio**

En el medio de transformación digital en las compañías, suele ser variable la determinación del costo del servicio, como lo comentaba el Arquitecto Enrique Mass. por otro lado la implementación de esta metodología no debería ser un sobre costo de acuerdo al comentario realizado por el Arquitecto Juan Carlos Gonzalez, este comentario pone en consideración que en el momento este momento del mercado en el que se encuentra la inserción de BIM, puede llegar a costar por la inversión de softwares, curva de aprendizaje y demás. Sin embargo a futuro se piensa que el costo vs la forma tradicional debe ser igual, el costo asociado debe reflejarse en la ejecución de obra, en la disminución de errores, de diseño, cuantificación y estimaciones. Es por ello que se debe plantear un riguroso diagnóstico de acuerdo a el alcance del proyecto, al no contar con métricas establecidas por algún organismo de control es de vital importancia hacer un análisis idóneo y oportuno para seguir incentivando la promesa de la metodología.

### **Conclusiones de estrategia de distribución**

Dentro del proceso de implementación se debe diseñar un plan que vincule la visión de la organización, el cronograma de actividades, el alcance del proyecto, las capacidades de la compañía, el correcto manejo desde el contrato, permite comprender la importancia de planear correctamente un proyecto de forma holística entendiendo toda la fase de ciclo de vida del mismo, evitando el trabajo independiente, como lo comentaba el Ingeniero Cesar Quintero, así se evita esa falencia de comunicación entre equipos de diseño y de construcción.

Dentro de las recomendaciones de distribución se toma en cuenta la asesoría de los profesionales idóneos en marketing, ya sea un community manager como lo recomendó Jose Boada, así como la importancia de crear una página, un correo corporativo para que le de seguridad a la empresa y al servicio, así como la compra de suscripciones como LinkedIn para promoción y la articulación de portales como VMEO para dar a conocer el producto a clientes específicos

### **Conclusión estrategia de promoción y publicación**

Fue de vital interés la información suministrada por los entrevistados para tener un panorama general de que se está usando en marketing, en cierta manera desconocido para alguien que no esté inmerso en el medio, como el mercadeo BTL, y las plataformas de búsqueda de palabras clave que me permite crear una base de datos de cliente. Sin duda con esta información concisa se toman las decisiones correctas que luego se evidencian en el presupuesto.

De acuerdo a estas recomendaciones el logo de la marca será un logo que esté conectado con la realidad virtual, también que contenga no más de 4 letras en su logo y el slogan sea solución digital para constructores, y los colores entre verde que destaque lo eco ya que en efecto es una implementación de baja incidencia en el medio ambiente.

<b>Community Manager (Tercerizado)</b>	<b>\$500.000 COP Mensuales</b>
<b>The Word Press (Plantilla Pagina WEB)</b>	\$20 USD Vitalicio
<b>Hosting</b>	115 USD Mensuales
<b>LinkedIn</b>	\$500.000 COP Mensual
<b>Gafas de Realidad Virtual</b>	\$1.000.000 COP Vitalicio
<b>Valla Publicitaria</b>	\$4.000.000 COP cada 6 meses
<b>Total Estimado Lanzamiento</b>	<b>\$6.600.000 COP</b>

Tabla 10, Propuesta de Comunicación



Figura 27. Slogan de Plan de Empresa

Desarrollo de Logo, Slogan e identidad cromática

### Marco terminológico y vocabulario español a inglés

#### De la investigación del producto o servicio

BIM: Building Information Modeling:

English: BIM (Building Information Modeling) is a digital representation of the physical and functional characteristics of a building or infrastructure. It involves the creation and management of 3D models that contain detailed information about the project.

Español: BIM (Modelado de Información de Construcción) es una representación digital de las características físicas y funcionales de un edificio o infraestructura. Implica la creación y gestión de modelos 3D que contienen información detallada sobre el proyecto.

#### Gamificación / Gamification:

English: Gamification is the application of game-design elements and game principles in non-game contexts to engage and motivate people. It involves incorporating game mechanics, such as points, rewards, and challenges, into various activities.

Español: La gamificación es la aplicación de elementos y principios de diseño de juegos en contextos no relacionados con juegos para involucrar y motivar a las personas. Implica incorporar mecánicas de juego, como puntos, recompensas y desafíos, en diversas actividades.

#### Realidad Mixta / Mixed Reality:

English: Mixed Reality refers to the merging of the physical and virtual worlds, creating an immersive environment where digital and physical objects coexist and interact in real-time.

Español: La realidad mixta se refiere a la fusión de los mundos físico y virtual, creando un entorno inmersivo donde los objetos digitales y físicos coexisten e interactúan en tiempo real.

#### Smart Cities / Ciudades Inteligentes:

English: Smart cities are urban areas that leverage technology and data to improve the quality of life for their residents. They use advanced infrastructure and connected systems to enhance sustainability, efficiency, and livability.

Español: Las ciudades inteligentes son áreas urbanas que aprovechan la tecnología y los datos para mejorar la calidad de vida de sus habitantes. Utilizan infraestructuras avanzadas y sistemas conectados para mejorar la sostenibilidad, eficiencia y habitabilidad.

Lidar:

English: Lidar (Light Detection and Ranging) is a remote sensing technology that uses laser light to measure distances and create highly accurate 3D maps of the environment. It is commonly used in applications such as surveying, mapping, and autonomous vehicles.

Español: Lidar (Detección y Teledetección por Láser) es una tecnología de teledetección que utiliza luz láser para medir distancias y crear mapas tridimensionales altamente precisos del entorno. Se utiliza comúnmente en aplicaciones como levantamientos topográficos, cartografía y vehículos autónomos.

Realidad Virtual / Virtual Reality:

English: Virtual Reality (VR) is a computer-generated simulation that immerses users in an interactive virtual environment. It typically involves wearing a headset and using hand controllers to interact with the virtual world.

Español: La realidad virtual (VR) es una simulación generada por computadora que sumerge a los usuarios en un entorno virtual interactivo. Por lo general, implica usar un casco y controladores de mano para interactuar con el mundo virtual.

Realidad Aumentada / Augmented Reality:

English: Augmented Reality (AR) is an interactive experience that overlays virtual elements, such as images, videos, or 3D models, onto the real world. It enhances the perception of the real environment by adding digital content.

### **De la empresa**

Digital Twin:

English: A digital twin is a virtual replica or representation of a physical object, process, or system. It captures real-time data and provides insights, analysis, and simulations to optimize performance and decision-making.

Español: Un digital twin es una réplica o representación virtual de un objeto, proceso o sistema físico. Captura datos en tiempo real y proporciona información, análisis y simulaciones para optimizar el rendimiento y la toma de decisiones.

### **Del proyecto financiero**

Activos Fijos / Fixed Assets:

English: Fixed assets refer to long-term tangible assets that are used in the operations of the business and have a useful life of more than one year.

Español: Los activos fijos se refieren a los bienes tangibles a largo plazo que se utilizan en las operaciones del negocio y tienen una vida útil superior a un año.

Capital de Trabajo / Working Capital:

English: Working capital is the amount of funds available to a business to cover its day-to-day operations, such as inventory, accounts receivable, and accounts payable.

Español: El capital de trabajo es la cantidad de fondos disponibles para cubrir las operaciones diarias de un negocio, como inventario, cuentas por cobrar y cuentas por pagar.

#### Ingresos Anuales / Annual Revenues:

English: Annual revenues refer to the total amount of income generated by the business during a specific period of one year.

Español: Los ingresos anuales se refieren al monto total de ingresos generados por el negocio durante un período específico de un año.

#### Egresos Anuales / Annual Expenses:

English: Annual expenses refer to the total amount of money spent by the business on its operations, including salaries, rent, marketing expenses, and other operating costs, during a specific period of one year.

Español: Los egresos anuales se refieren al monto total de dinero gastado por el negocio en sus operaciones, incluyendo salarios, alquiler, gastos de marketing y otros costos operativos, durante un período específico de un año.

#### Punto de Equilibrio / Break-even Point:

English: The break-even point is the level of sales at which total revenues equal total expenses, resulting in neither profit nor loss.



Español: El punto de equilibrio es el nivel de ventas en el cual los ingresos totales igualan los gastos totales, lo que resulta en ni ganancia ni pérdida.

Margen de Distribución / Profit Margin:

English: Profit margin is the percentage of revenue that remains as profit after deducting all expenses.

Español: El margen de distribución es el porcentaje de ingresos que queda como ganancia después de deducir todos los gastos.

Margen de Contribución / Contribution Margin:

English: Contribution margin is the amount of revenue that remains after deducting variable costs and is available to cover fixed costs and contribute to the profit.

Español: El margen de contribución es el monto de ingresos que queda después de deducir los costos variables y está disponible para cubrir los costos fijos y contribuir a la ganancia.

Flujo de Caja / Cash Flow:

English: Cash flow refers to the movement of cash in and out of a business over a specific period, including both cash inflows and cash outflows.

Español: El flujo de caja se refiere al movimiento de efectivo que ingresa y sale de un negocio durante un período específico, incluyendo tanto los ingresos de efectivo como los egresos de efectivo.

Presupuesto / Budget:

English: A budget is a financial plan that outlines the expected income and expenses of a business over a specific period.

Español: Un presupuesto es un plan financiero que describe los ingresos y los gastos esperados de un negocio durante un período específico.

Capacidad Instalada / Installed Capacity:

English: Installed capacity refers to the maximum production or service output that a business can achieve with its existing resources and facilities.

Español: La capacidad instalada se refiere a la producción máxima o al rendimiento de servicios que un negocio puede lograr con sus recursos y facilidades existentes.

### **Marco conceptual en inglés a español**

#### **De la investigación servicio**

1. BIM: Building Information Modeling (Modelado de Información de Construcción)
2. Gamificación: Gamification (Gamificación)
3. Realidad mixta: Mixed Reality (Realidad Mixta)
4. Smart cities: Ciudades inteligentes (Smart Cities)
5. Lidar: Lidar (Lidar)
6. Realidad Virtual: Virtual Reality (Realidad Virtual)
7. Realidad Aumentada: Augmented Reality (Realidad Aumentada)

## **De la empresa**

1. Digital Twin: Gemelo digital (Digital Twin)

## **Del proyecto financiero**

1. Assets: Activos
2. Liabilities: Pasivos
3. Equity: Patrimonio
4. Revenue: Ingresos
5. Expenses: Gastos
6. Profit: Ganancia
7. Cash Flow: Flujo de efectivo
8. Return on Investment (ROI): Retorno de inversión
9. Break-even Point: Punto de equilibrio
10. Margin of Contribution: Margen de contribución
11. Financial Statements: Estados financieros
12. Budget: Presupuesto
13. Cash Flow Projection: Proyección de flujo de efectivo
14. Return on Equity (ROE): Retorno sobre el patrimonio
15. Financial Analysis: Análisis financiero
16. Cost of Goods Sold (COGS): Costo de bienes vendidos
17. Depreciation: Depreciación
18. Working Capital: Capital de trabajo
19. Net Income: Ingresos netos
20. Capital Expenditure: Gasto de capital

### Referencias bibliográficas

#### Vínculos

Hadavi, A., & Huang, J. C. (2021). Assessment of AEC students' performance using BIM-into-VR. *Applied Sciences*, 11(7), 3225. doi:<https://doi.org/10.3390/app11073225>

Hammad, M. R., Issa, R. M., Olbina, S., & Williams, J. E. B. (2016). Augmented Reality Applications in Architecture, Engineering, and Construction (AEC) Industry: A Review. *Journal of Information Technology in Construction (ITcon)*, 21, 461-475.

Li, Y., Li, X., Li, W., & Zhou, Y. (2018). Application of Augmented Reality Technology in Construction Project Management. *Journal of Performance of Constructed Facilities*, 33(1), 04018079.

Sun, S., Issa, R., McCullouch, C., Abdallah, M., & White, M. (2018). Augmented Reality for Onsite Construction Visualization and Communication. *Journal of Construction Engineering and Management*, 144(7), 04018037.

Urban, H., Pelikan, G., & Schranz, C. (2022). Augmented reality in AEC education: A case study. *Buildings*, 12(4), 391. doi:<https://doi.org/10.3390/buildings12040391>

Wu, Z., Deng, K., Chen, C., Li, H., Antwi-Afari, M. F., & Wang, Y. (2022). Status quo and future trends of BIM-based coordination research: A critical review. *Journal of Civil Engineering and Management*, 28(6), 469-484. doi:<https://doi.org/10.3846/jcem.2022.16928>

Zhang, H., Li, J., Lu, H., Guo, Y., & Shen, L. (2017). Application of augmented reality technology in construction industry: A review. *Advanced Engineering Informatics*, 33, 180-197.

Maass, E. (2022, octubre 10). Investigación Plan de Marketing [Entrevista personal]. Proyecto Metro de Bogotá.

Bernal, V. (2022, octubre 10). Investigación Plan de Marketing [Entrevista personal]. CEO Planificación y Proyectos S.A.S.

Gonzalez, J. (2022, octubre 12). Investigación Plan de Marketing [Entrevista personal]. Director Especialización BIM, Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca.

Mejia, D. (2022, octubre 18). Investigación Plan de Marketing [Entrevista personal]. Publicista, Agencia de Publicidad.

Boada, J. (2022, octubre 20). Investigación Plan de Marketing [Entrevista personal].  
Mercadólogo, Administrador Plataforma Inmobiliaria Digital, Renti.

Rebolledo, J. (2023, abril 20). Implementación BIM, en obra [Entrevista personal].  
Constructora y Gestora en Arquitectura.

Freig, R. (2023, mayo 20). Implementación BIM, en obra [Entrevista personal]. CEO  
Modelo Tech Studio.

Gordillo, J. (2023, mayo 20). Implementación BIM, en obra [Entrevista personal]. CEO  
3Dvinci.

## **Anexos documento**

### **Entrevistas**

Anexo C, Entrevista, Rodrigo Freig, Experiencia Realidad Mixta en Modelo de Negocio

Anexo D, Entrevista, Juliana Rebolledo, Experiencia en Obra

Anexo E, Entrevista, Jose Luis 3Dvinci

### **Maqueta virtual**

<https://api2.enscape3d.com/v3/view/546630af-245a-4ca3-94e5-6433bc0ca381>, estudio de  
caso , Soacha San Rafael

Poster académico

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: Línea 08. Emprendimiento, innovación y transferencia tecnológica. Línea 09. Emprendimiento, innovación y transferencia

PROGRAMA DIRIGIDO A POTENCIAR LA IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM, CON TECNOLOGÍAS INMERSIVAS DE REALIDAD MIXTA Y TECNOLOGÍA LIDAR, EN LAS PRIMERAS ETAPAS DE PROYECTOS CIVILES DE LA INDUSTRIA AEC EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ.



INTRODUCCIÓN

Imagina poder diseñar edificios o construcciones civiles en una plataforma virtual antes de construirlos en el mundo real. Eso es lo que hace la metodología BIM, (Building Information Modeling) permitiendo a los profesionales de la industria AEC (Arquitectura, Ingeniería y Construcción) crear modelos digitales tridimensionales precisos que contengan información detallada sobre cada elemento de un proyecto. pero ¿qué pasa si pudiéramos llevar esto un paso más allá y experimentar con estos modelos digitales en un entorno de realidad mixta, utilizando tecnologías inmersivas para explorar cada detalle de un proyecto antes de que se construya? ¿Te imaginas poder visualizar de manera inmersiva el resultado final de una obra de construcción antes de que siquiera comience su ejecución? ¿O poder realizar un levantamiento topográfico preciso y detallado de la zona de construcción en cuestión de minutos?

ASPECTOS CLAVES

 Escanea código QR Explora la Realidad Virtual Para la Industria AEC	 <b>BIM</b> Building Information Modeling permite una integración completa de diseño, costos, y planificación, a través de la creación de modelos 3D interactivos.	 <b>Realidad mixta</b> La realidad mixta combina elementos del mundo virtual y del mundo real para crear experiencias inmersivas y dinámicas.	 <b>Tecnología LIDAR</b> La tecnología LIDAR proporciona mediciones precisas en corto tiempo, utilizando pulsos láser y sensores para capturar información del entorno.
---	--	---	---

LOCALIZACIÓN

**REFERENCIAS**

Hidayi, A., & Huang, J. C. (2021). Assessment of AEC students' performance using BIM-VR-AR. Applied Sciences.

Hammond, M. R., Izzi, R. M., Ojima, S., & Williams, J. C. B. (2016). Augmented Reality Applications in Architecture, Engineering and Construction (AEC) Industry: A Review. Journal of Information Technology in Construction (ITcon), 21, 465-475.


Li, Y., Li, X., Li, W., & Zhou, Y. (2023). Application of Augmented Reality Technology in Construction Project Management. Journal of Performance of Construction Facilities, 33(1), 04031079.

Sun, S., Issa, R., McGrouther, C., Abdouh, M., & White, M. (2018). Augmented Reality for Onsite Construction Visualization and Communication. Journal of Construction Engineering and Management, 144(7), 04018037.

Urban, H., Pothke, G., & Schranz, C. (2022). Augmented reality in AEC education: A case study. Buildings, 12(4), 593. doi:10.3390/buildings12040593

Zhang, H. L., Li, H., Guo, Y., & Shen, L. (2023). Application of augmented reality technology in construction industry: A review. Advanced Engineering Informatics, 33, 101537.

BOGOTÁ D.C.



El alcance de la investigación está definido principalmente para proyectos donde se aplique la metodología BIM en su fase de diseño;

Por esta estrategia geográfica la investigación se hará en la ciudad de Bogotá

¿Cómo hacer más eficiente el trabajo de equipos de construcción y diseño en un modelo 3d unificado, aplicando metodología BIM, tecnología LIDAR y tecnologías de realidad mixta?  
Enunciado Holopraxico







OBJETIVOS

Diseñar un programa dirigido a potenciar la implementación de la metodología BIM, con tecnologías inmersivas de realidad mixta, en la fase final de diseño y fase inicial de ejecución en proyectos civiles de construcción en la ciudad de Bogotá, para la industria de la construcción

Objetivos Específicos:

1. Evaluar cuales son los beneficios de aplicar tecnologías de realidad mixta en la metodología BIM para proyectos de construcciones civiles en su fase de ejecución
2. Categorizar las competencias idóneas de acuerdo con el perfil profesional para aplicar la metodología BIM y tecnologías inmersivas de realidad mixta en proyectos de construcciones civiles en su fase de ejecución.
3. Explicar la importancia de tener equipos de innovación dentro de las constructoras para proyectos AEC.

METODOLOGÍA

Planteamiento del problema	Uno de los instrumentos de recopilación de datos más utilizados para la investigación cualitativa, principalmente por su enfoque personal.		
Revisión de la literatura			
Formulación de hipótesis	¿Ha utilizado tecnologías inmersivas (realidad aumentada, realidad virtual, etc.) en su trabajo de construcción?		
Diseño de la investigación			
Recolección de datos	<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">                  Sí, con frecuencia 2%             </td> <td style="width: 50%; text-align: center;">                  Sí, pero raramente 2%             </td> </tr> </table>	 Sí, con frecuencia 2%	 Sí, pero raramente 2%
 Sí, con frecuencia 2%	 Sí, pero raramente 2%		
Análisis de datos			
Conclusiones	No, nunca he utilizado tecnologías inmersivas, 96%		
Redacción del informe final			

JUSTIFICACIÓN

● Ambiental   
 ● Social   
 ● Económica   
 ● Profesional   
 ● Tecnológica

¿Por qué es necesario un cambio?

La industria AEC ha sido tradicionalmente muy fragmentada, lo que puede generar ineficiencias y errores costosos. La metodología BIM, junto con tecnologías como LIDAR y realidad mixta, pueden ayudar a integrar mejor los procesos y actores en un proyecto de construcción, permitiendo una comunicación más efectiva y una toma de decisiones mejor informada. Además, estas tecnologías pueden mejorar la calidad y la precisión de la información de diseño y construcción, reducir costos y plazos, y mejorar la seguridad en las obras. En resumen, la implementación de estas tecnologías puede mejorar la eficiencia y la calidad en la industria AEC, y llevar a una mayor satisfacción del cliente y mejores resultados económicos para las empresas.



Palabras Clave:  
BIM: Building Information Modeling (BIM), Digital twin, Realidad Virtual (VR), Realidad Aumentada (AR), LiDAR, Gamificación, Metaverso.

Estudiante:  
Diana Carolina Prieto Mendoza

Docentes:  
Juan Guillermo Lozano Camelo,  
Henry Noreña

Tema:  
Implementación BIM y tecnologías inmersivas en la construcción

Fecha: Mayo 2023



Figura 28. Poster Académico