

**Implementación de la metodología BIM (Building Information Modeling) en la construcción
de un proyecto de vivienda en la constructora Prabyc Ingenieros**

Marleny Corzo Marín y Alejandro Bello Duque

Trabajo de grado para optar el título de Magíster en Dirección y Gestión de Proyectos

Director

Mario Andrés Domínguez Prada

Maestría en Administración de Negocios (MBA)

Universidad Santo Tomás, Bucaramanga

Facultad de Ingeniería de Telecomunicaciones

Maestría en Dirección y Gestión de Proyectos

2022

Contenido

	Pág.
Introducción	9
1. Implementación de la metodología BIM (Building Information Modeling) en la construcción de un proyecto de vivienda en la constructora Prabyc Ingenieros.....	10
1.1 Planteamiento del problema/caso de negocio seleccione.....	10
1.2 Objetivos	11
1.2.1 Objetivo general	11
1.2.2 Objetivos específicos.....	11
1.3 Descripción institucional.....	12
2. Marco referencial	13
2.1 ¿Que es BIM 360?	13
2.2 Marco conceptual	17
2.3 Estado del arte	19
3. Áreas de conocimiento.....	20
3.1 Planeación del Proyecto	20
3.2 Gestión del alcance del proyecto.....	21
3.2.1 Identificación del Problema.....	21
3.2.2 Objetivos de la encuesta	22
3.2.3 Matriz de requisitos del proyecto	22
3.2.5 Diccionario de la EDT.....	25
3.3 Gestión del cronograma del proyecto.....	27
3.4 Gestión de los costos del proyecto	28

3.5 Gestión de la calidad del proyecto	31
3.6 Gestión de los recursos del proyecto	32
3.7 Gestión de las comunicaciones del proyecto.....	36
3.8 Gestión de los riesgos del proyecto.....	37
3.9 Gestión de las adquisiciones del proyecto.....	39
4. Resultados	40
4.1 Encuesta BIM.....	40
4.1.1 Resultados de la encuesta.....	53
4.2 Caracterización Senderos de Modelia	54
5. Discusión.....	66
6. Conclusiones	67
Referencias.....	69

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1. <i>Encuesta metodología BIM</i>	22
Tabla 2. <i>Matriz de requisitos del proyecto</i>	23
Tabla 3. <i>Cronograma del proyecto</i>	28
Tabla 4. <i>Costos del proyecto</i>	29
Tabla 5. <i>Plan de calidad del proyecto</i>	31
Tabla 6. <i>Plan de gestión de los recursos del proyecto</i>	34
Tabla 7. <i>Gestión de las comunicaciones del proyecto</i>	37

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1 <i>Planificación del proyecto</i>	15
Figura 2 <i>Curva de esfuerzo del proyecto</i>	16
Figura 3 <i>Coordinación general del proyecto</i>	16
Figura 4 <i>Ciclo de vida del proyecto</i>	21
Figura 5 <i>EDT del proyecto</i>	26
Figura 6 <i>Gestión de las adquisiciones del proyecto</i>	40
Figura 7 <i>¿Conoce la metodología BIM?</i>	43
Figura 8 <i>¿Maneja algún software para diseño y presupuesto?</i>	44
Figura 9 <i>¿Podría nombrar algún software que utilice la metodología BIM?</i>	45
Figura 10 <i>¿Cuáles son los problemas más comunes en obra?</i>	46
Figura 11 <i>¿Conoce alguna compañía que haya implementado la metodología BIM?</i>	47
Figura 12 <i>¿BIM o CAD?</i>	48
Figura 13 <i>¿Cuánto tiempo lleva usando CAD?</i>	49
Figura 14 <i>¿Cuánto tiempo lleva manejando BIM?</i>	50
Figura 15 <i>De 1 a 10 ¿Cuál es el valor que asignaría a la comunicación que existe entre el área de Diseño y Obra?</i>	51
Figura 16 . <i>De 1 a 10 ¿cuál es el valor que asignaría a la efectividad que tienen los proyectos de su compañía?</i>	52
Figura 17 <i>Modelado del proyecto en 3D</i>	56
Figura 18 <i>Modulo de la información BIM</i>	57
Figura 19 <i>Informes de transmisión (diseñador-director BIM)</i>	58

Figura 21 <i>Modulo de incidencias BIM 360</i>	59
Figura 22 <i>Presupuesto teórico vs presupuesto real ejecutado</i>	62
Figura 24 <i>Modelado de las redes hidrosanitarias y eléctricas</i>	63

Resumen

El presente trabajo pretende atender el problema evidenciado en la empresa Prabyc Ingenieros a la hora de ejecutar sus proyectos de construcción, ya que estos se realizan sin un presupuesto definitivo por la falta de diseños o en su defecto por falta de una coordinación que permita tener los planos y especificaciones del proyecto antes de iniciar cualquier actividad, generando reprocesos y sobrecostos no estimados que afectan el presupuesto y la utilidad del proyecto. Para el negocio lo más importante es la satisfacción del cliente con un producto de calidad que busque suplir sus necesidades con procesos eficientes a bajo costo y en los tiempos estimados, en este sentido se plantea como objetivo general realizar la implementación de la metodología BIM en un proyecto de la constructora Prabyc ingenieros con el fin de buscar una buena planificación que permita gestionar con eficiencia los proyectos mediante herramientas tecnológicas, que ayuden a optimizar los procesos administrativos, financieros y operativos, generando ahorros en tiempo, costos y recurso humano; como método se planteó el estudio de un proyecto de vivienda que nos permitió realizar la implementación de la metodología, demostrando que con el uso de las herramientas tecnológicas eficientes se pueden impactar positivamente los procesos de ejecución en obra y en la planificación de los diseños técnicos.

Palabras claves:

Bim 360, AutoCAD, Implementación, Construcción, Bim, Coordinación, Modelado 3D.

Abstract

The present work aims to address the problem evidenced in the company Prabyc Ingenieros when executing its construction projects, since these are carried out without a definitive budget due to the lack of designs or, failing that, due to the lack of coordination that allows having the plans and specifications of the project before starting any activity, generating reprocesses and unestimated cost overruns that affect the budget and the usefulness of the project. For the business, the most important thing is customer satisfaction with a quality product that seeks to meet their needs with efficient processes at low cost and in the estimated times, in this sense, the general objective is to carry out the implementation of the BIM methodology in a project of the Prabyc engineers construction company in order to seek good planning that allows projects to be managed efficiently through technological tools that help optimize administrative, financial and operational processes, generating savings in time, costs and human resources; As a method, the study of a housing project was proposed, which allowed us to carry out the implementation of the methodology, demonstrating that with the use of efficient technological tools, the execution processes on site and in the planning of technical designs can be positively impacted.

Keywords:

Bim 360, AutoCAD, Implementation, Construction, Bim, Coordination, 3D Modeling.

Introducción

Hoy en día los proyectos de construcción se ejecutan con sobrecostos elevados, la planeación del proyecto no se elabora con el cuidado necesario afectando el presupuesto y el tiempo estimado de ejecución, las obras inician sin un presupuesto y una programación estimada, pues casi siempre los diseños se cambian o se elaboran mientras se ejecuta la obra generando reprocesos no solo administrativos sino en actividades operativas produciendo pérdidas en tiempo y dinero que al final afectan la utilidad del proyecto y al cliente . La metodología BIM facilita mediante el uso de herramientas tecnológicas crear proyectos eficientes pues esta plataforma permite interactuar con toda la información del proyecto antes de la ejecución en obra optimizando procesos y generando ahorro en tiempo y costo.

1. Implementación de la metodología BIM (Building Information Modeling) en la construcción de un proyecto de vivienda en la constructora Prabyc Ingenieros

Con este trabajo pretendemos que el lector pueda conocer a fondo la metodología BIM y como a partir de ella podemos impactar positivamente los proyectos de construcción, buscando siempre realizar una buena gestión de los recursos desde el inicio de la planificación del proyecto, que impacte el cronograma, el costo y la calidad de este.

1.1 Planteamiento del problema/caso de negocio

En Colombia, la industria de la construcción ha sufrido transformaciones en la forma como se desarrollan los proyectos de construcción y existe un rezago en la baja adopción tecnológica en comparación con el promedio mundial y 14% de las mejores prácticas internacionales, a pesar de esto la industria ha empezado a implementar nuevos sistemas y nuevas aplicaciones tecnológicas que permitan una eficiencia en la ejecución de obras y diseños, se pretende impactar directa o indirectamente las mejores prácticas de la industria con potencial hasta de un 60% de aumento en la productividad.

Este es el caso la metodología B.I.M, cuyas siglas “Building Information Modelling” o Modelado de información en construcción, se refiere a la tecnología del modelado 3D más la cuarta dimensión, las cuales son utilizadas para satisfacer y facilitar funciones administrativas dentro de los proyectos, optimizando los recursos y garantizando el éxito de los proyectos (McKinsey & Company, 2018).

El principal desafío con la implementación de este sistema contemporáneo es la carencia en procesos de capacitación y desarrollo de proyectos piloto, en Colombia solo el 35% de empresas constructoras usan BIM a comparación de Argentina Chile y Reino Unido que están por encima del 60% con la implementación de esta metodología colaborativa (Rivas, 2018), algunos estudios

realizados por BIM fórum Colombia indican que el mercado, en la parte central y sur del continente, crecerá un 11% durante el periodo 2020-2021, esto nos muestra que, a pesar de que el BIM ha tardado en calar un poco más con respecto a otros países, indudablemente terminará por ser la metodología más utilizada en el sector de la construcción y a nivel internacional. Así lo exige la era digital en la que vivimos (Structuralia, 2020).

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

Realizar la implementación de la metodología BIM en la constructora Prabyc Ingenieros con un proyecto de vivienda, buscando mediante las herramientas tecnológicas optimizar los diseños y procesos administrativos para que los proyectos sean eficientes en costos y tiempo.

1.2.2 Objetivos específicos

- Identificar las problemáticas en los procesos internos de las organizaciones que impiden la buena gestión y eficiencia en la ejecución de los proyectos.
- Implementar la metodología BIM dentro de un proyecto de vivienda como mecanismo de buenas prácticas para la optimización de los recursos y eficiencia en los tiempos de ejecución.
- Implementar la plataforma BIM 360 como herramienta tecnológica dentro de la constructora para verificación de los diseños técnicos, buscando tener una información controlada y de fácil coordinación por parte de los consultores del proyecto.

1.3 Descripción institucional

En Prabyc Ingenieros SAS prestamos el servicio integral en los campos de ingeniería, arquitectura y urbanismo: planeación, supervisión, estructuración y formulación de proyectos; estudios de factibilidad; coordinación general de planos; presupuestos, control de costos y programación de obras; supervisión técnica y/o interventoría; gerencia de proyectos en obras privadas, y públicas.

Misión: Somos una empresa líder en la construcción de proyectos para la vida, nuestro propósito es satisfacer las necesidades de vivienda, confort, seguridad, tecnología y calidad de vida de nuestros clientes.

El fortalecimiento de las relaciones con nuestros clientes, la atención personalizada, el soporte de un equipo humano innovador y la aplicación de ingeniería de vanguardia, garantizan la excelencia en el producto entregado.

Estamos comprometidos con el desarrollo integral, crecimiento y liderazgo de nuestros colaboradores dentro de la organización, marcando la diferencia por ser una empresa socialmente responsable y por desarrollar proyectos sostenibles en un entorno laboral seguro y amigable con el medio ambiente, dando cumplimiento a las normas legales y técnicas aplicables.

Visión: Durante los próximos años seguiremos liderando el desarrollo de proyectos sostenibles certificados, gracias a la excelencia y adecuado compromiso con el medio ambiente, a través de la mejora continua de nuestros procesos y de una estructura organizacional eficiente, alcanzando de esta manera un mayor cubrimiento en las diferentes regiones del territorio nacional y ecuatoriano.

Mantendremos la innovación y la investigación de nuevas tecnologías para el desarrollo de proyectos de vanguardia.

En el marco de nuestro compromiso de Responsabilidad Social, incrementaremos los programas de apoyo para mejorar la calidad de vida de las personas.

2. Marco referencial

En muchas ocasiones, al construir cualquier tipo de proyecto no se tienen en cuenta la administración de los recursos, llevando a situaciones de sobre costos, mala calidad en los materiales o la mano de obra no calificada para la labor.

Este Proyecto pretende brindar una propuesta alternativa para la optimización de los recursos e insumos, de manera que se pueda repercutir esta fórmula en futuras investigaciones o proyectos de construcción.

BIM es una nueva metodología de trabajo basada en la digitalización y la colaboración entre los consultores y diseñadores a lo largo de todo el ciclo de vida de un proyecto o infraestructura. La implementación de esta metodología supone un cambio radical en la forma tradicional del trabajo en el sector de la construcción, lo que se conoce como el trabajo en 2D, al pasar a basarse en el trabajo colaborativo en 3D Y 4D, y conlleva a importantes ahorros en costos y así como un notable aumento de la competitividad y eficiencia en los tiempos de ejecución de las actividades dentro del proyecto, derivados de la reducción de riesgos e incertidumbres y del incremento en la calidad durante todo el ciclo de vida de la construcción.

2.1 ¿Qué es BIM 360?

En Colombia es difícil diferenciar procesos con la metodología BIM que se encuentren bien aplicados en las constructoras, por eso trate de imaginarse por un momento cuando se diseña en AutoCAD (2D) y donde se tenga una plataforma con los materiales que se necesitan y que sean de fácil identificación, no solo para el diseñador sino para el director de obra o contratista con la

fecha de construcción, datos bien organizados y con la información requerida del proyecto, esto seguramente dará mayor facilidad para calcular las cantidades de materiales y precios de cada una de las actividades; para lograr esto se deben crear parámetros y estándares claros no solo para el dibujante sino para todos los que integran el proceso BIM, pues esto hace que la metodología sea más eficiente.

BIM 360 es una plataforma que ofrece la compañía Autodesk para realizar la planificación y la coordinación de los diseños de un proyecto, en ella se permite cargar toda la información por parte de los diseñadores involucrados en el proyecto teniendo en tiempo real las versiones y cambios que hayan sufrido los diseños, dentro de BIM 360 podemos visualizar planos en 2D como modelos en 3D que contienen toda la información del proyecto, en los modelos podemos revisar en conjunto problemas que se tengan en cada una de las especialidades generando alertas o errores en los planos, eso nos da una alerta antes de que el director de obra llegue a la ejecución evitando reprocesos por cambios en los diseños o especificaciones.

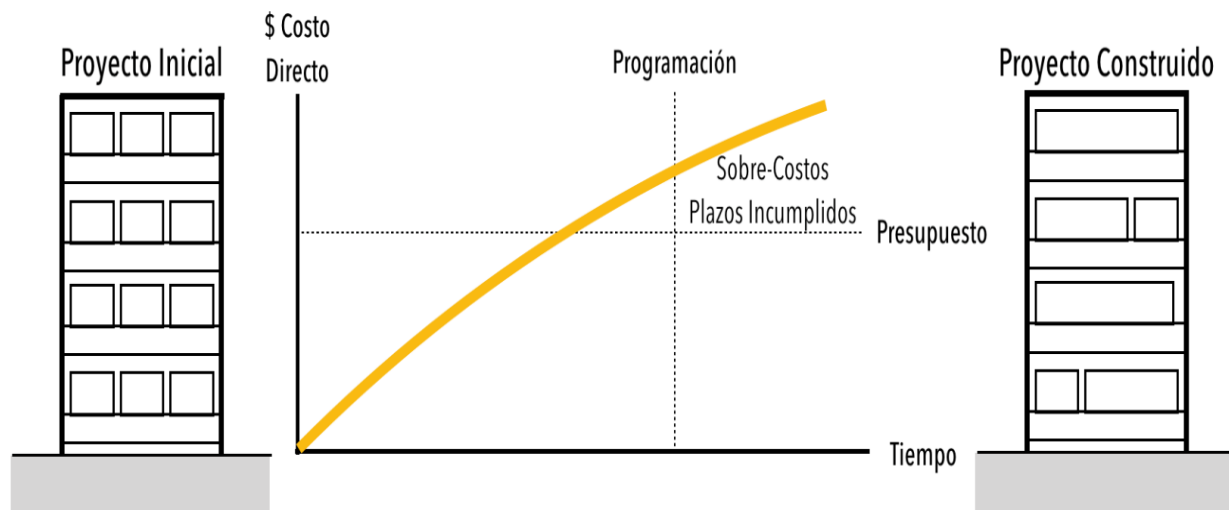
A medida que trabajamos en la plataforma logramos tener la información clara y precisa de cualquier proyecto que maneje el director de obra permitiendo optimizar el proceso y generando mayor control de la información que se tiene del proyecto.

La experiencia de la empresa ha generado la necesidad de implementar una metodología de procesos de estructuración, coordinación y control certero de proyectos en todas sus etapas, que permita a Prabyc tomar decisiones acertadas en pro de la calidad, costo, contratación y tiempo de estos.

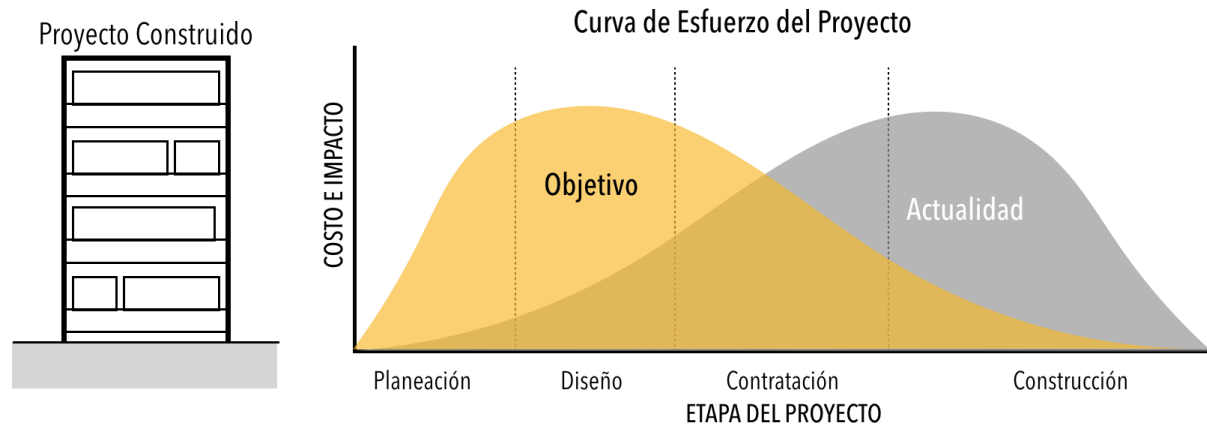
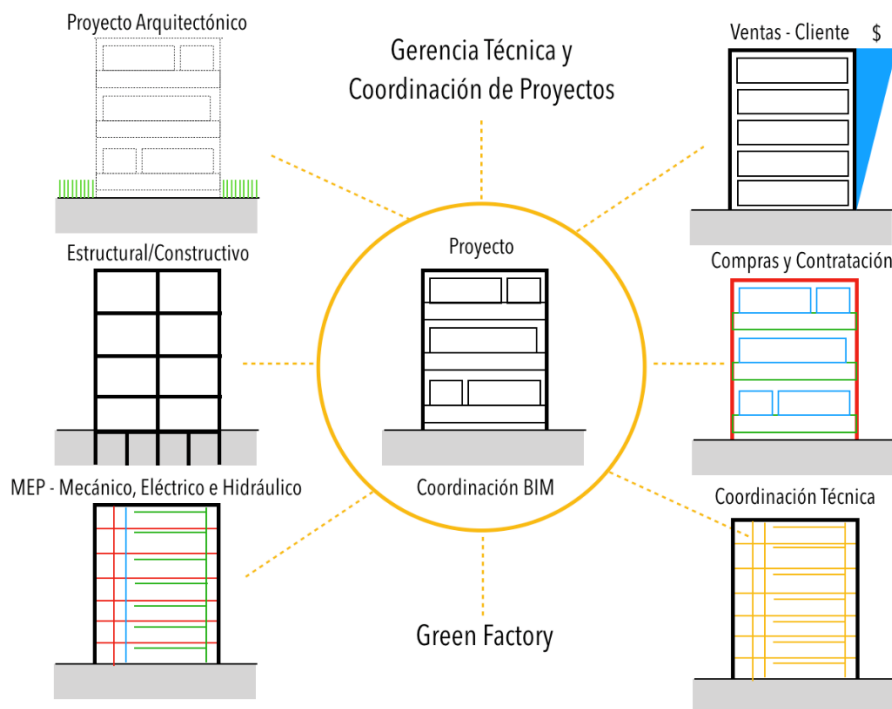
La curva típica del desarrollo tradicional de proyectos, en el estado actual del sector construcción, ha demostrado que la falta de planificación, estructuración y coordinación son el causal principal de la pérdida de los márgenes de utilidad esperados por el constructor, y termina

extendiendo la afectación al cliente que no obtiene su producto en el tiempo ni con la calidad esperada.

Figura 1 Planificación del proyecto



El propósito de implementar esta metodología en la empresa es lograr llevar el vasto conocimiento y experiencia que trae consigo el ADN de Prabyc a incrementar los esfuerzos en el control de proyectos, en la búsqueda constante de la mejora continua del desarrollo de estos, y en pro de lograr los resultados en la generación de valor para Prabyc y sus clientes.

Figura 2 *Curva de esfuerzo del proyecto***Figura 3** *Coordinación general del proyecto*

2.2 Marco conceptual

Existen muchas empresas en el sector de la construcción las cuales involucran los procesos de gerencia, diseño, comercialización, construcción e interventoría de proyectos que nos permite entender cuáles son los estándares en el tema de la construcción en Colombia.

El primer paso para iniciar este proceso de diseño es la creación de un departamento de arquitectura en donde se realizan los planos detallados haciendo el uso de la metodología para contar con una documentación acertada y una coordinación previa antes de la ejecución en obra.

En el desarrollo de los diseños, se empieza con las fases tempranas en el análisis de los planos detallados tanto de ingeniería, arquitectura y demás especialidades, simulaciones en 3D y ver como la programación y los costos influyen en el desarrollo del proyecto.

Lo que más ha dado resultados en la implementación es tener un lenguaje estandarizado, con un flujo de trabajo que permita tener toda la información centralizada, trabajando con diferentes consultores y diseñadores que periódicamente se estén retroalimentando con los diseños que entran a la plataforma, en la oficina se hacen los análisis de coordinación y luego se emiten una serie de informes para retroalimentar los cambios que ellos deben hacer; es un proceso iterativo que busca que en determinando tiempo tengan cero interferencias para tener un proyecto coordinado y poder emitir los planos finales.

La organización de las carpetas en la plataforma es muy importante en el proceso BIM, si tenemos los archivos organizados, siempre vamos a tener la información organizada y lista para ser utilizada.

La plataforma BIM 360 es un programa donde se puede cargar toda la información de un proyecto, arquitectura, estructura, sistema mecánico, sanitario, eléctrico, suministro, entre otros, con sus respectivas especificaciones, estos mismos ítems son los que se manejan en la matriz de

Clash, una herramienta de Navisworks donde se realizan las interferencias de las diferentes disciplinas, un ejemplo puntual en las primeras fases de diseño es tomar la estructura con los bordes de placa y cruzarlos con los sistemas mecánicos o el sistema eléctrico o el sistema sanitario para empezar a determinar cuáles son las interferencias y como se deben corregir.

El BIM 360 como plataforma permite a todos los consultores, diseñadores y demás involucrados en el proyecto, revisar y verificar como interactúa la arquitectura con la estructura y demás especialidades y que interferencias tienen todos estos elementos que la componen, de esta forma se hacen las detecciones y se retroalimentan a los consultores de estructura para que ajusten y modifiquen sus diseños para que concuerden con la arquitectura.

Otro ejemplo seria las columnas que contienen los diseños arquitectónicos vs las columnas que contienen los diseños estructurales, estos deben coincidir totalmente, en un reporte de Navisworks, este nos va indicando automáticamente cuando cambian las cosas y cuando los técnicos deben hacer un monitoreo constante de la arquitectura y cada vez que se modifica la arquitectura ellos se dan cuenta de todas las modificaciones realizadas a cada uno de los diseños.

En proyectos complejos se necesitan coordinaciones de alto nivel, no son implementaciones fáciles, el departamento de diseño puede retrasarse puesto que no todos entran en el lineamiento, el personal de obra en algunas oportunidades piensa que lo pueden hacer de una mejor manera y no es tan eficiente porque no todos participan en el proceso; a nivel de diseño se ve su aplicación y su importancia siempre y cuando se ejecute en el momento adecuado antes de iniciar los procesos técnicos en la obra.

2.3 Estado del arte

En el mundo la metodología BIM ha logrado mejorar muchos de los procesos de los proyectos que antes se hacían sin la coordinación adecuada y eso les ha dado el respaldo a las compañías para enfrentarse a nuevos retos.

No es lo mismo modelar desde la cimentación hasta el último piso a realizar un modelado piso tipo, los dos tipos de modelado son BIM, los dos nos dan la cantidad de concreto que se debe utilizar, los dos nos sirven para hacer cotizaciones, pero los dos no sirven si se desea hacer un análisis del proceso constructivo, por eso cuando se habla de estandarizar es hablar de hasta dónde queremos llegar, definir un límite y de ese límite hacia atrás se deben estandarizar todos los procesos por que BIM puede abarcarlo todo.

Estos estándares se logran haciendo lo que en el mundo se conoce como la planificación de la ejecución del proyecto.

Conocemos las estructuras convencionales en las empresas que pueden tener un organigrama jerárquico, gerente, director, coordinador, entre otros, el BIM funciona distinto porque es un proceso colaborativo de comunicación, la persona importante en un proceso BIM es el Coordinador de Proyectos, quien dirige un proyecto específico y tiene comunicación con los diseñadores principales de cada compañía externa, tiene comunicación con los arquitectos, y con las personas BIM de Obra.

Al implementar BIM se debe tener en cuenta los siguientes puntos:

- Tecnología: Decidiendo que tipo de herramienta software se va a elegir.
- Estándares y procesos: De qué manera se va a desarrollar el flujo de trabajo normal de la metodología.

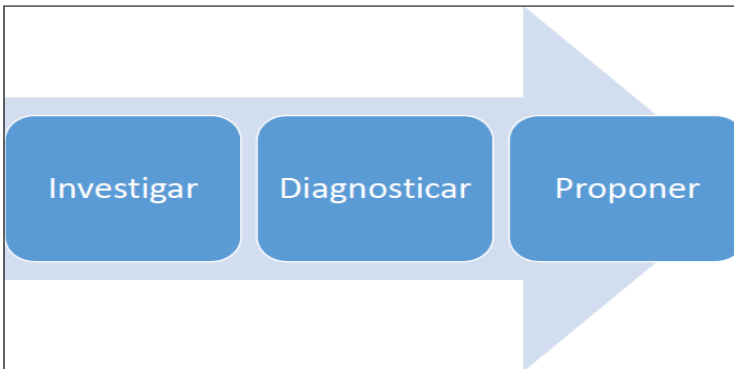
- Cambiar el equipo de trabajo: Como los arquitectos, diseñadores y las personas que componen el equipo de trabajo, asumen lo que implica BIM.

En el proceso tradicional todo se diseña y se conceptualiza en 3D, en la cabeza visualizamos las cosas pero por temas de flujo de comunicación, se debe abstraer esa información a un nivel grafico 2D como planos, para generar documentación para posteriormente volver a generar un proyecto o construcción en 3D, en ese momento se genera un cuello de botella y un problema porque por estar pensando en la expresión gráfica de cómo hacer un plano se ha perdido la capacidad de resolver cosas, nos importa más el cómo hacer líneas y cómo hacer para que el plano exprese, en este sentido se pierde la concepción del aspecto constructivo y de saber que se está creando un edificio y no una plancha de dibujo técnico.

3. Áreas de conocimiento

3.1 Planeación del Proyecto

Para la buena implementación de la metodología BIM en un proyecto de vivienda de la empresa Prabyc Ingenieros, inicialmente se realizó un estudio de investigación de la metodología y cuáles son los alcances para llegar a generar una buena planificación de los proyectos de construcción, mediante una encuesta realizada a un grupo de profesionales de la compañía se pudieron identificar las fortalezas y las debilidades con las que cuenta la empresa y el por qué sus proyectos no son rentables tanto en tiempo, calidad y costo; el hecho de no contar con unas buenas herramientas y software especializados hacen que la coordinación de los diseños antes de iniciar los proyectos no sea la esperada, pues el personal no identifica a tiempo las fallas o errores en los procesos y en los diseños antes de llevar a cabo cualquier actividad en obra, generando reprocesos tanto en tiempo, costo y calidad.

Figura 4 *Ciclo de vida del proyecto*

3.2 Gestión del alcance del proyecto

El proyecto se debe realizar en conjunto con todas las disciplinas que interfieren en el proyecto, para encontrar coherencia en las propuestas y en las cantidades de obra a desarrollar, tanto como para proponer un presupuesto real y eficiente que le permita ser rentable al proyecto tanto costo y tiempo, pudiendo ofrecer un producto de calidad con procesos eficientes en la ejecución de las actividades en la obra.

3.2.1 Identificación del Problema

Para la identificación del problema se realizará una encuesta dentro de la compañía que permita identificar las fortalezas y las debilidades con la que cuentan los procesos internos tanto administrativos como operativos que influyen directamente en los proyectos de vivienda que desarrolla la compañía.

3.2.2 *Objetivos de la encuesta*

Los objetivos de la encuesta serán determinar de qué forma los profesionales de la arquitectura y la ingeniería civil se relacionan con las metodologías BIM y cada uno de sus softwares aplicados en proyectos arquitectónicos en la empresa Prabyc Ingenieros.

Tabla 1. *Encuesta metodología BIM*

-
1. ¿Conoce la metodología BIM?
 2. ¿Maneja algún software para diseño y presupuesto?, cuál.
 3. ¿Podría nombrar algún software BIM?
 4. ¿Cuáles son los problemas más comunes en obra?
 - a. El diseño.
 - b. La coordinación de las disciplinas.
 - c. El personal.
 - d. Los proveedores.
 - e. La falta de tecnología.
 5. ¿Conoce alguna compañía que haya implementado la metodología BIM?
 6. ¿BIM o CAD?
 7. ¿Cuánto Tiempo lleva usando CAD?
 8. ¿Cuánto tiempo lleva manejando BIM?
 9. De 1 a 10 cuál es el valor que asignaría a la comunicación que existe entre el área de diseño y obra.
 10. De 1 a 10 cuál es el valor que asignaría a la efectividad que tienen los proyectos de su compañía.
-

3.2.3 *Matriz de requisitos del proyecto*

Nombre del proyecto: Implementación de la metodología BIM en un proyecto de vivienda en la constructora Prabyc ingenieros.

Tabla 2. *Matriz de requisitos del proyecto*

ID	Requisitos	Prioridad	Objetivo	Funcionalidad	Estado
1	Diseño de una encuesta para la implementación al personal interno de la compañía.	Media	Identificar las fortalezas y debilidades con la que cuenta la compañía y su personal que la compone.	Identificar, registrar, medir.	Activo
2	Recolección de la información por proceso interno.	Media	Organizar la información recolectada para facilidad en su estudio	Identificar, registrar, medir.	Activo
3	El producto debe optimizar los procesos de construcción y gestión de los recursos tanto técnicos como financieros.	Alta	Evitar reprocesos en la ejecución logrando identificar deficiencias antes del inicio del proyecto.	Medir, mitigar controlar	Activo
4	El producto pretende usar el sistema BIM para encontrar una ruta eficiente en el manejo de los recursos (administración optima)	Alta	Poder desarrollar un producto que cumpla con la metodología y responda a los principios básicos de eficiencia en tipo costo y calidad.	Medir, mitigar controlar	Activo
5	El entregable principal es el contenido del proyecto en el aspecto técnico (Planos, modelo 3d, calidad de la información recibida por parte de los diseñadores)	Alta	Lograr desarrollar un producto bajo la metodología BIM.	Medir, mitigar controlar	Activo

ID	Requisitos	Prioridad	Objetivo	Funcionalidad	Estado
6	Implementación de la plataforma BIM 360	Alta	Coordinación de los diseños dentro de una plataforma que permita identificar errores antes de la ejecución.	Identificar, optimizar, controlar	Activo

3.2.4 Entregables del proyecto

Tabla 3. Matriz de requisitos del proyecto

Etapas del proyecto	Entregable	Aprobado por	Fecha de entrega
Identificación de la problemática	Documento de Resultados de la encuesta	Coordinador BIM-director BIM	Enero 30 de 2022
Diseños y conceptualización	Planos-modelos-especificaciones de las especialidades	Coordinador BIM-director BIM	Julio 15 de 2022
Coordinación y control técnico de diseños	Revisión de modelos, planos e informes.	Coordinador BIM-director BIM	Agosto 30 de 2022
Organización en la plataforma 360	Creación de subcarpetas por especialidad, control de versiones	Coordinador BIM-director BIM	Septiembre 15 de 2022
Revisión y control de cambios	Informe con retroalimentación de cambios en los diseños o modelos	Coordinador BIM-director BIM	Septiembre 30 de 2022
Correcciones especialidad	Documento con cambios y correcciones	Coordinador BIM-director BIM	Octubre 15 de 2022
Aprobación proyecto para construcción	Archivo en BIM 360	Coordinador BIM-director BIM	Octubre 30 de 2022

3.2.5 Diccionario de la EDT

Tabla 4. Diccionario de la EDT

Nivel	Código EDT	Nombre de la EDT	Descripción
1.1	1.1	Identificación de la problemática	Identificar dentro de la empresa las problemáticas a nivel de gestión y eficiencia en los proyectos, tanto en la parte técnica administrativa y financiera.
1.1	1.1.1	Diseño de la encuesta para la recolección de la información	Implementación de una encuesta que permita visualizar el grado de manejo de las herramientas tecnológicas.
1.1	1.1.2	Listado de problemáticas por proceso	Elaboración de un documento por proceso interno con la identificación de las problemáticas en Prabyc Ingenieros.
1.1	1.1.3	Selección del personal para la recolección de la información	Seleccionar al personal que aplicara la encuesta al personal de la compañía.
1.2	1.2	Implementación BIM	Realizar la implementación de la metodología dentro de la compañía con un proyecto de vivienda
1.2	1.2.2	Diseño y conceptualización	Diseño de los planos, los modelos 3D y las especificaciones técnicas del proyecto y de sus especialidades.
1.2	1.2.3	Coordinación y control técnica de los diseños	Mediante la coordinación y el control de la información identificar errores en los planos y los modelos.
1.2	1.2.4	Implementación BIM 360	Plataforma para el cargue de los planos y los modelos que permite revisar la coordinación entre las especialidades del proyecto e identificar errores antes de iniciar el proyecto.

1.3	1.3	Establecer parámetros	Mediante la información cargada por los diseñadores elaborar un plan de control de cambios que permita tener la última versión de la información.
1.3	1.3.1	Creación de perfiles BIM 360	Mediante la creación de los perfiles en la plataforma BIM 360 se puede ingresar y revisar la información, identificar el número de versión, el día y la hora en que el diseñador monto la información y la calidad de esta.
1.3	1.3.2	Creación de carpetas	Cada especialidad cuenta con una carpeta, dependiendo de la información se crean subcarpetas para el control de la información.
1.3	1.3.3	Elaboración de formatos	Elaboración de formatos que permita registrar el control de la información y que pueda llegar a obra una información clara y precisa.

Figura 5 EDT del proyecto



El cumplir con la directriz dada por la coordinación logramos cumplir con el objetivo tanto técnico en calidad y tiempo. La calidad se mostrará y deberá seguirse en la obra pues una buena coordinación de los modelos genera una visión distinta en la construcción de la mano de unas buenas prácticas en la ejecución.

Según lo establecido como parámetro de trabajo para metodología BIM, es obtener la exigencia del proyecto e iniciar teniendo en cuenta las medidas para la elaboración de los diseños, con las características y parámetros para el desarrollo de las ingenieras y los modelos obteniendo diseños que refleja lo exigido por la coordinación BIM.

3.3 Gestión del cronograma del proyecto

Una vez aprobado el proyecto por el comité de la facultad, se planifica el cronograma para la implementación de la metodología BIM dentro de un proyecto de vivienda que realizara la constructora Prabyc Ingenieros en la ciudad de Bogotá, se identificó por medio de una encuesta las debilidades con la que cuenta la compañía en temas de gestión, planificación, implementación de herramientas tecnológicas que permitan optimizar procesos tanto en la parte operativa como en la parte administrativa y de diseño, como consecuencia de lo anterior se realizó la creación del departamento BIM, área encargada de realizar la implementación, verificación, coordinación y optimización de los diseños ejecutados por terceros generando procesos más eficientes y productivos dentro de los proyectos evitando sobre costos en actividades y agilizando la construcción en obra, una vez revisados y coordinados los diseños estos pueden ser cargados a la plataforma BIM 360 donde toda la información se podrá visualizar por cada una de las partes involucradas permitiendo coordinar en vivo cada uno de los diseños por los coordinadores y

residentes BIM, quienes con toda la información se podrá llevar un control de las versiones y cambios que se hayan realizado antes y durante la ejecución en obra.

Tabla 3. *Cronograma del proyecto*

Actividad	Macroproyecto	Subproyecto	Inicio	Final
Diseño e implementación de la encuesta.	Implementación BIM	Vivienda	Enero 15 de 2022	Enero 30 de 2022
Evaluación de resultados encuesta.	Implementación BIM	Vivienda	Febrero 15 de 2022	Febrero 30 de 2022
Departamento BIM	Implementación BIM	Vivienda	Marzo 15 de 2022	Abril 30 de 2022
Diseño y conceptualización del proyecto.	Implementación BIM	Vivienda	Mayo 15 de 2022	Julio 15 de 2022
Coordinación arquitectónica	Implementación BIM	Vivienda	Ago. 12 del 2022	Sept 15 de 2022
Coordinación Hidrosanitaria	Implementación BIM	Vivienda	Ago. 12 del 2022	Sept 15 de 2022
Coordinación Eléctrica y comunicaciones	Implementación BIM	Vivienda	Ago. 12 del 2022	Sept 15 de 2022
Coordinación HVAC	Implementación BIM	Vivienda	Ago. 12 del 2022	Sept 15 de 2022
Implementación BIM 360	Implementación BIM	Vivienda	Ago. 12 del 2022	Sept 15 de 2022
Modelación 3D	Implementación BIM	Vivienda	Sept 1 de 2022	Sept 15 de 2022
Presentación avances trabajo de grado al director			Sept 1 de 2022	Sept 8 de 2022
Revisión documento comité evaluador			Sept 16 de 2022	Oct 2 de 2022
Correcciones comité evaluador			Oct 9 de 2022	Oct 16 de 2022

3.4 Gestión de los costos del proyecto

Para poder realizar la implementación de la metodología BIM dentro la empresa Prabyc ingenieros se debe contar con el apoyo financiero de la junta directiva de la compañía, para la

primera inversión de equipos y contratación de personal, posteriormente cada proyecto desde su factibilidad y elaboración del presupuesto tanto de costos directos como indirectos debe contar con un capítulo que asuma los costos tanto del personal que no solo será asumido por el proyecto si no que estos costos del departamento serán prorrateados con los demás proyectos, cada proyecto será asumido por un coordinador BIM, que estará a cargo de la dirección de su proyecto, dentro del capítulo del presupuesto de costos directos de gastos generales se deberá contar con un rubro para todo el tema de licencias, impresiones, capacitaciones, este rubro se calcula de acuerdo a la magnitud del proyecto, los salarios y demás costos se calcularán teniendo en cuenta el mercado y los pagos realizados por otras constructoras que cumplan con el perfil BIM.

Tabla 4. *Costos del proyecto*

ITEMS	ACTIVIDAD	UND	CANT	V/UNITARIO	TOTAL
1	RECURSO				
	HUMANO				
1.1	Director BIM	Mes	12	\$ 8.500.000	\$ 102.000.000
1.2	Coordinador BIM	Mes	12	\$ 4.500.000	\$ 54.000.000
1.3	Residente BIM	Mes	12	\$ 2.500.000	\$ 30.000.000
2	TECNOLOGIA				
2.1	Compra Software Revit	Un	1	\$ 10.200.000	\$10.200.000
2.2	Compra licencia BIM 360	Un	1	\$ 4.500.000	\$ 4.500.000
2.3	Compra licencia AutoCAD-civil cad	Un	1	\$ 6.200.000	\$ 6.200.000
2.4	Capacitaciones Revit	Un	1	\$ 5.600.000	\$ 5.600.000

2.5	Capacitaciones BIM 360	Un	1	\$ 2.500.000	\$ 2.500.000
2.6	Capacitaciones AutoCAD-Civil cad	Un	1	\$ 3.400.000	\$ 3.400.000
3	MODELOS BIM PROYECTO				
3.1	Diseños Arquitectónicos	Un	1	\$45.000.000	\$45.000.000
3.2	Diseño estructural	Un	1	\$35.000.000	\$35.000.000
3.3	Diseño hidrosanitario	Un	1	\$30.000.000	\$30.000.000
3.4	Diseño eléctrico y de comunicaciones	Un	1	\$28.000.000	\$28.000.000
3.5	Diseño seguridad Humana	Un	1	\$15.000.000	\$15.000.000
3.6	Diseño Red contra incendio	Un	1	\$10.000.000	\$10.000.000
3.7	Diseño Aire Acondicionado	Un	1	\$12.000.000	\$12.000.000
4	GESTION DEL PROYECTO				
4.1	Cantidades de obra	Un	1	\$5.000.000	\$5.000.000
4.2	Análisis de precios unitarios	Un	1	\$2.500.000	\$2.500.000
4.3	Presupuesto	Un	1	\$8.000.000	\$8.000.000
COSTO GENERAL DEL PROYECTO					\$ 408.900.00000

3.5 Gestión de la calidad del proyecto

Con la implementación de la metodología BIM, se busca que los proyectos sean más eficientes en la parte técnica y se eviten reprocesos en la ejecución. Con una buena coordinación técnica de los involucrados en cada uno de los diseños se espera que la calidad responda a lo solicitado por la compañía, teniendo en cuenta que cada uno de los proyectos contara con un coordinador BIM se deben establecer unos parámetros para la entrega de la información que realiza cada uno de los diseñadores e involucrados, para eso se contara con la plataforma BIM 360, cada diseñador podrá contar con una carpeta donde se cargue la información del proyecto, tanto para la parte documental como técnica, allí se tendrán establecidas las especificaciones de los diseños, calidad de materiales a utilizar y demás temas que considere pertinente el coordinador BIM, de igual forma unas subcarpetas para los planos en 2D y modelos en 3D de cada especialidad. Dentro de cada carpeta de cada especialidad se contará y se podrá evidenciar la versión de cada uno de los diseños y se podrá visualizar los cambios que surjan luego de cada coordinación que se realice por el coordinar BIM.

Tabla 5. *Plan de calidad del proyecto*

PLAN DE CALIDAD		VERSIÓN	1		
DEL PROYECTO					
		UBICACIÓN	BOGOTA		
		FECHA	ENERO	15	DE
			2022		
PROYECTO:		Implementación de la metodología BIM en un proyecto de construcción en la empresa Prabyc Ingenieros			
ALCANCE	DEL	El alcance de la calidad se define por la ejecución en procesos de gestión			
PLAN	DE	y desarrollo de proyecto de implementación BIM sobre la supervisión e			
		interventoría de los diseños tanto en su etapa inicial como entrega final,			

CALIDAD DEL PROYECTO	DEL	coordinación de los diseños técnicos y construcción de acuerdo con la implementación en la plataforma BIM 360.
POLITICAS CALIDAD	DE	La empresa Prabyc Ingenieros tiene la política de calidad del buen uso de los productos adquiridos, así como la constante verificación de la información de manera que el servicio prestado cumpla con las exigencias y normas vigentes y se garantice la optimización de los procesos en obra, y que una buena coordinación de los diseños y la gestión del proyecto salga satisfactoria para el cliente.
OBJETIVOS CALIDAD	DE	El objetivo de la calidad se basa en proponer un sistema contemporáneo de administración en la construcción y el diseño con los más altos estándares de calidad en software y procesos de seguimiento y supervisión, a su vez garantizar la ruta de eficiencia en la administración de los materiales, mano de obra y programación de esta.
RESPONSABLES		DIRECTOR BIM: Sera el encargado de realizar la implementación en cada uno de los proyectos, contar con el personal y los equipos necesarios para la buena ejecución del proyecto, deberá establecer los parámetros para la entrega de cada uno de los diseños, supervisar el desempeño de la plataforma donde se cargará cada uno de los proyectos COORDINADOR BIM: Deberá ser la persona que realice la coordinación de los diseños y este en contacto constante con cada uno de los diseñadores, elaborar actas de reuniones para revisar con el director. RESIDENTE BIM: Sera la persona que apoyara a la coordinación BIM dentro de la obra y revisara y supervisara que se utilicen las últimas versiones, tendrá constante comunicación con el director de obra y residentes de obra para revisar que no se presenten inconvenientes y reprocesos con la construcción.

3.6 Gestión de los recursos del proyecto

Dentro de la empresa Prabyc Ingenieros se cuenta con un organigrama ya consolidado que ha venido apoyando la ejecución de diferentes proyectos que ha desarrollado la compañía a lo

largo de estos años que involucran el departamento de innovación desde donde operara la metodología BIM, este es el reto más importante para la empresa, pues la responsabilidad que más se destaca es el de crear nuevos proyectos bajo unos altos estándares de calidad y optimización de procesos, el apoyo de la alta gerencia se vuelve fundamental pues se requieren unos recursos importantes para poder implementar, ejecutar, supervisar y poder entregar unos proyectos innovadores que satisfagan a los clientes.

Para el desarrollo del proyecto se tiene en cuenta el cronograma de actividades y el esquema de Desarrollo del Trabajo “EDT”, de manera que los ítems correspondientes especifiquen tanto los responsables de cada actividad, así como el costo y la duración de cada contrato. Lo anterior con el fin de establecer parámetros de contratación tanto de profesionales y personas encargadas de trabajos especializados, así como de los proveedores que se requieran. Por otra parte, se identifica quien será el ordenador del gasto para la ejecución de dichos contratos y las vigencias que se necesiten a futuro.

El contar con diseñadores que estén bajo la misma metodología BIM es fundamental pues se requiere que todos los involucrados en el proyecto tengan los recursos y el personal capacitado que responda a esta metodología que se implementara en el proyecto.

Tabla 6. *Plan de gestión de los recursos del proyecto*

NOMBRE DEL PROYECTO	Implementación de la Metodología BIM en un proyecto de vivienda en la empresa Prabyc Ingenieros.
CODIGO DEL PROYECTO	VIV-01
DIRECTOR DEL PROYECTO	Luis Alejandro Bello Duque
FECHA DE ELABORACIÓN	Enero 15 de 2022
PROPOSITO DEL PLAN DE LOS RECURSOS DEL PROYECTO	
Poder contar desde un inicio del proyecto, con los recursos necesarios que le permitan al director del proyecto y a los diferentes involucrados contar con todas las herramientas físicas y de personal para desarrollar los objetivos para los que fueron contratados.	
IDENTIFICACIÓN DE LOS RECURSOS DEL PROYECTO	
Dependiendo de las características del proyecto y su magnitud, se escogerá el personal por su experiencia, pues no es lo mismo tener un coordinador BIM que solo ha trabajado y coordinado proyectos de vivienda a uno que tenga experiencia en hospitales u instituciones, cada miembro del equipo de trabajo que participa en un proyecto se escogerá dependiendo su experiencia y los proyectos ejecutados.	
ADQUISICIÓN DE RECURSOS DEL PROYECTO	
Cada integrante del departamento de innovación que hace parte del equipo BIM de los proyectos se escogerá por medio de evaluaciones en plataformas especializadas, manejo de Revit AutoCAD y civil cad, realización de informes acerca de la coordinación de instalaciones técnicas de proyectos.	

Rol	Responsabilidad	Autoridad	Competencia
Director de Proyecto	Encargado de toda la parte técnica, administrativa y financiera del proyecto, será el responsable ante la junta directiva de la compañía demostrar la optimización de los recursos por la implementación de la metodología.	Tiene la mayor autoridad en la ejecución y planificación del proyecto, todas las partes involucradas deberán reportar al director del proyecto.	Arquitecto o ingeniero Civil 7 años de experiencia como director de proyectos de vivienda, especialización o maestría en dirección y gestión de proyectos.
Director BIM	Liderar y coordinar la buena implementación de la metodología BIM en todo el ciclo de vida del proyecto. Definir los cronogramas, hacer su seguimiento y favorecer la buena comunicación entre las partes.	Tiene la mayor autoridad dentro de la implementación de la metodología, cambio de entregables, es quien firma y aprueba los modelos entregados por los diseñadores y autoriza modificaciones.	Arquitecto o ingeniero civil, 5 años de experiencia liderando procesos en constructoras como director BIM, especialización en BIM
Coordinador BIM	Asegurar el funcionamiento y mantenimiento de los servicios y las plataformas del proyecto bajo su cargo, estar en constante comunicación con los diseñadores.	Solicitar reuniones con cada diseñador para revisar la calidad de los entregables parciales, firmas modificaciones siempre y cuando vengán aprobadas por la dirección BIM.	Arquitecto o ingeniero Civil 3 años de experiencia trabajando en proyectos bajo la metodología BIM, estudios relacionados con la metodología
Residente BIM	En quien recibe toda la información en la obra y está en constante comunicación con el coordinador BIM, su principal responsabilidad es revisar la información	Informar de alguna inconsistencia dentro de los modelos o la información entregada, no tiene autoridad	Arquitecto o ingeniero civil, 1 años de experiencia en obra bajo la metodología BIM.

Rol	Responsabilidad	Autoridad	Competencia
	entregada antes de ejecutar cualquier actividad en obra.		
Modelador BIM	Es quien se encarga de revisar toda la información en el BIM 360, está en la capacidad de realizar modelos en el Revit.	No tiene autoridad	Arquitecto o ingeniero civil recién egresado, experiencia manejando Revit y AutoCAD.
Director Administrativo y de costos	Sera la persona encargada de coordinar todo el tema de capacitaciones, contrataciones de diseños bajo la metodología BIM y realizar los controles de costos de los proyectos.	Tiene una autoridad intermedia, es quien reporta a director de proyecto el avance en la contratación de los diseños y reporta mensualmente los controles de costos del proyecto.	Administrador de empresas, contaduría pública con especialización en finanzas 5 años de experiencia en

3.7 Gestión de las comunicaciones del proyecto

El director BIM y el coordinador BIM tendrán que ser muy eficientes para la buena ejecución de las comunicaciones con los involucrados en el proyecto, pues de esto depende que se cuente con la información necesaria para la ejecución del proyecto, semanalmente se deberán realizar una serie de reuniones con cada uno de los diseñadores para revisar los avances y dudas que se tengan en la elaboración y concepción de los diseños, se deberá tener en cuenta si el diseño ya cuenta con una versión de elaboración y registrar cual es el cambio que surge luego de la nueva coordinación, con la obra se deberán asistir a los comités de obra para revisar en sitio que la coordinación está funcionando en el terreno y así no tener imprevistos y/o complicaciones a la hora de realizar la ejecución con cada contratista de la especialidad involucrada.

Tabla 7. *Gestión de las comunicaciones del proyecto*

EDT	Información /formato	Emisor	Receptor	Frecuencia	Método
1.2.2	Acta reunión	de Director Proyecto	de Director Administrativo y de costos	Semanal cuando requiera	Correo electrónico-reunión presencial-virtual
1.2.3	Acta reunión	de Director proyecto	de Director BIM	Semanal	Correo electrónico-reunión presencial-virtual
1.2.4	Acta reunión	de Director BIM	de Coordinador BIM	Semanal	Correo electrónico-reunión presencial-virtual
1.2.5	Acta reunión	de Coordinador BIM	de Director obra/Residentes BIM/Residentes técnicos	Semanal	Correo electrónico-reunión presencial-virtual
1.2.6	Acta reunión	de Director BIM	de Diseñadores Técnicos	Semanal	Correo electrónico-reunión presencial-virtual

3.8 Gestión de los riesgos del proyecto

Los riesgos que pueden ocurrir durante la ejecución del proyecto representan en su mayoría el no cumplimiento en los entregables por cada uno de los diseñadores o algún tipo de falencia con la información que requiera varias revisiones, ya sea técnica, administrativa o financiera que

puedan perjudicar el cronograma de trabajo y se retrase la implementación en cada uno de los proyectos, en la medida de lo posible se busca mitigar estos impactos brindando soluciones eficientes y óptimas para el cliente como para los profesionales que intervienen.

Tabla 8. *Gestión de los riesgos del proyecto.*

RIESGO	FUENTE RIESGO AMENAZA	DE O DESCRIPCION	MODALIDAD	CONTROLES EXISTENTES
Riesgo operacional, transmisión de datos y modelos	La información que se recibe por parte de los diseños técnicos es insuficiente e incompleto.	Se recibe poca información por parte de los estudios y diseños y esto lleva a que las redes eléctricas e hidrosanitarias presenten cruces de redes por presentar los diseños incompletos.	La información incompleta retrasa la ejecución en obra ya que todos estos cambios generan reprocesos que se tienen que corregir en obra.	Recibir y actualizar el BIM 360 con la información completa para no tener reprocesos.
Riesgo tecnológico	Inestabilidad de los equipos adquiridos que no respondan con la exigencia de la plataforma	Los equipos no cumplen con las especificaciones mínimas para que el sistema y los programas funcionen correctamente.	Inconvenientes con los diseñadores para el cargue de la información y buena manipulación en obra.	Es necesario analizar cuáles son las herramientas tecnológicas adecuadas y que se adapten a las necesidades de cada proyecto
Riesgo tecnológico	Por economizar se adquieren	Cada uno de los equipos debe contar	Se infringen los derechos de autor	Se pueden llegar a

programas y con las herramientas lo que puede acuerdos con
herramientas de adecuadas por lo que ocasionar el autor del
forma ilícita en el se infringe en la sanciones e software para
mercado. compra inconvenientes adquirir
con el estado. licencias por
volumen, esto
permite
optimizar el
manejo del
licenciamiento
y reducir los
precios.

3.9 Gestión de las adquisiciones del proyecto

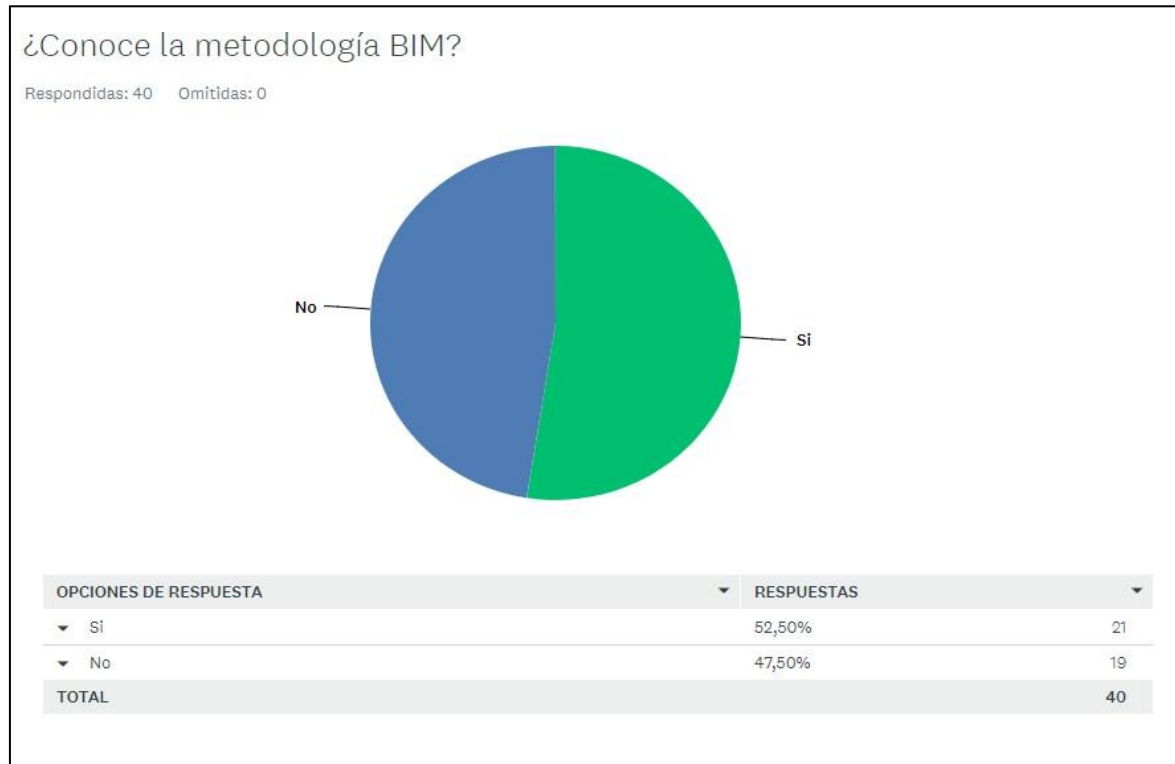
Cualquier requisición de alguna adquisición que se requiera para el proyecto deberá ser aprobada por la dirección del proyecto con el visto bueno de la dirección administrativa y de costos; mensualmente se deberá pasar al director BIM un cronograma con los costos de cada una de las adquisiciones y entrará a evaluación en los comités semanales que se realicen, la compra de equipos, capacitaciones de software y demás requerimientos tecnológicos se evaluarán con la gerencia de la compañía dependiendo la cantidad de proyectos que se requieran implementar dentro de la constructora.

Tabla 9 *Ficha de la encuesta*

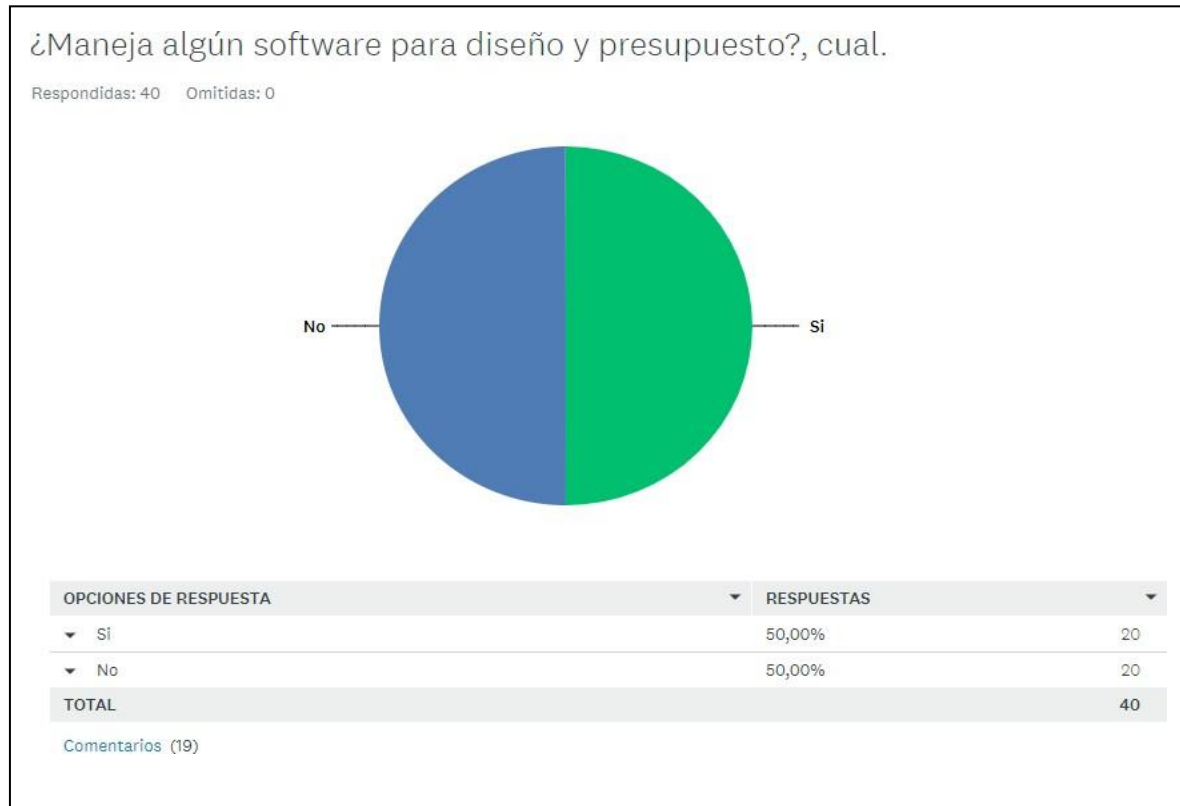
PERSONA NATURAL QUE REALIZÓ LA ENCUESTA	Alejandro Bello; Marleny Corzo
OBJETIVO GENERAL	Percepción acerca del BIM como herramienta tecnológica
UNIVERSO DE ESTUDIO	Hombre y mujeres mayores de 18 años pertenecientes a la empresa Prabyc Ingenieros que están dentro de los procesos que involucran el manejo de la Herramienta.
TAMAÑO DE LA MUESTRA	65 personas
NUMERO DE ENCUESTADORES	2 encuestadores
TECNICA DE RECOLECCION	Encuesta presencial cara a cara en el lugar de trabajo.
MARGEN DE ERROR	EL error es del 2.4% con un nivel de confianza del 95%
TIPO DE MUESTRA	Aleatoria simple
FECHA DE TRABAJO DE CAMPO	Junio 15 a junio 22 de 2022

1. ¿Conoce la metodología BIM?
 - a) Si
 - b) No
2. ¿Maneja algún tipo de software para diseño y presupuesto?
 - a) Si
 - b) No
 - c) Cual
3. ¿Podría nombrar algún software BIM?
 - a) Si
 - b) No
 - c) Cual
4. ¿Cuáles son los problemas más comunes en obra?
 - a) El diseño
 - b) La coordinación de las disciplinas

- c) El personal
 - d) Los proveedores.
 - e) La falta de tecnología
5. ¿Conoce alguna compañía que haya implementado la metodología BIM?
- a) Si
 - b) No
 - c) Cual
6. ¿BIM o CAD?
- a) BIM
 - b) CAD
7. ¿Cuánto tiempo llevando, utilizando CAD?
- a) 1 a 3 años
 - b) 3 a 5 años
 - c) 5 a 8 años
 - d) 8 a 15 años
 - e) 15 a 25 años
8. ¿Cuánto tiempo lleva manejando BIM?
- a) 1 años
 - b) 2 años
 - c) 3 años o mas
 - d) 4 años o mas
 - e) No lo manejo
9. ¿De 1 a 10 cuál es el valor que le asignaría a la comunicación que existe entre el área de diseño y la obra
10. ¿De 1 a 10 cuál es el valor que le asignaría a la efectividad que tienen los proyectos de su compañía?

Figura 7 *¿Conoce la metodología BIM?*

La pregunta número uno que se realizó: Si conocen la metodología BIM, a lo que el 52.50% de las personas respondió que sí equivalentes a 21 personas de 40 y el 47.50% respondió que no, equivalente a 19 personas, lo que nos permite evidenciar que en el último año la metodología BIM ha estado en constante difusión y son más de la mitad de los encuestados que tiene conocimiento de esta metodología o han escuchado hablar de ella.

Figura 8 ¿Maneja algún software para diseño y presupuesto?

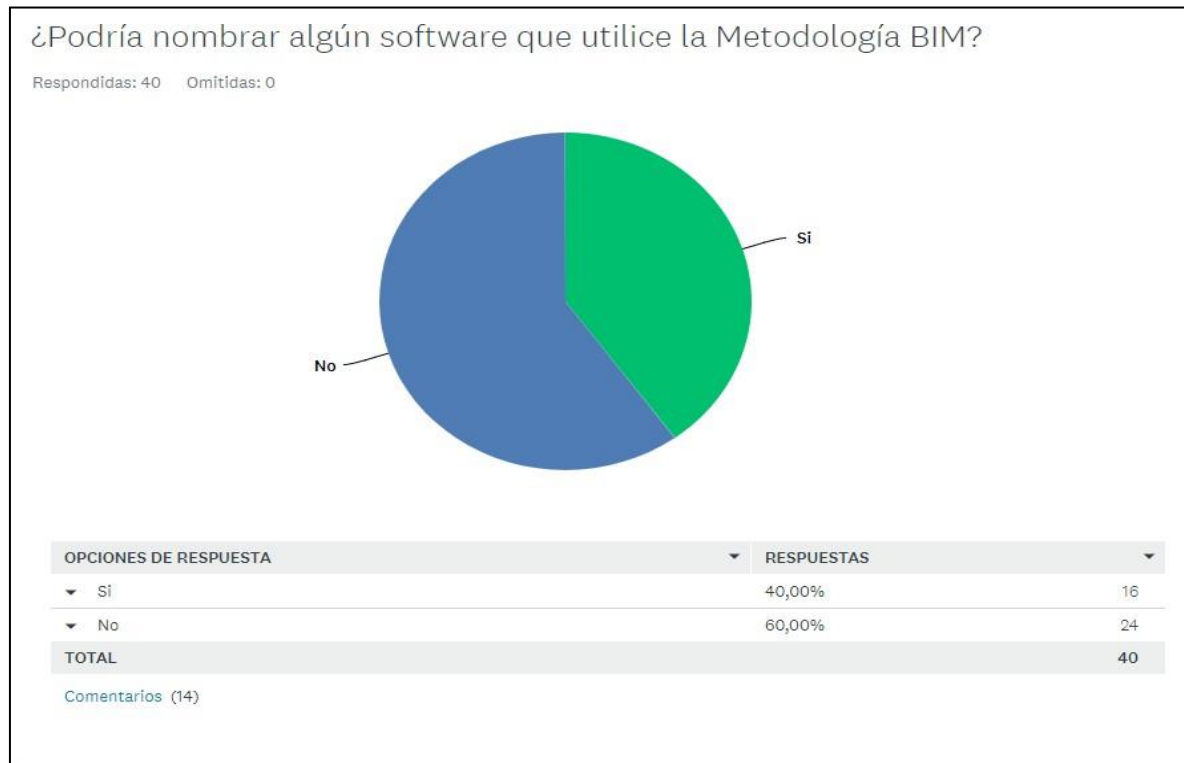
A la pregunta número dos realizada: Si manejan algún tipo de software para diseño y presupuesto en los proyectos el 50% respondió que sí y el 50% respondió que no, lo cual es un indicador que denota el desaprovechamiento de las herramientas tecnológicas que tenemos a disposición, se está dejando de realizar un mejor trabajo, optimizar tiempos y recursos.

Se pidió indicar el nombre del software utilizado para diseño y presupuesto en su profesión para lo cual respondieron 19 personas así:

10 personas utilizan AutoCAD y Excel.4 personas utilizan Revit.

2 personas utilizan CÍO control.2 persona utiliza Primus – SAP

1 persona utiliza Project.

Figura 9 ¿Podría nombrar algún software que utilice la metodología BIM?

A la pregunta número tres: nombrar un software que utilice la metodología BIM, 16 personas respondieron que, si de las cuales 11 nombraron Revit, 2 AutoCAD y 1 Building Smart y 24 personas respondieron que no.

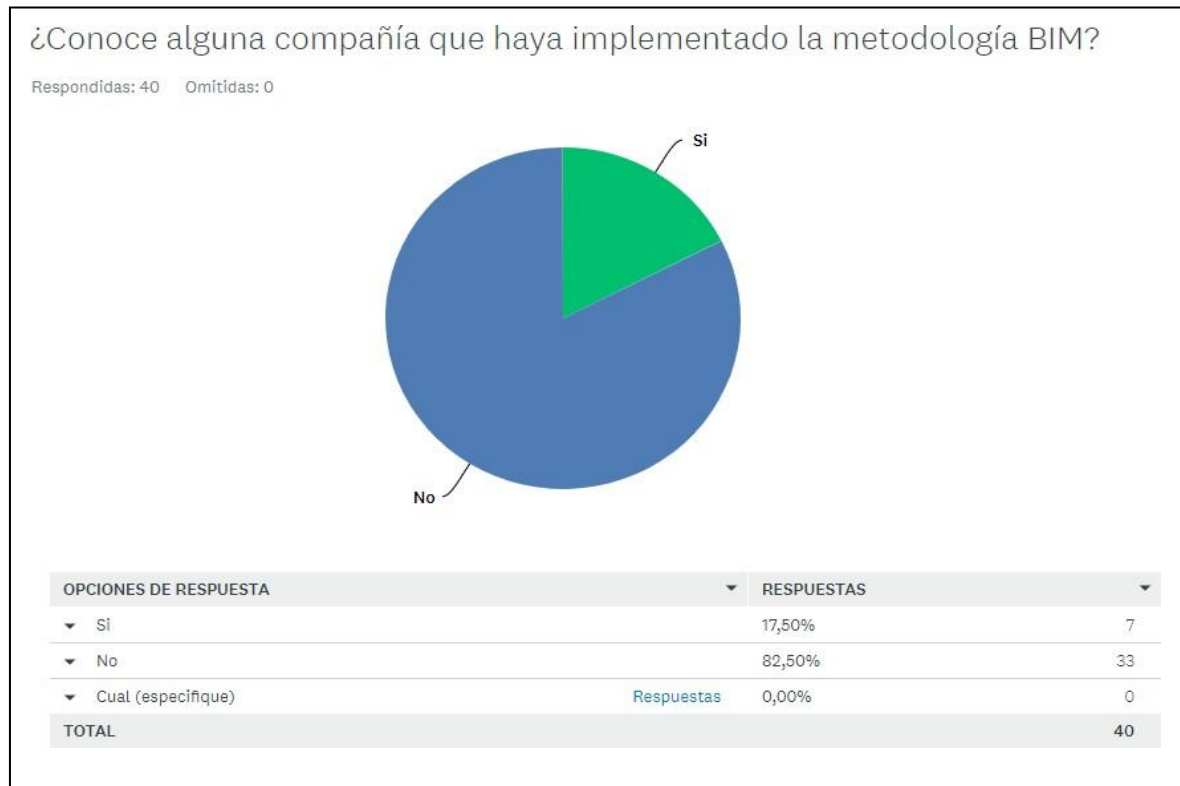
Aunque en algún momento escucharon de la metodología, algunos no asocian la metodología con un tipo de software en especial.

Figura 10 ¿Cuáles son los problemas más comunes en obra?

La pregunta número cuatro, es una de las más importantes de la encuesta:Cuál es el problema más común en una obra, para de esta manera saber si aplicar la metodología BIM será útil o no y los resultados nos permiten concluir que el 45% opinó que el diseño es el problema más común y el 42.5% opino que la coordinación de las disciplinas es el inconveniente frecuente, estas dos son las principales fortalezas que posee la metodología BIM, donde se puede diseñar en

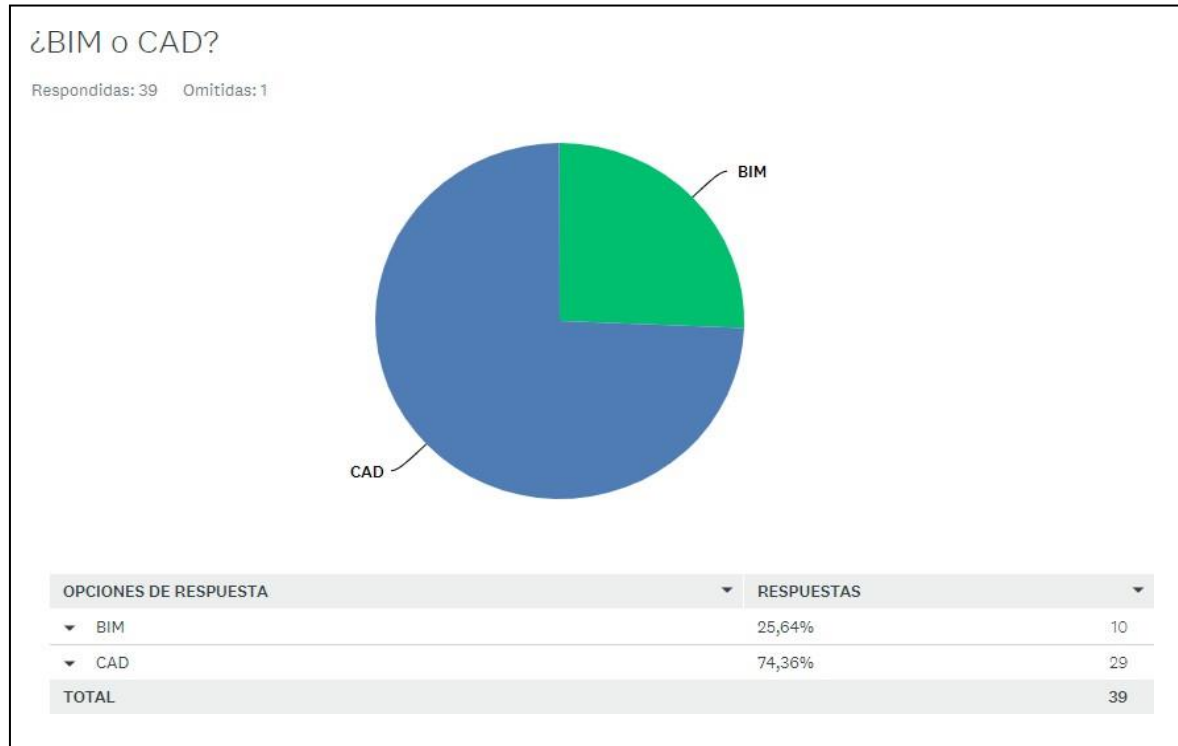
tiempo real y se pueden realizar coordinaciones de las diferentes disciplinas tales como la estructura, la parte eléctrica, entre otros.

Figura 11 *¿Conoce alguna compañía que haya implementado la metodología BIM?*



A la pregunta número cinco, si conocen alguna compañía que haya realizado una implementación BIM en Colombia, solo el 17.5 % respondieron que sí, el 82.5 respondió que no conoce ninguna compañía.

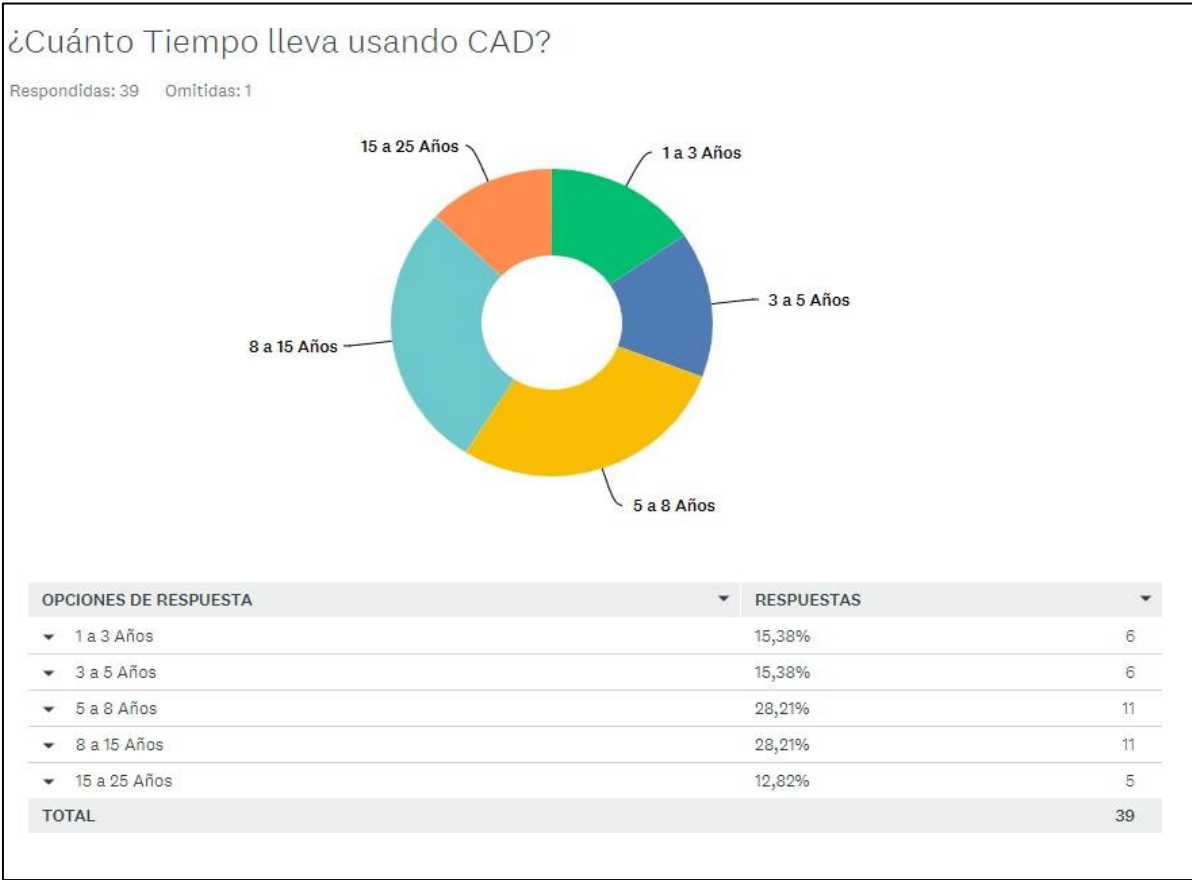
Esta respuesta confirma lo que hemos hablado durante todo este proyecto, que realizar la implantación de la metodología BIM no es nada sencillo y por ello se debe realizar a través de unas fases y con un plan de trabajo.

Figura 12 ¿BIM o CAD?

En la pregunta número seis, consultamos si prefieren utilizar algún software con metodología BIM o CAD, el 74.36% equivalente a 29 personas respondió que aun prefiere utilizar CAD y solo el 26%.64 equivalente a 10 personas respondieron que BIM.

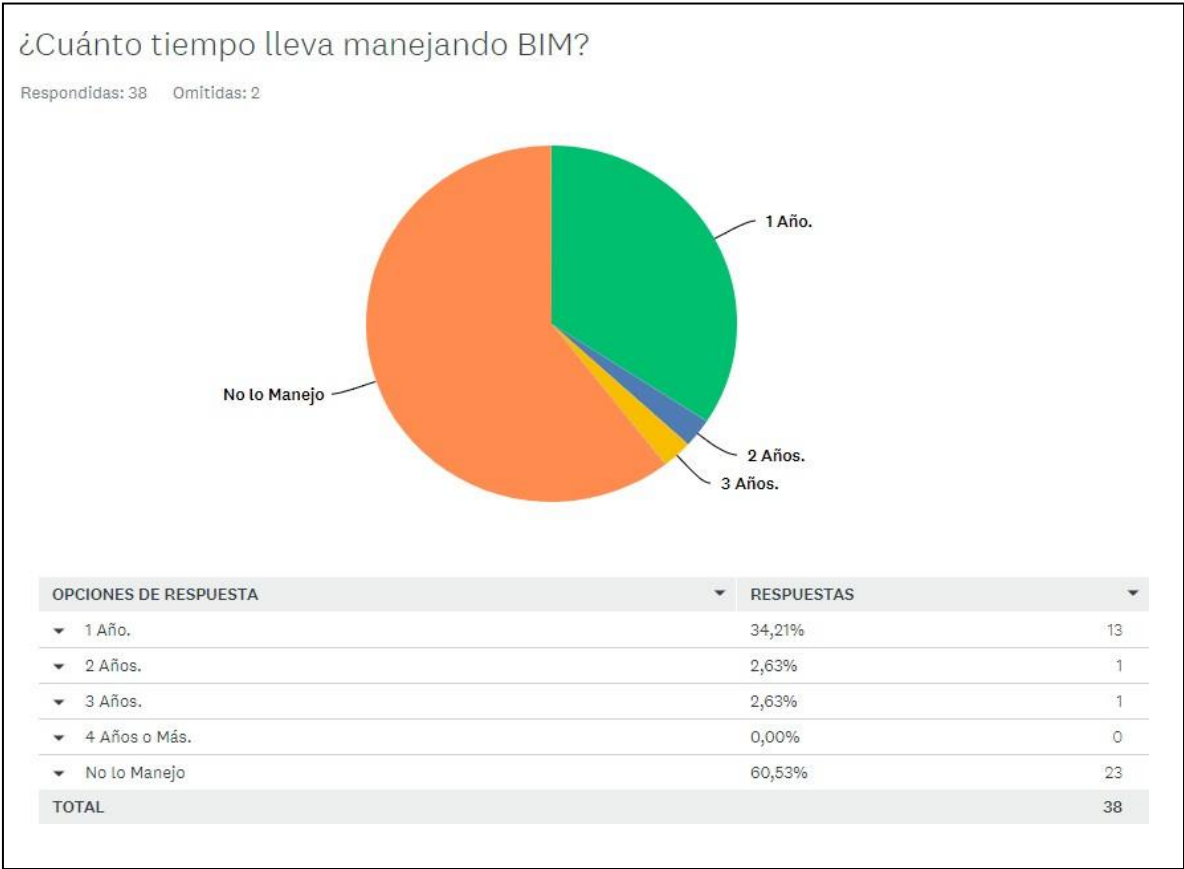
Esto se debe a la oferta limitada de cursos y capacitación por parte de instituciones certificadas y universidades, adicional a ello los elevados costos de dichas capacitaciones o certificación en un software BIM.

Figura 13 ¿Cuánto tiempo lleva usando CAD?



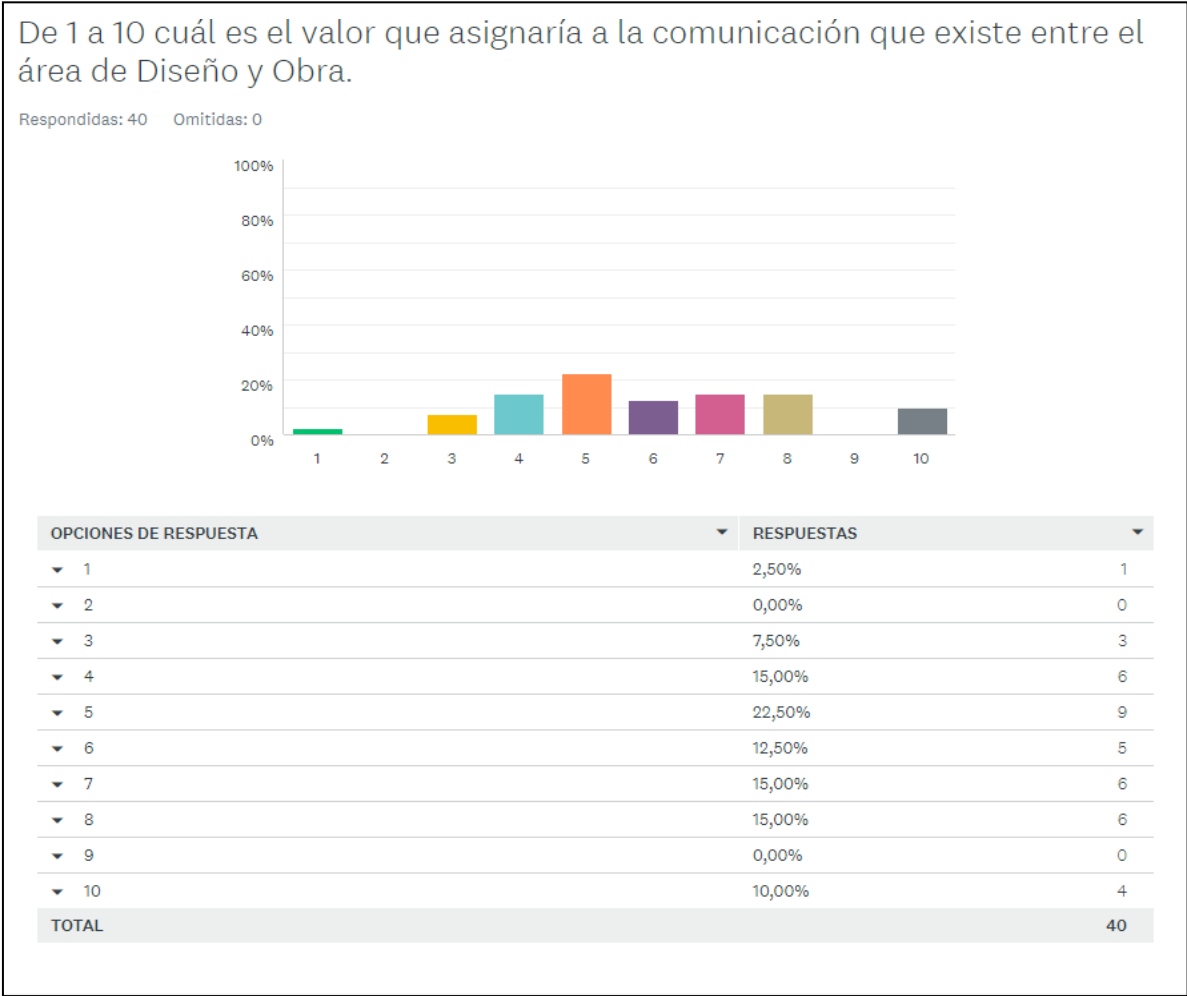
En la pregunta número siete, entre 40 personas se les pregunto cuanto tiempo llevan utilizando un software CAD que es de las herramientas que llevan más tiempo en el mercado se encontró que más del 70 % tienen un uso mayor a los 5 años, lo que nos permite concluir que el 30 % restante lleva menos de 5 años usando CAD lo que les permitirá desde luego poder aprender a manejar un tipo de Software que maneje la metodología BIM como Revit o Achicad que son los más usados en la actualidad

Figura 14 ¿Cuánto tiempo lleva manejando BIM?



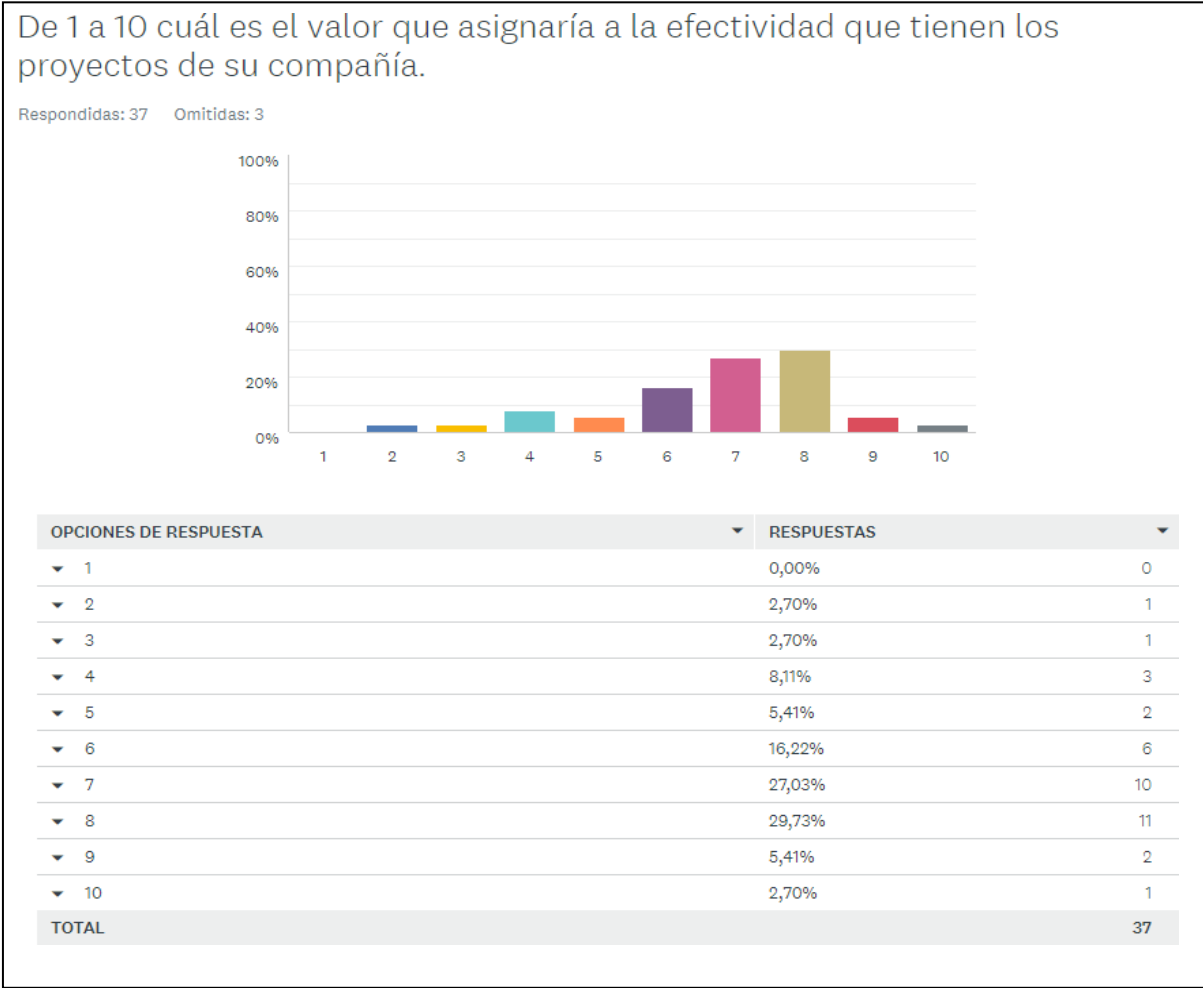
A la pregunta número ocho, de cuánto tiempo llevan manejando BIM el 60% de los encuestados no lo manejan es decir que esta ratifica el análisis de la pregunta anterior.

Figura 15 De 1 a 10 ¿Cuál es el valor que asignaría a la comunicación que existe entre el área de Diseño y Obra?



En la pregunta número nueve, se pide valorar cual es la comunicación que existe entre el área de diseño y la obra se puede evidenciar que la mayoría califican a la mitad esta comunicación debido a todos los reprocesos y el tiempo de comunicación entre obra y diseño.

Figura 16 . De 1 a 10 ¿cuál es el valor que asignaría a la efectividad que tienen los proyectos de su compañía?



Para finalizar la pregunta número diez, se solicita que cada uno se auto evalúe en cuanto a efectividad en sus procesos y el 61% se evalúa entre un 6 y un 8 en la escala de 1 a 10, lo que nos permite observar que si utilizaran la metodología BIM ese nivel de eficiencia podría estar sobre un valor básico de 8.

4.1.1 Resultados de la encuesta

La encuesta se realizó dentro de la compañía Prabyc Ingenieros para conocer la opinión del personal referente a la implementación de herramientas tecnológicas que permitan la buena gestión y planificación de los proyectos que desarrolla la compañía y que estas herramientas ayuden en gran medida a la optimización de procesos en las actividades que se desarrollan en la obra, ya que los últimos proyectos ejecutados no han cumplido con la utilidad esperada debido a reprocesos en diseños, mala planificación y falta de coordinación en planos y actividades antes de iniciar la ejecución, como consecuencia los resultados no han sido los esperados por la junta directiva; se realizaron 10 preguntas a todo el personal que pertenece a la gerencia de proyectos y a la gerencia de construcciones, contando personal administrativo y operativo de los proyectos, total encuestados 65 personas entre los 23 y 45 años, la encuesta se realizó en el mes de junio del año 2022, los autores de la ficha fueron Marleny Corzo y Luis Alejandro Bello, el sector al cual se le aplicó la encuesta fue el de la construcción en la empresa Prabyc Ingenieros.

Con la aplicación de la encuesta pudimos identificar varios inconvenientes en los procesos internos que maneja la compañía sobre todo en el departamento de coordinación de proyectos y la gerencia de construcciones, pues no se contaba con una metodología clara para realizar una revisión y validación de los diseños y poder consolidar toda la información para hacerla llegar a la obra de forma clara y oportuna.

Otro de los procesos que se pudo identificar y que tiene deficiencias fue el de la gerencia de construcciones, pues al tener una mala coordinación hace que la información llegue errada a la obra generando reprocesos que dificultan las actividades que se ejecutan, al no tener un control por parte de la empresa los diseñadores generan varias versiones por cada cambio en los planos

produciendo desorden dentro de la información , esto genera errores porque no se sabe cuál fue la última versión que se entregó y se termina construyendo con la que no es.

4.2 Caracterización proyecto Senderos de Modelia

Senderos de Modelia es un conjunto residencial de apartamentos ubicado cerca a la Av. Calle 26 y Av. Cali de la ciudad de Bogotá, el proyecto consta de 11 torres de 11 pisos, para un total de 616 unidades estrato 4. El proyecto cuenta con una excelente ubicación rodeado de importantes vías como la Av. La Esperanza, Av. Boyacá y las ya mencionadas Cali y Calle 26. Cerca al proyecto se encuentran puntos de interés como lo son: Centro Comercial Hayuelos, Homecenter Calle 26, Jumbo, Portal El Dorado de Transmilenio, Aeropuerto El Dorado que garantizan el dinamismo de la zona. El proyecto está aledaño a un humedal el cual a través de un parque de cesión y los árboles nativos que harán parte del proyecto darán como resultado un espacio sostenible y amigable al medio ambiente, los apartamentos varían en áreas desde 55 m² a 78 m².

El proyecto cuenta con un edificio de parqueaderos de 8 pisos y un salón comunal compuesto por 2 piscinas, una para adultos y una para niños, sauna, turco, 2 salones para reuniones, salón de juegos y terraza al aire libre con BBQ.

4.3 Implementación en el Proyecto Senderos de Modelia

4.3.1 Etapa de Creación y conformación Departamento BIM

Para la implementación de la metodología uno de los primeros pasos fue realizar la creación del departamento BIM dentro del organigrama de la compañía, allí se tuvo el apoyo de la gerencia y la junta directiva con la contratación del director BIM quien fue el encargado junto al director del proyecto de realizar la planificación y gestión de los recursos necesarios para realizar la implementación en el primer proyecto piloto como lo fue Senderos de Modelia.

Con la incorporación del director BIM se inició la divulgación dentro de la compañía con todos los departamentos involucrados en el proceso, este se llevó a cabo por medio de carteles, correos y volantes que permitieron dar a conocer la metodología y su objetivo con la implementación.

4.3.2 *Conformación del equipo de trabajo*

Se establecieron claramente los roles y los perfiles que las personas cumplieron en el departamento BIM, el director BIM fue el encargado de realizar la implementación en el proyecto Senderos de Modelia, pero como se tiene contemplado realizar la implementación en otros proyectos de la compañía se contrató el coordinador BIM como encargado de la implementación, a parte del personal encargado en obra quienes tuvieron a cargo la misión de realizar las revisiones y verificaciones de toda la información cargada por cada uno de los diseñadores dentro de la plataforma.

4.3.3 *Etapas de entrenamiento y capacitaciones*

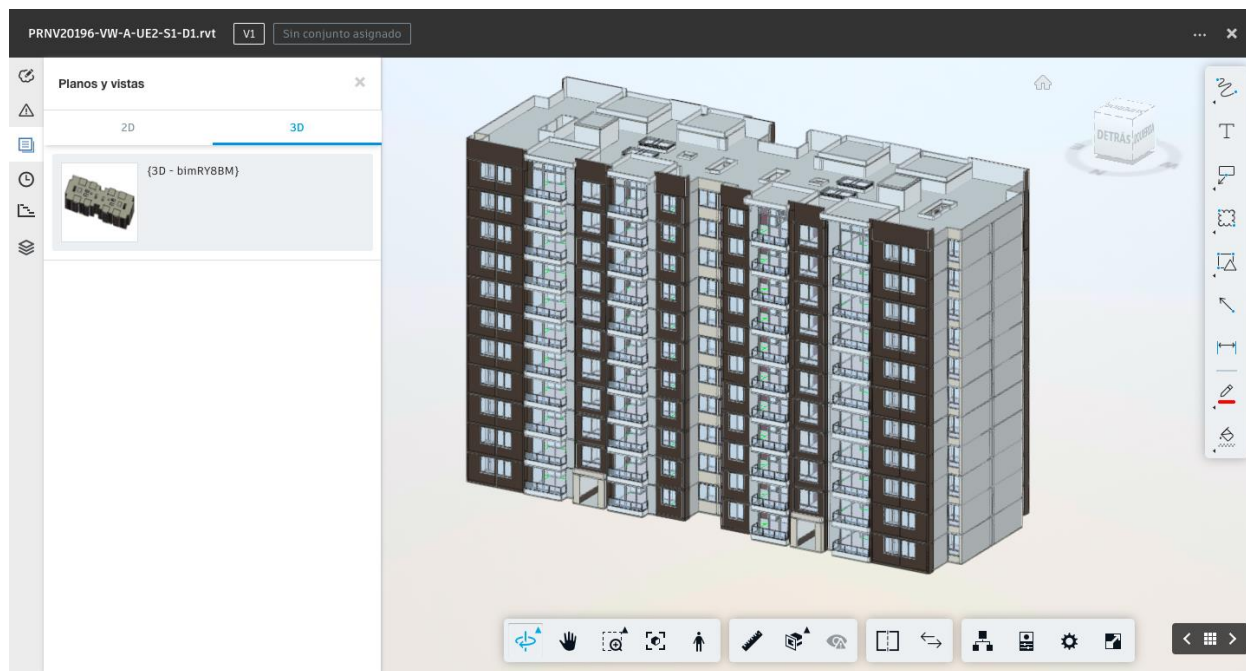
Las capacitaciones fueron las más importantes en este proceso teniendo en cuenta los resultados de la encuesta donde la mayoría del personal desconocía la metodología y no sabían cómo funcionaba la plataforma BIM 360, las capacitaciones se realizaron tanto en la oficina para el área de coordinación de proyectos y como la gerencia de construcciones al personal encargado del proyecto senderos de Modelia, estas capacitaciones se realizaron por empresas externas que ofrecen los servicios en todo el tema de implementación BIM en empresas constructoras.

4.3.4 *Diseño de especialidades y conceptualización*

Al mismo tiempo en que se realizaron las capacitaciones para el personal interno de la compañía en el manejo de la metodología y la plataforma BIM 360, ya el director BIM con el director del proyecto y el área de coordinación de proyectos recopilaban la información general del proyecto senderos de modelia tanto en los diseños arquitectónicos y demás diseños técnicos solicitados por

el departamento BIM, pues anteriormente los diseñadores entregaban los diseños solo en 2D sin tener en cuenta modelos 3D que es un requisito importante en esta metodología pues toda la coordinación de planos se debe realizar teniendo en cuenta esta premisa.

Figura 17 Modelado del proyecto en 3D



4.3.5 Creación carpetas y subcarpetas plataforma BIM 360

Con la creación de las carpetas y de las subcarpetas la obra pudo contar con la última información consignada por cada uno de los diseñadores con las últimas versiones y correcciones que surgieron luego de las reuniones y comités que se realizaban en el proyecto, esto evito tener reprocesos en la obra por cambios en los diseños, interferencias con tuberías o falta de información que pudiera haber retrasado procesos en la ejecución, de igual forma se pudieron realizar las contrataciones a tiempo pues con cada detalle modelo y especificación de cada una de las actividades se pudo tener los materiales a tiempo.

Figura 18 *Modulo de la información BIM*

AUTODESK Construction Cloud

Document Management SENDEROS DE MODELIA B

SENDEROS DE MODELIA OBRA

Carpetas Revisiones Transmisiones Incidencias

Vista de

Carpetas Conjuntos

PU-Construcciones

- 00- revision construcciones
- 0- APARTAMENTOS MODELO
- 0- SALA DE VENTAS
- 0- TOTEM
- A-ARQUITECTURA
- E-ESTRUCTURA
- H - HIDROSANITARIO GAS
- L - ELECTRICOS
- Y - ESTUDIOS GENERALES
- Y - GEOTECNIA
- Y-ILUMINACION
- Y - SEGURIDAD HUMANA Y CONTROL

Mostrando 12 elementos

Buscar

Nombre	Descripción	Versión	Compartido	Tamaño	Última actualización	
00- revision construcciones	--	--	--	--	16 de dic. de 2021 9:47	
0- APARTAMENTOS MODELO	--	--	--	--	16 de dic. de 2021 9:...	
0- SALA DE VENTAS	--	--	--	--	16 de dic. de 2021 9:...	
0- TOTEM	--	--	--	--	16 de dic. de 2021 9:...	
A-ARQUITECTURA	--	--	--	--	16 de dic. de 2021 9:47	
E-ESTRUCTURA	--	--	--	--	17 de dic. de 2021 10:...	
H - HIDROSANITARIO GAS	--	--	--	--	17 de dic. de 2021 16:...	
L - ELECTRICOS	--	--	--	--	19 de dic. de 2021 6:...	
Y - ESTUDIOS GENERALES	--	--	--	--	18 de feb. de 2022 1:...	
Y - GEOTECNIA	--	--	--	--	18 de abr. de 2022 9:...	
Y-ILUMINACION	--	--	--	--	15 de dic. de 2021 8:25	

DE MODELIA B

SENDEROS DE MODELIA OBRA

Incidentes

Mostrando 7 elementos

Buscar

Nombre	Descripción	Versión	Compartido	Tamaño	Última actualización	Act
Ed. Parqueo	--	--	--	--	30 de jun. de 2022 1:...	Nat
Salón comunal	--	--	--	--	8 de mar. de 2022 17:...	Nat
Sitio	--	--	--	--	8 de mar. de 2022 17:...	Nat
UE-1	--	--	--	--	6 de jun. de 2022 15:...	Nat
UE-2	--	--	--	--	6 de jun. de 2022 15:...	Nat
UE-3	--	--	--	--	6 de jun. de 2022 16:...	Nat
UE-4	--	--	--	--	6 de jun. de 2022 16:...	Nat

4.3.6 Fase de control y seguimiento de los diseños dentro de la plataforma BIM 360

Dentro de la plataforma el director BIM o el coordinador BIM es el encargado de crear semanalmente listas con revisiones a cada uno de los diseñadores e interactuar con ellos para realizar correcciones de las interferencias que tengas los diseños técnicos del proyecto, cuando cada uno de los involucrados ingresa al módulo se pueden revisar los comentarios formulados por el director BIM o encargado del proyecto, dependiendo de la magnitud de la corrección o la incidencia se realiza un comité o reunión presencial cuando se requiera, en la siguiente imagen se puede observar el módulo de transmisión y el informe por parte del diseñador de la especialidad, con un número de identificación de la incidencia y el mensaje con el destinatario respectivo en este caso el director BIM y el coordinador BIM.

Figura 19 *Informes de transmisión (diseñador-director BIM)*

The screenshot displays the Autodesk Construction Cloud interface. At the top, there's a header with 'Document Management' and 'SENDEROS DE MODELIA'. Below it, a navigation bar shows 'Carpetas', 'Revisiones', 'Informes de transmisión' (selected), and 'Incidencias'. The main content area shows a transmission report for a project identified by the ID '# 81 - PRNV20196SDM-IPI-E-UE3-S1-D1-Sheet-E-06A-DESPIECESDEPILOTES'. The report is dated '7 de sep. de 2022' and was created by 'IPI ESTRUCTURAS'. A table lists the transmission details, including the name, title, description, route, set, version, revision status, last update, and the person who updated it. The details panel on the right shows the sender's information and a message describing the transmission of a document.

Nombre	Título	Descripción	Ruta	Conjunto	Versión	Estado de revisión	Última actualización	Actualizado por
PRNV20196...	--	Archivos de proy...			V1		7 de sep. de 202...	IPI ESTRU...

DETALLES

Remitente

IE IPI ESTRUCTURAS sep. 7, 4:59 PM

<ipi.estructuras@gmail.com>

Se ha(n) presentado 1 documento desde

[Archivos de proyecto/WIP/E-Estr...](#)

y se ha(n) enviado a Destinatarios.

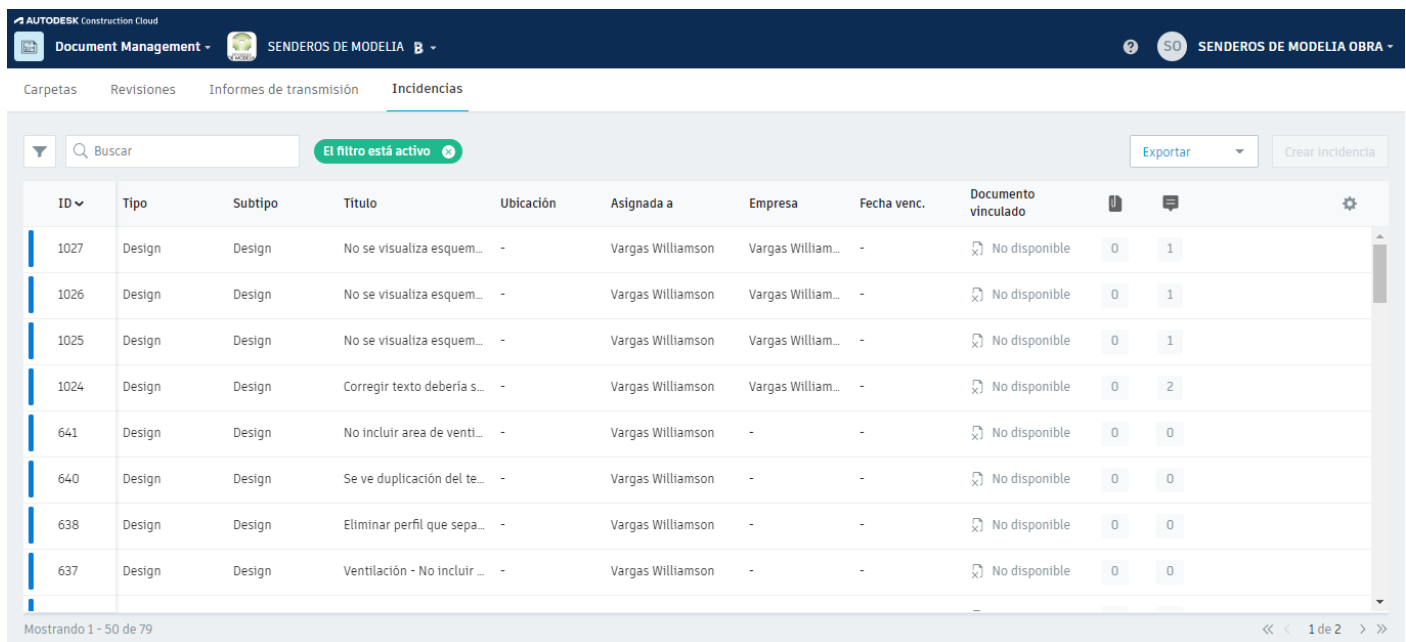
"Se comparte el plano E06A de la UE3 (plano nuevo) en el cual se anexan detalles de recal...

[Mostrar más](#)

Dentro de la plataforma se tuvo una constante comunicación clara y efectiva entre el encargado BIM del proyecto y cada uno de los diseñadores, donde en tiempo real se pudieron

reportar los errores y los hallazgos encontrados luego de la verificación, cada revisión y hallazgo encontrado o reporte por parte del diseñador o Coordinador BIM se consignó dentro de la plataforma en informes de transmisión, esto sirvió para que cada persona y sobre todo el director del proyecto pudiera encontrar de una forma fácil y oportuna todos los hallazgos que surgieron del proceso de coordinación esto nos permitió contar con unos diseños totalmente depurados y organizados facilitando el proceso de ejecución en la obra.

Figura 20 *Modulo de incidencias BIM 360*



ID	Tipo	Subtipo	Título	Ubicación	Asignada a	Empresa	Fecha venc.	Documento vinculado	Comentarios	Adjuntos
1027	Design	Design	No se visualiza esquem...	-	Vargas Williamson	Vargas William...	-	No disponible	0	1
1026	Design	Design	No se visualiza esquem...	-	Vargas Williamson	Vargas William...	-	No disponible	0	1
1025	Design	Design	No se visualiza esquem...	-	Vargas Williamson	Vargas William...	-	No disponible	0	1
1024	Design	Design	Corregir texto debería s...	-	Vargas Williamson	Vargas William...	-	No disponible	0	2
641	Design	Design	No incluir area de venti...	-	Vargas Williamson	-	-	No disponible	0	0
640	Design	Design	Se ve duplicación del te...	-	Vargas Williamson	-	-	No disponible	0	0
638	Design	Design	Eliminar perfil que sepa...	-	Vargas Williamson	-	-	No disponible	0	0
637	Design	Design	Ventilación - No incluir ...	-	Vargas Williamson	-	-	No disponible	0	0

Mostrando 1 - 50 de 79

El módulo de incidencias nos permite tener la trazabilidad de la información de los requerimientos técnicos que se realizan a cada uno de los diseños cargados en la plataforma, pues en ella podemos encontrar el número de incidencia, por quien fue creada, a quien se le asigna la

tarea y la fecha en la que fue creada. Los colores nos permiten identificar si la incidencia fue cerrada o aún sigue abierta, (color azul incidencia cerrada, color naranja incidencia abierta).

Figura 22 *Incidencia respondida*

The screenshot shows a web interface for a closed incident. The header is blue with the text 'Incidencia #1076' and 'RESPONDIDA' with a share icon. Below the header are three tabs: 'DETALLES' (selected), 'ARCHIVOS ADJUNTOS', and 'ACTIVIDAD'. The main content area has a title '#UE3/4 Generar Ducto, de piso 1 al 11' and a subtitle 'Creada por Vargas Williamson (Vargas Williamson) el 30 de sep. de 2022'. Below this is a table with two columns. The left column contains 'Asignada a' (IPI ESTRUCTURAS), 'Fecha venc.' (Sin especificar), 'Ubicación' (Sin especificar), and 'Detalles de la ubicación' (Sin especificar). The right column contains 'Tipo' (Design), 'Propietario' (Vargas Williamson), and 'Causa principal' (Sin especificar).

Asignada a	Tipo
IPI ESTRUCTURAS	Design
Fecha venc.	Propietario
Sin especificar	Vargas Williamson
Ubicación	Causa principal
Sin especificar	Sin especificar
Detalles de la ubicación	
Sin especificar	

Figura 23 *Incidencia abierta sin responder*

The screenshot shows a web interface for an open incident. The header is orange with the text 'Incidencia #1075' and 'ABIERTA' with a share icon. Below the header are three tabs: 'DETALLES' (selected), 'ARCHIVOS ADJUNTOS', and 'ACTIVIDAD'. The main content area has a title '#UE3/4 Generar Negativo o ducto únicamente en cubierta' and a subtitle 'Creada por Vargas Williamson (Vargas Williamson) el 30 de sep. de 2022'. Below this is a table with two columns. The left column contains 'Asignada a' (IPI ESTRUCTURAS), 'Fecha venc.' (Sin especificar), 'Ubicación' (Sin especificar), and 'Detalles de la ubicación' (Sin especificar). The right column contains 'Tipo' (Design), 'Propietario' (Vargas Williamson), and 'Causa principal' (Sin especificar).

Asignada a	Tipo
IPI ESTRUCTURAS	Design
Fecha venc.	Propietario
Sin especificar	Vargas Williamson
Ubicación	Causa principal
Sin especificar	Sin especificar
Detalles de la ubicación	
Sin especificar	

4.4 Impacto de la implementación en el presupuesto del proyecto.

Uno de los aspectos más importantes dentro de los proyectos de construcción es poder contar con un presupuesto acorde a los costos y precios del mercado que los diseños cuenten con una buena planificación que le permitan ser eficientes no solo arquitectónicamente si no en precios y diseños, permitiendo tener un presupuesto totalmente aterrizado al mercado actual siempre ofreciendo un producto de alta calidad.

Es por eso que en el proyecto Senderos de Modelia se realizó la elaboración del presupuesto con la ayuda de la plataforma BIM 360, pues ella nos permitió visualizar cada una de las especificaciones tanto de materiales, medidas y formas, pudiendo vincular toda esta información a la base de datos con la que cuenta la compañía que contiene precios y proveedores actualizados, permitiendo generar ahorros importantes pues los desperdicios fueron mínimos ya que se contaba con una información clara precisa y totalmente organizada en el proceso de coordinación .

La ejecución de la cimentación profunda arrojó datos importantes dentro del proyecto, pues con la implementación de la metodología se minimizaron desviaciones que en la mayoría de los proyectos anteriores teníamos sobre el 20% o el 22%, en el proyecto senderos de modelia esas desviaciones se bajaron entre un 10% a un 15% teniendo en cuenta que estos capítulos dentro del presupuesto son los que más incidencia tienen sobre el costo total del proyecto, generando ahorros importantes en la ejecución.

Figura 21 Presupuesto teórico vs presupuesto real ejecutado

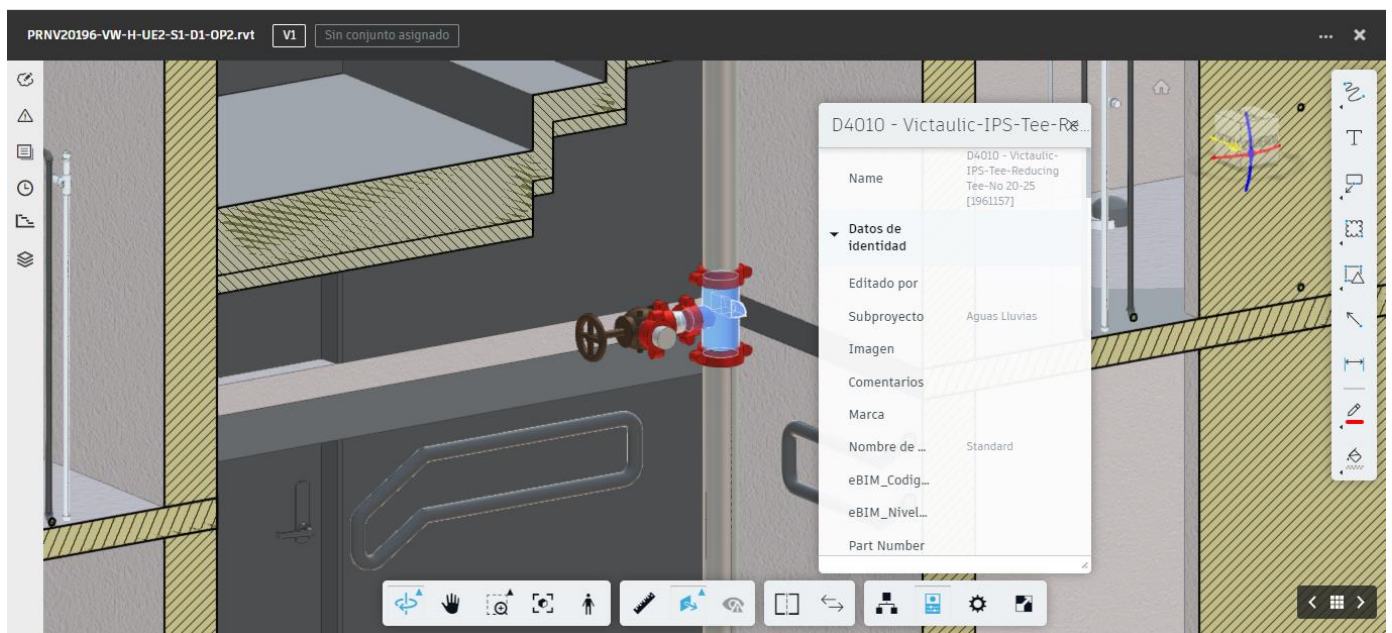
CALCULO DE PRESUPUESTO DE EJECUCION SENDEROS DE MODELIA BAJO LA METODOLOGIA BIM									
PRESUPUESTO INICIAL CALCULADO						PRESUPUESTO REAL EJECUTADO			
CODIGO PRESUPUESTO	CAPITULOS	UN	CAT	VIUNITARIO	TOTAL	CANT REAL EJECUTADA	VIUNITARIO	TOTAL EJECUTADO	% DE DESVIACION
A-10-20-15-3163-006	PILOTE TIPO KELLY 50 CM	ML	42.837,00	249.667,88	10.695.023.061,96			11.481.489.040	5%
P131511-0074	Concreto 3000 Psi Tremle Grava Fina	M3	9.562,25	426.195,39	4.075.386.823,11	\$ 10.135,99	\$ 426.195	4.319.910	9%
P133121-0004	Acero De Refuerzo A-60 3/8 Pulg	KG	355.262,45	3.974,60	1.412.026.134,87	\$ 426.314,94	\$ 3.975	1.694.431	2%
P133121-0037	Alambre No 18	KG	10.550,75	5.640,60	59.512.577,94	\$ 10.761,77	\$ 5.641	60.702	2%
S017300-0112	M.O. Descabece Pilotes H:1M	ML	1.064,01	75.968,86	80.831.625,80	\$ 1.117,21	\$ 75.969	84.079	5%
S017300-0230	M.O. Manejo De Acero De Refuerzo Pilotaje	KG	351.745,00	391,50	137.708.167,54	\$ 369.332,25	\$ 392	144.599	5%
Z413100-0052	Sub. Pilotaje Kelly D=0.50 M.	ML	42.837,00	112.183,00	4.805.583.171,00	\$ 44.978,85	\$ 112.183	5.045.662	5%
Z413100-0107	Sub. Pilotaje	ML	42.837,00	2.200,00	94.241.400,00	\$ 45.407,22	\$ 2.200	99.895	6%
Z418600-0011	Sub. Transporte Personal y Equipos	UN	42.837,00	694,10	29.733.161,70	\$ 44.978,85	\$ 694	31.219	5%
A-10-20-70-0000-000	DADOS DE PILOTES				844.777.295,99			895.463.934	6%
P131511-0020	Concreto 3000 Psi Grava Comun Bombeable	M3	786,51	394.989,32	310.663.047,41	\$ 933,70	\$ 394.989	329.302	6%
P133121-0002	Acero De Refuerzo A-60	KG	74.906,00	3.870,22	289.902.699,32	\$ 79.400,36	\$ 3.870	307.296	6%
P133121-0037	Alambre No 18	KG	1.454,45	5.178,46	7.531.810,12	\$ 1.541,72	\$ 5.178	7.983	6%
S017300-0102	M.O. Dados De Cimentacion	M3	749,06	291.500,00	218.350.990,00	\$ 794,00	\$ 291.500	231.452	6%
S017300-0148	M.O. Excavacion Manual + Trasiego	M3	749,06	24.469,00	18.328.749,14	\$ 794,00	\$ 24.469	19.428	6%
A-10-20-80-0000-000	VIGAS DE CIMENTACION				1.173.136.069,01			1.243.524.233	6%
P131511-0020	Concreto 3000 Psi Grava Comun Bombeable	M3	1.088,70	394.987,70	430.023.110,25	\$ 1.154,02	\$ 394.988	455.824	6%
P133121-0002	Acero De Refuerzo A-60	KG	105.699,02	3.870,22	409.078.473,78	\$ 112.040,96	\$ 3.870	433.623	6%
P133121-0037	Alambre No 18	KG	2.052,41	5.178,45	10.628.311,67	\$ 2.175,55	\$ 5.178	11.266	6%
S017300-0148	M.O. Excavacion Manual + Trasiego	M3	1.056,99	24.469,00	25.863.488,31	\$ 1.120,41	\$ 24.469	27.415	6%
S017300-0229	M.O. Manejo De Acero De Refuerzo	KG	105.699,00	165,00	17.440.335,00	\$ 112.040,94	\$ 165	18.486	6%
S017300-0363	M.O. Vigas De Cimentacion	M3	1.056,99	265.000,00	280.102.350,00	\$ 1.120,41	\$ 265.000	296.903	6%
VALOR PRESUPUESTO					\$ 12.712.936.427	VALOR TOTAL EJECUTADO		\$ 13.620.477.207	6%

Figura 23 Grafico presupuesto teórico vs ejecutado real



Para los diseñadores BIM 360, es una plataforma que permite ahorrar tiempo y trabajo a la hora de sacar cantidades para presentar sus presupuestos de obra, sobre todo en los diseños de tuberías y redes eléctricas e hidrosanitarias por la cantidad de información que se maneja, los presupuestos hidrosanitarios y eléctricos son los que más presentan sobrecostos en los proyectos de construcción pues de los costos totales de los proyectos estos pueden incidir en un 20% a un 30% del valor total del proyecto, en la ejecución del proyecto los adicionales sobre pasan en un 10% por el mal cálculo de cantidades, cambio en diseños o requerimientos técnicos que llegan a generar un sobrecosto en el proyecto, Senderos de Modelia al contar con esta metodología pudo reducir hasta en un 5% los sobrecostos por mal cálculo de cantidades y errores en los planos pues el modelo permite realizar un diseño totalmente detallado con la cantidad total de tubería accesorios y de más elementos que se requieren para la instalación, optimizando los procesos y siendo más eficientes en las actividades del proyecto.

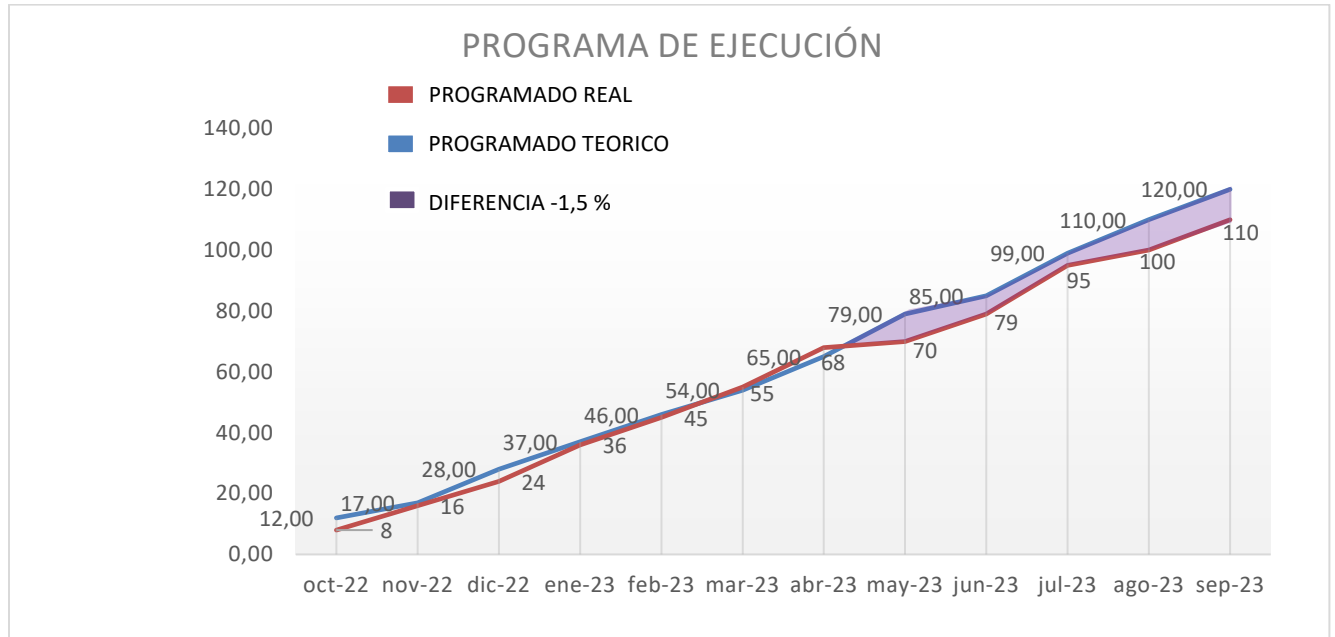
Figura 22 Modelado de las redes hidrosanitarias y eléctricas



4. 5 Impacto en la programación del proyecto

La implementación de la metodología no solo permitió obtener ahorros importantes en la ejecución del presupuesto del proyecto senderos de modelia si no también en la programación se lograron optimizar procesos teniendo en cuenta que se logró empezar el proyecto con toda la información requerida para la construcción, con toda la información entregada por los diseñadores y totalmente coordinada el personal en obra tuvo la facilidad de ejecutar las actividades sin contratiempos y sin problemas por interferencias con tuberías o elementos que no correspondieran.

Al contar con toda la información del proyecto en la etapa previa de la ejecución le permite a la obra poder realizar las contrataciones y compras a tiempo, pues en la mayoría de ocasiones se inicia la etapa de ejecución sin contar con especificaciones o detalles relevantes para realizar una compra o una contratación, generando esperas prolongadas que retrasan la ejecución del proyecto, los retrasos toman relevancia cuando en obra no se cuenta con la información necesaria pues esta impacta directamente el programa de ejecución, generando desviaciones por capítulo entre un 5 % a un 8%, con la implementación se observaron actividades con desviaciones hasta de un 2% o 3% contra la programación real del proyecto, estos retrasos obedecieron a problemas externos que no controlaba el proyecto, en la etapa de compras y contrataciones las desviaciones fueran del orden del 0,5 % pues todo se logró comprar y contratar a tiempo porque se contaba con toda la información y documentación del proyecto.

Figura 25 *Incidencia programa de ejecución*

5. Discusión

Estamos en el siglo XXI, un siglo que trae consigo una serie de avances tecnológicos que va a una velocidad impresionante, de igual forma es un tiempo donde la innovación unida a la tecnología está permitiendo obtener grado de productividad que antes no se habían visto.

Nuestra industria la construcción es de vital importancia para la economía del país, por esta razón se necesita generar mejores índices de productividad y eficacia al interior de los proyectos, que nos permitan disminuir el grado de incertidumbre y el riesgo aumentando la confiabilidad, el cumplimiento de tiempos, objetivos, costos, calidad, etc.

Es una realidad, se necesita que las obras se modernicen y dejen de ver el mundo en 2 dimensiones, que asuman los requerimientos del mundo actual en cuanto a temas de sostenibilidad, productividad y eficacia. Los beneficios a largo plazo son muy grandes entre los cuales encontramos de reducción de costos, tiempos, entre otros y en la construcción estos temas llevados a pesos es mucho dinero.

El aporte del BIM, a la Gerencia de Proyectos es muy importante, ya que permite intervenir en los proyectos desde las fases iniciales hasta la culminación de la obra, interviniendo en procesos con una metodología propia, lo que permite realizar una coordinación más efectiva y un control sobre cada uno de los implicados del proyecto, determinando funciones, ampliando la eficiencia interna, mejorando su planificación, el control y la ejecución de los proyectos. No se debe subvalorar esta metodología en Colombia y mucho menos pensar que es una inversión alta, cuando las ventajas son visibles.

6. Conclusiones

A través de estos meses de trabajo de cómo implementar la metodología BIM de una manera eficiente, pudimos observar que el tema está vinculado en gran forma con la especialización de Gerencia de proyectos y con muchos de los fundamentos del PMI. Es por eso por lo que aplicar metodologías y tener unos parámetros claros para llevar a cabo un proyecto son fundamentales. El hecho de aplicar listas de verificación debe ir ligado al proceso de diseño, la coordinación de diseños se debe implementar tanto en la fase de planificación como en la parte de ejecución de la obra.

Finalmente podemos concluir que gracias a la encuesta aplicada y al trabajo realizado por todo el equipo, que esta metodología es necesaria que se implemente a cada proyecto que desarrolla el gremio de la construcción, pues se demostró que se mejora radicalmente la efectividad en la ejecución y permite a cada gerente de proyectos optimizar los beneficios para la empresa en la que trabaja.

Con la implementación de esta metodología en Prabyc Ingenieros se pudieron evidenciar los ahorros y la corrección de errores que se pueden resolver utilizando un software bajo la metodología BIM, en este caso se utilizó el software Revit y la plataforma BIM 360, lo que permitió corregir los cálculos de concreto, rectificar ángulos en rampas de acceso, detectar interferencias entre la estructura e interferencias de tuberías eléctricas e hidrosanitarias, la comunicación fue constante gracias a la plataforma BIM 360, los diseños se pudieron retroalimentar a diario y las incidencias se iban cerrando por parte de los diseñadores en los tiempos requeridos pues la supervisión fue constante del persona Bim que agilizó los tiempos de respuesta, con la información totalmente coordinada se pudo realizar la entrega a la gerencia de construcciones de una información totalmente depurada, organizada y aterrizada que optimizaron

los procesos de compras y contrataciones de todos los materiales y mano de obra que se requería para el proyecto. Con toda la información cargada en la plataforma BIM 360 el personal en obra optimizó los procesos en las actividades de ejecución, cualquier duda que surgió en algún proceso se pudo revisar en la plataforma y se pudo resolver a tiempo pues al contar con una información clara y precisa los contratistas realizaron la construcción sin inconvenientes. De eso se trata esta metodología, de poder optimizar todos los procesos en la construcción con la ayuda de herramientas tecnológicas que facilitan el uso de la información y que se transmite en ahorro de tiempo y dinero.

Por otro lado la gerencia de la constructora quedo muy satisfecha del trabajo realizado, a medida que la obra avanza los resultados son los esperados pues a simple vista se pueden observar los beneficios con la implementación de la metodología, sobre todo en la obra con procesos más limpios y eficientes con el uso de materiales y recurso humano, actividades que se coordinan con facilidad pues se cuenta con toda la información y diseños dentro de la plataforma que agilizan los procesos de una forma eficiente.

Referencias

- Alonso, J. (2015). Nivel de desarrollo LOD. Definiciones, innovaciones y adaptación a España. *Spanish Journal of Building Information Modelinf*, 15(1), 40-56
- Consejo Superior de Colegios Arquitectos de España. (s.f). Todas las claves para conocer BIM en 8 puntos. <https://www.cscae.com/index.php/es/conocecscae/area-tecnica/bim/documentos-y-actualidad-bim/225-bim-documentos/4442-todas-las-claves-para-conocer-bim-en-8-puntos>.
- Construction Industry Council. (2015). *CIC Building Information Modelling Standards-Guia bim hong kong*. https://www.cic.hk/cic_data/pdf/about_cic/news_and_update/BIM/Eng/CIC%20BIM%20Standards_FINAL_ENG_v1.pdf
- DATAEDRO. (2017). Definición BIM <http://www.dataedro.com/index.php/es/acercadelbim/20-definicion>
- Departament veterans affairs, (s.f.). <https://www.cfm.va.gov/til/bim/bimguide/lifecycle.htm>VA-BIM-Guide-
- Espacio BIM. (2015). *Manual-avanzado-Autodesk-Revit-Architecture*. <https://www.espaciobim.com/recursos-gratis/>
- López Blanco, D. M. (2011). *Metodología de diseño y coordinación técnica digital para proyectos de vivienda de interés prioritario*. Bogotá, D.C.: Universidad Nacional de Colombia.
- Real Academia Española –RAE. (2014). *Diccionario de la lengua española*. (23 ed). Madrid: ASALE. <http://dle.rae.es/?id=RpXSRZJ>.
- Revista Building Smart Jam. (2015, Agosto 18). LOD, <https://www.buildingsmart.es/2015/05/18/disponible-el-nuevo-n%C3%BAmerodel-journal-sjbim-1501/LOD>