



Atribución-NoComercial-SinDerivadas 2.5 Colombia (CC BY-NC-ND 2.5)

La presente obra está bajo una licencia:

Atribución-NoComercial-SinDerivadas 2.5 Colombia (CC BY-NC-ND 2.5)

Para leer el texto completo de la licencia, visita:

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/co/>

Usted es libre de:



Compartir - copiar, distribuir, ejecutar y comunicar públicamente la obra

Bajo las condiciones siguientes:



Atribución — Debe reconocer los créditos de la obra de la manera especificada por el autor o el licenciante (pero no de una manera que sugiera que tiene su apoyo o que apoyan el uso que hace de su obra).



No Comercial — No puede utilizar esta obra para fines comerciales.



Sin Obras Derivadas — No se puede alterar, transformar o generar una obra derivada a partir de esta obra.



ANÁLISIS DE LA PLANEACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM MANAGER EN EL
PROYECTO DE INTERÉS SOCIAL ARBOLEDA DEL CAMPESTRE ACACIA, EN
IBAGUÉ TOLIMA

LAURA ELIZABETH JIMÉNEZ ARIAS

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE OBRAS
BOGOTÁ D.C
2020

ANÁLISIS DE LA PLANEACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM MANAGER EN EL
PROYECTO DE INTERÉS SOCIAL ARBOLEDA DEL CAMPESTRE ACACIA, EN
IBAGUÉ TOLIMA

LAURA ELIZABETH JIMÉNEZ ARIAS

Trabajo de grado presentado para optar al título de Especialista en Gerencia de
Obras

Docente

INGENIERO HEBERTO RINCON RODRIGUEZ

Co-Director

INGENIERO JUAN SEBASTIAN VARGAS

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE OBRAS

BOGOTA D.C

2020

AGRADECIMIENTOS

Agradezco principalmente a Dios por permitirme estudiar y culminar con satisfacción esta Especialización.

A la Universidad Católica de Colombia, por permitirme mediante la Especialización en Gerencia de Obras fortalecer mis conocimientos personales e incentivar mi crecimiento profesional, ya que por medio de las clases vistas y los docentes que las dirigen encaminaron este trabajo de investigación hacia la gerencia de proyectos.

Al ingeniero Heberto Rincón Rodríguez y al Ingeniero Juan Sebastián Vargas por el apoyo y colaboración al buen desarrollo del proyecto de grado, que tiene como resultado este documento que puede ser llevado a personas que se interesen por la temática y puede ser de gran colaboración en futuras investigaciones.

A la Constructora Bolívar, por ser parte de esta investigación, en donde se tuvo como insumos la información del proyecto de vivienda de interés social para el desarrollo del trabajo de grado.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
Introducción	10
1. Generalidades	12
1.1. Línea de Investigación	12
1.2. Planteamiento del Problema	12
1.2.1. Antecedentes del problema	13
1.2.2. Pregunta de investigación	15
1.2.3. Variables del problema	15
1.3. Justificación	15
1.4. Hipótesis	16
2. Objetivos	17
2.1. Objetivo general	17
2.2. Objetivos específicos	17
3. Marcos de referencia	21
3.1. Marco conceptual	21
3.2. Marco teórico	28
3.3. Marco jurídico	29
3.4. Marco geográfico	30
3.5. Marco demográfico	32
3.6. Estado del arte	33
4. Metodología	36
4.1. Fases del trabajo de grado	36
4.2. Instrumentos o herramientas utilizadas	37
4.3. Población y muestra	37
4.4. Alcances y limitaciones	37
5. Productos a entregar	39
6. DESCRIPCIÓN DE RESULTADOS LOGRADOS E IMPACTOS	40
6.1.1. PLANOS ESTRUCTURALES 2D	40
6.1.2. MODELADO DEL PROYECTO EN REVIT (3D)	42
6.1.3. PROGRAMACIÓN DEL PROYECTO (4D)	43
6.1.4. PRESUPUESTO DEL PROYECTO (5D)	45
6.1.5. MODELACIÓN DEL PROYECTO NAVISWORKS	47

6.2 DESARROLLO DE METODOLOGÍA BIM MANAGER	49
6.2.1 GESTIÓN DE INTEGRACIÓN DEL PROYECTO	49
6.2.1.1 INFORMACIÓN DEL PROYECTO:	50
6.2.1.2 REGISTRO DE INTERESADOS:	50
6.2.1.3 PRIORIDAD DE LOS OBJETIVOS	51
6.2.1.4 REQUISITOS DE IMPLEMENTACION DE LOS OBJETIVOS	51
6.2.1.5 HITOS DEL PROYECTO:	52
6.2.2 GESTIÓN DEL ALCANCE DEL PROYECTO	53
6.2.2.1 ESTRUCTURA DE DESGLOSE DE TRABAJO	53
6.2.2.2 RECOLECCIÓN DE REQUISITOS	55
6.2.2.3 TRAZABILIDAD DE REQUISITOS	56
6.2.3 GESTIÓN DEL CRONOGRAMA DEL PROYECTO	58
6.2.3.1 HITOS DE ENTREGABLES	58
6.2.4 GESTIÓN DE COSTOS DEL PROYECTO	59
6.4.2.4.1 FORMATO DE PRESUPUESTO	59
6.2.5 GESTIÓN DE LA CALIDAD DEL PROYECTO	61
6.2.5.1 MODELO DE CONTROL DE CALIDAD	61
6.2.5.2 MODELO DE CAUSA Y EFECTO	62
6.2.6 GESTIÓN DE LOS RECURSOS DEL PROYECTO	65
6.2.6.1 DESGLOSE DE RECURSOS	65
6.2.7 GESTIÓN DE LAS COMUNICACIONES DEL PROYECTO	67
6.2.7.1 INTERCAMBIO DE INFORMACIÓN	67
6.2.7.2 AGENDA DE REUNIONES	67
6.2.7.3 CUADRO DE RESPONSABILIDADES	68
6.2.8 GESTIÓN DE LOS RIESGOS DEL PROYECTO	68
6.2.8.1 MATRIZ DE PROBABILIDAD E IMPACTO.	69
6.2.8.2 MATRIZ DE RIESGOS	69
6.2.9 GESTIÓN DE LAS ADQUISICIONES DEL PROYECTO	71
6.2.9.1 ADQUISICIONES EN LA ETAPA DE PLANEACIÓN	71
6.2.10 GESTIÓN DE LOS INTERESADOS DEL PROYECTO	71
6.2.10.1 CHEQUEO DE EXPECTATIVAS DE INTERESADOS	71
6.3 DESARROLLO DE comparacion de la metodologia bim en el PROYECTO DE ESTUDIO y su utilidad	73

6.3.1 COSTOS DE INVERSIÓN	73
6.3.1.1 COSTOS DE ESTUDIOS Y DISEÑOS	73
6.3.1.2 COSTOS DIRECTOS	74
6.3.2 GASTOS DEL PROYECTO.	74
6.3.2.1 GASTOS GENERALES DEL PROYECTO	75
6.3.2.2 GASTOS DE PERSONAL	75
6.3.3 FLUJO DE OPERACIONES	75
6.3.4 UTILIDAD	76
6.3.4.1 UTILIDAD OPERACIONAL	76
6.3.4.2 IMPUESTOS SOBRE LA RENTA	77
6.3.4.3 UTILIDAD NETA	77
6.3.5 VALOR PRESENTE NETO	79
6.3.6 TASA INTERNA DE RETORNO	79
6.4 DESARROLLO DE RECOMENDACIONES PARA LA APLICACIÓN DE LAMETODLOGIA BIM MANAGER EN LA PLANEACIÓN DE UN PROYECTO DE VIVIENDA DE INTERES SOCIAL.	80
6.4.1 FORMATOS DE LA GESTIÓN DE LA INTEGRACIÓN	80
6.4.1.1 INFORMACIÓN DEL PROYECTO.	80
6.4.1.2 CONTACTOS DE LOS INTERESADOS CLAVE	80
6.4.1.3 PRIORIDAD DE LOS OBJETIVOS	81
6.4.1.4 FORMATO DE REQUISITOS DE IMPLEMENTACION DE LOS OBJETIVOS.	81
6.4.1.5 HITOS DEL PROYECTO	82
6.4.2 FORMATOS PARA LA GESTION DE ALCANCE DEL PROYECTO	83
6.4.2.1 ESTRUCTURA DE DESGLOSE DEL TRABAJO	83
6.4.2.2 RECOLECCIÓN DE LOS REQUISTOS.	83
6.4.2.3 TRAZABILIDAD DE REQUISITOS.	84
6.4.3 FORMATOS PARA LA GESTIÓN DEL CRONOGRAMA DEL PROYECTO	84
6.4.3.1 HITOS DEL PROYECTO	85
6.4.4 FORMATOS PARA LA GESTIÓN DEL COSTO DEL PROYECTO	85
6.4.4.1 FORMATO PRESUPUESTO	85
6.4.5 FORMATOS PARA LA GESTIÓN DE LA CALIDAD EN EL PROYECTO	86

6.4.5.1 MODELO DE CONTROL DE CALIDAD	86
6.4.5.2 FORMATO DE CAUSA Y EFECTO	86
6.4.6 GESTIÓN DE LOS RECURSOS DEL PROYECTO	87
6.4.6.1 FORMATO DE RECURSOS:	87
6.4.7 GESTIÓN DE LAS COMUNICACIONES DEL PROYECTO	88
6.4.7.1 INTERCAMBIO DE LA INFORMACIÓN:	88
6.4.7.2 AGENDA DE REUNIONES	88
6.4.7.3 CUADRO DE RESPONSABILIDADES	89
6.4.8 GESTIÓN DE LOS RIESGOS DEL PROYECTO	90
6.4.8.1 MATRIZ DE PROBABILIDAD E IMPACTO	90
6.4.8.2 MATRIZ DE RIESGOS	90
6.4.9 GESTIÓN DE LAS ADQUISICIONES DEL PROYECTO	91
6.4.9.1 ADQUISICIONES EN LA ETAPA DE LA PLANEACIÓN.	91
6.4.10 GESTIÓN DE LOS INTERESADOS DEL PROYECTO	92
6.4.10.1 CHEQUEO DE EXPECTATIVA DE LOS INTERESADOS	92
6.5 APORTES DE LOS RESULTADOS A LA GERENCIA DE OBRAS	93
6.6 CÓMO SE RESPONDE A LA PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	93
6.7 ESTRATEGIAS DE COMUNICACIÓN Y DIVULGACIÓN	94
6.8 NUEVAS ÁREAS DE ESTUDIO	94
7.CONCLUSIONES	95
8.BIBLIOGRAFÍA	97

LISTA DE TABLAS

TABLA 1 GASTOS TOTALES DEL PROYECTO	20
TABLA 2 MARCO JURÍDICO.....	30
TABLA 3 PRODUCTOS A ENTREGAR	39
TABLA 4 INFORMACIÓN DEL PROYECTO.....	40
TABLA 5 PRESUPUESTO DEL PROYECTO.....	45
TABLA 6 INFORMACIÓN DEL PROYECTO.....	50
TABLA 7 CONTACTOS DE LOS INTERESADOS	50
TABLA 8 PRIORIDAD DE LOS OBJETIVOS.....	51
TABLA 9 REQUISITOS DE IMPLEMENTACIÓN DE LOS OBJETIVOS	52
TABLA 10 HITOS DEL PROYECTO.....	53
TABLA 11 RECOLECCIÓN DE REQUISITOS.....	55
TABLA 12 TRAZABILIDAD DE REQUISITOS.....	57
TABLA 13 HITOS DE ENTREGABLES.....	58
TABLA 14 PRESUPUESTO DE COSTOS.....	60
TABLA 15 MODELO DE CONTROL DE CALIDAD	62
TABLA 16 FORMATO DE CAUSA Y EFECTO.....	63
TABLA 17 INTERCAMBIO DE INFORMACIÓN.	67
TABLA 18 AGENDA DE REUNIONES.	67
TABLA 19 CUADRO DE REUNIONES.....	68
TABLA 20 MATRIZ DE PROBABILIDAD E IMPACTO.....	69
TABLA 21 MATRIZ DE RIESGOS.....	70
TABLA 22 ADQUISICIONES EN LA ETAPA DE PLANEACIÓN.....	71
TABLA 23 CHEQUEO DE EXPECTATIVAS DE LOS INTERESADOS.	72
TABLA 24 COSTOS ESTUDIOS Y DISEÑOS.....	74
TABLA 25 COSTOS DIRECTOS.	74
TABLA 26 GASTOS GENERALES DEL PROYECTO.....	75
TABLA 27 GASTOS DEL PERSONAL DEL PROYECTO.	75
TABLA 28 UTILIDAD DEL PROYECTO.	78
TABLA 29 INFORMACIÓN DEL CONTACTO.....	80
TABLA 30 CONTACTO DE LOS INTERESADOS.....	81
TABLA 31 FORMATO DE PRIORIDAD DE LOS OBJETIVOS.	81
TABLA 32 REQUERIMIENTOS DE IMPLEMENTACIÓN DE LOS OBJETIVOS	82
TABLA 33 FORMATO DE HITOS DEL PROYECTO.....	82
TABLA 34 FORMATO DE RECOLECCIÓN DE REQUISITOS.	83
TABLA 35 FORMATO DE RECOLECCIÓN DE REQUISITOS	84
TABLA 36 FORMATO DE TRAZABILIDAD DE REQUISITOS.	84
TABLA 37 HITOS DE ENTREGABLES.....	85
TABLA 38 FORMATO DE PRESUPUESTO DEL PROYECTO.....	85
TABLA 39 FORMATO DE MODELO DE CONTROL DE CALIDAD	86
TABLA 40 FORMATO DE CAUSA Y EFECTO	87
TABLA 41 FORMATO DE RECURSOS.....	87
TABLA 42 FORMATO DE INTERCAMBIO DE INFORMACIÓN:.....	88
TABLA 43 FORMATO AGENDA DE REUNIONES.....	89
TABLA 44 CUADRO DE RESPONSABILIDADES	89
TABLA 45 FORMATO DE MATRIZ DE PROBABILIDAD E IMPACTO	90
TABLA 46 FORMATO DE MATRIZ DE RIESGOS.....	90
TABLA 47 FORMATO DE ADQUISICIONES EN LA ETAPA DE PLANEACIÓN.....	91
TABLA 48 FORMATO DE CHEQUEO DE EXPECTATIVAS	92

LISTA DE FIGURAS

ILUSTRACIÓN 1 CRONOGRAMA DEL PROYECTO	18
ILUSTRACIÓN 2 BUILDING INFORMATION MODELING.....	21
ILUSTRACIÓN 3 PROCESOS DE LA DIRECCIÓN DE PROYECTOS	22
ILUSTRACIÓN 4 ÁREAS DE CONOCIMIENTO PMI	23
ILUSTRACIÓN 5 PLAN PARA LA DIRECCIÓN DE PROYECTOS	26
ILUSTRACIÓN 6 GRUPO DE PROCESOS PIM.....	27
ILUSTRACIÓN 7 SOFTWARE EMPLEADOS.....	29
ILUSTRACIÓN 8 CIUDAD DE IBAGUÉ, TOLIMA	31
ILUSTRACIÓN 9 ARBOLEDA CAMPESTRE-ACACIA.....	32
ILUSTRACIÓN 10 APLICACIÓN DEL BIM MANAGER A NIVEL GLOBAL	34
ILUSTRACIÓN 11 BIM EN LATINOAMÉRICA.....	35
ILUSTRACIÓN 12 ESTRUCTURA DE DESGLOSE DE TRABAJO	36
ILUSTRACIÓN 13 PLANTA GENERAL DE URBANISMO	41
ILUSTRACIÓN 14 DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA TORRE 1 DE ESTUDIO	41
ILUSTRACIÓN 15 MODELO DEL PISO NO. 1.....	42
ILUSTRACIÓN 16 VOLUMEN DEL PISO NO. 1	43
ILUSTRACIÓN 17 VOLUMEN DE LA TORRE DE ESTUDIO.....	43
ILUSTRACIÓN 18 PROGRAMACIÓN.....	44
ILUSTRACIÓN 19 SIMULACIÓN DE PLANTA DE PISO 1.....	48
ILUSTRACIÓN 20 SIMULACIÓN PISO 1 Y PISO 2.	48
ILUSTRACIÓN 21 SIMULACIÓN DEL PROYECTO DE VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL.....	49
ILUSTRACIÓN 22 ESTRUCTURA DE DESGLOSE DE TRABAJO	54
ILUSTRACIÓN 23 MODELO DE CONTROL DE CALIDAD	66

LISTA DE ECUACIONES

ECUACIÓN 1 UTILIDAD OPERACIONAL	76
ECUACIÓN 2 IMPUESTOS SOBRE RENTA.....	77
ECUACIÓN 3 UTILIDAD NETA	77

INTRODUCCIÓN

La metodología BIM es un concepto holgado y funcional, que tiene la peculiaridad de abarcar la modelación de proyectos, metodologías de trabajo, oportunidades de creación de herramientas e información de trabajo todo conectado y en funcionalidad del ciclo de un proyecto.

Esta metodología hace referencia a una combinación de tecnologías y soluciones organizativas que tiene como objetivo aumentar la colaboración disciplinaria entre los involucrados y mejoren la productividad y la calidad del diseño, construcción y mantenimiento de proyectos (Beyond the BIM utopia: Approaches to the development and implementation of building information modeling, 2014) es de gran utilidad en la línea de la arquitectura, ingeniería y la construcción a nivel internacional, fundamentado en las nuevas tecnologías con normatividad y prácticas definidas para la gestión, administración y dirección de los proyectos.

Esta metodología está ganando rápidamente popularidad, por el uso de profesionales de la construcción por el análisis de los beneficios que ha traído a los proyectos (How to measure the benefits of BIM — A case study approach, 2012), respecto a costos, tiempos y alcance definido a desarrollar. Es allí donde se analiza que a las empresas que emplean la metodología tiene análisis de resultados diferentes al culminar un proyecto respecto a las empresas que no manejan ni emplean esta metodología.

El BIM Manager es ampliamente visto como un catalizador para la innovación y la productividad en la industria de la construcción (A Review of Building Information Modelling for Construction in Developing Countries, 2016), encontrando que esta metodología se está adoptando cada vez más en los países desarrollados, y que la puesta en funcionamiento en los países en desarrollo son poco frecuentes, por su contexto socioeconómico y tecnológico que impiden de manera directa la adopción de estas metodologías adicionando la escasez de personal con conocimientos y la ausencia de regularidad para implementar el BIM, partiendo de esto para desarrollar la investigación en cómo poder adoptar la metodología en un país como Colombia, en sus proyectos de construcción de vivienda de interés social. En Colombia, esta metodología apenas está ingresando en nuestro entorno, puesto que el progreso y adaptación del sector de la construcción tiene una tendencia lenta de explorar, aplicar y adaptar nuevas o técnicas no convencionales, que pueden generar desconcierto o controversias a lo estipulado por años de monotonía laboral.

Uno de los escenarios principales donde se ha activado la investigación y formación acerca de esta metodología es en las instituciones profesionales, organizativas y educativas (An integrated approach to BIM competency assessment, acquisition

and application, 2013), entendiendo que este tema de vanguardia a nivel mundial, se vuelve esencial en la formación como futuros profesionales respondiendo a mercados mucho más competitivos y con estándares técnicos más altos.

Al emplear la metodología BIM Manager desde la etapa de la planeación en el ciclo de vida del proyecto es una ventaja, ya que se puede analizar más a fondo todos los procesos a realizar y da un mejor soporte de decisiones durante el diseño y la construcción. (Analysis of modeling effort and impact of different levels of detail in building information models, 2011)

1. GENERALIDADES

1.1. LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

La línea de investigación sobre la cual se enfoca el desarrollo del proyecto es sobre Software Inteligente y Convergencia Tecnológica, ya que por medio de esta línea base, se aplica para la evolución y despliegue de los diferentes planteamientos dados en este trabajo de grado, cómo es el análisis de la metodología BIM Manager para el proyecto propuesto.

El tipo de investigación comparativa y analítica, dado que se realizará una comparación aplicando la metodología BIM Manager y se analizará las utilidades generadas en costo y tiempo en el proyecto de vivienda de interés social, planteado.

Teniendo presente que a través de las etapas de investigación que se desarrollaran dentro del trabajo de grado, se utilizaran diferentes softwares e interconexión de tecnologías, que serán claves para el desarrollo integro de la investigación teniendo como fin la evolución del producto a tratar.

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el sector de la construcción se evidencia varias problemáticas y necesidades de alta complejidad respecto a la efectividad y producción de una obra en las diferentes etapas de la vida de un proyecto. Un ejemplo, repetitivo se ve en el ámbito del sector de construcción de vivienda de interés social, se normaliza que surjan problemas adicionales en relación con los datos generados, incluyendo pérdida de datos, inconsistencia de datos, errores y responsabilidad por datos incorrectos o incompletos (Rezgui, y otros, 2017) ya que esto es un diario vivir en la mayoría de los proyectos de obra civil.

Otra problemática se encuentra en la comunicación del punto de control administrativo y el sitio de trabajo que involucra a los interesados que participan en el proyecto, puesto que lo que revela los estudios es que este problema, daña la relación, la comunicación y la gestión debido a la lejanía de los sitios de construcción (Yusuf, y otros, 2012). Otro escenario se presenta en los problemas y malentendidos durante la comunicación dentro de la coordinación y contratación de los recursos necesarios para el desarrollo de las actividades que están dentro del proyecto (Ontology of BIM in a Construction Project Life Cycle, 2017) . Es por eso que este tema se vuelve crítico en el buen desarrollo de los proyectos, encontrando un pilar de concentración y enfoque de la investigación, la comunicación.

Es allí donde la metodología BIM Manager entra a dar apoyo a los arquitectos, ingenieros y constructores de proyectos de vivienda de interés social, a visualizar lo que se va a construir en un entorno simulado para identificar posibles problemas de

diseño, construcción u operación en el proyecto a desarrollar y dar posibles soluciones y mitigaciones a los riesgos que se puedan dar a lo encontrado en la simulación (Building information modeling (BIM): Trends, benefits, risks, and challenges for the AEC industry, 2011)

Enfocándose en que la implementación del marco BIM Manager se ha posicionado como metodología vanguardista dentro de las empresas constructoras, se ha encontrado la mejoría de la viabilidad de los proyectos según casos estudiados y evaluación de los mismos (Building information modelling (BIM) framework for practical implementation, 2011) comprendiendo que el empleo del BIM exitosamente lleva a la mejoría de las prácticas de gestión y de las relaciones de las partes interesadas (Mapping the managerial areas of Building Information Modeling (BIM) using scientometric analysis, 2017), optimizando los costos y tiempos debido a que se disminuye los re procesos constructivos y la mitigación al máximo de los riesgos.

Una de las necesidades comúnmente dadas durante el ciclo de vida de los proyectos de vivienda de interés social, es la falta de planeación, por lo que se ven afectados de manera directa en costos, tiempos y utilidades esperadas, es por ello que, al emplear la metodología BIM Manager desde la planeación es de crucial importancia ya que mejora la viabilidad del proyecto. (On the use of open bim and 4D visualisation in a predictive life cycle management system for construction works, 2011)

1.2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

Según un estudio realizado en el Reino Unido(Rezgui, y otros, 2017), donde se efectuaron entrevistas semiestructuradas a expertos BIM, con el fin de evaluar las tendencias actuales en las tecnologías de información y la comunicación (TIC), la colaboración del equipo de trabajo dentro del ciclo de vida del proyecto de construcción, las barreras que se tienen en la adopción de la metodología BIM, se obtuvo resultados tanto positivos como negativos, en los que se concluye, que una variable para la mejora es que la incidencia más significativa que se tiene en los problemas de aceptación y empleo de la metodología BIM manager es el enfoque no colaborativo que se tiene dentro de los interesados; como fortaleza que se tiene de la metodología es que se manejan procesos de rendimiento en el avance de obra, la accesibilidad y almacenamiento de la información del proyecto.

La metodología BIM es cada vez más aceptada para su uso en Estados Unidos (Sam, 2012), pues la Administración de Servicios Generales (USGSA) bajo su programa nacional 3D-4D-BIM, requiere información espacial del programa de BIM, el instituto Nacional de Ciencias de la Construcción de EEUU proporciona herramientas útiles para usuarios de Software BIM promoviendo el uso de esta metodología.

Tailandia es uno de los países que ha adoptado esta metodología como alternativa cambiante para su uso de diseño arquitectónico y de ingeniería (A Causal Model of BIM Adoption in the Thai Architectural and Engineering Design Industry, 2017) encontrando que una de las características positivas y significativas en la adopción de BIM dentro de sus diseños fue la calidad del producto a entregar, ventaja relativa respecto a las empresas del mercado, facilidad de uso y compatibilidad de la información.

En Irán se desarrolló una investigación (BIM applications toward key performance indicators of construction projects in Iran, 2020) en donde se mostró que a través de la aplicación de la metodología BIM mejoraron los rendimientos de proyectos de construcción durante la etapa de construcción del ciclo de vida, encontrando que la mejora de calidad y la reducción de costos de construcción son los beneficios más importantes de emplear metodología BIM manager en sus proyectos.

Las experiencias aprendidas dentro de los proyectos realizados se volvieron enfoque de análisis dentro de la metodología BIM Manager, según estudio realizado y analizado a artículos publicados relacionados a la temática tratada dentro de los años 2007-2015 (Mapping the managerial areas of Building Information Modeling (BIM) using scientometric analysis, 2017), encontrando el estado actual a nivel internacional y la importancia sobre la gestión de proyectos proporcionando nuevos conocimientos, atendiendo y basándose en los análisis de las investigaciones y desarrollo de proyectos anteriores.

Al revisar los estudios anteriores vemos que a nivel internacional se encuentran una gran cantidad de investigaciones sobre el modelo BIM manager que se han desarrollados en las últimas décadas, vemos que los estudios para el desarrollo de proyectos de edificación tienen un déficit de consenso entre los investigadores y los profesionales (Building Information Modeling (BIM) for green buildings: A critical review and future directions, 2017) por lo cual nace la necesidad de crear investigaciones donde se emplee y analice la implementación de la metodología BIM Manager en los proyectos de edificación enfocados en los proyectos de construcción de vivienda de interés social.

Según CAMACOL (CAMACOL, 2018) en el sector de la construcción, el crecimiento de la productividad registra niveles promedios de -1,5% ya que dependen de su relación con los niveles de manejo de nuevas herramientas de digitalización, es por eso que al emplear y promover la metodología BIM Manager desde la planeación de los proyectos para lograr objetivos de calidad, y tiempo, promoviendo la articulación de la optimización de los recursos y costos.

En la actualidad, las empresas constructoras de proyectos de vivienda de interés social tienen escasez de estudios que investiguen las prácticas de colaboración, la

gestión de los datos y los problemas de administración técnica y en recursos que se encuentran dentro del proyecto (Rezgui, y otros, 2017)

1.2.2. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Se puede mejorar los costos y tiempos al implementar en la planeación de proyectos de vivienda de interés social la metodología BIM Manager?

1.2.3. VARIABLES DEL PROBLEMA

Las variables del problema son identificadas de diferentes tipos, que involucran la planeación y el seguimiento de las mismas, que son las siguientes:

- ✓ Diseños del proyecto.
- ✓ Gestión de los costos que tiene el proyecto
- ✓ Gestión de la programación del proyecto
- ✓ Plan Ejecución del PIM, el BIM y el PEB
- ✓ Gestionar y gerenciar un proyecto desde la planeación
- ✓ Plan de ejecución Manager del proyecto

1.3. JUSTIFICACIÓN

La metodología BIM manager es constantemente evaluada y analizada en los proyectos donde se implementa, es por eso que estos resultados informan que en la aplicación de la metodología tiene principal enfoque como herramienta de visualización e implementación en las etapas del ciclo de vida del proyecto, obteniendo como resultados y beneficios positivos, donde mejora la eficiencia del alcance, tiempo y costos del proyecto, adicional mejorando la comunicación entre los involucrados dentro del proyecto, entendiendo que esto se hace necesario y de fundamental importancia para el desarrollo funcional del proyecto (Practices and effectiveness of building information modelling in construction projects in China, 2015).

En una recopilación de datos de 35 proyectos de construcción que emplearon la metodología BIM se encontró que el beneficio con mayor frecuencia que se encuentra es, la reducción de costos y el control que se tiene del proyecto durante todo el ciclo de vida, adicional se tiene ahorros de tiempo (The project benefits of Building Information Modelling (BIM), 2013), es por ello que se evidencia la gran solidez que tiene esta metodología empleada y la importancia que se le debe dar para implementarla en todos los proyectos del sector de la construcción.

Al desarrollar la metodología de manera eficiente en los proyectos, se tienen resultados positivos para la gestión de los recursos y la documentación eficiente que motivan a la implementación en los proyectos de esta metodología en todos los

proyectos de construcción (Building Information Modeling (BIM) for existing buildings — Literature review and future needs, 2014) que darían respuesta a la necesidad y planteamiento del problema que se tienen analizados en este trabajo de grado.

En el tema de investigación académica se ve la necesidad de darle enfoque a esta temática, ya que se encuentran pocos escritos acerca de la metodología BIM y el desarrollo del profesional BIM manager en futuros desarrollos de proyectos. Teniendo como beneficio la aplicación de la metodología BIM las competencias que brinda hacia la industria y la academia que permite investigar el desarrollo de nuevas herramientas para el análisis y evaluación y posible mejora del rendimiento a los proyectos de vivienda (An integrated approach to BIM competency assessment, acquisition and application, 2013).

Si se hace una buena planeación, desde la gerencia y gestión en un proyecto de construcción aplicando la metodología BIM Manager, se podrá obtener una mejor utilidad y ahorros de tiempos en la construcción de proyectos de VIS: diseños, presupuestos, programación, simulación y evaluación gerencial y de gestión en los procesos desde un enfoque de planeación, se supondrá que se obtendrá una mejor utilidad y ahorro en tiempos, el análisis de la metodología BIM Manager será enfocado a la estructura del proyecto.

En los proyectos de vivienda de interés social se debe entender la necesidad y requerimientos de actualización a las nuevas metodologías y estrategias que se pueden emplear en los proyectos, con el fin de realizar una evaluación de los estudios de caso dentro de los proyectos que implementan la metodología BIM y otros con enfoques tradicionales que no son BIM (How to measure the benefits of BIM — A case study approach, 2012).

1.4. HIPÓTESIS

Mediante la aplicación de la metodología BIM Manager en la planeación de proyectos de vivienda de interés social, se podrá obtener mejores resultados en la estructura, referente a los costos y tiempos del proyecto.

2.OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Analizar los costos y tiempos, en la planeación del proyecto de estudio de vivienda interés social Arboleda Campestre Acacia en la ciudad de Ibagué, Tolima implementando la metodología BIM Manager.

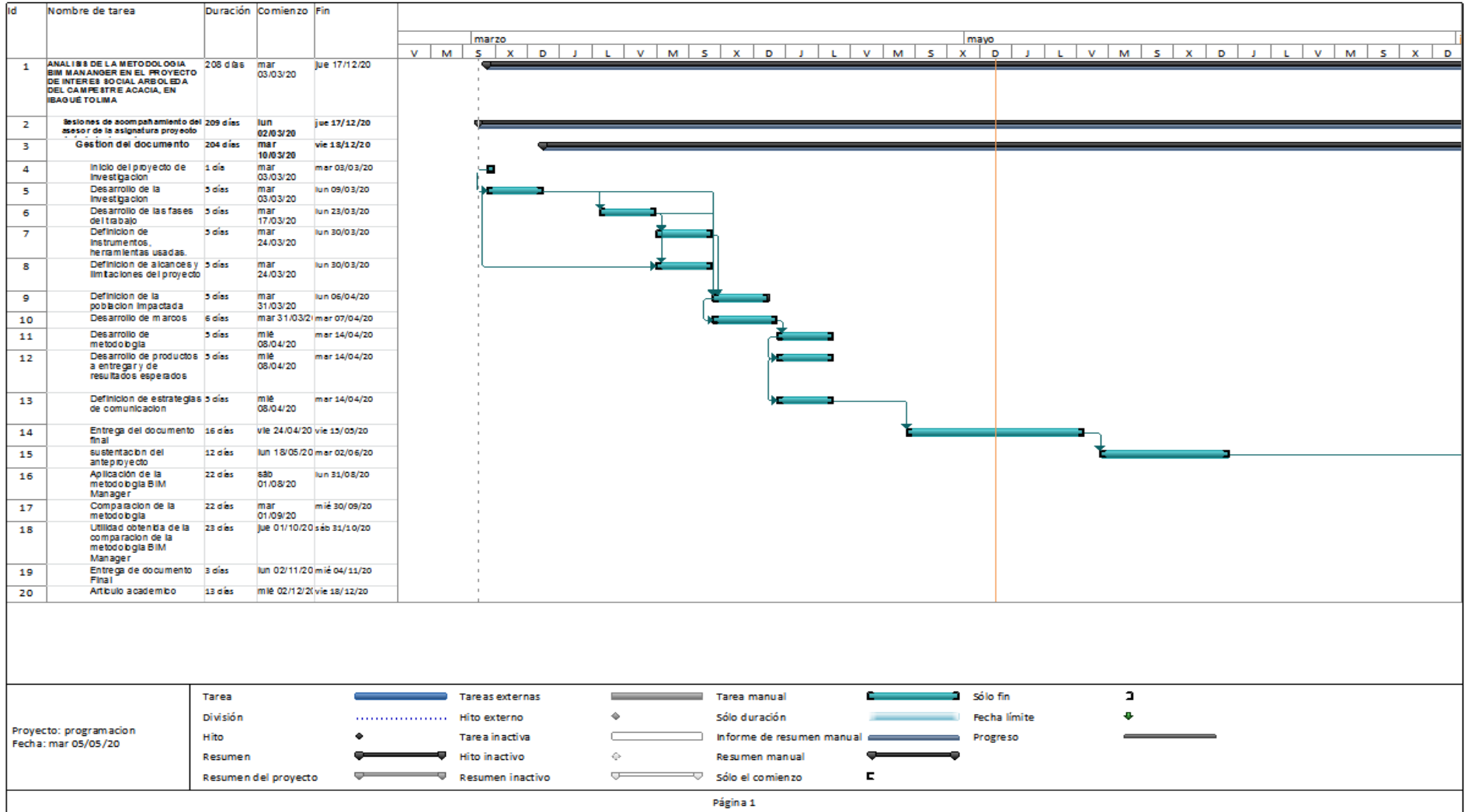
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

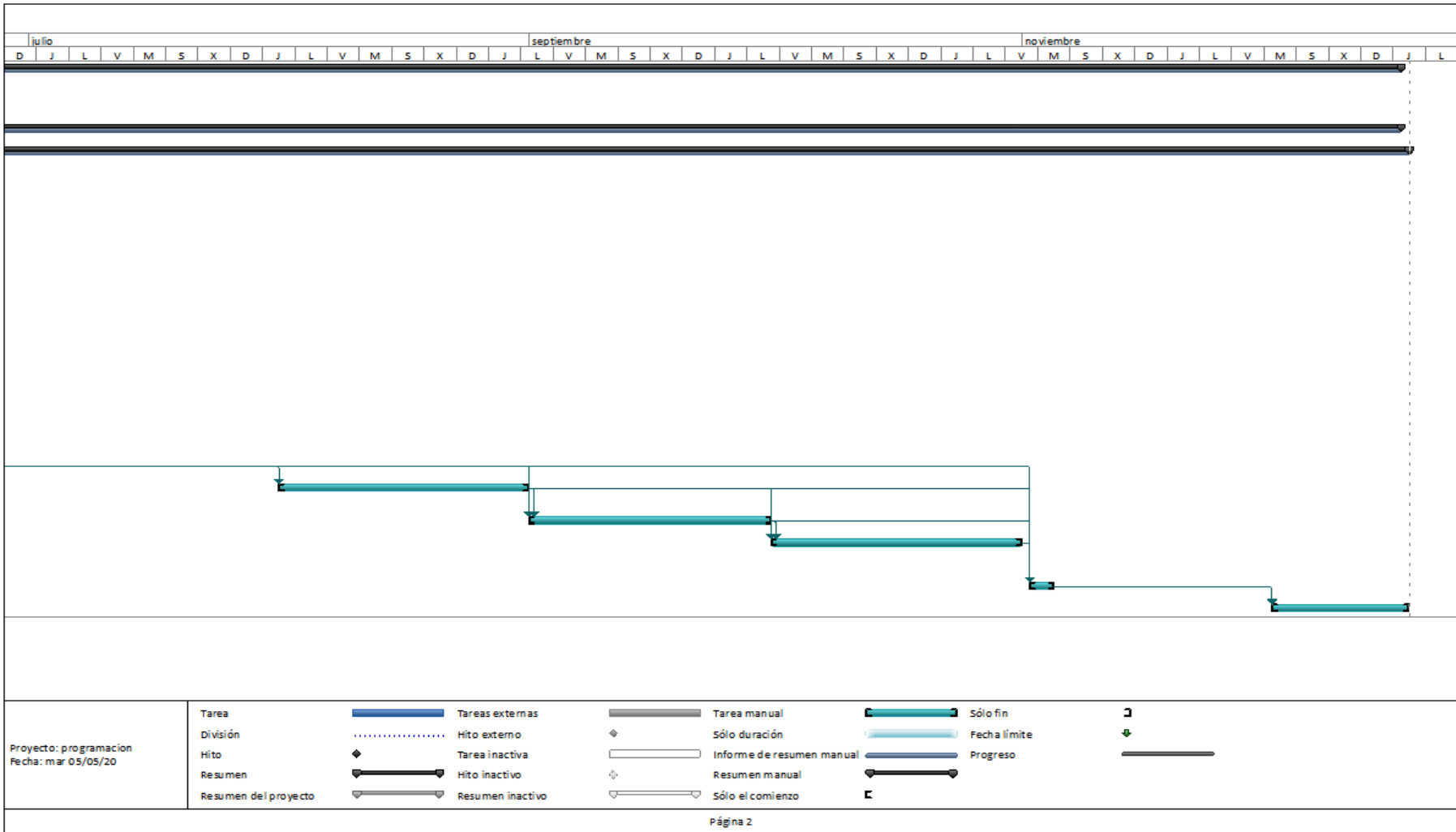
- ✓ Desarrollar el modelo BIM estructural para el proyecto de estudio
- ✓ Evaluar en la planeación la metodología BIM Manager del proyecto de vivienda de interés social
- ✓ Comparar la implementación de la metodología BIM en el proyecto de estudio y su utilidad generada
- ✓ Elaborar recomendaciones para aplicación en la planeación de la estructura de un proyecto de vivienda interés social que desee implementar la metodología BIM Manager

2.3 CRONOGRAMA

A continuación, se presenta el cronograma propuesto para el desarrollo del proyecto:

Ilustración 1 Cronograma del proyecto





Fuente: Propia

2.4 PRESUPUESTO

A continuación, se desglosan los principales ítems presupuestales requeridos para el desarrollo del proyecto:

- **Gastos de Personal:** En este rubro se cuantifica el costo de las horas del investigador dedicadas al desarrollo del presente trabajo de grado.
- **Gastos de materiales, insumos y servicios técnicos:** Este rubro corresponde a los costos tales como papel, impresión, computadores y los necesarios para el buen desarrollo de la documentación a emplear en la investigación.
- **Transporte:** Este rubro corresponde a los transportes necesarios para las reuniones de las secciones de seguimiento del trabajo de grado

Gastos totales del presupuesto del proyecto

Tabla 1 Gastos totales del proyecto

RUBROS	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Gastos de personal Ing Juan Sebastián Vargas	Mes	10	\$773.333,25	\$ 7.733.332,50
Gastos de personal Ing Laura Elizabeth Jiménez Arias	Mes	10	\$1.200.000,00	\$ 12.000.000,00
Gastos de Materiales, insumos y soporte técnico	Global	1	\$ 2.580.000,00	\$ 2.580.000,00
Gastos de transporte	Global	1	\$ 300.000,00	\$ 300.000,00
VALOR TOTAL				\$ 22.613.332,50

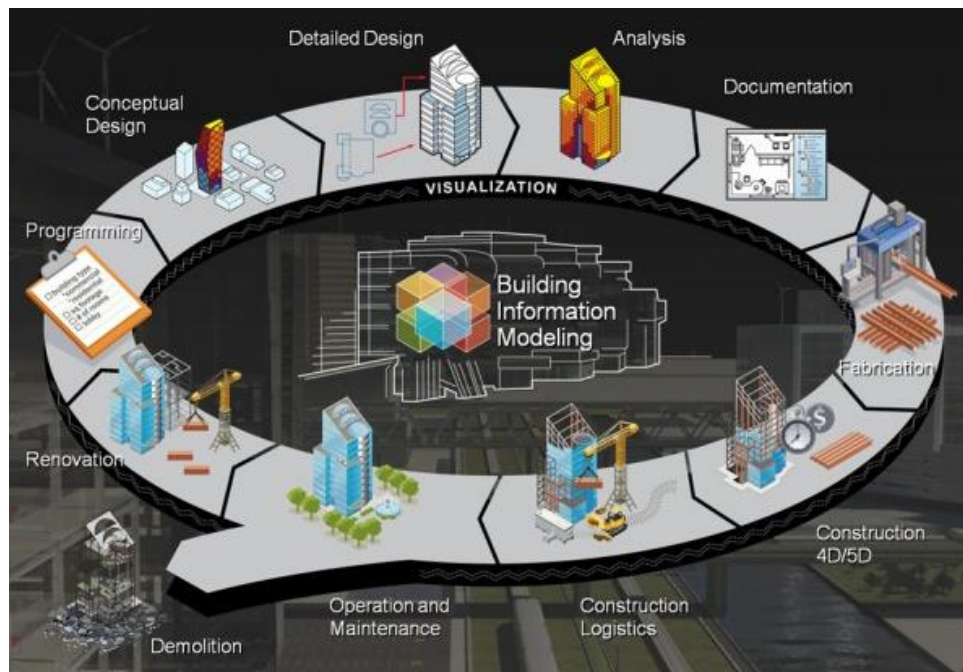
Fuente: Propia

3 MARCOS DE REFERENCIA

3.1 MARCO CONCEPTUAL

- Dentro de los conceptos más empleados se encuentra el BIM: El Building Information Modeling se entiende como metodología colaborativa, respaldado en tecnologías digitales que ayuda al desarrollo de diseños y construcciones más eficientes (Modernization with BIM technology through scanning building information, 2017)

Ilustración 2 Building information Modeling



Fuente: Kaizen Arquitectura e ingeniería

Además, es una de las áreas más importantes dentro de la investigación de la realidad virtual (VR) (Understanding and facilitating BIM adoption in the AEC industry, 2010) entendiendo que no solo es la aplicación de las tecnologías empleadas si no la adopción de la metodología generando una practicidad en los modelos a desarrollar.

El BIM también se plantea como una posible solución a una serie de problemas e ineficiencias que se presentan en la industria de la construcción (BIM's impact on the success measures of construction projects, 2009) que se viven en el día a día en los proyectos de obra y que no son resueltos de la mejor manera, teniendo como resultado los reproceso y los sobrecostos en las actividades.

El PMI El Project Managemet Insitute es una asociación de profesionales cuya área de investigación es la gestión de proyectos. Allí se emiten estándares y certificaciones para la gestión de proyectos. El estándar más reconocido a nivel mundial es el PMBOK. (Institute, 2017)

El BIM se integra en los proyectos de construcción desarrollando las siguientes etapas en los proyectos:

Ilustración 3 Procesos de la dirección de proyectos



Fuente: Universidad Nacional Autónoma de México

En donde se establece el proceso de la dirección de proyectos, que se emplea durante el ciclo de vida de los proyectos.

Es así, donde se realiza una integración de 10 fases de las áreas de conocimiento que se desarrollan dentro de los 5 pasos antes mencionados en donde la metodología se incorpora en el **PMI** de la siguiente manera:

Ilustración 4 Áreas de conocimiento PMI



Fuente: Ing Raul Chaparro (Documento áreas de conocimiento, 2018)

1. **Gestión de la integración:** Este paso se define los procesos y actividades que integran los diversos elementos de la dirección de proyectos. Incluye los procesos y actividades necesarios para identificar, definir, combinar, unificar y coordinar los diversos procesos y actividades de la dirección de proyectos dentro de los grupos de procesos de la dirección de proyectos. (Institute, 2017)
2. **Gestión del alcance:** Este paso incluye los procesos necesarios para garantizar que el proyecto incluya todo el trabajo requerido para completarlo con éxito y excluya las limitaciones que se tendrá (Institute, 2017).
3. **Gestión del tiempo:** Este paso incluye los procesos que se utilizan para garantizar la conclusión a tiempo del proyecto. (Institute, 2017)
4. **Gestión de costos:** Este paso incluye los procesos involucrados en estimar, presupuestar y controlar los costos de modo que se complete el proyecto dentro del presupuesto aprobado. (Institute, 2017)
5. **Gestión de calidad:** Este paso contempla los procesos y actividades involucradas en planificar, dar seguimiento, controlar y garantizar que se cumpla con los requisitos de calidad del proyecto. (Institute, 2017)
6. **Gestión de recursos Humanos:** Esta área describe los procesos involucrados en la identificación, adquisición, desarrollo y gestión de los recursos necesarios para la culminación exitosa del proyecto. (Institute, 2017) Adicional se pueden mencionar los recursos que se tienen a nivel de software que se implementan en el desarrollo de los proyectos.
7. **Gestión de comunicaciones:** Esta área contempla los tres procesos necesarios para garantizar que la planificación, recopilación, creación, distribución, almacenamiento, recuperación, gestión, control, monitoreo y

disposición final de la información del proyecto a un responsable determinado. (Institute, 2017)

8. **Gestión de Riesgo:** Esta área describe los procesos involucrados en la planificación de la gestión, identificación, análisis, planificación de las respuestas, implementación de las respuestas y control de los riesgos para el proyecto sean de manera directa e indirecta que se presenten. (Institute, 2017)
9. **Gestión de las adquisiciones:** Incluye los procesos de compra o adquisición de los productos, servicios o resultados que es necesario obtener fuera del equipo del proyecto. (Institute, 2017)
10. **Gestión de los interesados:** Se incluye los procesos necesarios para identificar a las personas, grupos u organizaciones que pueden afectar o ser afectados por el proyecto, para analizar las expectativas de los interesados y su impacto en el proyecto.

- ✓ **PEB:** Más conocido como Plan de ejecución BIM, es un documento que tiene como fin reflejar las estrategias, procesos, recursos, técnicas, herramientas, sistemas que serán utilizados y aplicados para cumplir con los requisitos del BIM solicitados por el cliente.

Este documento requiere que en la redacción participen todos los interesados que participaran en las fases que se aplicara el plan de ejecución (Eastman, y otros, 2011)

Al tener definido ya el equipo de planeación, se deben considerar que: los proyectos son únicos y que por ello las características a desarrollar son específicamente a los proyectos, la capacitación del equipo de trabajo que deben desarrollar actividades y funciones específicas, una estrategia de ejecución a medida que se desarrolla el proyecto (Jimenez, y otros, 2018).

Cuando se presenta un cambio estas deben ser consensadas entre los interesados, para posterior aprobación para darse una actualización en el alcance de los modelos y procesos dados en el BIM.

Otros de los beneficios que desarrollan los objetivos del PEB es que se establece un control respecto a la programación dada con un control de los tiempos establecidos con una finalidad de cumplir los costos dados.

La dirección de proyectos según el PMI lo determina como un procedimiento que se realiza con una duración definitiva y un fin determinado, que brinda los conocimientos, destrezas, herramientas y técnicas a las actividades que componen el proyecto, todo el proyecto debe ser dirigido por un director de proyectos. (Percepcion de la gestion de proyectos dentro de la empresa redes y montajes hidraulicos, 2013)

Unos de los conceptos que más se emplea en el desarrollo del plan de la dirección de los

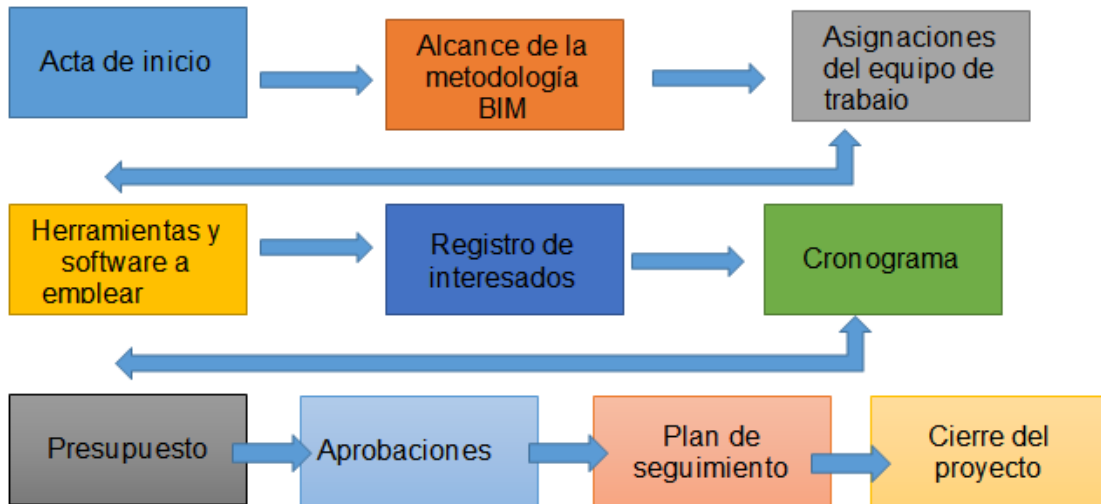
proyectos, son los siguientes:

- **Proyecto:** Es un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un resultado, servicio o producto único. (Gestión de proyectos según el PMI, 2016)
- **Ciclo de vida de proyecto:** Son las fases que desarrolla un proyecto desde su planificación hasta su desenlace. (Institute, 2017)
- **Planificación de proyectos:** Es el proceso requerido para hacer seguimiento, analizar, regular y desarrollar el progreso del proyecto (Institute, 2017)
- **EDT/WBS:** Es una herramienta que consiste en la descomposición jerárquica del alcance total del objeto a desarrollar con el fin de desglosar las actividades que se harán en la ejecución del proyecto, hasta llegar al nivel más bajo y detalle mínimo (Institute, 2017).
- **Hito:** Representan un punto o evento significativo en el proyecto, tienen una duración de cero días. (Institute, 2017)
- **Programa:** Es un grupo de proyectos relacionados que tienen una dirección coordinada para que se obtengan resultados positivos y se pueden controlar de manera paralela. (Gestión de proyectos según el PMI, 2016)
- **Portafolio:** Conjunto de proyectos o programas y otros trabajos que se agrupan para facilitar la gestión del trabajo de manera eficiente, no son necesariamente interdependientes o relacionados. (Gestión de proyectos según el PMI, 2016)
- **BIM MANAGER:** El BIM Mánager es una metodología donde se une el PMI más la metodología BIM y el plan PEB, en donde el trabajo que se desarrolla se basa en la coordinación, cooperación entre los interesados e información almacenada y bien manejada, desde su diseño, construcción hasta su operación. Por lo cual esta metodología es totalmente medible (Kymmell, 2008)

Durante la gestión de integración de los proyectos que desarrollan esta metodología se tienen los siguientes procesos: Desarrollo del acta de constitución del proyecto, plan de dirección del proyecto, se gestiona el trabajo del proyecto, el conocimiento del proyecto, se controla el trabajo del proyecto y los cambios integrados y se da el cierre de esta fase. (Institute, 2017) En paralelo se debe tramitar todas las licencias y permisos de las entidades públicas que tengan incidencia en el proyecto.

Para el desarrollo del plan de dirección de los proyectos se encuentran varios procesos que se deben desarrollar para tener los mejores resultados en los proyectos, se enumeran de la siguiente manera:

Ilustración 5 Plan para la dirección de proyectos



Fuente: Propia

Una de las ventajas de esta metodología en el área de recursos humanos ya que permite que la información y comunicación entre los actores involucrados en el proyecto, genera un trabajo colaborativo e interdisciplinario lo que da otro valor y destino al objetivo a cumplir

Al final de los proyectos se realiza la evaluación del mismo, para que en futuros proyectos de la organización o empresa se puedan optimizar la planeación, se identifiquen con más cautela los riesgos, se evalúe el proyecto desde las fases iniciales, mejora de la comunicación, agilizar y controlar la toma de decisiones fundamentadas, en la construcción optimizando tiempo y costos y el control que se puede desarrollar en la ejecución del proyecto.

En la siguiente tabla se muestra la integración de las 10 áreas de conocimiento con el grupo de procesos

Ilustración 6 Grupo de procesos PIM

Áreas de conocimiento	GRUPO DE PROCESOS				
	INICIACION	PLANIFICACION	EJECUCIÓN	SEGUIMIENTO Y CONTROL	CIERRE
Integración	Desarrollo del acta de constitución del proyecto	Desarrollar el plan para la dirección del proyecto	Dirigir y gestionar la ejecución del proyecto	Dar seguimiento y controlar el trabajo del proyecto Realizar el control integrado de cambios	Cerrar el proyecto o fase
Alcance		Planificar la Gestión del alcance		Validar alcance	
		Recopilar requisitos		Controlar el alcance	
		Definir el alcance			
		Crear la EDT			
Tiempo		Planificar la Gestión del cronograma		Controlar el cronograma	
		Definir las actividades			
		Secuenciar las actividades			
		Estimar los recursos de las actividades			
		Estimar la duración de las actividades			
		Desarrollar el cronograma			
Costos		Planificar la gestión de los costos		Controlar los costos	
		Estimar costos			
		Determinar el presupuesto			
Calidad		Planificar la gestión de calidad	Realizar el aseguramiento de la calidad	Realizar el control de calidad	
Recursos Humanos		Planificar la gestión de recurso Humano	Adquirir el equipo del proyecto		
			Desarrollar el equipo del proyecto		
			Dirigir el equipo de proyecto		
Comunicaciones		Planificar la gestión de las comunicaciones	Gestionar las comunicaciones del proyecto	Controlar las comunicaciones	
Riesgos		Planificar la gestión de los riesgos		Dar seguimiento y controlar de los riesgos	
		Identificar los riesgos			
		Realizar el análisis cualitativo de riesgos			
		Realizar el análisis cuantitativo de riesgos			
Adquisiciones		Planificar la gestión de las adquisiciones	Efectuar las adquisiciones	Controlar las adquisiciones	Cierre de las adquisiciones
Interesados	Identificación de interesados	Planear la administración de los interesados	Gestionar las expectativas de los interesados	Controlar el involucramiento de los interesados	

Fuente: Ing Rodrigo Misle PUJ

PROYECTO DE INTERÉS SOCIAL: Según Definición del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, se expide las políticas y regulación en materia de la política de vivienda, esta se encuentra relacionada en lo estipulado en el Plan Nacional de Desarrollo 2006-2010, adicional en el Decreto 2190 de 2009, Reglamentario de la Ley 9 de 1989, Ley 3 de 1991, Ley 388 de 1997 y Ley 1151 de 2007, la definición de vivienda de interés social, que es aquella que reúne los elementos que aseguramos habitualidad, estándares de calidad en diseño urbanísticos, arquitectónico y de construcción cuyo valor máximo es de ciento treinta y cinco salarios mínimos legales mensuales vigentes (135 smlm) (Gomez, 2009)

3.2 MARCO TEÓRICO

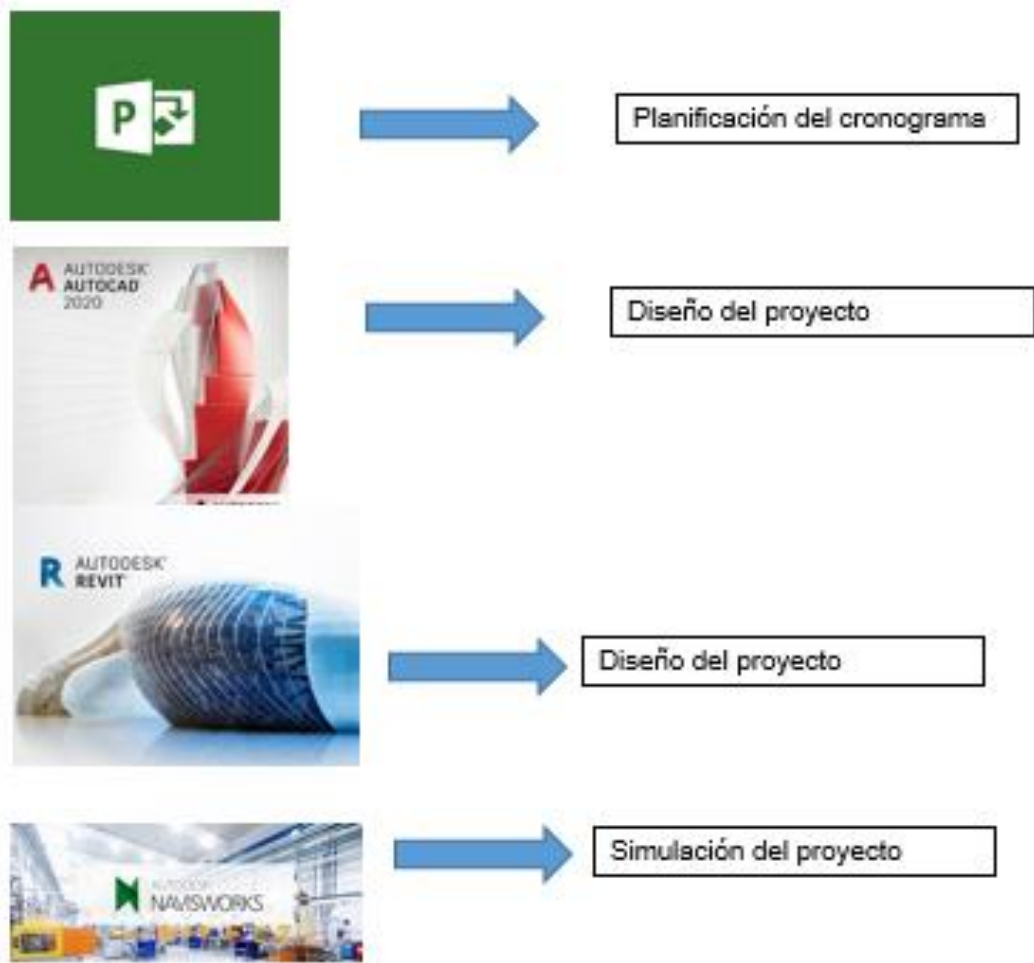
Entendiendo el concepto del BIM Manager, las teorías relacionadas y los trabajos de investigación que se han desarrollado alrededor de esta metodología han sido exploradas y evaluadas a detalle para comprender los factores que están relacionados con el trabajo de los involucrados, uno de los estudios hechos fue en Tailandia donde la población para realizar el estudio fueron un grupo de 278 ingenieros y arquitectos que han aplicado la metodología BIM Manager, donde los resultados fueron concluir las características de los proyectos donde se aplica esta metodología con conceptos que tienen en cada país (A Causal Model of BIM Adoption in the Thai Architectural and Engineering Design Industry, 2017)

Otro estudio que tiene auge es el desarrollo de los proyectos multidimensional de la construcción integrada por computadora (CIC) y el BIM desde una perspectiva global, ya que según estudio los avances recientes es la viabilidad de los proyectos en el mundo real (Building information modelling (BIM) framework for practical implementation, 2011)

El sector de la construcción se ha enfrentado a la adopción de nuevos sistemas todo con el fin de abordar la baja productividad en los proyectos es por ello que se requieren cambios drásticos en las prácticas actuales, presentando nuevos desafíos para las partes interesadas, un ejemplo, es la disminución de la brecha emergente de conocimiento y habilidades que se pueden requerir, y la guía que puede salir de las lecciones aprendidas para el desarrollo funcional de esta metodología y el abordaje de los desafíos en los proyectos de construcción (Digital construction through BIM systems will drive the Re-engineering of construction business practices, 2008).

Para el desarrollo de este proyecto con la metodología de BIM Manager, se utilizarán las siguientes herramientas como los softwares:

Ilustración 7 Software empleados



Fuente: Ing Sebastián García

3.3 MARCO JURÍDICO

Si bien es cierto en Colombia no existe aún unos estándares establecidos para el desarrollo en pleno de esta metodología, pero fue base para esta investigación las leyes, reglamentos, directivas, y normatividad, que se define a continuación:

Tabla 2 Marco Jurídico

<p>PMBOOK en su sexta edición</p>	<p>Es un libro que provee la estandarización a nivel internacional de la dirección de proyectos que son creados por el PMI, donde encuentra la descripción de las normas, métodos, procesos, prácticas que son de ayuda para los profesionales que se desarrollan como directores de proyectos, teniendo en cuenta que se puede emplear en cualquier proyecto. Adicional se entiende como un compendio de buenas prácticas ampliamente reconocidas como útiles en la gestión de proyectos (Institute, 2017)</p>
<p>BIM FORUM COLOMBIA - CAMACOL:</p>	<p>Se entiende como 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. (CAMACOL, 2018)</p>
<p>Reglamento Colombiano de construcción Siso resistente (NSR-10)</p>	<p>reglamento encargado de regular las condiciones con las que deben contar las construcciones con el fin que la respuesta estructural a un sismo sea favorable (Ministerio de Ambiente, 2011) En Colombia a través del Decreto 926 de 2010 se adoptó en todo el territorio nacional el uso obligatorio de la normatividad sobre sismo resistencia.</p>

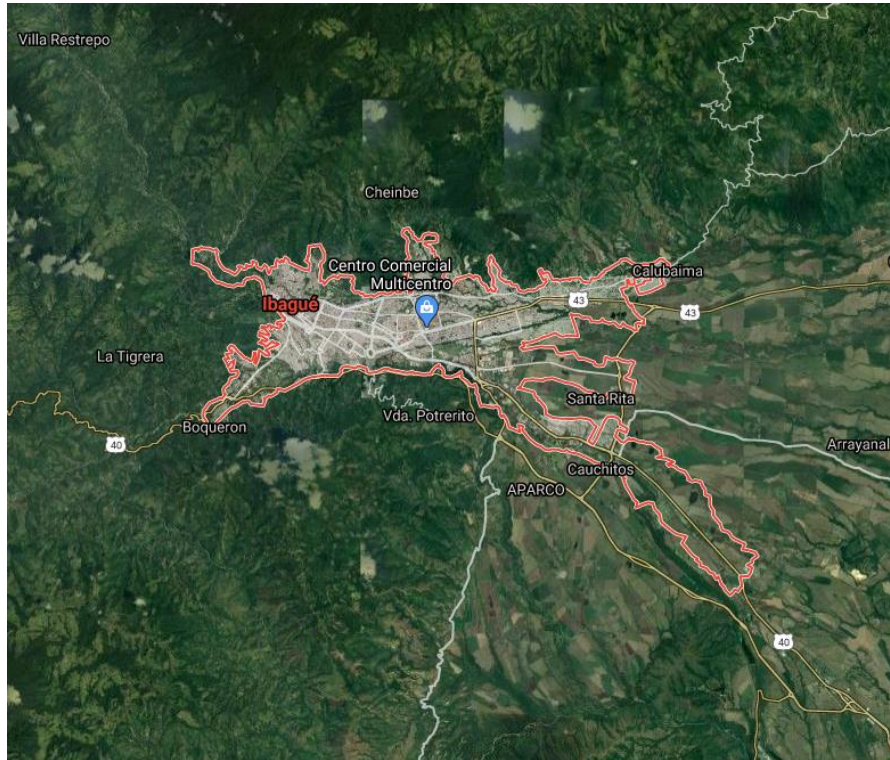
Fuente: Propia

3.4 MARCO GEOGRÁFICO

La investigación se desarrolla en la ciudad de Ibagué, Colombia donde se desarrolla el proyecto de vivienda de interés social Arboleda Campestre-Acacia donde se construye una ciudadela de proyectos de construcción que beneficiaran a una

población determinada que se encuentra a dos (02) Kilómetros de la vía Bogotá-Armenia y del centro de la ciudad

Ilustración 8 Ciudad de Ibagué, Tolima



Fuente: Google Maps

Dentro de sus características se encuentra que Ibagué es la capital del departamento del Tolima, una ciudad ubicada en el centro-occidente de, sobre la Cordillera Central de los Andes entre el Cañón del Combeima y el Magdalena. Se encuentra a una altitud de 1285 m.s.n.m, Ibagué tiene una temperatura promedio de 28.5°C, con un clima tropical. (Tolima, 2018)

Según el DANE la población de la ciudad de Ibagué para el 2019 según el CENSO efectuado, existen 529.635 habitantes distribuidos principalmente en la cabecera municipal (Morales, 2019)

El proyecto se desarrolla en el barrio San Rafael en el sur oriente de la Ciudad de Ibagué, es un sector de gran valorización por su continuo y futuro desarrollo de proyectos de obras civiles de todo tipo, adicional por su ubicación estratégica.

Ilustración 9 Arboleda Campestre-Acacia



Fuente: Constructora Bolívar

3.5 MARCO DEMOGRÁFICO

De acuerdo a la investigación a desarrollar esta va enfocada y referenciada a las empresas constructoras con énfasis en proyectos de vivienda de interés social las cuales tienen la característica de poca exploración y aplicación de nuevas técnicas y metodologías como las del BIM Manager.

Se tiene que dar la importancia y relevancia de esta población del sector constructor por tener la participación en el PIB de América Latina es un 6% y que genera alrededor de 20 millones de empleos anuales.

Camacol muestra que el sector constructor para el año 2020 tiene 1901 proyectos de vivienda, correspondientes a unas 238 mil unidades de viviendas que se encuentran en procesos de construcción, donde la mayoría se encuentran ubicados en Bogotá/Cundinamarca, Antioquia, Valle del Cauca (Kevin, 2020) es allí donde se ve la importancia de la aplicación de nuevas metodologías que puedan generar una mayor utilidad en estos proyectos que se encuentran desarrollando las empresas constructoras.

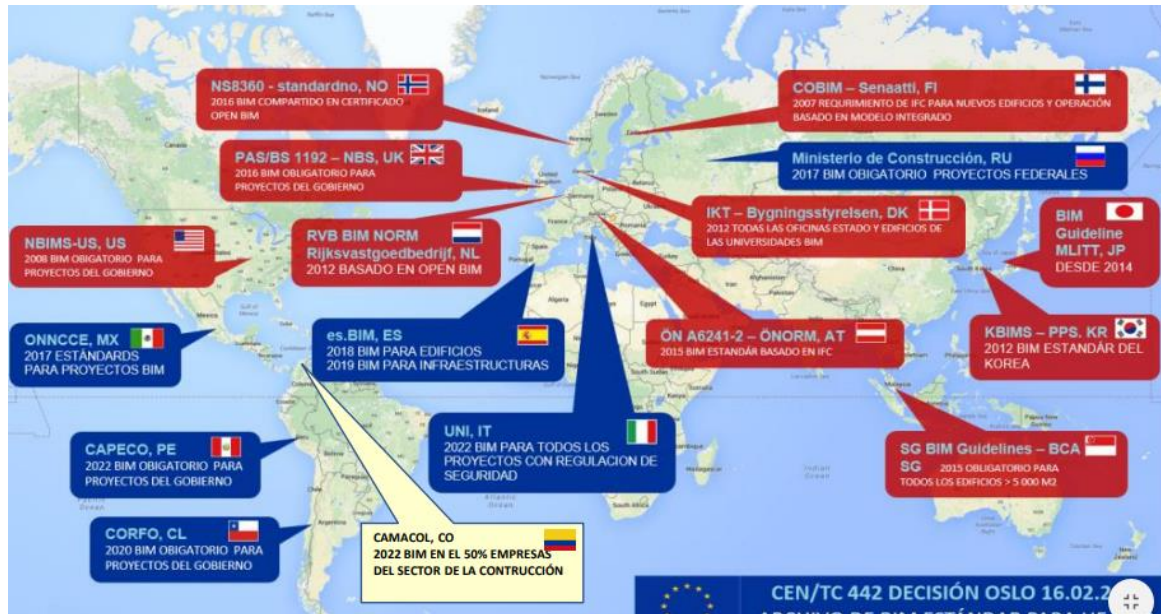
Las empresas constructoras en Colombia más conocidas son las siguientes: Amarilo, Constructora Bolívar, Constructora Colpatria, Constructora Marval, Constructora capital Bogotá, Constructora Oikos SAS, Prodesa, Melendez, Acierto, AR construcciones, Alcabama, Arbo, Arquitectura y concreto, Arrecife, Buenvivir, Camarth, CG Constructora, Compensar, Concreto Condival. En donde del 100% de estas empresas solo el 20% de las mismas como Constructora Bolívar, Constructora Concreto, Amarilo, Cusezar, Apiros emplean la metodología BIM Manager. (Modelacion y diseños BIM de subestaciones Electricas, 2019)

3.6 ESTADO DEL ARTE

La metodología BIM manager representa un cambio en el proceso tradicional empleado en la planificación, construcción de los proyectos. La adopción a nivel mundial se ve reflejada en que un claro ejemplo son los Estados Unidos en el 2012 es del 71% en todos sus proyectos, encontrándose en el 2007 en el 17% de aplicación. (Sustainability Assessment through Green BIM for Environmental, Social and Economic Efficiency, 2017)

Es preciso entender que esta metodología BIM manager se difunde ampliamente en el Reino Unido y el norte de Europa donde se desarrolla la adopción ampliamente y que proporciona estrategias, recomendaciones para las industrias de construcción de estos países (Roadmap for implementation of BIM in the UK construction industry, 2012) teniendo una escala de madurez de proyectos elevada al emplear esta novedosa tecnología. Es por eso que el esfuerzo al cambio de nuevas adaptaciones a estas herramientas digitales en estos países del reino unido a la fecha se ha vuelto obligatoriedad, encontrando como resultado que se mejora la eficiencia y la utilidad en la industria de la construcción, teniendo como plus la mejora de las perspectivas laborales de los interesados en los proyectos, capacitando al personal involucrado (U.K.s BIM mandate driving major shift in digital tools adoption, 2013)

Ilustración 10 Aplicación del BIM manager a nivel global



Fuente: Cigre Colombia

Un estudio de una empresa constructora que desarrolla proyectos en países como en el Reino Unido, Estados Unidos, Canadá, Australia y Nueva Zelanda, ve y vive el beneficio de manera más directa, de la metodología BIM, ya que también desarrolla proyectos en países como Malasia, Oriente Medio, África y las islas del Pacífico en donde se ve la necesidad e importancia de cotejar, analizar, crear, operar, mantener un flujo de activos sostenibles por los problemas e inconvenientes que se han generado influyendo en los retrocesos en tiempos y sobrecostos (BIM - A global consultant's perspective, 2013)

En América un país que ha desarrollado la metodología progresivamente es México, puesto que entrena a las pymes en BIM y el Gobierno provee el software, hardware y certificación de uso y aplicación de BIM, para preparar a las siguientes generaciones de profesionales y de proyectos a desarrollar. Un profesional experto destacó el compromiso del Banco Interamericano de Desarrollo con la creación de la red BIM de América Latina, que tiene casos de éxito en Costa Rica, Argentina, Chile, Uruguay, Panamá, México y Brasil, teniendo como objetivo la mejora de la competitividad y oportunidades de mercadeo en esta zona regional, disminución de costos y tiempos de los procesos de aprendizaje en capacitaciones al personal, una de las herramientas a emplear es compartir las experiencias aprendidas en lo desarrollado en cada país, para prender y partir de estas y tener mejores resultados e implementación de nuevas estrategias. (Camacol, 2018)

Ilustración 11 Bim en Latinoamérica



Fuente: Editeca

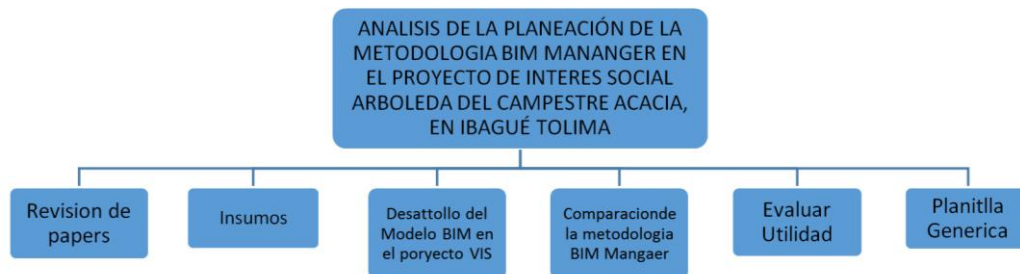
En Colombia se tiene el BIM Forum Colombia que hace parte del trabajo en equipo de Forum Latinoamérica, este se trazó que la meta para el año 2020 es que el 80% de las empresas del sector de construcción estarán aplicando la metodología BIM, lo cual tendrá valores agregados potencialmente representativos y que en los proyectos pase del 16% al 30% de implementación (Modelación y diseños BIM de subestaciones Eléctricas, 2019)

4 METODOLOGÍA

4.1 FASES DEL TRABAJO DE GRADO

El proyecto está dividido en las siguientes fases de trabajo:

Ilustración 12 Estructura de desglose de trabajo



Fuente: Propia

1. Se realiza una revisión de papers constantes que tengan relación con la temática de investigación de este proyecto:
Por medio de la investigación en las bases de datos de la universidad y libros, textos relacionados con los temas a tratar se realiza una constante actualización de la información para consignar en el trabajo de grado.
2. Se procede a conseguir los insumos necesarios para el desarrollo funcional de esta investigación:
Se realiza un análisis de los recursos que se necesitan para el desarrollo continuo de este proyecto, como lo son las herramientas digitales, información del proyecto, los recursos a emplear.
3. Se desarrolla el Modelo BIM Manager al proyecto de vivienda interés social arboleda Campestre Acacia:
Se realiza el modelo BIM conjuntamente con el análisis de BIM MANAGER que integra el PIM y el PEB en el proyecto de estudio para analizar los resultados dados, en las variables de costos, tiempo y utilidad.
4. Se procede a realizar la comparación al emplear la metodología BIM Manager

Se evalúa el proyecto VIS con la metodología BIM Manager vs el proyecto VIS en su línea base, para comparar costos y tiempos

5. Se evalúa la utilidad generada en el proyecto de investigación:
Se evalúa la utilidad del proyecto al implementar la metodología BIM Manager
6. Se dan unas recomendaciones para la aplicación de la metodología BIM Manager hacía la estructura de proyectos de VIS desde su planeación

4.2 INSTRUMENTOS O HERRAMIENTAS UTILIZADAS

Se compilan los instrumentos o herramientas que fueron aplicadas durante el desarrollo de la investigación:

- **Softwares:** Se emplearán herramientas dadas por la universidad como son: Excel, Office, AutoCAD, Revit, Project, Navisworks
- **Bases de datos:** Se realizaron consultas en las bases de datos de la universidad acerca de los temas de la metodología BIM Manager.
- **Literatura:** Sera una constante revisión de la lectura del Pmbok en la sexta edición para el desarrollo de los marcos de referencia de la investigación referente a la parte Manager

4.3 POBLACIÓN Y MUESTRA

La población y muestra serán, las involucradas e interesadas en la construcción y compra de vivienda de interés social, en la ciudad de Ibagué en donde se desarrolla el proyecto, que contempla el desarrollo de 20 apartamentos por torre.

4.4 ALCANCES Y LIMITACIONES

- ✓ El alcance de esta investigación es realizar el análisis sobre la planeación de la estructura del proyecto enfocado a la metodología BIM Manager en el proyecto.
- ✓ No se evaluarán parámetros de mecánica ni resistencia de los materiales
- ✓ No se harán evaluaciones de los diseños estructurales
- ✓ El alcance de la metodología BIM Manager será sólo de planeación de la estructura del proyecto tipo
- ✓ Solo se aplicará hasta el concepto de 5D de BIM
- ✓ La metodología Manager (Project Management Institute PMI y Plan Ejecución

Bim PEB), será exclusivamente enfocado hacia BIM

- ✓ El análisis de costos y tiempos será exclusivamente hacia la estructura del proyecto incluyendo la integración de la metodología BIM Manager, al igual su comparación y utilidad

5 PRODUCTOS A ENTREGAR

Los productos a entregar de la investigación se basan principalmente en los documentos que se proporcionaran de la siguiente manera:

Tabla 3 Productos a entregar

Producto	Fecha
Aplicación de la Metodología BIM Manager	Agosto 2020
Comparación de esta metodología	Septiembre 2020
Utilidad obtenida de la comparación de la metodología BIM Manager	Octubre 2020
Documento final	Noviembre 2020

Fuente: Propia

6 DESCRIPCIÓN DE RESULTADOS LOGRADOS E IMPACTOS

6.1 DESARROLLO DEL MODELO BIM ESTRUCTURAL PARA EL PROYECTO DE ESTUDIO

Para el desarrollo del modelo BIM en el proyecto de vivienda de interés social de estudio, se tuvieron insumos del proyecto para realizar el análisis de la planeación y así poder evaluar la utilidad dentro del desarrollo del mismo.

Se muestra el proyecto de vivienda de interés social **ARBOLEDA DEL CAMPESTRE ACACIA**, ubicado en la ciudad de Ibagué, Tolima. El cual está conformado por treinta y dos (32) torres con cinco (05) pisos y cuatro apartamentos por torre (04) para un total de 640 apartamentos.

Para el desarrollo de esta investigación se tomó una (01) torre de estudio, teniendo una programación para la ejecución inicial de 9 meses, se agrupa la información principal de la siguiente manera:

Tabla 4 Información del proyecto

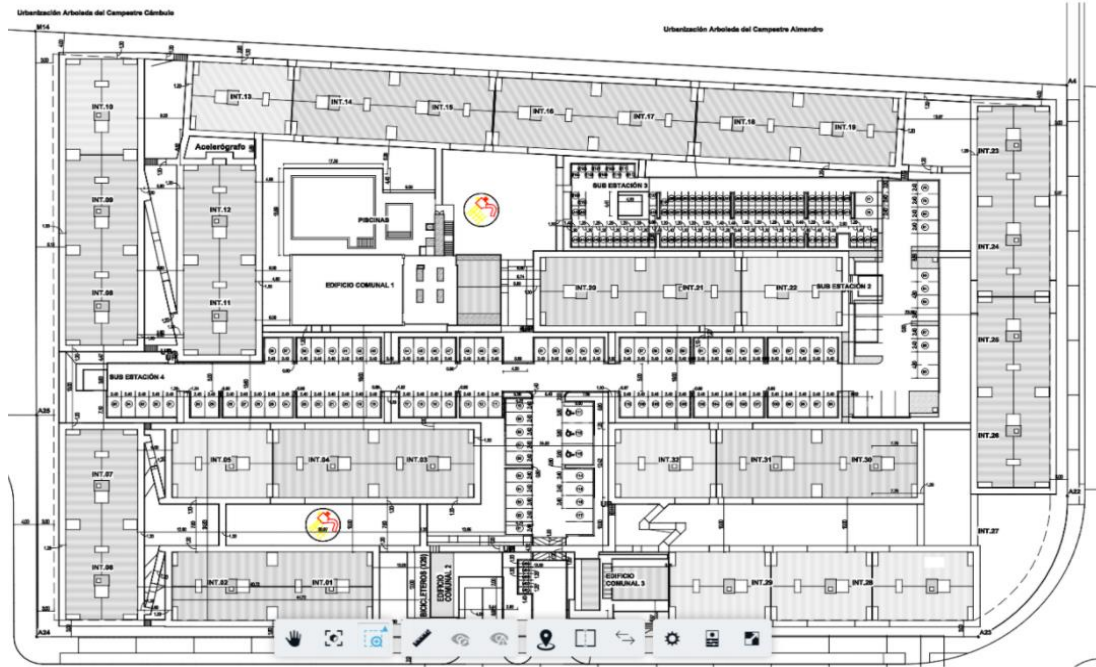
ARBOLEDA DEL CAMPESTRE ACACIA						
Ubicación	Torre de estudio	Area (m2)	Niveles	Apartamentos	Tiempo	Costo
Ibague, Tolima	1	650	5	20	9 meses	\$ 2.233.671.415,24

Fuente: Propia

6.1.1 PLANOS ESTRUCTURALES 2D

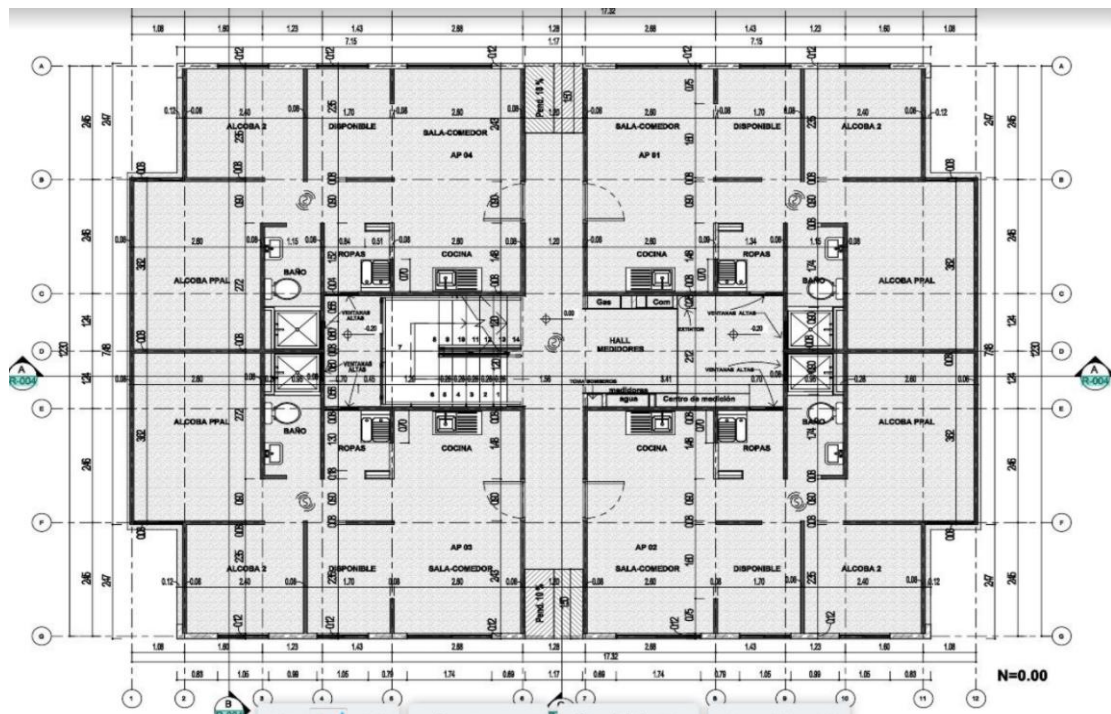
Según planos estructurales del proyecto de vivienda de interés social se tienen las siguientes plantas realizadas por la Constructora Bolívar, en donde se distribuyen las áreas para los 20 apartamentos en la torre de estudio, que contiene los cinco niveles con áreas para cada apartamento de 42 metros cuadrados:

Ilustración 13 Planta general de Urbanismo



Fuente: Constructora Bolívar

Ilustración 14 Diseño estructural de la Torre 1 de Estudio



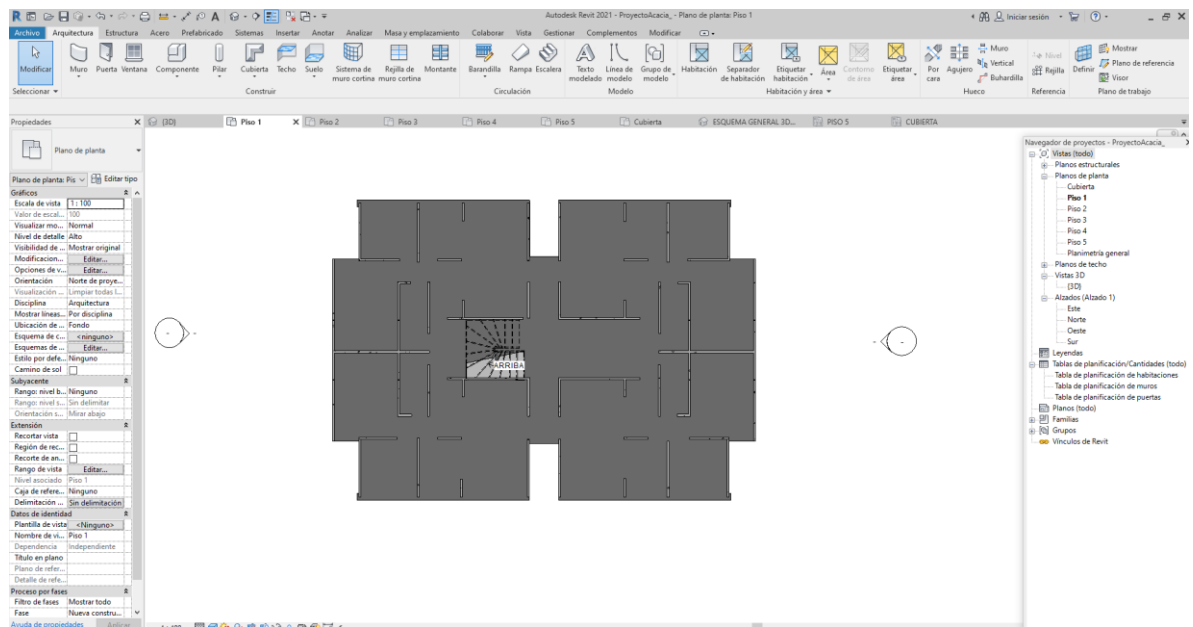
Fuente: Constructora Bolívar

6.1.2 MODELADO DEL PROYECTO EN REVIT (3D)

Para el proceso de modelación de la torre número uno (01) del proyecto de ARBOLEDA CAMPESTRE ACACIA se realizó mediante los planos 2D del componente y diseño estructural mediante el software de Autodesk conocido como REVIT. La información encontrada en los planos antes mencionados fue suministrada por la Constructora Bolívar en donde se implantó las dimensiones y materiales empleados por la constructora para la ejecución del modelado.

Para el inicio del modelado se realizó la creación del suelo para el piso número uno, y se procedió al levantamiento de muros y placas según especificaciones en los diseños estructurales, para darle continuidad a cada nivel que tienen altura de 2.45 metros, los cuales tienen características de espesor de muros de 0.08 metros y las placas de espesor de 0.10 metros.

Ilustración 15 Modelo del piso No. 1



Fuente: Propia

Ilustración 16 Volumen del piso No. 1

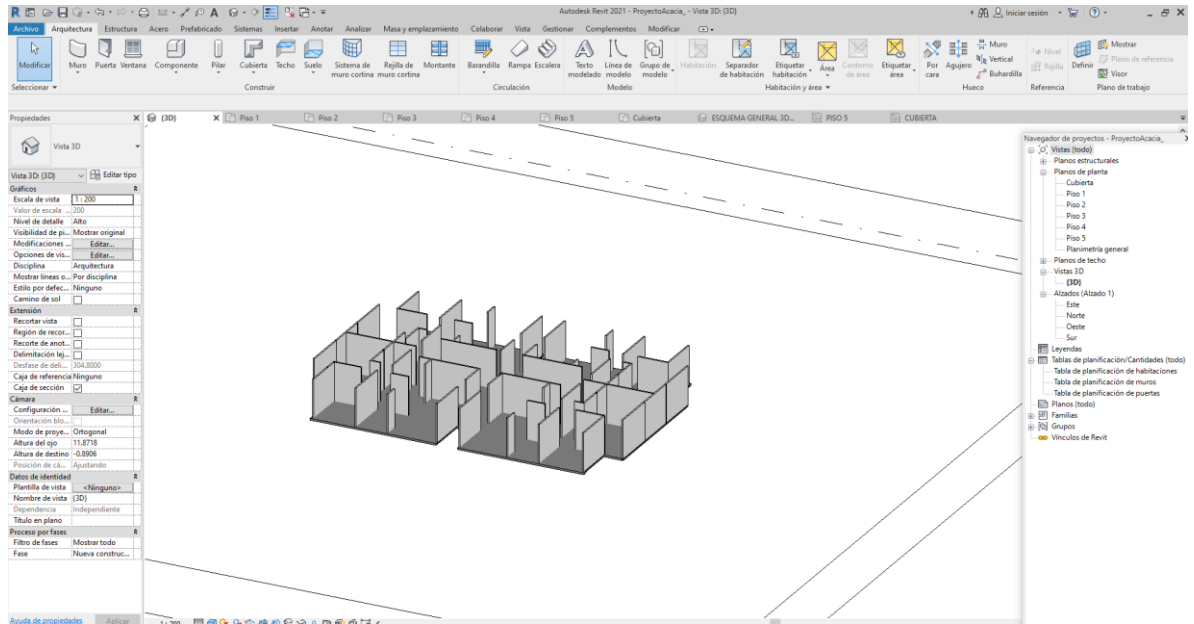
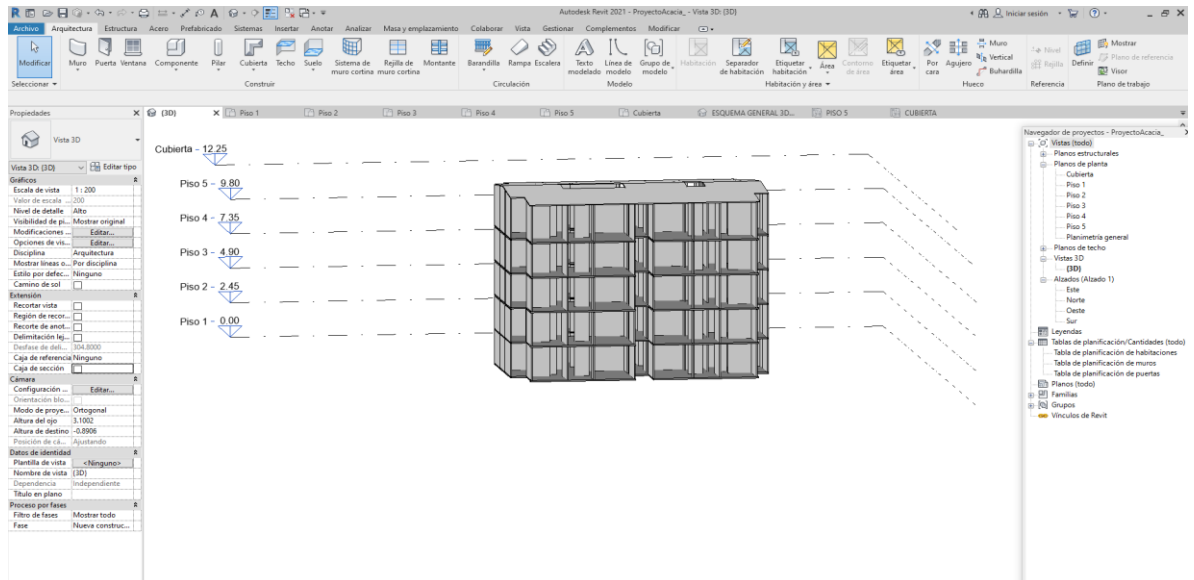


Ilustración 17 Volumen de la torre de estudio

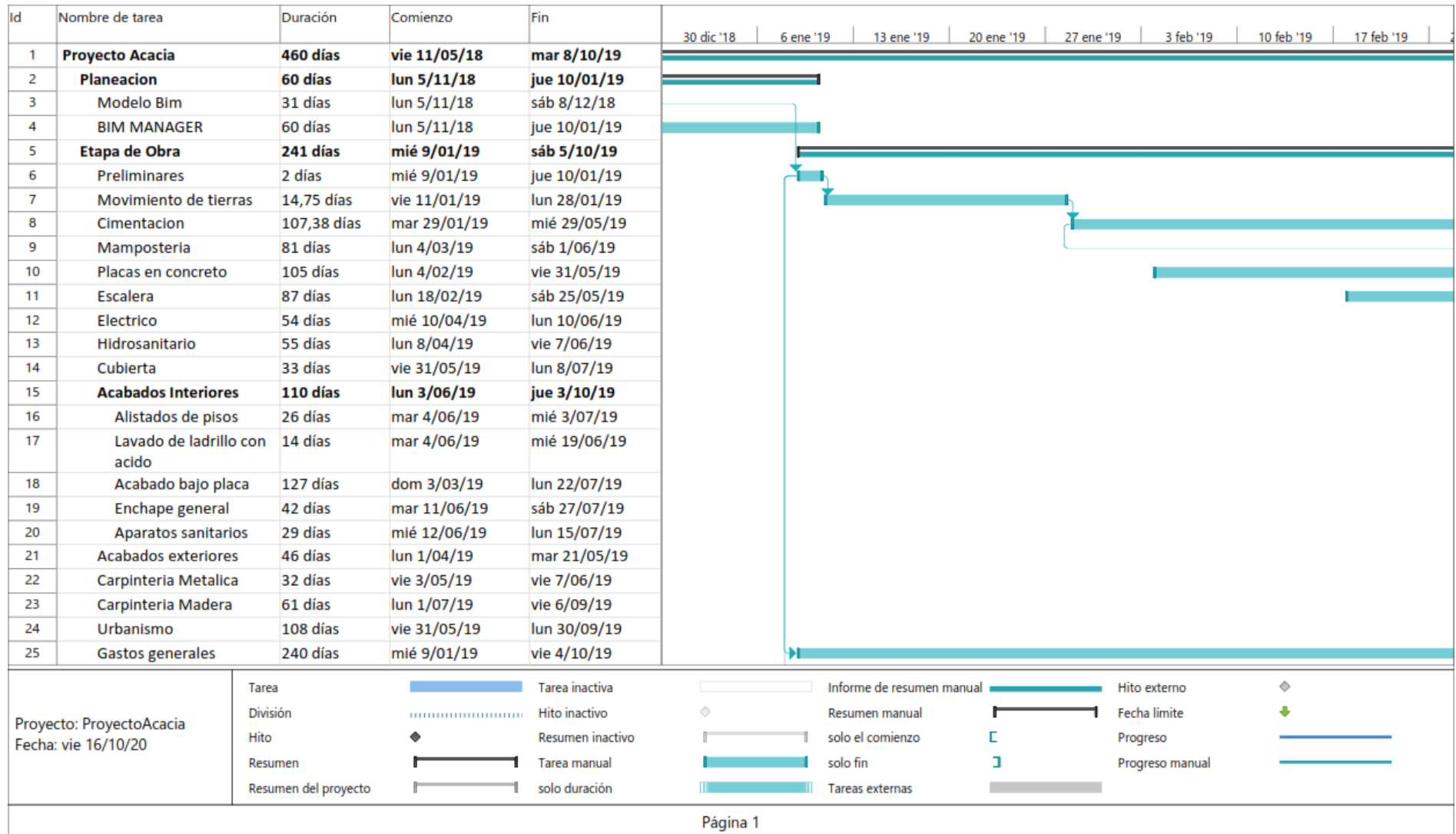


Fuente: Propia

6.1.3 PROGRAMACIÓN DEL PROYECTO (4D)

Para saber el alcance de tiempos en el desarrollo del proyecto de vivienda de interés social en estudio, se muestra la línea base del cronograma inicial, de la siguiente manera:

Ilustración 18 Programación



Fuente: Constructora Bolívar-Propia

Se muestra en el cronograma los capítulos que contempla la etapa de obra por la Constructora Bolívar, y se adiciona en la etapa de planeación dos capítulos, los cuales son el modelo BIM y la metodología BIM manager, los cuales serán necesarios para la implementación y desarrollo de la metodología de estudio en el proyecto de vivienda de interés social

6.1.4 PRESUPUESTO DEL PROYECTO (5D)

Se estudia la línea de base de presupuesto del proyecto consolidado por la Constructora Bolívar, en donde se en capitula todo el alcance del proyecto y se tiene una proyección de lo que se desarrollara dentro del tiempo y costos estimados.

De esta manera se muestra a continuación el presupuesto estimado para el proyecto desglosado por capítulos:

Tabla 5 Presupuesto del proyecto.

PRESUPUESTO DE COSTOS PROYECTO ARBOLEDA CAMPESTRE-ACACIA				
ID	Descripcion	Unidad	Valor Capitulo	Valor Total
1	Preliminares	Gb	\$ 17.426.845,00	\$ 17.426.845,00
2	Movimiento de tierras	Gb	\$ 46.237.696,00	\$ 46.237.696,00
3	Cimentacion		\$ 173.226.235,00	\$ 173.226.235,00
3,1	REPLANTEO PARA EXCAVACIONES Y COLOCACION DE EJES(CON EQUIPO TOPOGRAFICO)	m2	\$ 1.300.000,00	\$ 1.300.000,00
3,2	EXCAVACION A MANO CIMENTACION	m3	\$ 4.840.000,00	\$ 4.840.000,00
3,3	CIMIENTO CORRIDO/VIGA 0.4X0.3	ml	\$ 26.838.240,00	\$ 26.838.240,00
3,4	POLIETILENO SOBRE PISO	m ²	\$ 1.065.486,00	\$ 1.065.486,00
3,5	MALLA ELECTROSOLDADA (4.5mm@15)	m ²	\$ 3.081.116,00	\$ 3.081.116,00
3,6	ACERO DE 60.000 PSI	kg	\$ 54.997.320,00	\$ 54.997.320,00
3,7	RELLENO A MANO CON MATERIAL SITIO	m ³	\$ 4.201.750,00	\$ 4.201.750,00
3,8	COMPACTACION FONDO EXCAVACIONES	m ²	\$ 1.093.500,00	\$ 1.093.500,00
3,9	ZAPATAS EN CONCRETO DE 3000PSI (NO INCLUYE FORMALETA)	m ³	\$ 44.451.698,00	\$ 44.451.698,00
3,1	CONTRAPISO E=10 CMS.	m ²	\$ 26.181.457,00	\$ 26.181.457,00
3,11	LIMPIEZA ACERO DE REFUERZO FUNDIDA 2DA	hr	\$ 240.000,00	\$ 240.000,00
3,13	CONCRETO POBRE	m ³	\$ 4.935.668,00	\$ 4.935.668,00
4	ESTRUCTURA		\$ 339.289.553,60	\$ 339.289.553,60
4,1	LOSA MACIZA ENTREPISO E=.12 (Incluye vigas embebidas VG-T, VG-T1)	m2	\$ 168.100.567,00	\$ 168.100.567,00
4,2	CONCRETO ESCALERA	m3	\$ 6.837.129,00	\$ 6.837.129,00
4,3	MALLA ELECTROSOLDADA 7.5mm@15 (Losa maciza)	m2	\$ 40.288.776,00	\$ 40.288.776,00
4,4	ACERO DE 60.000 PSI (LOSA, ESCALERA, VANOS, DINTELES, VIGAS CUBIERTA)	kg	\$ 21.599.310,00	\$ 21.599.310,00
4,5	VIGAS REMATE MUROS CUBIERTA 12x25 (VG-CT)	ml	\$ 12.378.960,00	\$ 12.378.960,00
4,6	VIGA CANAL EN CONCRETO CUBIERTA (L: VIGA BORDE 12x15 [VG-CT1] + PLACA PLANA 30x10)	m3	\$ 7.164.971,00	\$ 7.164.971,00
4,7	IMPERMEABILIZACION/MANTO EDIL VIGA CANAL. 30 x 15. Desarrollo .60m	ml	\$ 2.473.330,00	\$ 2.473.330,00
4,8	ESTRUCTURA METALICA DE CUBIERTA (CORREAS)	klo	\$ 16.984.800,00	\$ 16.984.800,00
4,9	CUBIERTA EN TEJA ARQUITECTÓNICA GALVANIZADA CAL. 26	m2	\$ 15.822.028,00	\$ 15.822.028,00

PRESUPUESTO DE COSTOS PROYECTO ARBOLEDA CAMPESTRE-ACACIA				
ID	Descripcion	Unidad	Valor Capitulo	Valor Total
4,10	PASES EN CUBIERTA PARA TUBERIA DE VENTILACION	Unidad	\$ 102.012,00	\$ 102.012,00
4,11	CONCRETO MEZCLADO EN OBRA PARA PLACA AÉREA	m3	\$ 3.473.406,00	\$ 3.473.406,00
4,12	VIGAS CINTA CULATAS 10x11	ml	\$ 4.068.288,00	\$ 4.068.288,00
4,13	LIMPIEZA DE FORMALETA - (HIDROLAVADORA)	Unidad	\$ 400.008,00	\$ 400.008,00
4,14	Tapa luz entre placa-muro.	ml	\$ 2.676.890,00	\$ 2.676.890,00
4,15	Apuntalamiento temporal de placa por descimbre temprano.	Unidad	\$ 802.464,00	\$ 802.464,00
4,16	SIKA TOP 121 - RESANE FISURAS PLACA	Gb	\$ 267.496,00	\$ 267.496,00
4,17	LIMPIEZA BOMBA DE CONCRETO	Unidad	\$ 1.125.120,00	\$ 1.125.120,00
4,18	SIKADUR 32 (JUNTA FRÍA ENTRE MEDIA PLACA) - (Una por cada placa de concreto)	Unidad	\$ 960.784,00	\$ 960.784,00
4,19	Elaboración e instalación de flanches cubierta	ml	\$ 1.008.360,00	\$ 1.008.360,00
4,2	ALQUILER FORMALETA METALICA - LOSA COMPLETA - (2do Juego) (TC)	dia	\$ 30.411.600,00	\$ 30.411.600,00
4,21	COMPRA TABLEROS ESPECIALES -(Complemento de alquiler de Formaleta) (TC)	m2	\$ 1.162.098,00	\$ 1.162.098,00
4,22	FORMALETA METÁLICA PARA ESCALERA IZQUIERDA	Unidad	\$ 1.181.156,60	\$ 1.181.156,60
5	MAMPOSTERIA	Gb	\$ 410.955.420,91	\$ 410.955.420,91
6	ENCHAPES Y ACABADOS	Gb	\$ 182.753.067,00	\$ 182.753.067,00
7	CARPINTERIA METALICA Y MADERA	Gb	\$ 172.807.287,00	\$ 172.807.287,00
8	APARATOS SANITARIOS, COCINA Y OTROS	Gb	\$ 112.901.636,00	\$ 112.901.636,00
9	CIELO RASO, PINTURA Y REMATES	Gb	\$ 42.964.164,00	\$ 42.964.164,00
10	INSTALACIONES ELECTRICAS-APARTAMENTOS	Gb	\$ 97.233.831,00	\$ 97.233.831,00
11	INSTALACIONES ELECTRICAS-PISO 1	Gb	\$ 1.099.942,00	\$ 1.099.942,00
12	INSTALACIONES ELECTRICAS - ZONAS COMUNES PISO 2-3-4-5	Gb	\$ 2.635.306,00	\$ 2.635.306,00
13	INSTALACIONES ELECTRICAS -ACOMETIDAS Y MEDIDORES	Gb	\$ 24.567.164,00	\$ 24.567.164,00
14	INSTALACIONES ELECTRICAS - APANTALLAMIENTO	Gb	\$ 7.934.024,00	\$ 7.934.024,00
15	INSTALACIONES ELECTRICAS - ZONAS COMUNES RED DE TV - TEL - CITOFOFONIA ACOMETIDAS VERTICALES	Gb	\$ 6.872.778,00	\$ 6.872.778,00
16	INSTALACIONES ELECTRICAS -PLANTA ZONAS COMUNES, PORTERIA Y ADMINISTRACION	Gb	\$ 7.851.883,00	\$ 7.851.883,00
17	INSTALACIONES ELECTRICAS - PLANTA EXTERIORES TV - CITOFOFONO - TELEFONO	Gb	\$ 973.251,00	\$ 973.251,00
18	INSTALACIONES ELECTRICAS - VARIOS	Gb	\$ 10.647.501,00	\$ 10.647.501,00
19	TORRE TIPO - RED GENERAL DE AGUA POTABLE - MEDIDORES DE AGUA FRÍA	Gb	\$ 71.354.033,00	\$ 71.354.033,00
20	TORRE TIPO - RED CONTRA INCENDIOS - DISTRIBUCIÓN RED CONTRA INCENDIOS	Gb	\$ 15.779.275,00	\$ 15.779.275,00
21	TORRE TIPO - REDES DE AGUAS SERVIDAS - DESAGÜES EN APARTAMENTOS	Gb	\$ 38.495.654,00	\$ 38.495.654,00
22	TORRE TIPO - REDES DE AGUAS LLUVIAS	Gb	\$ 2.630.628,00	\$ 2.630.628,00
23	TORRE TIPO - REDES DE GAS - RED DE GAS DE MEDIA PRESIÓN	Gb	\$ 21.289.131,00	\$ 21.289.131,00
24	HIDRAULICO, SANITARIO, RED CONTRA INCENDIO - VARIOS	Gb	\$ 2.232.150,00	\$ 2.232.150,00
25	PERSONAL DE OBRA	Gb	\$ 242.862.700,00	\$ 242.862.700,00
26	EQUIPOS Y HERRAMIENTA MENOR	Gb	\$ 34.652.810,00	\$ 34.652.810,00
27	SEGURIDAD Y SALUD	Gb	\$ 6.223.345,00	\$ 6.223.345,00
28	OTROS	Gb	\$ 94.736.962,00	\$ 94.736.962,00
29	URBANISMO	Gb	\$ 79.712.296,00	\$ 79.712.296,00
30	URBANISMO - RED GENERAL AGUA POTABLE- ACOMETIDA	Gb	\$ 3.429.132,00	\$ 3.429.132,00
31	URBANISMO - RED CONTRA INCENDIOS	Gb	\$ 3.924.817,00	\$ 3.924.817,00

PRESUPUESTO DE COSTOS PROYECTO ARBOLEDA CAMPESTRE-ACACIA				
ID	Descripcion	Unidad	Valor Capitulo	Valor Total
32	URBANISMO - RED DE AGUAS SERVIDAS - EQUIPOS SUMERGIBLES	Gb	\$ 7.072.713,00	\$ 7.072.713,00
33	URBANISMO - REDES DE AGUAS LLUVIAS - REDES DE AGUAS LLUVIAS ENTRE CAJAS DE INSPECCIÓN	Gb	\$ 5.429.002,00	\$ 5.429.002,00
34	OBRAS ADICIONALES Y CAMBIOS DE ESPECIFICACION	Gb	\$ 182.359.958,73	\$ 182.359.958,73
35	BIM	Gb		\$ 42.000.000,00
35.1	Computadores	Unidad	\$ 4.500.000,00	\$ 13.500.000,00
35.2	Softwares	Unidad	\$ 9.500.000,00	\$ 28.500.000,00
36	BIM MANAGER	GB		\$ 12.000.000,00
36.1	Bim Manager	Gb	\$ 4.000.000	\$ 12.000.000,00
SUBTOTAL COSTO DIRECTO				\$ 2.564.031.096,24
COSTOS INDIRECTOS				\$ 794.849.639,83
ADMINISTRACIÓN			6%	\$ 153.841.865,77
IMPREVISTOS			2%	\$ 51.280.621,92
UTILIDAD			4%	\$ 102.561.243,85
IVA			19%	\$ 487.165.908,29
TOTAL DE PRESUPUESTO				\$ 3.358.880.736,07

Fuente: Constructora Bolívar-Propia

En el anterior presupuesto se desglosa los capítulos de cimentación y estructura para saber los precios unitarios de cada subtema que lo conforma y saber el alcance del proyecto respecto al componentes estructurales del proyecto de interés social.

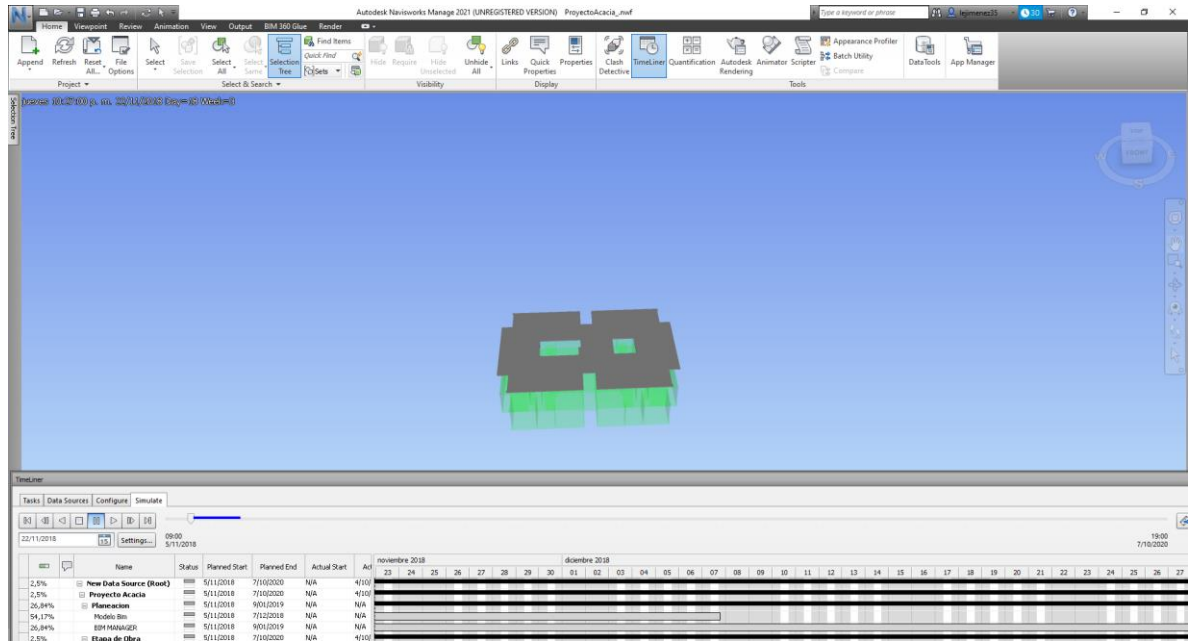
Adicional se agrega dos ítems del modelo BIM y la metodología BIM MANAGER en el presupuesto y se desglosa para tener un conocimiento de los componentes que se necesitan para el desarrollo de la metodología BIM en el proyecto de vivienda de interés social en estudio. Y así poder conocer el costo que genera la implementación de la metodología en la fase de la planeación en el proyecto de estudio.

Teniendo como valor total del presupuesto para la construcción de la torre de estudio, implementando el modelo BIM y la metodología BIM MANAGER de \$3.358.880.736,07 (Tres mil trescientos cincuenta y ocho millones ochocientos ochenta mil setecientos treinta y seis con siete (centavos o centésimos)

6.1.5 MODELACIÓN DEL PROYECTO NAVISWORKS

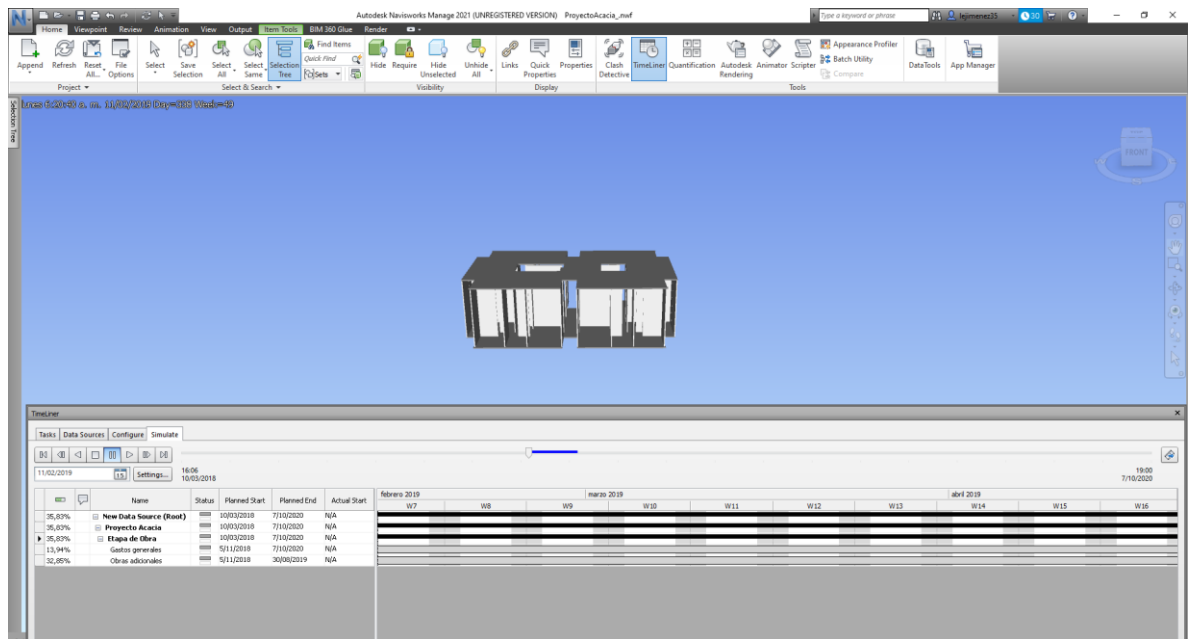
Se realiza la simulación del proceso constructivo del proyecto de vivienda de interés social (VIS) de estudio, en el software de Autodesk conocido en Navisworks concatenado a la programación realizada en Microsoft Project, para saber cómo se comporta a través de la línea base del cronograma la construcción de la torre No.1.

Ilustración 19 Simulación de planta de Piso 1.



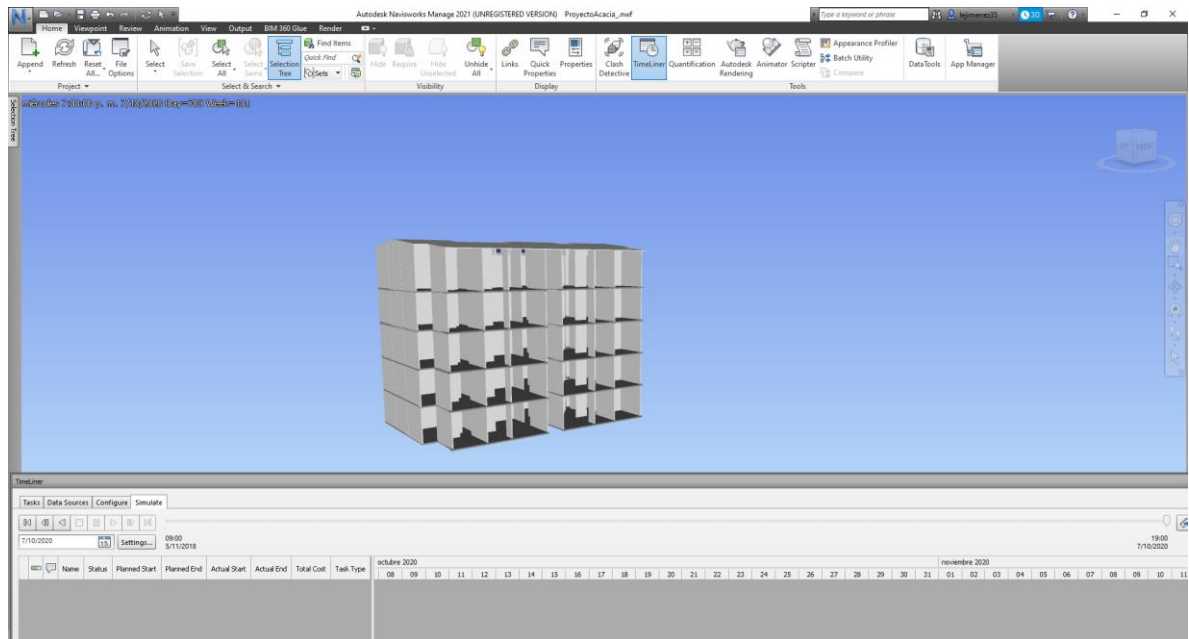
Fuente: Propia

Ilustración 20 Simulación Piso 1 y Piso 2.



Fuente: Propia

Ilustración 21 Simulación del proyecto de vivienda de interés Social



Fuente: Propia

Después del desarrollo de las cinco (05) dimensiones del modelo BIM se tiene la torre de estudio con la línea base de tiempo y costos contemplando la implementación en el presupuesto del modelo BIM y la metodología BIM Manager, para tener un costo total del proyecto de vivienda de interés social teniendo un valor agregado de la etapa de planeación.

6.2 DESARROLLO DE METODOLOGÍA BIM MANAGER

Conociendo que la metodología BIM Manager es un desarrollo paralelo y conjunto del PMI, más la metodología BIM y el plan de ejecución del BIM (PEB), en donde el objetivo principal que se desarrolla en esta metodología, se basa en la coordinación, cooperación entre los interesados e información almacenada y bien manejada, desde su planeación, diseño, construcción hasta su operación. (Kymmell, 2008)

Se desarrollarán las 10 áreas de conocimiento dentro del ciclo de vida del proyecto de la planeación del PMBOK de la sexta edición, junto al plan de ejecución del BIM para que todos los interesados estén claramente conscientes de las oportunidades y responsabilidades asociadas a la incorporación del BIM en el proyecto de vivienda de interés social, de la siguiente manera (Manriquez, 2017):

6.2.1 GESTIÓN DE INTEGRACIÓN DEL PROYECTO

Para el desarrollo de la dirección del proyecto, empleando la metodología BIM Manager en esta área, se deben definir los procesos y actividades para el buen

desarrollo, seguimiento, control y cierre de esta fase, como lo son el acta de constitución del proyecto, formatos para la gestión y control del trabajo del proyecto, para el control integrado de cambios.

Es por ello que, para la gestión de esta fase, se realizaron los siguientes formatos que se emplearán en el desarrollo de la etapa de la planeación del ciclo de vida del proyecto de vivienda de interés de estudio, como se muestran de la siguiente manera:

6.2.1.1 INFORMACIÓN DEL PROYECTO:

Para la información del proyecto se consignó y se dio claridad a los datos más relevantes, que se requieran ser conocidos para los interesados en esta etapa, desarrollados de la siguiente manera:

Tabla 6 información del proyecto

INFORMACIÓN DEL PROYECTO	
Nombre del Proyecto:	Arboleda Campestre Acacia
Dueño del proyecto:	Constructora Bolivar
Localización del Proyecto:	Ibague, Tolima
Alcance del Proyecto:	Coordinación en la etapa de la planeación del proyecto de vivienda de interes social Arboleda Campestre Acacia
Fecha de inicio:	Viernes 11 de Mayo de 2018
Fecha de Terminación:	Martes 8 de Octubre de 2019

Fuente: Propia basada en la guía para la elaboración del plan de ejecución BIM

6.2.1.2 REGISTRO DE INTERESADOS:

Para el control de los datos de los contactos de los interesados que estarán en el desarrollo del proyecto, se tiene el siguiente formato para tener la información de los mismos de primera mano para mejorar las comunicaciones en esta etapa:

Tabla 7 Contactos de los interesados

CONTACTOS DE LOS INTERESADOS CLAVE					
CARGO	FASE DEL PROYECTO	NOMBRE DE LA EMPRESA	NOMBRE DEL CONTACTO	CELULAR	CORREO ELECTRONICO
Director BIM	Planeación	Constructora Bolivar	Jairo Torres	3166334033	arkitorres@yahoo.com
Coordinador BIM	Planeación	Constructora Bolivar	Raul Delgado	3213980386	raul.delgado@gmail.com
Diseñador BIM	Planeación	Constructora Bolivar	Felipe Ariza	3057053707	andres.ariza2609@gmail.com

Fuente: Propia basada en la guía para la elaboración del plan de ejecución BIM

6.2.1.3 PRIORIDAD DE LOS OBJETIVOS

Para saber la prioridad de los diferentes objetivos y las herramientas que se desarrollarán por medio de los usos del BIM en el proyecto de vivienda de interés social en la etapa de planeación, se realiza el siguiente cuadro, para la clasificación de las prioridades.

Tabla 8 Prioridad de los objetivos

PRIORIDAD DE LOS OBJETIVOS		
PRIORIDAD (ALTA, MEDIO, BAJA)	DESCRIPCIÓN DEL OBJETIVO	USOS DEL BIM
Alta	Generar visualización de la información para la toma de decisiones.	Visualización de infografías Visualización de datos Coordinación 3D Obtención de mediciones
Media	Mejorar la capacidad de reacción ante posibles imprevistos en el proyecto	Información confiable Logística para reuniones de seguimiento a la matriz de riesgos.
Media	Mejorar la comunicación entre los interesados del proyecto.	Reuniones de seguimiento y control de las comunicaciones acertivas.
Alta	Coordinar las disciplinas en el modelo.	Simulación del proyecto Visualización de datos
Alta	Generar soluciones confiables a los inconvenientes de diseño.	Información confiable Visualización de datos
Alta	Seguimiento y control del desarrollo de la metodología BIM en el proyecto	Coordinación 3D Seguimiento al Plan de ejecución del BIM Visualización de la información

Fuente: Propia basada en la guía para la elaboración del plan de ejecución BIM

6.2.1.4 REQUISITOS DE IMPLEMENTACION DE LOS OBJETIVOS

Para el desarrollo e implementación de los objetivos, se deben cumplir con ciertos requisitos, es por ello que se implementa un formato en donde se muestre los requisitos necesarios para cumplir con los usos del BIM en esta de la planeación.

Tabla 9 Requisitos de implementación de los objetivos

REQUISITOS DE IMPLEMENTACION DE LOS OBJETIVOS				
USO BIM	COSTO PARA EL PROYECTO (ALTO, MEDIO, BAJO)	RESPONSABLE	COSTO PARA EL RESPONSABLE (ALTO, MEDIO, BAJO)	COMPETENCIA REQUERIDA PARA LA IMPLEMENTACIÓN
Visualización de infografías	ALTO	Coordinador BIM Diseñador BIM Director BIM	ALTO	Capacidad de crear y desarrollar el plan de ejecución del modelo BIM Experiencia en modelos BIM
Visualización de datos	ALTO	Coordinador BIM Diseñador BIM Director BIM	ALTO	Conocimiento en las interdisciplinas del proyecto. Experiencia en comunicación acertiva para los interesados.
Coordinación 3D	ALTO	Coordinador BIM Diseñador BIM Director BIM	ALTO	Conocimiento de manejo de software. Conocimiento y habilidades para modelar 3D
Obtención de mediciones	ALTO	Coordinador BIM Diseñador BIM Director BIM	ALTO	Conocimiento en diseño de proyectos. Conocimiento de los procesos constructivos.
Revisión de diseños	ALTO	Coordinador BIM Diseñador BIM Director BIM	ALTO	Conocimientos en los procesos constructivos Conocimientos de programaciones de construcción.
Simulación del proyecto	ALTO	Coordinador BIM Diseñador BIM Director BIM	ALTO	Conocimiento y manejo de software para la simulación de los proyectos. Conocimiento en presupuestos y unidades de cuantificación.

Fuente: Propia basada en la guía para la elaboración del plan de ejecución BIM

6.2.1.5 HITOS DEL PROYECTO:

Para saber qué eventos puntuales se tendrán en el desarrollo del ciclo de vida en la planeación del proyecto, se realiza el formato de hitos del proyecto en donde se conocerán las fechas de los mismos, de la siguiente manera:

Tabla 10 Hitos del proyecto

HITOS DEL PROYECTO			
HITO	FASE DEL PROYECTO	FECHA DE INICIO ESTIMADA	FECHA DE TERMINACION ESTIMADA
Entrega de información 2D	Planeación	26/11/2018	26/11/2018
Entrega de Modelo 3D	Planeación	3/11/2018	3/11/2018
Entrega de la simulación del proyecto	Planeación	11/11/2018	11/11/2018
Entrega de recorrido virtual	Planeación	15/11/2018	15/11/2018

Fuente: Propia basada en la guía para la elaboración del plan de ejecución BIM

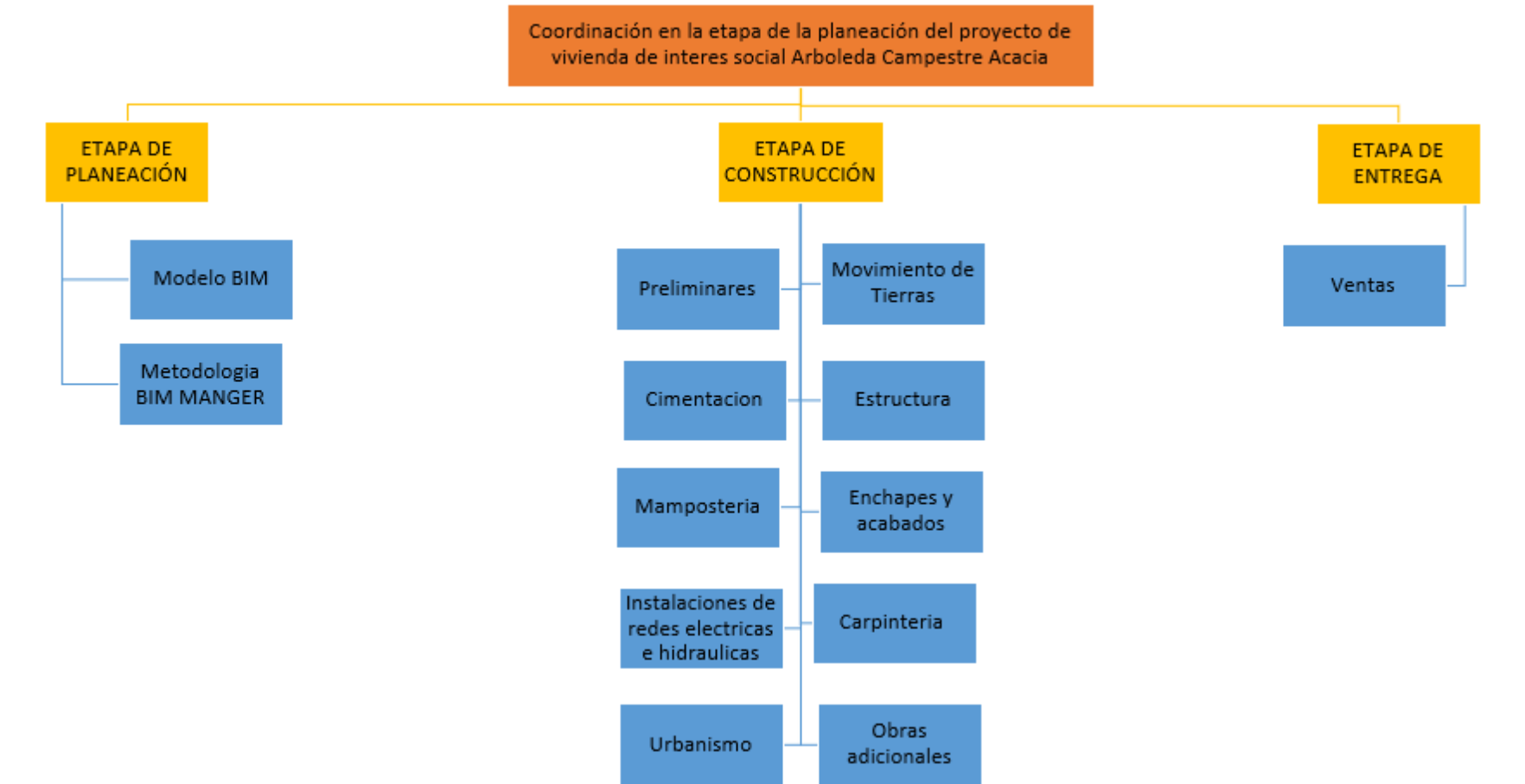
6.2.2 GESTIÓN DEL ALCANCE DEL PROYECTO

En este proceso se definió el plan de gestión del alcance, donde se informa, que define, que valida y que va a controlar dentro del alcance del proyecto en la etapa de la planeación en el ciclo de vida. Es por ello que se recopilamos los requisitos de los interesados para cumplir con los objetivos determinados, se definió el alcance con las personas que intervienen y las limitaciones que el proyecto tiene, se desarrolla la estructura de desglose de trabajo, se determinan y se discriminan los entregables del proyecto y se decide cómo se realizará el control al alcance del proyecto por medio de los formatos desarrollados.

6.2.2.1 ESTRUCTURA DE DESGLOSE DE TRABAJO

Se desarrolla la estructura del desglose del trabajo que se requiere para la ejecución del proyecto.

Ilustración 22 Estructura de desglose de trabajo



Fuente: Propia basada en la guía para la elaboración del plan de ejecución BIM

6.2.2.2 RECOLECCIÓN DE REQUISITOS

Para determinar y definir el alcance del proyecto, es necesario definir los requisitos de los interesados respecto a las necesidades que se tienen por medio de reuniones, con el fin de clasificar y poder cumplir los objetivos del proyecto.

Tabla 11 Recolección de requisitos

RECOLECCIÓN DE REQUISITOS			
INTERESADO	ENTRADAS	HERRAMIENTAS Y TÉCNICAS	SALIDAS
Constructora Bolívar Director BIM	Información del proyecto	Softwares Computadores Desarrollo de reuniones de coordinación entre los interesados Recurso humano	_Entregable en 2D del proyecto
Constructora Bolívar Director BIM	Información en 2D del proyecto	Softwares Computadores Desarrollo de reuniones de coordinación entre los interesados Recurso humano reuniones de coordinación entre las competencias del proyecto.	_Visualización de información en informes gráficos _Desarrollo del Modelo 3D
Constructora Bolívar Director BIM	Modelo 3D	Softwares Computadores Desarrollo de reuniones de coordinación entre los interesados Recurso humano reuniones de coordinación entre las competencias del proyecto.	_Entrega de presupuesto del proyecto. _Entrega de cronograma del proyecto.
Constructora Bolívar Director BIM	Línea Base: _Cronograma _Presupuesto _Alcance	Softwares Computadores Desarrollo de reuniones de coordinación entre los interesados Recurso humano reuniones de coordinación entre las competencias del proyecto.	_Simulación del proyecto. _Recorridos virtuales del proyecto.

Fuente: Propia basada en la guía para la elaboración del plan de ejecución BIM

6.2.2.3 TRAZABILIDAD DE REQUISITOS

Se realizará seguimiento a los requisitos antes recolectados, es por ello que se emplea un formato de matriz en donde se muestre el seguimiento de cada uno de ellos, para tener el control del alcance.

Tabla 12 Trazabilidad de requisitos

TRAZABILIDAD DE REQUISITOS						
ID	ID ASOCIADO	DESCRIPCIÓN DEL REQUISITO	OBJETIVO DEL PROYECTO	ENTREGABLE DE LA EDT	DISEÑO DEL PRODUCTO	DESARROLLO DEL PRODUCTO
1	1.0	Entregable en 2D del proyecto	Entregar la información verídica y completa del diseño en 2D para la modelación en 3D del proyecto.	Etapa de planeación	Revisión de información del proyecto.	Coordinación de reuniones semanal para el control del diseño del proyecto.
	1.2	Visualización de información en informes gráficos	Entrega de informes gráficos a los interesados para el conocimiento del desarrollo proyecto.		Desarrollar diferentes informes gráficos por medio de herramientas y técnicas audiovisuales.	Coordinación entre diseñador y modelador BIM para la entrega de este informe gráfico.
	1.3	Desarrollo del Modelo 3D	Entrega del modelo 3D a los interesados para el conocimiento del desarrollo del proyecto.		Realizar diferentes reuniones entre las competencias para el desarrollo del modelo en 3D.	Realizar el modelo en 3D del proyecto entre los interesados.
	1.4	Entrega de presupuesto del proyecto.	Recolección de la línea de costos del proyecto.		Recopilar todos los capítulos de construcción que abarcara la etapa de obra del proyecto.	Reuniones entre los interesados para el desarrollo del presupuesto que tendrá el proyecto.
	1.5	Entrega de cronograma del proyecto.	Recolección de la línea de cronograma del proyecto.		Recopilar la duración de las actividades constructivas para saber el tiempo que se requiere para el desarrollo del proyecto.	Reuniones con expertos en duración de las actividades requeridas para el desarrollo del proyecto.
	1.6	Entrega de simulación del proyecto.	Entrega de la simulación del proyecto para el conocimiento de los interesados.		Recopilar la línea base del costo y del tiempo y el modelo en 3D para realizar la simulación del proyecto.	Realizar la simulación del proyecto.

Fuente: Propia basada en la guía para la elaboración del plan de ejecución BIM

6.2.3 GESTIÓN DEL CRONOGRAMA DEL PROYECTO

Este proceso definió la línea base del tiempo del proyecto, con el cual se definirá el tiempo de duración del mismo y la ruta crítica por la cual se realizará un seguimiento y control para garantizar la conclusión a tiempo del proyecto.

En el cronograma desarrollado de este proyecto, se contempla el tiempo para la implementación del modelo BIM y la ejecución de la metodología BIM Manager en la etapa de la planeación en el ciclo de vida del proyecto de vivienda de interés social en estudio.

6.2.3.1 HITOS DE ENTREGABLES

Para saber qué hitos pueden afectar el desarrollo del proyecto, se realiza un formato de hitos concatenados con los entregables por actividades del cronograma realizado, y así poder un seguimiento continuo de los mismos.

Tabla 13 Hitos de entregables

HITOS DE ENTREGABLES				
ID	HITO	ENTREGABLE	FECHA INICIO	FECHA TERMINACIÓN
1	Entrega de información 2D	Informe de visualización del componente 2D	26/11/2018	26/11/2018
2	Entrega de Modelo 3D	Modelación del diseño en 3D	3/11/2018	3/11/2018
3	Entrega de la simulación del proyecto	Simulación del proyecto	11/11/2018	11/11/2018
4	Entrega de recorrido virtual	Generación de recorrido virtual	15/11/2018	15/11/2018

Fuente: Propia basada en la guía para la elaboración del plan de ejecución BIM

6.2.4 GESTIÓN DE COSTOS DEL PROYECTO

En este proceso se determina la línea base de los costos del proyecto que se tienen para la ejecución y con ella realizar el respectivo control y seguimiento durante las diferentes fases del mismo.

En este presupuesto se contempla los costos de la implementación del modelo BIM y la metodología BIM Manager, en la fase de la planeación del ciclo de vida del proyecto, para estimar realmente cuánto cuesta la incorporación en la línea base de los costos.

Adicionalmente en este proceso de gestión, se desarrolla el análisis financiero de la utilidad esperada en el proyecto que se verá desarrollado en el siguiente objetivo del proyecto.

6.4.2.4.1 FORMATO DE PRESUPUESTO

En este formato se proyectaron los capítulos que contiene el proyecto de vivienda de interés social en estudio, con sus unidades y valores totales, para saber el estimado del presupuesto en la etapa de obra, y enfocándose en el desarrollo de metodología BIM Manager incluyendo su costo en la etapa de planeación.

Tabla 14 Presupuesto de costos

PRESUPUESTO DE COSTOS PROYECTO ARBOLEDA CAMPESTRE-ACACIA				
ID	Descripción	Unidad	Valor Capitulo	Valor Total
1	Preliminares	Gb	\$ 17.426.845,00	\$ 17.426.845,00
2	Movimiento de tierras	Gb	\$ 46.237.696,00	\$ 46.237.696,00
3	Cimentacion		\$ 173.226.235,00	\$ 173.226.235,00
3,1	REPLANTEO PARA EXCAVACIONES Y COLOCACION DE EJES(CON EQUIPO TOPOGRAFICO)	m2	\$ 1.300.000,00	\$ 1.300.000,00
3,2	EXCAVACION A MANO CIMENTACION	m3	\$ 4.840.000,00	\$ 4.840.000,00
3,3	CIMIENTO CORRIDO/VIGA 0.4X0.3	ml	\$ 26.838.240,00	\$ 26.838.240,00
3,4	POLIETILENO SOBRE PISO	m'	\$ 1.065.486,00	\$ 1.065.486,00
3,5	MALLA ELECTROSOLDADA (4.5mm@15)	m'	\$ 3.081.116,00	\$ 3.081.116,00
3,6	ACERO DE 60.000 PSI	kg	\$ 54.997.320,00	\$ 54.997.320,00
3,7	RELLENO A MANO CON MATERIAL SITIO	m'	\$ 4.201.750,00	\$ 4.201.750,00
3,8	COMPACTACION FONDO EXCAVACIONES	m'	\$ 1.093.500,00	\$ 1.093.500,00
3,9	ZAPATAS EN CONCRETO DE 3000PSI (NO INCLUYE FORMALETA)	m'	\$ 44.451.698,00	\$ 44.451.698,00
3,1	CONTRAPISO E=10 CMS.	m²	\$ 26.181.457,00	\$ 26.181.457,00
3,11	LIMPIEZA ACERO DE REFUERZO FUNDIDA 2DA	hr	\$ 240.000,00	\$ 240.000,00
3,13	CONCRETO POBRE	m'	\$ 4.935.668,00	\$ 4.935.668,00
4	ESTRUCTURA		\$ 339.289.553,60	\$ 339.289.553,60
4,1	LOSA MACIZA ENTREPISO E=12 (Incluye vigas embebidas VG-T, VG-T1)	m2	\$ 168.100.567,00	\$ 168.100.567,00
4,2	CONCRETO ESCALERA	m3	\$ 6.837.129,00	\$ 6.837.129,00
4,3	MALLA ELECTROSOLDADA 7.5mm@15 (Losa maciza)	m2	\$ 40.288.776,00	\$ 40.288.776,00
4,4	ACERO DE 60.000 PSI (LOSA, ESCALERA, VANOS, DINTELES, VIGAS CUBIERTA)	kg	\$ 21.599.310,00	\$ 21.599.310,00
4,5	VIGAS REMATE MUROS CUBIERTA 12x25 (VG-CT)	ml	\$ 12.378.960,00	\$ 12.378.960,00
4,6	VIGA CANAL EN CONCRETO CUBIERTA (L: VIGA BORDE 12x15 [VG-CT1] + PLACA PLANA 30x10)	m3	\$ 7.164.971,00	\$ 7.164.971,00
4,7	IMPERMEABILIZACION/MANTO EDIL VIGA CANAL. 30 x 15. Desarrollo .60m	ml	\$ 2.473.330,00	\$ 2.473.330,00
4,8	ESTRUCTURA METALICA DE CUBIERTA (CORREAS)	klo	\$ 16.984.800,00	\$ 16.984.800,00
4,9	CUBIERTA EN TEJA ARQUITECTÓNICA GALVANIZADA CAL. 26	m2	\$ 15.822.028,00	\$ 15.822.028,00
4,10	PASES EN CUBIERTA PARA TUBERIA DE VENTILACION	Unidad	\$ 102.012,00	\$ 102.012,00
4,11	CONCRETO MEZCLADO EN OBRA PARA PLACA AÉREA	m3	\$ 3.473.406,00	\$ 3.473.406,00
4,12	VIGAS CINTA CULATAS 10x11	ml	\$ 4.068.288,00	\$ 4.068.288,00
4,13	LIMPIEZA DE FORMALETA - (HIDROLAVADORA)	Unidad	\$ 400.008,00	\$ 400.008,00
4,14	Tapa luz entre placa-muro.	ml	\$ 2.676.890,00	\$ 2.676.890,00
4,15	Apuntalamiento temporal de placa por descimbre temprano.	Unidad	\$ 802.464,00	\$ 802.464,00
4,16	SIKA TOP 121 - RESANE FISURAS PLACA	Gb	\$ 267.496,00	\$ 267.496,00
4,17	LIMPIEZA BOMBA DE CONCRETO	Unidad	\$ 1.125.120,00	\$ 1.125.120,00
4,18	SIKADUR 32 (JUNTA FRÍA ENTRE MEDIA PLACA) - (Una por cada placa de concreto)	Unidad	\$ 960.784,00	\$ 960.784,00
4,19	Elaboración e instalación de flanches cubierta	ml	\$ 1.008.360,00	\$ 1.008.360,00
4,2	ALQUILER FORMALETA METALICA - LOSA COMPLETA - (2do Juego) (TC)	dia	\$ 30.411.600,00	\$ 30.411.600,00
4,21	COMPRA TABLEROS ESPECIALES -(Complemento de alquiler de Formaleta) (TC)	m2	\$ 1.162.098,00	\$ 1.162.098,00
4,22	FORMALETA METÁLICA PARA ESCALERA IZQUIERDA	Unidad	\$ 1.181.156,60	\$ 1.181.156,60
5	MAMPOSTERIA	Gb	\$ 410.955.420,91	\$ 410.955.420,91
6	ENCHAPES Y ACABADOS	Gb	\$ 182.753.067,00	\$ 182.753.067,00
7	CARPINTERIA METALICA Y MADERA	Gb	\$ 172.807.287,00	\$ 172.807.287,00
8	APARATOS SANITARIOS, COCINA Y OTROS	Gb	\$ 112.901.636,00	\$ 112.901.636,00
9	CIELO RASO, PINTURA Y REMATES	Gb	\$ 42.964.164,00	\$ 42.964.164,00
10	INSTALACIONES ELECTRICAS-APARTAMENTOS	Gb	\$ 97.233.831,00	\$ 97.233.831,00
11	INSTALACIONES ELECTRICAS-PISO 1	Gb	\$ 1.099.942,00	\$ 1.099.942,00
12	INSTALACIONES ELECTRICAS - ZONAS COMUNES PISO 2-3-4-5	Gb	\$ 2.635.306,00	\$ 2.635.306,00
13	INSTALACIONES ELECTRICAS -ACOMETIDAS Y MEDIDORES	Gb	\$ 24.567.164,00	\$ 24.567.164,00
14	INSTALACIONES ELECTRICAS - APANTALLAMIENTO	Gb	\$ 7.934.024,00	\$ 7.934.024,00
15	INSTALACIONES ELECTRICAS - ZONAS COMUNES RED DE TV - TEL - CITOFONIA ACOMETIDAS VERTICALES	Gb	\$ 6.872.778,00	\$ 6.872.778,00
16	INSTALACIONES ELECTRICAS -PLANTA ZONAS COMUNES, PORTERIA Y ADMINISTRACION	Gb	\$ 7.851.883,00	\$ 7.851.883,00

PRESUPUESTO DE COSTOS PROYECTO ARBOLEDA CAMPESTRE-ACACIA				
ID	Descripcion	Unidad	Valor Capitulo	Valor Total
17	INSTALACIONES ELECTRICAS - PLANTA EXTERIORES TV - CITO FONO TELEFONO	Gb	\$ 973.251,00	\$ 973.251,00
18	INSTALACIONES ELECTRICAS - VARIOS	Gb	\$ 10.647.501,00	\$ 10.647.501,00
19	TORRE TIPO - RED GENERAL DE AGUA POTABLE - MEDIDORES DE AGUA FRÍA	Gb	\$ 71.354.033,00	\$ 71.354.033,00
20	TORRE TIPO - RED CONTRA INCENDIOS - DISTRIBUCIÓN RED CONTRA INCENDIOS	Gb	\$ 15.779.275,00	\$ 15.779.275,00
21	TORRE TIPO - REDES DE AGUAS SERVIDAS - DESAGÜES EN APARTAMENTOS	Gb	\$ 38.495.654,00	\$ 38.495.654,00
22	TORRE TIPO - REDES DE AGUAS LLUVIAS	Gb	\$ 2.630.628,00	\$ 2.630.628,00
23	TORRE TIPO - REDES DE GAS - RED DE GAS DE MEDIA PRESIÓN	Gb	\$ 21.289.131,00	\$ 21.289.131,00
24	HIDRAULICO, SANITARIO, RED CONTRA INCENDIO - VARIOS	Gb	\$ 2.232.150,00	\$ 2.232.150,00
25	PERSONAL DE OBRA	Gb	\$ 242.862.700,00	\$ 242.862.700,00
26	EQUIPOS Y HERRAMIENTA MENOR	Gb	\$ 34.652.810,00	\$ 34.652.810,00
27	SEGURIDAD Y SALUD	Gb	\$ 6.223.345,00	\$ 6.223.345,00
28	OTROS	Gb	\$ 94.736.962,00	\$ 94.736.962,00
29	URBANISMO	Gb	\$ 79.712.296,00	\$ 79.712.296,00
30	URBANISMO - RED GENERAL AGUA POTABLE- ACOMETIDA	Gb	\$ 3.429.132,00	\$ 3.429.132,00
31	URBANISMO - RED CONTRA INCENDIOS	Gb	\$ 3.924.817,00	\$ 3.924.817,00
32	URBANISMO - RED DE AGUAS SERVIDAS - EQUIPOS SUMERGIBLES	Gb	\$ 7.072.713,00	\$ 7.072.713,00
33	URBANISMO - REDES DE AGUAS LLUVIAS - REDES DE AGUAS LLUVIAS ENTRE CAJAS DE INSPECCIÓN	Gb	\$ 5.429.002,00	\$ 5.429.002,00
34	OBRAS ADICIONALES Y CAMBIOS DE ESPECIFICACION	Gb	\$ 182.359.958,73	\$ 182.359.958,73
35	BIM	Gb		\$ 42.000.000,00
35.1	Computadores	Unidad	\$ 4.500.000,00	\$ 13.500.000,00
35.2	Softwares	Unidad	\$ 9.500.000,00	\$ 28.500.000,00
36	BIM MANAGER	GB		\$ 12.000.000,00
36.1	Bim Manager	Gb	\$ 4.000.000	\$ 12.000.000,00
SUBTOTAL COSTO DIRECTO				\$ 2.564.031.096,24
COSTOS INDIRECTOS				\$ 794.849.639,83
ADMINISTRACIÓN			6%	\$ 153.841.865,77
IMPREVISTOS			2%	\$ 51.280.621,92
UTILIDAD			4%	\$ 102.561.243,85
IVA			19%	\$ 487.165.908,29
TOTAL DE PRESUPUESTO				\$ 3.358.880.736,07

Fuente: Propia basada en la guía para la elaboración del plan de ejecución BIM

6.2.5 GESTIÓN DE LA CALIDAD DEL PROYECTO

En este proceso se identificaron los requisitos y/o estándares de calidad para el proyecto y sus entregables agrupándolos en el plan de gestión de calidad, con ello, se realizan la consolidación de las políticas de calidad en el proyecto, para así monitorear y controlar que las diferentes salidas del proyecto sean completas, correctas y cumplan con los requisitos y expectativas del cliente en la etapa de la planeación.

6.2.5.1 MODELO DE CONTROL DE CALIDAD

Para el registro, seguimiento, control de los requisitos de calidad en los diferentes procesos que se tienen en el desarrollo de la etapa de la planeación con los diferentes involucrados, se realiza un formato de control de calidad que contempla lo siguiente:

Tabla 15 Modelo de control de calidad

MODELO DE CONTROL DE CALIDAD						
INVOLUCRADO	REQUISITOS	ENTRADA	MEDICIONES	PROCESO	SALIDA	CLIENTES
Modelador BIM	Cumplir con el plan de ejecución del BIM	Información 2D	Validación de la información acertiva	Desarrollo de la información	Informe de visualización del componente 2D	Constructora Bolivar
Modelador BIM Coordinador BIM	Cumplir con las especificaciones establecidas	Modelo 3D	Buen desarrollo del modelo	Desarrollo del modelo y/o diseño en 3D	Diseño 3D para visualización	Constructora Bolivar
Modelador BIM	Cumplir con el plan de ejecución del BIM	Información del proyecto con las disciplinas	Cumplir con los requisitos de informe	Recopilación de la información de las disciplinas	Informes y reuniones del diseño con las disciplinas	Constructora Bolivar
Coordinador BIM Director BIM	Cumplir con el plan de ejecución del BIM Cumplir con las especificaciones	Modelo 3D	Eficiente ejecución de la simulación del modelo del proyecto	Desarrollo de la simulación del proyecto	Simulación del proyecto	Constructora Bolivar

Fuente: Propia basada en la guía para la elaboración del plan de ejecución BIM

6.2.5.2 MODELO DE CAUSA Y EFECTO

Para el seguimiento de los procesos de calidad que se tienen en las actividades de la etapa de planeación del proyecto, se realiza el formato de causa y efecto donde se evalúa el efecto del no cumplimiento con los parámetros establecidos en la gestión de calidad y se identifican las posibles causas que se llevarán a este efecto.

Tabla 16 Formato de causa y efecto

FORMATO DE CAUSA Y EFECTO						
1. Coordinación de disciplinas del modelo en el diseño.						
EFECTO	CAUSA					
	GESTIÓN	EQUIPOS	PROCESOS	ENTORNOS	MATERIALES	PERSONAS
No se realice la coordinación entre las disciplinas.	Bajo compromiso con la coordinación entre disciplinas.	No emplear los equipos adecuados	No se generen la coordinación de la información en los tiempos establecidos	Malas condiciones laborables	Poco enfoque y desarrollo del plan de ejecución del BIM	Falta de capacitación
	Poca asistencia a las reuniones de coordinación	No emplear los softwares actualizados Manipulación inadecuada		Mal entorno laboral en el desarrollo de la actividad		Cansancio laboral del trabajador
2. Generar información y visualización de la misma para la toma de decisiones en el diseño.						
EFECTO	CAUSA					
	GESTIÓN	EQUIPOS	PROCESOS	ENTORNOS	MATERIALES	PERSONAS
No se genere la información para la visualización y toma de decisiones.	No se generen reuniones de seguimiento a la información	No se adecuen los equipos necesarios para el desarrollo de la visualización	No se complete el proceso de entrega de la información	Malas condiciones laborables	Poco enfoque y desarrollo del plan de ejecución del BIM	No se tengan las personas para el desarrollo de la información
	Bajo compromiso con la entrega de la información	No se tengan los equipos para el desarrollo de la visualización de la información		No se generen infografías del proyecto.		Mal entorno laboral en el desarrollo de la actividad
						Fatiga laboral en el desarrollo de la actividad

3. Mejorar la capacidad de reacción ante las posibilidad de imprevistos						
EFECTO	CAUSA					
	GESTIÓN	EQUIPOS	PROCESOS	ENTORNOS	MATERIALES	PERSONAS
No se mejore la capacidad de reaccion ante los imprevistos.	No se generen reuniones de experiencias aprendidas	No se tenga un software especifico	No se realice la identificacion correcta de los riesgos	Malas condiciones laborables	Poco enfoque y desarrollo del plan de ejecución del BIM	No se tengan las personas para el seguimiento de los riesgos.
	No se realice un seguimiento a los riesgos identificados.	Poco mantenimiento de equipos.	No se tenga la respuesta correcta para la disminucion del riesgo	Mal entorno laboral en el desarrollo de la actividad		Falta de capacitación en el tema de reacción de imprevistos
			No se realice control a los riesgos identificados.		Fatiga laboral en el desarrollo de la actividad	

Fuente: Propia basada en la guía para la elaboración del plan de ejecución BIM

6.2.6 GESTIÓN DE LOS RECURSOS DEL PROYECTO

Para este proceso se definieron cómo se estiman, se adquieren, se gestionan y se utilizaran los recursos físicos y del equipo de trabajo en la etapa de planeación del proyecto de vivienda de interés social.

Para la estimación de los recursos se clasifica según el tipo y las cantidades necesarias de los recursos para la ejecución del trabajo en el proyecto.

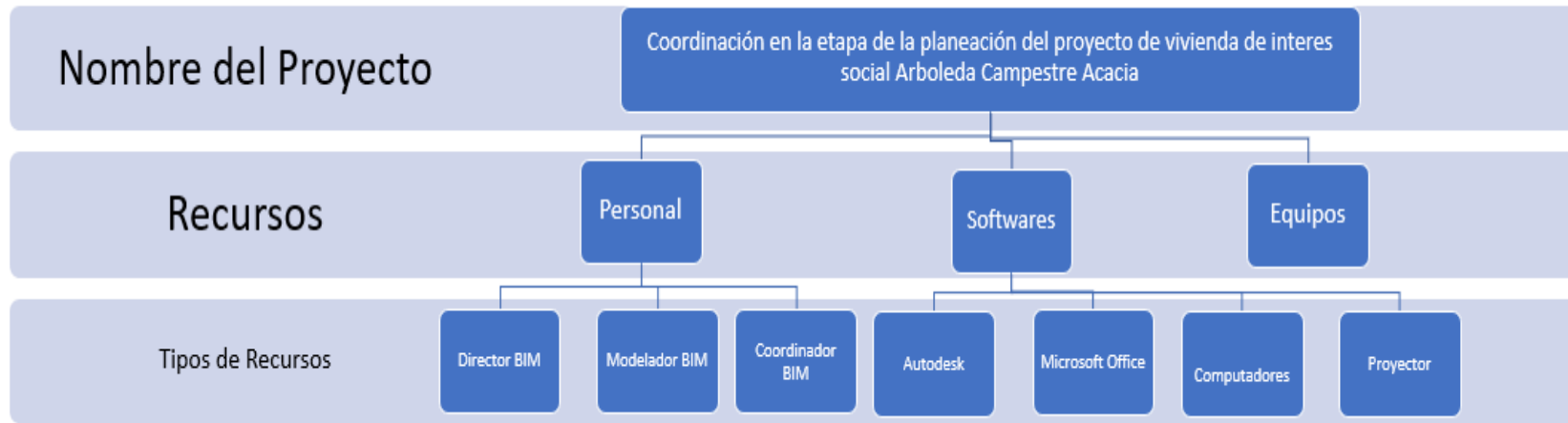
Para el proceso de adquisición se obtienen las instalaciones, equipos, materiales suministros, personal del proyecto que conformarán y completarán el proyecto.

Respecto a la gestión de los recursos se determina cómo se maneja el desarrollo del equipo para el trabajo, el desarrollo de las herramientas y el uso de los mismos.

6.2.6.1 DESGLOSE DE RECURSOS

Se proyecta un formato en donde se muestre la estructura de los recursos que conforman el proyecto, para realizar el seguimiento y control, de los recursos necesarios para el desarrollo del proyecto.

Ilustración 23 Modelo de control de calidad



Fuente: Propia basada en la guía para la elaboración del plan de ejecución BIM

6.2.7 GESTIÓN DE LAS COMUNICACIONES DEL PROYECTO

Para este proceso se recopila, se almacena, se distribuye y se gestiona y controla la información del proyecto a un responsable determinado.

Los canales de comunicación pueden ser de manera externa, en donde los interesados tales como clientes y proveedores o interna en donde se centra las comunicaciones con los interesados del proyecto y la organización.

6.2.7.1 INTERCAMBIO DE INFORMACIÓN

Se proyecta un formato en donde se muestre el intercambio de la información competente a la etapa de la planeación agrupando las disciplinas con fechas y horas definidas para el desarrollo del proceso.

Tabla 17 Intercambio de información.

INTERCAMBIO DE LA INFORMACIÓN				
Descripción de la información	Disciplina	Frecuencia	Fecha	Hora
Coordinación 3D	Todas	Semanal	Jueves	8am
Auditora interna de diseño	Todas	Semanal	Jueves	9am
Modelación 4D	Todas	Semanal	Jueves	10am

Fuente: Propia basada en la guía para la elaboración del plan de ejecución BIM

6.2.7.2 AGENDA DE REUNIONES

Se proyecta un formato en donde se asignan las reuniones que se tendrán en la frecuencia destinada, con los recursos e información necesaria para la ejecución de la reunión.

Tabla 18 Agenda de reuniones.

AGENDA DE REUNIONES							
TIPO DE REUNIÓN	QUIEN CONVOCA	ETAPA DEL PROYECTO	CONVOCADOS REQUERIDOS	RECURSOS NECESARIOS	UBICACIÓN	FECHA	HORA
Reunión de inicio	Project Manager	Planeación	Todos los interesados	Acta de reunión	Obra	Lunes	8:00 a. m.
Explicación del Plan de ejecución del BIM	BIM Manager	Planeación	Todos los interesados	Software Computador	Oficina	Martes	9:00 a. m.
Coordinación de Diseños	Coordinador BIM	Planeación	Todos los interesados	Software Computador	Oficina	Martes	9:00 a. m.
Reunión de monitoreo, seguimiento y control.	BIM Manager	Planeación	Todos los interesados	Acta de reunión	Obra	Sábado	10:00

Fuente: Propia basada en la guía para la elaboración del plan de ejecución BIM

6.2.7.3 CUADRO DE RESPONSABILIDADES

Para el buen desarrollo de las comunicaciones asertivas, se desarrolló un formato con los roles y funciones que desarrollan cada integrante de la metodología BIM Manager del proyecto, para tener claridad a quién asistir en cualquier situación que se presente en la ejecución de la etapa de planeación y tener una respuesta o comunicación oportuna.

Tabla 19 Cuadro de Reuniones

CUADRO DE RESPONSABILIDADES	
ROL	RESPONSABILIDAD
Director BIM	*Desarrollo del plan de ejecución del BIM.
	*Implementación del Plan de ejecución del BIM.
	*Seguimiento al cumplimiento al Plan de ejecución del BIM.
	*Coordinar el equipo de Diseño del proyecto.
	*Apoyar el trabajo colaborativo en la etapa de la planeación.
	*Gestionar y realizar seguimiento al control de cambios.
	*Liderar reuniones de diseño del proyecto.
	*Liderar el desarrollo de softwares y plataformas para el proyecto.
Coordinador BIM	*Gestionar los procesos de verificación de la calidad del modelo BIM
	*Coordinar la relación del modelo BIM con las disciplinas del proyecto
	*Apoyo técnico en los flujos de trabajo.
	*Coordinar el trabajo dentro de sus disciplinas.
Modelador BIM	*Desarrollo de la exportación en 2D
	*Desarrollo de visualizaciones en 3D.
	*Ejecutar reuniones con las partes externas como lo son los interesados de otras disciplinas.
	*Organiza y controla la disposición final de la información del proyecto.

Fuente: Propia basada en la guía para la elaboración del plan de ejecución BIM

6.2.8 GESTIÓN DE LOS RIESGOS DEL PROYECTO

En este proceso se tiene como objetivo minimizar el impacto de los riesgos negativos que sean identificados en el proyecto después de realizar la evaluación y análisis de su probabilidad de ocurrencia e impacto, desarrollando planes de acción y de respuesta para la gestión de los riesgos identificados como lo son: evitar, transferir, mitigar, aceptar y así poder realizar seguimiento y control de los riesgos.

Es importante para esta etapa de planeación tener en cuenta que los riesgos que se identifiquen no se cuantifican por su probabilidad de ocurrencia, sino también por el impacto que tenga en los objetivos del proyecto.

6.2.8.1 MATRIZ DE PROBABILIDAD E IMPACTO.

Se realiza matriz de probabilidad de impacto, dándole tres tipos de riesgo (alto, medio, bajo) según la probabilidad e impacto, en donde se encuentra una escala numérica de 0.1 a 1.0, donde para la probabilidad va desde insignificante a cerca de incertidumbre y para el impacto va desde lo marginal a alto. Donde se realiza un cruce de esta calificación en donde los valores de 0.1 a 0.29 es un riesgo bajo, de 0.30 a 0.39 es un riesgo medio, para el riesgo alto va desde 0.40 a 1.0.

Tabla 20 Matriz de probabilidad e Impacto

MATRIZ DE PROBABILIDAD E IMPACTO												
PROBABILIDAD	10 CERCA DE CERTIDUMBRE	1	0,1	0,20	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
	9 CERCA DE CERTIDUMBRE	0,9	0,09	0,18	0,27	0,36	0,45	0,54	0,63	0,72	0,81	0,9
	8 ALTAMENTE PROBABLE	0,8	0,08	0,16	0,24	0,32	0,4	0,48	0,56	0,64	0,72	0,8
	7 ALTAMENTE PROBABLE	0,7	0,07	0,14	0,21	0,28	0,35	0,42	0,49	0,56	0,63	0,7
	6 PROBABLE	0,6	0,06	0,12	0,18	0,24	0,3	0,36	0,42	0,48	0,54	0,6
	5 PROBABLE	0,5	0,05	0,10	0,15	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5
	4 MODERADO	0,4	0,04	0,08	0,12	0,16	0,2	0,24	0,28	0,32	0,36	0,4
	3 MODERADO	0,3	0,03	0,06	0,09	0,12	0,15	0,18	0,21	0,24	0,27	0,3
	2 IMPROBABLE	0,2	0,02	0,04	0,06	0,08	0,1	0,12	0,14	0,16	0,18	0,2
	1 INSIGNIFICANTE	0,1	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10
		0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	
		1 MARGINAL	2 BAJO	3 MODERADO	4 SIGNIFICATIVO	5 SERIO	6 SERIO	7 MUY SERIO	8 MUY SERIO	9 ALTO	10 ALTO	
IMPACTO												

	RIESGO ALTO
	RIESGO MEDIO
	RIESGO BAJO

Fuente: Propia basada en la guía para la elaboración del plan de ejecución BIM

6.2.8.2 MATRIZ DE RIESGOS

Se realiza una matriz de riesgos en donde se desarrolla la identificación de los riesgos en donde tiene una identificación, categoría y escenario de riesgo, se desarrolla la cualificación de los riesgos en donde se inserta los niveles de impacto y probabilidad obtenidos de la matriz anterior realizada obteniendo la categoría y la severidad del riesgo, se desarrolla la cuantificación del impacto en costo que tiene el riesgo, se desarrolla la respuesta que se va a tener que puede ser aceptar, transferir, mitigar, evitar para así desarrollar la decisión como lo son el plan de acción de la respuesta, el costo de esa respuesta, las observaciones y la probabilidad de ocurrencia el riesgo después de tomar las decisiones necesarias.

Tabla 21 Matriz de riesgos

MATRIZ DE RIESGOS															CÓDIGO:	GEFC-002			
															VERSION:	1			
															VIGENCIA:	21/12/2020			
CONTRATISTA: CONSTRUCTORA BOLIVAR																			
OBJETO: Coordinación en la etapa de la planeación del proyecto de vivienda de Interés social Arboleda Campestre Acacia																			
NUMERO	CATEGORIA	IDENTIFICAR	CUALIFICAR			CUANTIFICAR		RESPUESTA				DECISION							
			PROBABILIDAD	IMPACTO	SEVERIDAD	CATEGORIA	IMPACTO (\$)	VME	ACEPTAR	TRANSFERIR	MITIGAR	EVITAR	PLAN DE ACCION DE LA RESPUESTA	COSTO DE LA RESPUESTA	OBSERVACIONES	PROBABILIDAD	IMPACTO	SEVERIDAD	
		ESCENARIOS DE RIESGO	NIVEL	NIVEL															
1	LEGAL	Cumplir el objeto contractual en la fecha definida para la terminación del contrato	0,6	0,5	0,3	RIESGO MEDIO	\$25.000.000	\$13.000.000			X		Realizar comités semanales internos y recorrido de obra para saber el avance que se tiene y que acciones se deben tomar	\$2.000.000	Comités semanales con observaciones de expertos	0,4	0,3	0,12	
		Oblención de permisos, licencias o autorizaciones de intervención	0,5	0,6	0,4	RIESGO ALTO	\$30.000.000	\$15.000.000		X			Contratar a un tercero para que tramite ante las entidades los permisos	\$6.000.000	Experiencia en el tema	0,4	0,4	0,16	
		Mayores costos generados por mayor duración del proyecto	0,4	0,4	0,16	RIESGO BAJO		\$0											
2	TECNICA	Conseguir de cualquier tipo de material	0,5	0,6	0,4	RIESGO ALTO	\$100.000.000	\$50.000.000				X	Conseguir otro proveedor que de respuesta a la contingencia	\$13.000.000	material mas rapido	0,3	0,7	0,21	
		Variaciones unilaterales en la programación de obra	0,5	0,6	0,3	RIESGO MEDIO	\$50.000.000	\$25.000.000				X	Realizar avances de programaciones semanales para que la interventoria y el cliente vea que se lleva buena trazabilidad de obra con avances reales	\$2.000.000	Asignacion de tareas especificas al personal	0,5	0,4	0,2	
3	FINANCIERA	Conseguir de servicios publicos provisionales de obra	0,6	0,7	0,42	RIESGO ALTO	\$50.000.000	\$30.000.000		X			Contratar a un tercero que agilice todo el tramite ante las entidades	\$4.000.000	Experiencia en el tema	0,4	0,4	0,16	
		Variación de salarios en los profesionales	0,5	0,5	0,25	RIESGO MEDIO	\$30.000.000	\$15.000.000	X				Pagar dentro de un rango		Rango de salario de profesionales	0,3	0,5	0,15	
		Variación en las tasas de cambio	0,3	0,7	0,21	RIESGO BAJO													
4	ECONOMICA	Ajustes al proceso y/o negociación con el contratista adjudicatario	0,3	0,5	0,15	RIESGO BAJO		\$0											
		Precisiones en APU's, unidades, especificaciones Técnicas de los mismos.	0,5	0,3	0,15	RIESGO BAJO		\$0											
		Aumento de costos en actividades	0,5	0,5	0,25	RIESGO MEDIO	\$50.000.000	\$40.000.000				X	Plan de contingencia semanal para	\$2.000.000	Imprevistos	0,4	0,4	0,16	
5	REGULATORIA	Expedición de normas de carácter Distrital o Nacional que impacte el proyecto	0,3	0,7	0,21	RIESGO BAJO													
		Pago de sus obligaciones economicas con terceros	0,5	0,7	0,35	RIESGO ALTO	\$100.000.000	\$50.000.000				X	tener credito de anoro para emergencia que se presente de pago a	\$30.000.000	Gestion de los recursos	0,3	0,6	0,18	
6	SOCIAL	Resolucion de solicitudes de derechos de petición por parte de la comunidad	0,6	0,5	0,3	RIESGO MEDIO	\$24.580.963	\$14.748.578	X				Plan de contingencia cuando el evento se presente, en su respuesta inmediata	\$5.000.000	Personal calificado	0,3	0,4	0,12	
		Daños causados a terceros o a infraestructura colindante	0,5	0,6	0,4	RIESGO ALTO	\$150.000.000	\$75.000.000				X	realizar cosas de mantenimiento periodicamente para evitar daños a	\$30.000.000	Manejo de imprevistos	0,3	0,7	0,21	
7	RECURSOS HUMANOS	Proceso de selección de personal	0,3	0,7	0,21	RIESGO BAJO													
		Cumplimiento de objetivos y metas	0,2	0,6	0,16	RIESGO BAJO													
		capacitaciones	0,5	0,6	0,3	RIESGO MEDIO	\$50.000.000	\$25.000.000				X	Contratar empresas que brinden capacitaciones	\$10.000.000	Trabajo en equipo	0,4	0,3	0,12	
8	TIEMPOS	Iniciar la obra en tiempos establecidos	0,2	0,2	0,04	RIESGO BAJO		\$0											
		cumplimiento de fecha de entregables	0,5	0,6	0,3	RIESGO MEDIO	\$30.000.000	\$15.000.000				X	Realizar comités semanales internos y recorrido de obra para saber el avance	\$2.000.000	obra en versiones	0,3	0,3	0,09	
		Cumplimiento de hitos o tareas	0,7	0,7	0,49	RIESGO ALTO	\$50.000.000	\$35.000.000				X	Realizar comités semanales internos y recorrido de obra para saber el	\$5.000.000	linea base y ruta	0,4	0,5	0,2	
		cumplimiento de la duración del cronograma	0,7	0,6	0,42	RIESGO ALTO	\$30.000.000	\$21.000.000				X	Realizar comités semanales internos y recorrido de obra para saber el	\$5.000.000	Avances de obra reales	0,5	0,3	0,15	

Fuente: Propia basada en la guía para la elaboración del plan de ejecución BIM

6.2.9 GESTIÓN DE LAS ADQUISICIONES DEL PROYECTO

En este proceso se abarcan los conjuntos de planificación, compra y control de las adquisiciones de los productos, servicios o resultados que son necesario obtener fuera del equipo del proyecto en la etapa de la planeación para el desarrollo del proyecto.

6.2.9.1 ADQUISICIONES EN LA ETAPA DE PLANEACIÓN

Se desarrolla un formato en donde se consignan las adquisiciones identificadas y necesarias para la fase de la planeación en el ciclo de vida del proyecto, enfocado en la metodología BIM Manager.

Tabla 22 Adquisiciones en la etapa de Planeación

ADQUISICIONES EN LA ETAPA DE PLANEACIÓN	
ID	ADQUISICIÓN
1	Obtención de información centralizada
2	Obtención de información en 2D (planos)
3	Desarrollo y coordinación en 3D
4	Modelación y visualización de datos
5	Obtención de mediciones del proyecto
6	Comprobación de normativa aplicada
7	Generación de infografías del estado del proyecto.

Fuente: Propia basada en la guía para la elaboración del plan de ejecución BIM

6.2.10 GESTIÓN DE LOS INTERESADOS DEL PROYECTO

En este proceso se identifican los interesados, se planea la administración de los interesados para así gestionar las expectativas de los mismos y controlar el involucramiento de ellos dentro del proyecto en la etapa de la planeación.

6.2.10.1 CHEQUEO DE EXPECTATIVAS DE INTERESADOS

Se desarrolla un formato en donde se realizan puntos de chequeo de las expectativas de los diferentes interesados en el proyecto de vivienda de interés social en estudio en la etapa de planeación, para verificar y validar el desarrollo del cumplimiento de los mismos, su aplicabilidad y las observaciones si se presentan.

Tabla 23 Chequeo de Expectativas de los interesados.

CHEQUEO DE EXPECTATIVA DE LOS INTERESADOS		
ITEMS A EVALUAR	FUNCIONALIDAD	OBSERVACIÓN
El requerimiento sea probable	Si aplica	No aplica
El requerimiento y la información es verídica	No aplica	Este requerimiento no aplica ya que la información se recopila, almacena, controla y se dispone en el proceso de las comunicaciones
El requerimiento se es necesario para el producto	Si aplica	No aplica
El requerimiento da valor agregado al proyecto	Si aplica	No aplica
El requerimiento específico cumple con las necesidades del cliente	Si aplica	No aplica
Los requerimientos cumplen con los estándares y procedimientos definidos	Si aplica	No aplica
El requerimiento es entendible para los demás interesados en el proyecto	Si aplica	No aplica

Fuente: Propia basada en la guía para la elaboración del plan de ejecución BIM

Al desarrollar todas las áreas de conocimiento del PMBOK durante el ciclo de vida del proyecto de la planeación, siguiendo el plan de ejecución del BIM, se obtuvo unos formatos que ayudarán a aumentar la productividad, el seguimiento, monitoreo y control de los objetivos y usos establecidos del BIM con la participación y desempeño de los interesados e involucrados del proyecto de estudio.

6.3 DESARROLLO DE COMPARACION DE LA METODOLOGIA BIM EN EL PROYECTO DE ESTUDIO Y SU UTILIDAD

Para el proyecto de vivienda de interés de estudio total, se tienen una proyección de 640 viviendas, a la fecha se está ultimando el urbanismo en las torres 29 a la 32 correspondientes a la etapa cuatro (04) del proyecto.

Es preciso aclarar que para este trabajo de grado se realizará la evaluación financiera de la torre número (01) de estudio que la conforman por 20 apartamentos distribuidos en los 5 pisos con cuatro apartamentos correspondientes.

Para realizar el análisis financiero del proyecto, se tiene como base los valores establecidos por la Constructora Bolívar donde se conoce los costos necesarios para el desarrollo del proyecto, adicionando el costo del modelado BIM y la metodología BIM Manager.

Para encontrar el punto de equilibrio de venta e inicio de construcción, se proyectó un estudio de mercado para determinar los valores pertinentes de venta de los apartamentos de la torre No.1, teniendo en cuenta que no se superen los salarios mensuales mínimos legales vigentes (SMMLV) determinados por el Ministerio de Vivienda para el año 2018 en donde se inició el proyecto de estudio.

6.3.1 COSTOS DE INVERSIÓN

En este subcapítulo de la evaluación financiera se verán reflejados todos aquellos valores o costos que son necesarios de inversión para el desarrollo del proyecto de estudio y se desarrollan de la siguiente manera:

6.3.1.1 COSTOS DE ESTUDIOS Y DISEÑOS

Para los costos de estudios y diseños, son los rubros preliminares que se necesitan para conocer y estudiar el terreno donde se desarrollará el proyecto de vivienda de interés social y los diseños correspondientes de todos los estudios o diseños de ingeniería para cumplir con la normatividad y se ejecute en la etapa de obra.

Los costos de estudios y diseños tienen un valor de \$112.000.000 (Ciento doce millones de pesos), como se discriminan en la siguiente tabla:

Tabla 24 Costos estudios y diseños

PRODUCTO	PRECIO
Levantamiento topográfico	\$ 10.000.000,00
Estudio de suelos	\$ 20.000.000,00
Diseño Hidrosanitario	\$ 15.000.000,00
Diseño electrico	\$ 17.000.000,00
Diseños estructurales	\$ 21.000.000,00
TOTAL	\$ 83.000.000,00

Fuente: Propia

6.3.1.2 COSTOS DIRECTOS

Para los costos directos de este proyecto se tomaron todas las actividades de planeación y construcción necesarias para el desarrollo de la torre No.1

Los cuales según el presupuesto desarrollado en la tabla 14 nombrada como presupuesto del proyecto tiene un valor de \$2.654.031.096,24 (Dos mil seiscientos cincuenta y cuatro millones treinta y un mil noventa y seis con veinticuatro centavos).

Tabla 25 Costos directos.

Descripción	Valor Total
Preliminares	\$ 17.426.845,00
Movimiento de tierras	\$ 46.237.696,00
Cimentación	\$ 173.226.235,00
Estructuras	\$ 339.289.553,60
Mampostería	\$ 410.955.420,91
Enchapes y Acabados	\$ 182.753.067,00
Carpintería Metálica y Madera	\$ 172.807.287,00
Cubiertas	\$ 155.865.800,00
Instalación Sanitaria	\$ 320.274.458,00
Instalación Eléctrica	\$ 198.194.966,00
Redes de Gas	\$ 211.071.849,00
Urbanismo	\$ 281.927.918,73
Modelo Bim	\$ 42.000.000,00
Metodología BIM Manager	\$ 12.000.000,00
TOTAL	\$ 2.564.031.096,24

Fuente: Propia

6.3.2 GASTOS DEL PROYECTO.

En este subcapítulo de la evaluación financiera se estiman los gastos del proyecto, que tendrán una relevancia en el resultado de la evaluación, ya que estos gastos se

encuentran en el desarrollo de todas las etapas del ciclo de vida del proyecto, se discriminan de la siguiente manera:

6.3.2.1 GASTOS GENERALES DEL PROYECTO

Estos gastos hacen referencia a los cuales se encuentran en todo el desarrollo del proyecto, que son conocidos como costos administrativos, los cuales están conformados por (Arriendo, Publicidad, Servicios Públicos, Contabilidad, útiles y papelería)

Tabla 26 Gastos generales del proyecto.

GASTOS GENERALES DEL PROYECTO			
Producto	Valor Mes	Mes	Valor Total
Polizas	\$ 13.500.000,00	1	\$ 13.500.000,00
Servicios Publicos	\$ 2.000.000,00	13	\$ 26.000.000,00
Contabilidad	\$ 700.000,00	13	\$ 9.100.000,00
TOTAL DE GASTOS GENERALES			\$ 48.600.000,00

Fuente: Propia

6.3.2.2 GASTOS DE PERSONAL

Los gastos del personal se contemplan en todo el desarrollo del proyecto en donde se tiene un incremento al pasar de vigencia del año 2018 al 2019 todo esto por regido por el Índice de Precios al Consumidor (IPC) que fue de 3.18% el valor que se tiene para el aumento de los gastos de personal (Oviedo, 2019), con lo anterior se analiza un valor representativo para la evaluación financiera que se muestra de la siguiente manera:

Tabla 27 Gastos del personal del proyecto.

GASTOS DEL PERSONAL DEL PROYECTO			
Personal	Valor Mes	Mes	Valor Total
Director BIM	\$ 6.500.000,00	13	\$ 84.500.000,00
Coordinador BIM	\$ 5.800.000,00	13	\$ 75.400.000,00
Modelador BIM	\$ 2.000.000,00	13	\$ 26.000.000,00
TOTAL DE GASTOS PERSONAL			\$ 185.900.000,00

Fuente: Propia

6.3.3 FLUJO DE OPERACIONES

Se plantea el estudio para la torre No.1 que consta de 4 apartamentos por piso, la

torre tiene 5 pisos en la torre para un total de 20 apartamentos. El valor de venta de cada apartamento es de \$105.467.670 (Ciento cinco millones cuatrocientos sesenta y siete mil seiscientos setenta pesos), teniendo presente que para el año 2018 se tiene un valor de salario mínimo mensual vigente de \$781.242 (Setecientos ochenta y un mil doscientos cuarenta y dos pesos) (Arango, 2017) cumpliendo con el precio de venta de la vivienda de interés social (VIS) de 135 SMMLV.

Para el estudio de mercado de ventas de esta torre se plantea iniciar las ventas para el mes tercero hasta el mes trece con una cantidad de apartamentos por mes la cual genera nuestro flujo de operaciones.

Ilustración 24 Flujo de operaciones

			1	2	3	4
Descripción	3	4	5	6	7	8
Flujo de Operaciones						
Ventas						
Cantidades	3	1	1	2	3	2
Precios Unitarios	\$ 167.944.037	\$ 167.944.037	\$ 167.944.037	\$ 167.944.037	\$ 167.944.037	\$ 167.944.037
Total de Ingresos	\$ 503.832.111	\$ 167.944.037	\$ 167.944.037	\$ 335.888.074	\$ 503.832.111	\$ 335.888.074

	5	6	7	8	9
Descripción	9	10	11	12	13
Flujo de Operaciones					
Ventas					
Cantidades	1	2	3	3	2
Precios Unitarios	\$ 167.944.037	\$ 167.944.037	\$ 167.944.037	\$ 167.944.037	\$ 167.944.037
Total de Ingresos	\$ 167.944.037	\$ 335.888.074	\$ 503.832.111	\$ 503.832.111	\$ 335.888.074

Fuente: Propia

6.3.4 UTILIDAD

6.3.4.1 UTILIDAD OPERACIONAL

Para el proyecto se tiene una utilidad operacional, teniendo como resultados los ingresos menos los egresos del proyecto (Ramírez & Margot, 2004) en donde se plantea la siguiente fórmula

$$Utilidad\ Operacional = \sum \text{ingresos del proyecto} - \sum \text{Egresos del proyecto}$$

Ecuación 1 Utilidad Operacional

Para este proyecto se tiene una utilidad operacional negativa hasta el mes 04 ya que no se genera ninguna venta en el proyecto, y se refleja una utilidad operacional positiva en el mes 05 cuando se realiza la primera venta de los apartamentos de la

torre en estudio.

6.3.4.2 IMPUESTOS SOBRE LA RENTA

Para el año 2018 el impuesto sobre la renta correspondió al 33% conforme a lo establecido en el artículo 240 del estatuto tributario (Estatuto.co, s.f.), estos impuestos son aplicables a los ingresos proyectados del flujo de caja del proyecto, los deben pagarse a las entidades tributarias competentes. Se plantea la siguiente fórmula:

$$\text{Impuestos sobre la renta} = \text{Utilidad operacional} * 33\%$$

Ecuación 2 Impuestos sobre renta

6.3.4.3 UTILIDAD NETA

La utilidad neta es la rentabilidad (Carlberg, 2003) y es el producto de la resta de la utilidad operacional menos los impuestos pagados mes a mes a lo largo de la vida del proyecto planteado. Se tiene la siguiente fórmula:

Ecuación 3 Utilidad neta

$$\text{Utilidad Neta} = \text{Utilidad operacional} - \text{Impuestos}$$

Como resumen de este subcapítulo de utilidad del proyecto se tiene la siguiente tabla del resumen para conocer los valores:

Tabla 28 Utilidad del proyecto.

Item	mes 1	mes 2	mes 3	mes 4	mes 5	mes 6	mes 7
Utilidad Operacional	\$ (148.164.541,00)	\$ (190.226.235,00)	\$ 147.542.557,40	\$ (260.011.383,91)	\$ (31.809.030,00)	\$ (9.785.013,00)	\$ 166.557.653,00
Impuestos	\$ -	\$ -	\$ 48.689.043,94	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 54.964.025,49
Utilidad Neta	\$ (148.164.541,00)	\$ (190.226.235,00)	\$ 98.853.513,46	\$ (260.011.383,91)	\$ (31.809.030,00)	\$ (9.785.013,00)	\$ 111.593.627,51

Item	mes 8	mes 9	mes 10	mes 11	mes 12	mes 13
Utilidad Operacional	\$ 120.693.108,00	\$ (60.127.812,00)	\$ 36.960.155,27	\$ 486.832.111,00	\$ 486.832.111,00	\$ 318.888.074,00
Impuestos	\$ 39.828.725,64	\$ -	\$ 12.196.851,24	\$ 160.654.596,63	\$ 160.654.596,63	\$ 105.233.064,42
Utilidad Neta	\$ 80.864.382,36	\$ (60.127.812,00)	\$ 24.763.304,03	\$ 326.177.514,37	\$ 326.177.514,37	\$ 213.655.009,58

Fuente: Propia

6.3.5 VALOR PRESENTE NETO

El valor presente neto de un proyecto es el valor presente de los ingresos actuales y futuros menos el valor presente de los costos actuales y futuros (Krugman & Wells, 2006), encontrando el valor de dinero que se va a ganar o perder en una inversión y tiene la siguiente fórmula.

Ecuación 4 Valor presente neto

$$VPN = I_0 + \sum \frac{F_t}{(1+k)^n}$$

En donde:

VPN: Valor presente neto

I₀: Inversión inicial

F_t: Flujo operacional de cada periodo

K: Tasa de descuento

N: Número de periodos

El valor presente neto de este proyecto, según la proyección del flujo de caja se muestra a lo largo del ciclo de vida del proyecto y es de **\$185.901.007**, lo cual después de realizar las inversiones y gastos necesarios para el desarrollo del proyecto es el valor neto a recibir.

6.3.6 TASA INTERNA DE RETORNO

La Tasa Interna de Retorno del proyecto es una tasa de descuento que ocasiona que el valor presente neto sea igual a cero o que ocurre cuando el proyecto solo está ganando su costo de capital (Keat, K, & Young, 2004). Es importante conocer este indicador ya que mide la rentabilidad del proyecto en porcentaje y es uno de los datos base para la toma de decisiones de llevar a cabo o no un proyecto.

La TIR de este proyecto es de **6.49%**, lo cual nos indica que el proyecto es rentable, que durante la ejecución del proyecto se maximiza los rendimientos futuros para proyectos próximos de similitud al desarrollado en vivienda de interés social.

6.4 DESARROLLO DE RECOMENDACIONES PARA LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM MANAGER EN LA PLANEACIÓN DE UN PROYECTO DE VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL.

Para el desarrollo de estas recomendaciones y/o plantillas que pueden ser útiles para la aplicación en la planeación de la estructura de un proyecto de vivienda de interés social para cualquier constructora que desee implementar la metodología BIM Manager.

Se realizó por área de conocimiento del PMI, los formatos que se implementan para realizar la coordinación de los recursos a través del proceso de planeación con el fin de lograr con los objetivos establecidos dentro del proyecto de estudio.

6.4.1 FORMATOS DE LA GESTIÓN DE LA INTEGRACIÓN

Para esta primera área de conocimiento se plantean cinco (05) formatos los cuales brindaran el desarrollo de la gestión de integración con un alcance y claridad para los interesados del proyecto, los formatos contemplan lo siguiente:

6.4.1.1 INFORMACIÓN DEL PROYECTO.

Para este formato se debe consignar la información más relevante que se tiene para tener unos datos clave para cualquier persona que investigue acerca del mismo.

Tabla 29 Información del contacto.

INFORMACIÓN DEL PROYECTO	
Nombre del Proyecto:	
Dueño del proyecto:	
Localización del Proyecto:	
Alcance del Proyecto:	
Fecha de inicio:	
Fecha de Terminación:	

Fuente: Propia basada en la guía para la elaboración del plan de ejecución BIM

Como esta información se brindará una entrada de datos certeros y concisos a las personas que necesiten contextualizar y saber de qué se trata el proyecto a desarrollar.

6.4.1.2 CONTACTOS DE LOS INTERESADOS CLAVE

En este formato está desarrollado para tener los contactos claves de los interesados del proyecto en donde se puede conocer su cargo, en qué fase del proyecto lo pueden contactar, la empresa en que labora, y los datos de contacto como nombre,

celular y correo electrónico.

Tabla 30 Contacto de los interesados

CONTACTOS DE LOS INTERESADOS CLAVE					
CARGO	FASE DEL PROYECTO	NOMBRE DE LA EMPRESA	NOMBRE DEL CONTACTO	CELULAR	CORREO ELECTRONICO

Fuente: Propia basada en la guía para la elaboración del plan de ejecución BIM

Como resultado de este formato se tendrá en cualquier momento la información clave de los contactos clave.

6.4.1.3 PRIORIDAD DE LOS OBJETIVOS

En este formato se podrán emplear en darle prioridad a los objetivos que se planteen dentro del proyecto, para lo cual se le debe asignar en una escala de alta, medio o bajo la prioridad del objetivo, se debe realizar una descripción del mismo y el uso del BIM que se emplea.

Tabla 31 Formato de prioridad de los objetivos.

PRIORIDAD DE LOS OBJETIVOS		
PRIORIDAD (ALTA, MEDIO, BAJA)	DESCRIPCION DEL OBJETIVO	USOS DEL BIM

Fuente: Propia basada en la guía para la elaboración del plan de ejecución BIM

Como resultado de este formato se tendrá una clasificación de la prioridad que se le asigne a los objetivos para así mismo darle la importancia para la realización dentro del proyecto.

6.4.1.4 FORMATO DE REQUISITOS DE IMPLEMENTACION DE LOS

OBJETIVOS.

En este formato se emplean los requisitos y competencias que se necesitan para darle cumplimiento a los objetivos estipulados. Entonces a cada requisito se le asignará los usos del BIM necesarios, el costo que implica para el proyecto en una escala de alto, medio y bajo, el responsable de este requisito y el costo que se tiene para el mismo en una escala de alto, medio, bajo y la competencia requerida para la implementación en los objetivos.

Tabla 32 Requerimientos de implementación de los objetivos

REQUISITOS DE IMPLEMENTACION DE LOS OBJETIVOS				
USO BIM	COSTO PARA EL PROYECTO (ALTO, MEDIO, BAJO)	RESPONSABLE	COSTO PARA EL RESPONSABLE (ALTO, MEDIO, BAJO)	COMPETENCIA REQUERIDA PARA LA IMPLEMENTACIÓN

Fuente: Propia basada en la guía para la elaboración del plan de ejecución BIM

Como resultado de este formato se tendrá el seguimiento de las competencias más requeridas para la implementación y cumplimiento de los objetivos, adicionando el costo que implica ser el responsable como para el proyecto.

6.4.1.5 HITOS DEL PROYECTO

Para este formato se tiene la información de los hitos del proyecto en donde se puede clasificar por la fase del proyecto, estimando una fecha de inicio y una de finalización, como se muestra en el siguiente formato.

Tabla 33 Formato de hitos del proyecto.

HITOS DEL PROYECTO			
HITO	FASE DEL PROYECTO	FECHA DE INICIO ESTIMADA	FECHA DE TERMINACION ESTIMADA

Fuente: Propia basada en la guía para la elaboración del plan de ejecución BIM

Como resultado de este formato se tendrá las fechas de los momentos con entregas de fechas específicas para realizar el seguimiento, monitoreo y control de los mismos.

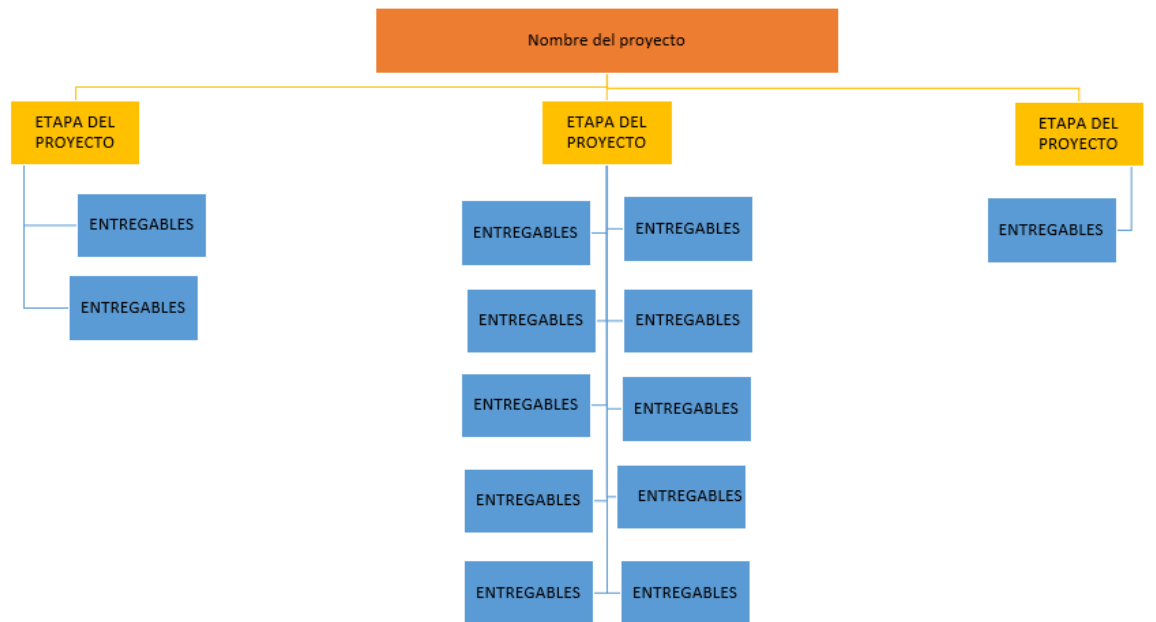
6.4.2 FORMATOS PARA LA GESTION DE ALCANCE DEL PROYECTO

Para esta área de conocimiento que se tiene en la etapa de planeación, se proyectan dos formatos para realizar la gestión del alcance del proyecto de una manera más eficiente y concreta.

6.4.2.1 ESTRUCTURA DE DESGLOSE DEL TRABAJO

En este formato se consignará el nombre del proyecto y las diferentes etapas que contempla el proyecto y los entregables que tendrá cada etapa, para clarificar el alcance del proyecto.

Tabla 34 Formato de Recolección de requisitos.



Fuente: Propia basada en la guía para la elaboración del plan de ejecución BIM

Con este formato se tendrá una descomposición del alcance desde lo más detallado hasta el entregable total del proyecto, para realizar un seguimiento y control del trabajo a entregar.

6.4.2.2 RECOLECCIÓN DE LOS REQUISITOS.

En este formato se pondrán plasmar los requisitos que tienen cada interesado, consignado las entradas de los requisitos, las herramientas y técnicas empleadas para el desarrollo y la salida que tendrá para cumplir con lo consignado.

Tabla 35 Formato de Recolección de requisitos

RECOLECCIÓN DE REQUISITOS			
INTERESADO	ENTRADAS	HERRAMIENTAS Y TÉCNICAS	SALIDAS

Fuente: Propia basada en la guía para la elaboración del plan de ejecución BIM

Con este formato se podrá tener en cuenta el alcance del proyecto teniendo claro los requisitos que tiene cada interesado para que se realice de la manera correcta y tenga unas salidas satisfactorias.

6.4.2.3 TRAZABILIDAD DE REQUISITOS.

En este formato se consignarán los objetivos, para asignar un responsable o asociado a los objetivos, la descripción del requisito que se desarrollara, el objetivo que tiene dentro del proyecto, se describe a cuál parte de la EDT pertenece, el diseño y el desarrollo del producto que se ejecutara para cumplir con el requisito consignado.

Tabla 36 Formato de trazabilidad de requisitos.

TRAZABILIDAD DE REQUISITOS						
ID	ID ASOCIADO	DESCRIPCIÓN DEL REQUISITO	OBJETIVO DEL PROYECTO	ENTREGABLE DE LA EDT	DISEÑO DEL PRODUCTO	DESARROLLO DEL PRODUCTO
1						

Fuente: Propia basada en la guía para la elaboración del plan de ejecución BIM

Con este formato se realizará un monitoreo al detalle de los requisitos concatenados a los objetivos para cumplir con lo estipulado por los interesados, adicional se tendrá un asociado a la responsabilidad de dar estricto cumplimiento de los mismos.

6.4.3 FORMATOS PARA LA GESTIÓN DEL CRONOGRAMA DEL PROYECTO

En esta área de conocimiento se proyectó un formato en donde según la línea base del cronograma del proyecto realizada en Project se realizará seguimiento más detallado en tiempo real de los hitos, como se muestra en el siguiente formato:

6.4.3.1 HITOS DEL PROYECTO

En este formato se consignarán los hitos con tiempos establecidos según la línea base ejecutada en un programa especializado, y se pondrá hacer seguimiento a los entregables en las fechas de inicio y terminación establecidas en la programación del proyecto.

Tabla 37 Hitos de entregables.

HITOS DE ENTREGABLES				
ID	HITO	ENTREGABLE	FECHA INICIO	FECHA TERMINACIÓN

Fuente: Propia basada en la guía para la elaboración del plan de ejecución BIM

Como resultado de este formato se mejorará el monitoreo de los entregables de la estructura de desglose de trabajo teniendo tiempos determinados y estipulados en la línea base.

6.4.4 FORMATOS PARA LA GESTIÓN DEL COSTO DEL PROYECTO

Para esta área de conocimiento se tiene un formato en donde se desarrolla el presupuesto del proyecto conocida también como la línea base de costo, se desarrolla de la siguiente manera:

6.4.4.1 FORMATO PRESUPUESTO

Para este formato se debe consignar todos los gastos que conllevan las actividades de obra, en todos sus entregables y subcapítulos en las etapas del proyecto.

Tabla 38 Formato de presupuesto del proyecto.

NOMBRE DEL PROYECTO				
ID	Descripción del capítulo	Unidad	Valor Capítulo	Valor Total
1				
2				
3				
4				
5				
6				
			TOTAL DE OBRA	\$ -

PRESUPUESTO TOTAL INICIAL			
COSTO DIRECTOS			\$ -
	ADMINISTRACION	%	\$ -
	IMPREVISTOS	%	\$ -
	UTILIDAD	%	\$ -
COSTO INDIRECTO	IVA	%	\$ -
VALOR TOTAL			\$ -

Fuente: Propia basada en la guía para la elaboración del plan de ejecución BIM

Como resultado del ingreso de los datos, costos, unidades se tendrá un valor total de obra que serán los costos directos del presupuesto, adicional se tiene los costos indirectos donde se podrá estipular el desglose del AIU en diferentes porcentajes para así tener la suma de los costos directos e indirecto y tener el valor total del proyecto.

6.4.5 FORMATOS PARA LA GESTIÓN DE LA CALIDAD EN EL PROYECTO

En esta área de conocimiento se proyectaron dos formatos en donde se desarrolla todo el seguimiento al componente de calidad que tendrá en la etapa del proyecto, como se muestran en los siguientes formatos:

6.4.5.1 MODELO DE CONTROL DE CALIDAD

En este formato se consignará el involucrado que realiza los requisitos, en donde se especificará qué datos se tiene de entrada y con que se realizarán mediciones, como es el proceso que conlleva el requisito, y la salida del mismo, finalmente a quién va dirigido que sería en este formato el cliente.

Tabla 39 Formato de Modelo de control de calidad

MODELO DE CONTROL DE CALIDAD						
INVOLUCRADO	REQUISITOS	ENTRADA	MEDICIONES	PROCESO	SALIDA	CLIENTES

Fuente: Propia basada en la guía para la elaboración del plan de ejecución BIM

Con este formato se tendrán el seguimiento de los requisitos según la calidad del proyecto, en donde se realizará seguimientos enfáticos en las mediciones y procesos para la entrega al cliente.

6.4.5.2 FORMATO DE CAUSA Y EFECTO

Para este formato se desarrolla mediante las causas que produjeron un efecto en las diferentes actividades, en donde se especifica que los diferentes escenarios como la gestión, los equipos, los procesos, el entorno, los materiales y las personas que influyen en el efecto de las actividades.

Tabla 40 Formato de Causa y efecto

FORMATO DE CAUSA Y EFECTO						
1. NOMBRE DE LA ACTIVIDAD						
EFEECTO	CAUSA					
	GESTION	EQUIPOS	PROCESOS	ENTORNOS	MATERIALES	PERSONAS
2. NOMBRE DE LA ACTIVIDAD						
EFEECTO	CAUSA					
	GESTION	EQUIPOS	PROCESOS	ENTORNOS	MATERIALES	PERSONAS

Fuente: Propia basada en la guía para la elaboración del plan de ejecución BIM

Como resultado de este formato se tendrá un desglose y un detalle de las posibles causas que se pueden presentar en las actividades con tal de que se puedan prever o dar soluciones y que no llegue al efecto descrito.

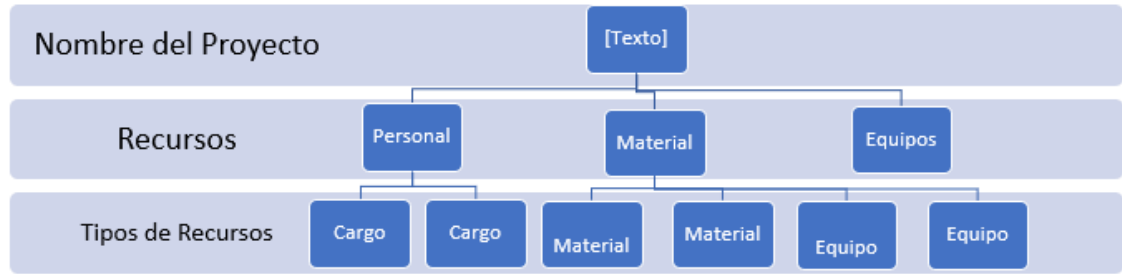
6.4.6 GESTIÓN DE LOS RECURSOS DEL PROYECTO

Para esta área de conocimiento se proyecta un formato en donde se realizará toda la gestión de recursos del proyecto, como se muestra a continuación:

6.4.6.1 FORMATO DE RECURSOS:

En este formato se podrá consignar todos los recursos que son necesarios para el desarrollo del proyecto, en donde se realiza por la división de los recursos según la necesidad presentada, lo ideal es subdividir al detalle todos los recursos que conformarán el proyecto.

Tabla 41 Formato de recursos



Fuente: Propia basada en la guía para la elaboración del plan de ejecución BIM

Con este formato se tendrá un panorama claro de los recursos necesarios, los cuales se les realizará seguimiento y monitoreo de los mismos a lo largo del desarrollo del proyecto.

6.4.7 GESTIÓN DE LAS COMUNICACIONES DEL PROYECTO

En este formato se realizaron tres formatos en donde se gestionan las comunicaciones del proyecto, se ejecutarán de la siguiente manera:

6.4.7.1 INTERCAMBIO DE LA INFORMACIÓN:

En este formato se describe la información que se intercambiará, se escribe la disciplina a la que pertenece esta información, la frecuencia en que se realizará este intercambio y la fecha y hora donde se realizará.

Tabla 42 Formato de Intercambio de información:

INTERCAMBIO DE LA INFORMACIÓN				
Descripción de la información	Disciplina	Frecuencia	Fecha	Hora

Fuente: Propia basada en la guía para la elaboración del plan de ejecución BIM

Con este formato se tendrá claro la información que se realizará el intercambio y la frecuencia con la que se ejecutarán las reuniones con los interesados de esta gestión.

6.4.7.2 AGENDA DE REUNIONES

Con este formato se tendrá una información de la agenda de reuniones que se tendrá para la gestión de las comunicaciones, en este formato se diligenciará el tipo de reunión que convoca, el interesado que convoca, la etapa del proyecto, a quienes convocan del proyecto, se describen los recursos necesarios, la ubicación con fecha

y hora donde se gestionará la reunión.

Tabla 43 Formato Agenda de reuniones

AGENDA DE REUNIONES							
TIPO DE REUNIÓN	QUIEN CONVOCA	ETAPA DEL PROYECTO	CONVOCADOS REQUERIDOS	RECURSOS NECESARIOS	UBICACIÓN	FECHA	HORA

Fuente: Propia basada en la guía para la elaboración del plan de ejecución BIM

Con este formato se tendrá un cronograma de las reuniones que se realizarán en la etapa del proyecto, donde se podrá realizar seguimiento a las mismas y se programaran las interesadas a las reuniones.

6.4.7.3 CUADRO DE RESPONSABILIDADES

En este formato se asignan las responsabilidades a los diferentes roles de los interesados del proyecto, todo con el fin de tener la claridad de qué persona desarrolla cada función y su responsabilidad.

Tabla 44 Cuadro de responsabilidades

CUADRO DE RESPONSABILIDADES	
ROL	RESPONSABILIDAD

Fuente: Propia basada en la guía para la elaboración del plan de ejecución BIM

Con este formato se tiene claridad al momento de saber quién es el responsable de las diferentes actividades que se desarrollen en el proyecto y así poder tener unas comunicaciones más certeras al momento de hablar con los diferentes roles.

6.4.8 GESTIÓN DE LOS RIESGOS DEL PROYECTO

En esta área de la gestión de los riesgos se proyectaron dos formatos en donde se realizará la identificación, seguimiento de los riesgos que se proyecten, como se desarrolla de la siguiente manera:

6.4.8.1 MATRIZ DE PROBABILIDAD E IMPACTO

En este formato se realizará una calificación de la probabilidad e impacto que se presenten dándole una escala desde 0.1 a 1.0 para que al realizarse la multiplicación de los valores asignados se determinen los riesgos altos, medios y bajos con la escala asignada por el interesado.

Tabla 45 Formato de Matriz de probabilidad e impacto

MATRIZ DE PROBABILIDAD E IMPACTO												
PROBABILIDAD	10 CERCA DE CERTIDUMBRE	1										
			0,1	0,20	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
	9 CERCA DE CERTIDUMBRE	0,9										
			0,09	0,18	0,27	0,36	0,45	0,54	0,63	0,72	0,81	0,9
	8 ALTAMENTE PROBABLE	0,8										
			0,08	0,16	0,24	0,32	0,4	0,48	0,56	0,64	0,72	0,8
	7 ALTAMENTE PROBABLE	0,7										
			0,07	0,14	0,21	0,28	0,35	0,42	0,49	0,56	0,63	0,7
	6 PROBABLE	0,6										
			0,06	0,12	0,18	0,24	0,3	0,36	0,42	0,48	0,54	0,6
5 PROBABLE	0,5											
		0,05	0,10	0,15	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5	
4 MODERADO	0,4											
		0,04	0,08	0,12	0,16	0,2	0,24	0,28	0,32	0,36	0,4	
3 MODERADO	0,3											
		0,03	0,06	0,09	0,12	0,15	0,18	0,21	0,24	0,27	0,3	
2 IMPROBABLE	0,2											
		0,02	0,04	0,06	0,08	0,1	0,12	0,14	0,16	0,18	0,2	
1 INSIGNIFICANTE	0,1											
		0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10	
		0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	
		1 MARGINAL	2 BAJO	3 MODERADO	4 SIGNIFICATIVO	5 SERIO	6 SERIO	7 MUY SERIO	8 MUY SERIO	9 ALTO	10 ALTO	
		IMPACTO										

	RIESGO ALTO
	RIESGO MEDIO
	RIESGO BAJO

Fuente: Propia basada en la guía para la elaboración del plan de ejecución BIM

Con este formato se podrá determinar la diferente escala de los riesgos altos, medios o bajos para el proyecto.

6.4.8.2 MATRIZ DE RIESGOS

En este formato se realizará la respectiva identificación, cualificación, cuantificación, respuesta y decisiones que se ejecutarán a los diferentes riesgos.

Tabla 46 Formato de Matriz de riesgos

MATRIZ DE RIESGOS															CÓDIGO			
															VERSIÓN			
															VIGENCIA			
CONTRATISTA																		
OBJETO																		
NÚMERO	CATEGORÍA	IDENTIFICAR	CUALIFICAR			CUANTIFICAR			RESPUESTA				DECISION					
		ESCENARIOS DE RIESGO	PROBABILIDAD NIVEL	IMPACTO NIVEL	SEVERIDAD	CATEGORÍA	IMPACTO (\$)	VME	ACEPTAR	TRANSFERIR	MITIGAR	EVITAR	PLAN DE ACCIÓN DE LA RESPUESTA	COSTO DE LA RESPUESTA	OBSERVACIONES	PROBABILIDAD	IMPACTO	SEVERIDAD
1	LEGAL																	
2	TECNICA																	
3	FINANCIERA																	
4	ECONOMICA																	
5	REGULATORIA																	
6	SOCIAL																	
7	REPUTACIONAL																	
8	TIEMPO																	
9	AMBIENTAL																	
10	COMERCIAL																	

Fuente: Propia basada en la guía para la elaboración del plan de ejecución BIM

Con este formato se tendrá la identificación de los diferentes riesgos y todas las decisiones que se tomarán frente a los mismos.

6.4.9 GESTIÓN DE LAS ADQUISICIONES DEL PROYECTO

En esta área de conocimiento del proyecto se tiene un formato en donde se desarrollarán las adquisiciones que se necesitan en la etapa del proyecto. Se proyecta de la siguiente manera:

6.4.9.1 ADQUISICIONES EN LA ETAPA DE LA PLANEACIÓN.

En este formato se les asignará un ID a todas las adquisiciones de productos o servicios para el proyecto.

Tabla 47 Formato de adquisiciones en la etapa de planeación.

ADQUISICIONES EN LA ETAPA DE PLANEACIÓN	
ID	ADQUISICIÓN

Fuente: Propia basada en la guía para la elaboración del plan de ejecución BIM

Con este formato se tiene la identificación de todas las adquisiciones que se necesitan para el proceso de compra, de los mismos.

6.4.10 GESTIÓN DE LOS INTERESADOS DEL PROYECTO

Para esta última área de conocimiento se proyectó un formato en el cual ayudará a verificar que el registro de los interesados se cumpla, de la siguiente manera se desarrolla:

6.4.10.1 CHEQUEO DE EXPECTATIVA DE LOS INTERESADOS

En este formato se diligenciará los ítems que evaluarán las expectativas de los interesados se cumplan, adicional se escribirán las funcionalidades se desarrolla y las observaciones que se requieran.

Tabla 48 Formato de chequeo de expectativas

CHEQUEO DE EXPECTATIVA DE LOS INTERESADOS		
ITEMS A EVALUAR	FUNCIONALIDAD	OBSERVACION

Fuente: Propia basada en la guía para la elaboración del plan de ejecución BIM

Con este formato se puede realizar un chequeo del cumplimiento y requerimiento de las expectativas de cada uno de los interesados.

6.5 APORTES DE LOS RESULTADOS A LA GERENCIA DE OBRAS

El desarrollo del proyecto, se realizó bajo conocimientos aprendidos en las asignaturas vistas en la especialización de obras como lo son, gestión y gerencia de proyectos pues se desarrolló el conocimiento dado acerca del PMI, gestión económico financiera en la construcción realizando la evaluación financiera del proyecto profundizando en conceptos como lo son como es la utilidad operacional, utilidad neta, VPN, TIR, profundización en gestión de obra en donde se desarrolló la conceptualización vistas acerca de las líneas bases del proyecto, adicional el desarrollo económico en proyectos de construcción como lo son los presupuestos y la programación, y BIM:Building donde se modelo hasta la dimensión 5D del proyecto.

Adicional la aplicación de la metodología BIM Manager permite aportar de manera significativa a la gerencia de obras, ya que enfocada en los proyectos de construcción se desarrolla de forma coordinada, eficiente e innovadora, trayendo utilidades positivas.

Otro aporte es la importancia que conlleva la actualización a estas nuevas metodologías que se imponen en el sistema constructivo de un país, en donde se refleja la importancia de un gerente de obras, que se encuentra capacitado y busca la exploración de la investigación en estos temas en el área de trabajo que desarrolle.

6.6 CÓMO SE RESPONDE A LA PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Se puede mejorar los costos y tiempos al implementar en la planeación de proyectos de vivienda de interés social la metodología BIM Manager?

Por medio del desarrollo de los objetivos, se concluyó que la metodología BIM Manager trajo utilidad en la etapa de planeación del proyecto de vivienda de interés social que se estudió, obteniendo costos favorables como un valor presente neto de \$185.901.007 millones en utilidad y una TIR positiva del 6.49% después de analizar todas las inversiones realizadas para la ejecución del proyecto, concatenado el desarrollo en tiempo de 2 meses de la implementación del modelo BIM y la metodología BIM Manager, lo cual genera una respuesta favorable a la pregunta de investigación planteada, puesto que si mejora los costos y tiempos una vez se empleó esta metodología.

Para las empresas de construcción que implementen desde las etapas tempranas de los proyectos futuros, la metodología BIM Manager, generaran índices de eficacia y productividad, ya que se cumple con las líneas bases del tiempo, costos establecidas, y teniendo reducción en los mismos.

6.7 ESTRATEGIAS DE COMUNICACIÓN Y DIVULGACIÓN

El desarrollo de estas metodologías para cualquier interesado acerca de la investigación de los temas relacionados al modelo BIM y la metodología BIM Manager, se pueden fomentar por medio de congresos de ingeniería, foros entorno a la metodología desarrollada, la publicación de artículos y trabajos de grado por medio del repositorio de las universidades, las cuales pueden ser de consulta y actualización continua de la información para el interés en cualquier proyecto de construcción que se proyecte.

Este documento quedará en el repositorio de la universidad y se podría desarrollar en una charla en el CONTI en la universidad.

6.8 NUEVAS ÁREAS DE ESTUDIO

- Se puede aplicar la metodología BIM Manager en cualquier etapa del proyecto como lo son la etapa de construcción, hasta su operación.
- Ampliar el análisis de nuevos materiales en el modelo de los proyectos.
- Ampliar el análisis a otros sistemas constructivos que se presenten en la construcción de vivienda de interés social.

7.CONCLUSIONES

- Por medio de la modelación estructural 3D del proyecto en estudio se pudo evidenciar el desarrollo y ejecución de la coordinación entre la información suministrada por la Constructora Bolívar en sus planos estructurales y arquitectónicos, con el modelo ejecutado de la torre de estudio.
- Al desarrollar las dimensiones 4D y 5D dentro del modelo BIM, se incrementaron tiempos de 2 meses y costos de \$54.000.000 en las líneas bases de tiempo y presupuesto, correspondientes a la implementación de la metodología BIM manager y el desarrollo del modelo BIM en la etapa de la planeación del proyecto. Obteniendo un mejor panorama más preciso de la planeación y visualización del proceso constructivo concatenado a los tiempos y costos establecidos.
- En la evaluación que se desarrolló de la metodología BIM Manager, en la etapa de la planeación del proyecto de vivienda de interés social, se encontró la importancia de la coordinación entre los interesados e involucrados en el proyecto para que se realice un control, monitoreo y seguimiento efectivo, de cada una de las áreas de conocimiento que se contempló en el proyecto.
- Una de las ventajas encontradas en el desarrollo de la metodología BIM Manager, es que la definición precisa, concreta y concisa de la información del proyecto, el trabajo colaborativo que se requiere entre los involucrados, los recursos y requerimientos que se necesitan para el proyecto se refleja la coordinación que se establece desde la etapa de la planeación para las demás etapas como lo son el diseño, la construcción, hasta su operación.
- Se concluye de acuerdo al flujo de caja realizado, que al tener unos gastos de los costos directos del proyecto de \$2.564.031.096,24 millones, costos de estudios y diseños \$84.00.000 millones, costos generales del proyecto \$48.600.000 millones y costos derivados de nómina de personal correspondientes a \$185.900.000 millones y al incluir el costo de la implementación de la metodología BIM manager \$12.00.000 y el modelo BIM de \$42.000.000, nos da una utilidad operacional de \$1.064.181755 millones y una utilidad neta de \$481.960.851 millones, lo que representa para el flujo de caja un Valor Presente Neto (VPN) de \$185.901.007 millones en utilidad y una TIR positiva del 6.49%, donde se ve reflejado que al tener los gastos de todo el proyectos de construcción, estudios y diseños, gastos generales y nómina de personal y adicional a los costos Metodología BIM y BIM Manager (Project Managment Institute PMI y Plan ejecución BIM) se obtiene un beneficio de utilidad en el proyecto, sin contar las optimizaciones de costos y tiempos en la ejecución de los proyectos de construcción con metodología

BIM y BIM Manager, siendo viable tanto para la programación en proyectos de construcción de vivienda de interés social y en utilidad empresarial que genera.

- Al desarrollar la evaluación financiera en este proyecto, teniendo en cuenta los resultados antes mencionados, sería base para la toma de decisiones de inversión por parte de las constructoras a futuros proyectos de vivienda de interés social con la implementación del modelo BIM manager y el desarrollo de la metodología BIM Manager por las utilidades positivas generadas.
- Al realizar 20 formatos que tienen el fin de generar las recomendaciones para la aplicación en la etapa de planeación de un proyecto de vivienda interés social que desee implementar la metodología BIM Manager, se desglosa cada área de trabajo en donde se muestra la entrada y salida que pueden obtener de la aplicación de los formatos, de manera que pueda ser consolidado y ejecutado de manera eficiente la metodología BIM Manager.
- La implementación de esta metodología en las empresas de construcción, generan costos de inversión, pero la utilidad se ve reflejado en la reducción de costos y tiempos establecidos, así mismo la generación de nuevas formas de desarrollo de los procesos de construcción en las cuales se puede hacer participativo de manera coordinada e innovador.

8.BIBLIOGRAFÍA

1. *A Causal Model of BIM Adoption in the Thai Architectural and Engineering Design Industry.* **Grit, Ngowtanawan.** 2017. 2017, Procedia Engineering, págs. 793-803.
2. *A Review of Building Information Modelling for Construction in Developing Countries.* **Nam, Bui, Christoph, Merschbrock y Bjørn Erik, Munkvold.** 2016. 2016, Procedia Engineering, págs. 487-494.
3. *An integrated approach to BIM competency assessment, acquisition and application.* **Succar, Bilal, Willy, Sher y Anthony, Williams.** 2013. 2013, Automation in Construction, págs. 174-189.
4. *Analysis of modeling effort and impact of different levels of detail in building information models.* **Leite, Fernanda, y otros.** 2011. 2011.
5. *Arango, A. (21 de 12 de 2017). Mintrabajo es noticia 2018. Obtenido de <https://www.mintrabajo.gov.co/prensa/mintrabajo-es-noticia/2018/>*
6. *Beyond the BIM utopia: Approaches to the development and implementation of building information modeling.* **Reijo, Miettinen y Sami, Paavola.** 2014. 2014, Automation in construction, págs. 84-91.
7. *BIM - A global consultant's perspective.* **Shanmuganathan, Sulo.** 2013. 2013, Structural Engineer, págs. 102-104.
8. *BIM applications toward key performance indicators of construction projects in Iran.* **Khanzadi, Mostafa, Moslem, Sheikhhoskar y Saeed, Banihasshemi.** 2020. 2020, International Journal of Construction Management, págs. 305-320.
9. *BIM's impact on the success measures of construction projects.* **Zuppa, Dino, Issa, Raja Raymond y Suermann, Patrick.** 2009. Texas : s.n., 2009. International Workshop on Computing in Civil Engineering. págs. 503-512.
10. *Building Information Modeling (BIM) for existing buildings — Literature review and future needs.* **Volk, Rebekka, Stengel, Julian y Schultmann, Frank.** 2014. 2014, Automation in Construction, págs. 109-127.
11. *Building Information Modeling (BIM) for green buildings: A critical review and future directions.* **Yujie, Lu, Zhilei Wu, Ruidong Chang y Li, Yongkui.** 2017. 2017, Automation in Construction, págs. 134-148.
12. *Building information modeling (BIM): Trends, benefits, risks, and challenges for the AEC industry.* **Azhar, S.** 2011. 2011, Leadership and Management in Engineering, págs. 241-252.
13. *Building information modelling (BIM) framework for practical implementation.* **Youngsoo, Jung y Joo, Mihee.** 2011. 2011, Automation in construction, págs. 126-133.
14. **CAMACOL.** 2018. Camara Colombiana de la construccion. *Camara Colombiana de la construccion.* [En línea] 1 de Septiembre de 2018. [Citado el: 11 de Abril de 2020.] <https://camacol.co/BIMforum>.
15. —. 2018. Camara colombiana de la construccion. **CAMACOL.** [En línea] 2018

- de Octubre de 2018. [Citado el: 17 de Abril de 2020.] <https://camacol.co/comunicados/se-lanza-bim-f%C3%B3rum-colombia-una-apuesta-por-la-digitalizaci%C3%B3n-y-la-productividad-del>.
16. Camacol. 2018. Constructoras mejorarán su planificación, ejecución y operación con la metodología BIM". *Constructoras mejorarán su planificación, ejecución y operación con la metodología BIM*". [En línea] 2 de Noviembre de 2018. [Citado el: 11 de Abril de 2020.] <http://www.camacol.com>.
 17. Carlberg, C. (2003). *Analisis de los negocios con Excel XP*. Mexico: Pearson Educacion de Mexico S.A de C.V.
 18. *Digital construction through BIM systems will drive the Re-engineering of construction business practices*. **Mihindu, Sas y Arayici, Yusuf. 2008**. London : s.n., 2008. Proceedings-international Conference Visualisation. págs. 29-34.
 19. *Eastman, Chuck, y otros. 2011. Bim Handbook*. Canada : s.n., 2011.
 - 20.
 21. *Estatuto.co. (s.f.). Obtenido de Art. 240. Tarifa general para para personas juridicas. - Estatuto Tributario Nacional: tps://estatuto.co/?e=989#:~:text=Estar%C3%A1n%20gravadas%20a%20la%20tarifa,azar%20y%20de%20licores%20y*
 22. *GEstion de proyectos segun el PMI*. **Ameijide, Laura. 2016**. 2016, Universitat Oberta de Catalunya, págs. 1-70.
 23. **Gomez, Elsa Judith Garavito. 2009**. Ministerio de Ambiente, vivienda y Desarrollo Territorial. *Oficina Asesora Juridica* . [En línea] 10 de Septiembre de 2009. [Citado el: 11 de Abril de 2020.] <http://www.minvivienda.gov.co/Conceptosjuridicos>.
 24. *How to measure the benefits of BIM — A case study approach*. **Kristen, Barlish y Sullivan, Kenneth. 2012**. 2012, Automation in Construction, págs. 149-159.
 25. **Institute, Project Management. 2017. PMBOK SEXTA EDICION**. 2017.
 26. **Jimenez, Pilar, y otros. 2018. BIM project excution Planning Guide**. España: s.n., 2018.
 27. **Keat, P., K, P., & Young, Y. (2004). Economia de empresa. mexico: Perason Educacion .**
 28. **Kevin, Bohorquez. 2020**. La república. *Construccion*. [En línea] 03 de Abril de 2020. [Citado el: 10 de Abril de 2020.] <https://www.larepublica.co/economia/hay-1901-proyectos-de-vivienda-paralizados-en-el-pais-por-la-emergencia-del-covid-19-2987326>.
 29. **Krugman, P., & Wells, R. (2006). Introduccion a la Economia** . Barcelona: Worth Publishers.
 30. **Kymmell, Willem. 2008. Building Information Modeling**. s.l. : IGI Global, 2008.
 31. **Manriquez, S. (12 de Agosto de 2017). Ministerio de Obras publicas**. Obtenido de Dirección general de obras públicas:

<https://www.mop.cl/papel/descargables/Sesion3Bim.pdf>

32. *Mapping the managerial areas of Building Information Modeling (BIM) using scientometric analysis.* **Qinghua, He, y otros.** 2017. 2017, International Journal of Project Management, págs. 670-685.
33. **Ministerio de Ambiente, Vivienda y desarrollo Territorial.** 2011. Guía de asistencia técnica para vivienda de interés social. *las normas aplicables en el desarrollo de vivienda de interés social.* [En línea] 17 de Mayo de 2011. [Citado el: 11 de Abril de 2020.] http://www.minvivienda.gov.co/Documents/guia_asis_tec_vis_3.pdf.
34. *Modelacion y diseños BIM de subestaciones Electricas.* **Ospina, Elkin y Baena, Jeamy.** 2019. 2019. Cigre Colombia. págs. 1-21.
35. *Modernization with BIM technology through scanning building information.* **Jovita, Cepurnaite, Leonas, Ustinovicus y Mantas, Vaisnoras.** 2017. 2017, Procedia Engineering, págs. 8-13.
36. **Morales, Elizamena.** 2019. DANE. DANE. [En línea] 09 de noviembre de 2019. [Citado el: 23 de Abril de 2020.] www.DANE.gov.co.
37. *On the use of open bim and 4D visualisation in a predictive life cycle management system for construction works.* **Hallberg, Daniel y Tarandi, Väino.** 2011. Suecia: Electronic Journal of Information Technology in Construction, 2011, Vol. 16.
38. *Ontology of BIM in a Construction Project Life Cycle.* Aleš, Tomek y Petr, Matějka. 2017. 2017, Procedia Engineering, págs. 1080-1087.
39. *Oviedo, J. D. (5 de Enero de 2019). Comunicado de Prensa. Obtenido de DANE:*https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/ipc/cp_ipc_dic18.pdf
40. *Percepcion de la gestion de proyectos dentro de la empresa redes y montajes hidraulicos.* **Rincon Rubiano, Hernan Dario.** 2013. 2013, Universidad Catolica de Colombia, págs. 1-125.
41. *Practices and effectiveness of building information modelling in construction projects in China.* **Cao, Dongping, y otros.** 2015. 2015, Automation in Construction, págs. 113-122.
42. **Rezgui, Eissa, Alreshidi, Monju y Mourshed, Yacine.** 2017. Journal of Building Engineering. *Factors for effective BIM governance.* 2017, págs. 89-101.
43. *Roadmap for implementation of BIM in the UK construction industry.* **Khosrowshahi, Farzad y Yusuf, Arayici.** 2012. 2012, Engineering, Construction and Architectural Management, págs. 610-635.
44. **Sam, Kubba.** 2012. Building Information Modeling. *Handbook of Green Building Design and Construction.* 2012, págs. 201-226.
45. *Sustainability Assessment through Green BIM for Environmental, Social and Economic Efficiency.* **Maltese, Sebastiano, y otros.** 2017. 2017, Procedia engineering, págs. 520-530.
46. *The project benefits of Building Information Modelling (BIM).* **Bryde, David, Broquetas, Martí y Volm, Jürgen Marc.** 2013. 2013, International Journal

- of Project Management, págs. 971-980.
47. **Tolima, Gobernacion del. 2018.** Ibaguè. *Informacion general*. [En línea] 15 de Agosto de 2018. [Citado el: 11 de Abril de 2020.] <https://www.tolima.gov.co/publicaciones/20434/municipio-de-ibague/>.
 48. *U.K.s BIM mandate driving major shift in digital tools adoption.* **Reina, Peter. 2013.** 2013, ENR (Engineering News-Record).
 49. *Understanding and facilitating BIM adoption in the AEC industry.* **Gu, Ning y Kerry, Londres. 2010.** 2010, Automation in Construction, págs. 988-999.
 50. **Yusuf, Arayici, Co, Egbu y S, Coates. 2012.** Building information modelling (Bim) implementation and remote construction projects: Issues, challenges, and critiques . *Electronic Journal of Information Technology in Construction*. 01 de 05 de 2012.
 51. Ramirez, E., & Margot, c. (2004). Proyectos de inversion competitivos. Palmira: Universidad Nacional de Colombia.