

EVALUACIÓN DE PROCESOS Y PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN BIM MEDIANTE  
IDM (INFORMATION DELIVERY MANUAL) PARA PEQUEÑAS EMPRESAS DE  
INGENIERÍA CIVIL

JUAN DIEGO CARRILLO MONTALVO

SANTIAGO ALBERTO RODRIGUEZ MUÑOZ



UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA

FACULTAD DE ARQUITECTURA

PROGRAMA DE TECNOLOGIA EN CONSTRUCCIONES ARQUITECTONICAS

BOGOTA D.C

02/12/19

**Evaluación de Procesos y Propuesta de Implementación  
BIM Mediante IDM (Information Delivery Manual)  
Para Pequeñas Empresas de Ingeniería Civil**

**Juan Diego Carrillo Montalvo  
Santiago Alberto Rodríguez Muñoz**

**Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de (Tecnólogo en  
Construcciones Arquitectónicas)**

**Arq. Melisa Gálvez Bohórquez  
Director  
Arq. Yuber Alberto Nope Bernal  
Director**



Universidad La Gran Colombia  
Facultad de Arquitectura  
Programa de Tecnología en Construcciones Arquitectónicas  
Bogotá D.C

**Tabla de Contenido**

Resumen.....	8
Abstract .....	9
Introducción .....	10
1. Problema.....	11
2. Hipótesis.....	15
3. Objetivos .....	16
3.1 Objetivo General.....	16
3.2 Objetivos Específicos.....	16
4. Alcance.....	17
5. Justificación .....	18
6. Estudio de Caso - Empresa Ave Consultoría y Construcción.....	21
7. Metodología .....	22
8. Marco Teórico.....	24
8.1 IDM (Manual de la Entrega de Información) .....	24
8.2 Lod (Level Of Development) - (Nivel de Desarrollo) .....	31
9. Estado del Arte.....	32
9.1 Evolución del BIM.....	33
9.2 Proyectos de Tesis y Estudios .....	34
9.3 Artículo - El 40 por ciento de las construcciones del país utilizan Metodologías BIM	38
9.4 Compañía Pionera en Implementar BIM .....	40

9.5 Proyectos .....	41
10. Marco Conceptual.....	51
11. Análisis de Proyecto Piloto Reforzamiento Estructural (Fontibón) .....	57
11.1 Reforzamiento Estructural (Fontibón) .....	57
12. Capítulo 1 Metodología Actual CAD .....	58
12.1 Equipo de Trabajo .....	59
12.2 Organigrama de Proyecto AVe .....	59
12.3 Programas Utilizados por Equipo de Trabajo .....	61
12.4 Etapa de Factibilidad y Propuesta Económica IDM .....	62
12.5 Simbología .....	63
12.6 Etapa de Diseño AVe .....	63
12.7 Estudio de Proyecto .....	64
13. Capítulo 2 Propuesta Metodologías BIM por medio del IDM (Manual de la Entrega de Información).....	65
13.1 Propuesta General .....	65
13.2 Coordinador BIM .....	66
13.3 Flujo de Trabajo en Proyecto Piloto .....	67
13.4 Nube de Archivos.....	68
13.5 Detalle de Nube de Archivos .....	69
13.6 Mapas de Transacción.....	70
13.6.1 Negociación e Información .....	70

	3
13.6.2 <i>Gestión de Proyecto</i> .....	71
13.6.3 <i>Desarrollo de Proyecto</i> .....	72
13.7 Tiempos Establecidos .....	73
14. Capítulo 3 Análisis de los Resultados .....	76
14.1 Reforzamiento Estructural Fontibón .....	77
14.2 Análisis de Tiempos Finales .....	84
14.3 Comparación de Resultados Establecidos y Finales .....	87
14.4 Costos de la Implementación .....	90
15. Glosario .....	92
16. Conclusiones .....	95
17. Referencias .....	97

**Lista de Figuras**

Figura 1. Mapa de calor de Implantación Bim en el mundo 2014.....	18
Figura 2. Ubicación de la Empresa en Bogotá.....	21
Figura 3. Ejemplo de un escenario de negocio simple que requiere un IDM .....	25
Figura 4. Mapa de interacción.....	30
Figura 5. Mapa de transacción .....	30
Figura 6. Lod (Level of Development) .....	31
Figura 7. Crecimiento del Conocimiento 2010 a 2020 .....	32
Figura 8. Acogida de Bim por Tipo de Proyecto en Lima 2017 .....	36
Figura 9. Acogida de Bim por Tamaño de Proyecto en Lima 2017 .....	37
Figura 10. Acogida de Bim por Altura en Lima 2017 .....	37
Figura 11. Bim en Colombia en Obras Nuevas .....	39
Figura 12. Edificio Atrio .....	41
Figura 13. Torres Atrio 270M.....	42
Figura 14. Render Torre 126.....	43
Figura 15. Render Torre 126 Detalle .....	43
Figura 16. Render Interior Torre 126.....	44
Figura 17. Detalle de Baño .....	44
Figura 18. Baño.....	45
Figura 19. Lumion.....	45
Figura 20. Modelado Arquitectónico y Estructural Revit.....	46
Figura 21. Red de Incendios .....	46
Figura 22. Red de Incendios Vistas .....	47
Figura 23. Detalle de Redes .....	47
Figura 24. Detalle de Redes .....	48

Figura 25. Detalle de Cielo Raso .....	48
Figura 26. Render Urban.....	49
Figura 27. Edificio Administrativo de Bavaria .....	49
Figura 28. Centro Comercial Parque la Colina .....	50
Figura 29. Render de Modelo 3D .....	57
Figura 30. Metodología de Proyecto AVe .....	58
Figura 31. Organigrama de Proyecto de Reforzamiento AVe .....	60
Figura 32. Mapa de Procesos AVe .....	62
Figura 33. Simbología IDM .....	63
Figura 34. Etapa de Diseño AVe .....	63
Figura 35. Estudio de proyecto .....	64
Figura 36. Coordinador BIM .....	66
Figura 37. Flujo de trabajo en Reforzamiento Estructural Fontibón .....	67
Figura 38. Nube de archivos .....	68
Figura 39. Nube de Archivos Detalle.....	69
Figura 40. Negociación e Información .....	70
Figura 41. Gestión del Proyecto.....	71
Figura 42. Desarrollo de Proyecto .....	72
Figura 43. Modelado General .....	77
Figura 44. Pedestal y Platina.....	78
Figura 45. Conexión a Viga .....	78
Figura 46. Conexión a Viga .....	79
Figura 47. Conexión HEA 180 .....	79
Figura 48. Conexión para diagonales.....	80
Figura 49. Conexión Superior .....	80

Figura 50. Planta de Escalera 1 .....	81
Figura 51. Escalera 1 .....	81
Figura 52. Planta de Escalera 3 .....	82
Figura 53. Modelo de Escalera 3 .....	82
Figura 54. Alzado este .....	83



**Lista de Tablas**

Tabla 1. Clasificación de defectos en el diseño, Santiago de Chile.....	13
Tabla 2. Reglas de denominación .....	27
Tabla 3. Roles de Trabajo .....	59
Tabla 4. Programas Utilizados Rol-R3 .....	61
Tabla 5. Programas Utilizados Rol-R4 .....	61
Tabla 6. Programas Utilizados Rol-R5 .....	61
Tabla 7. Programas Utilizados Rol-R6 .....	61
Tabla 8. Programas Utilizados Rol-R7 .....	62
Tabla 9. Fase de Negociación e Información.....	73
Tabla 10. Fase de Gestión de Proyectos .....	74
Tabla 11. Fase de Desarrollo del Proyecto .....	75
Tabla 12. Fase Final de Negociación e Información .....	84
Tabla 13. Fase Final de Gestión de Proyectos .....	85
Tabla 14. Fase Final de Desarrollo de Proyecto .....	86
Tabla 15. Comparación de Resultados en Negociación e Información .....	87
Tabla 16. Comparación de Resultados en Gestión de Proyectos .....	88
Tabla 17. Comparación de Resultados en la fase de Desarrollo del Proyecto.....	89
Tabla 18. Honorarios de Personal.....	90
Tabla 19. Total de equipos de cómputo .....	91
Tabla 20. Total de costo de licencias .....	91

### Resumen

En este trabajo investigativo titulado “Evaluación de procesos y propuesta de implementación BIM por Medio del IDM (Information Delivery Manual) para pequeñas empresas de ingeniería civil” se realizó un estudio completo del flujo de trabajo general para hacer un proyecto mediante la metodología tradicional CAD por medio de un manual de información IDM, en donde se caracterizaron los roles, el tipo de programas manejados, el organigrama general de los proyectos y los procesos secuenciales para el manejo de la información; para luego realizar la propuesta, produciendo un nuevo flujo laboral mediante una nube de archivos (Google Drive), realizando el modelado 3D del diseño estructural por medio del software Revit.

Esto mediante la integración de un “BIM Coordinator” capaz de administrar tareas, versión de los formatos de entrega, los tipos de software manejados así como su tiempo de actualización todo ello fundamentado a través de un proyecto piloto llamado “Reforzamiento Estructural Fontibón”, para así proporcionar los resultados, tanto en tiempos de entrega, como en rentabilidad analizando los honorarios del personal, haciendo una comparación entre los costos de licencias, y por último el costo total de los equipos de cómputo.

De este modo se generaron los resultados principales de la implementación, en donde se identificó las problemáticas, las recomendaciones y las mejoras en cuanto a tiempo, costo y requerimientos generando una visión general tanto de las metodologías como de su tiempo en base a un tiempo limitado y siendo la primera vez que se incursiona con las metodologías BIM sus recursos y sus alcances.

**Palabras Clave:** BIM (Building Information Modeling), Construcción Digital, IDM (Information Delivery Manual), BEP (Plan de ejecución BIM), BIP (Plan de Implementación).

### Abstract

In this research work entitled “Evaluation of processes and proposal of BIM implementation through the IDM (Information Delivery Manual) for small civil engineering companies” a complete study of the general workflow was carried out to make a project using the traditional CAD methodology by means of an IDM information manual, where the roles, the type of programs managed, the general organization chart of the projects and the sequential processes for information management were characterized; to then make the proposal, producing a new workflow through a file cloud (Google Drive), performing 3D modeling of the structural design through Revit software.

This through the integration of a “BIM Coordinator” capable of managing tasks, version of the delivery formats, the types of software handled as well as its update time all based on a pilot project called “Fontibón Structural Reinforcement”, in order to provide the results, both in delivery times, and in profitability analyzing the staff fees, making a comparison between the costs of licenses, and finally the total cost of the computer equipment.

In this way, the main results of the implementation were generated, where the problems, recommendations and improvements in terms of time, cost and requirements were identified, generating an overview of both the methodologies and their time based on a limited time and being the first time that BIM methodologies are entered into its resources and scope.

**Keywords:** BIM (Building Information Modeling), Digital Construction, IDM (Information Delivery Manual), BEP (BIM Ejección Plan), BIP (BIM Implementation Plan).

## Introducción

La necesidad de suplir con eficacia, orden y de aumentar la productividad en una obra, lleva a la implementación de las Metodologías BIM, por sus siglas (Building Information Modeling), es un sistema de gestión de información de proyectos anclada a un modelado 3D, del cual se deriva toda la información tanto gráfica como no gráfica de un proyecto, desde un Modelo Tridimensional, Programación, Control de Costes, Sostenibilidad hasta el Mantenimiento, y de esta manera llevar un estricto control de toda la documentación necesaria, de manera que se pueda facilitar y dar orden a todas las disciplinas que intervengan en la construcción. Esta metodología se sostiene por medio de diferentes software BIM, que cumplen la función de gestionar un proceso de diseño colaborativo multidisciplinar. Para este análisis se contempló uno de estos software y su interoperabilidad con otros de uso especializado en el cálculo estructural, gestión administrativa y representación, el cual es Revit que se usó para manejar componentes, modelado 3D, distribución de proyecto, tablas de planificación, complementos y anotaciones.

El análisis se manejó en un lapso reducido (un mes y medio) ya que la empresa Ave Ingeniería Consultoría y Construcción necesita conocer y aplicar poco a poco las metodologías BIM para incrementar su producción en el flujo de trabajo, afianzar su propuesta de valor y futura expansión en Latinoamérica. El objetivo principal de la organización y la razón por la que desean realizar dar el primer paso para conocer e implementar BIM en un proyecto, es hacer que todas las tareas implicadas en los proyectos estructurales en la etapa de diseño se lleven hasta un nivel de desarrollo alto, para que así les permita aumentar su propuesta de valor y eficiencia, hasta lograr la satisfacción del cliente, por consiguiente, cumplan los requerimientos de las instituciones del estado y el mercado actual en Latinoamérica.

Todo ello con la finalidad de lograr medir la eficiencia de las metodologías BIM en un proyecto; se llevó a cabo una propuesta IDM (Manual de la Entrega de la Información), para generar un nuevo flujo de trabajo que ayude a subsanar las diversas complicaciones y los altos tiempos de procesos en un determinado proyecto. Para lograr una correcta asimilación se aplicó a un proyecto piloto (Reforzamiento Estructural Fontibón) con la finalidad de lograr evidenciar la eficiencia y la rentabilidad de la propuesta.

Cabe recalcar que, este tipo de metodología suele tomar mucho tiempo en ser acogida e implementada, por el número de trabajadores implicados en un proyecto, su capacidad de asimilar las herramientas y nuevas fórmulas de trabajo. En otro orden de ideas lo que se buscó también con este trabajo es dimensionar, aclarar y acompañar lo mejor posible estas metodologías, para poderlas manejar más oportunamente en el aprendizaje y la puesta en marcha.

Todo esto por medio de tres capítulos fundamentales el primer capítulo que se caracteriza por llevar a cabo la metodología actual CAD presente en la mayoría de empresas en el país en donde se identificó el flujo de información, los roles y los programas utilizados, por otra parte, en el segundo capítulo se realizó la propuesta general que abarco el flujo de la información mediante una nube de archivos (Google Drive), implementado un nuevo rol el “BIM Coordinator” el cual tiene la tarea de administrar tareas, versión de los formatos de entrega, los tipos de software manejados así como su tiempo de actualización. También se manejó el nuevo flujo de trabajo a través de la generación de los mapas de transacción, para así poder terminar con el capítulo tres en donde se suministró los resultados, tanto en tiempos de entrega, como en rentabilidad suministrando los honorarios del personal, haciendo una comparación entre los costos de las licencias durante un mes tanto en metodología tradicional CAD y metodologías BIM, y por último el costo total de los equipos de cómputo requeridos.

## 1. Problema

A lo largo de los años, la industria de la construcción ha tenido muchos inconvenientes, que ameritan a retrasos y sobrecostos en todo tipo de obras ya sean de pequeña como de gran magnitud. Esto puede derivarse por diferentes factores que hacen que no crezca favorablemente en comparación con las otras industrias ya que “La productividad del sector es baja en comparación con las industrias manufactureras y de servicios” (Saavedra, 2018, p.3) debido a la falta de mantener procesos secuenciales y generales que no se adaptan a cualquier tipo de obra, y se llega a manifestar que la situación actual en Colombia en la cual la gestión y diseño de un proyecto se desarrolla por medio de la emulación del dibujo a mano. Algunos de los puntos desfavorables de estos métodos son:

- La falta de relación directa entre el dibujo y la información gráfica requerida para la ejecución de un proyecto.
- No hay una colaboración directa entre las diferentes disciplinas, un ejemplo de ello son las instalaciones, la estructura, y los diseños.
- Falta de dimensionamiento a las interferencias que pueden llegar a suceder en una obra las cuales pueden afectar por medio de sobrecostos y pérdida de tiempo.
- Contratiempos en la ejecución del proyecto que a su vez generan retrasos y pérdida económicas afectando el presupuesto.
- La modificación de archivos de manera habitual puede ser complicada y engorrosa.

*Tabla 1. Clasificación de defectos en el diseño, Santiago de Chile*

N	Defectos de Diseño	%
1	Escaso detalle de los elementos estructurales	13.97
2	Falta de planos detallados de arquitectura	12.78
3	Incompatibilidad entre las diferentes especialidades	11.59
4	Cruce de información incorrecto con estructuras	8.17
5	Falta de definición de elementos de arquitectura	6.54
6	Modificaciones en los planos de la estructura	6.39
7	Falta de dimensiones de arquitectura	6.24
8	Falta de identificación y ubicación de los elementos de arquitectura	5.65
9	Materiales de acabados que requieren muestras	4.75
10	Problemas con los ejes	4.46
11	Defectos de diseño en el desagüe	4.16
12	Cruce de información incorrecto con arquitectura	3.12
13	Cambios de diseño de propietario	3.12
14	Defectos del diseño eléctrico	2.97
15	Se entregan tarde los planos de arquitectura	1.93
16	Defectos en los diseños	1.49
17	Problemas con los equipos eléctricos	0.89
18	Estructura de los equipos	0.59
19	Problemas con los materiales en el mercado	0.45
20	Convención de símbolos	0.45
21	Defectos del diseño de gas	0.30
<b>Total</b>		<b>100%</b>

Nota: La tabla tiene datos importantes sobre los defectos en el diseño en las construcciones. Adaptado de: Alarcón y Mardones (1998) citado por Orihuela, P y Orihuela A (s.f). Recuperado de: <https://bit.ly/2rttDRP>

De acuerdo a la tabla 1, se halla la explicación de la realización de un estudio que se elaboró en Santiago de Chile, por parte de Alarcón y Mardones, en donde se realizó en cuatro proyectos de una constructora chilena, en donde se puede identificar que uno de los grandes problemas en la industria de la construcción en donde existen tres grandes dificultades la primera es: la Incompatibilidad entre las diferentes especialidades con un 11.59%, otro problema general es el escaso nivel de detalles con un 13.97% y por último, la falta de planos detallados de arquitectura, problemas en los que se pueden derivar los retrocesos y los sobrecostos en los procesos de diseño y construcción.

Todo esto a través de una problemática que alberga más generalmente en este estudio y es la falta de comunicación de los proyectistas y el poco conocimiento que existe de los diferentes procesos constructivos.

### **Pregunta Problema**

¿Es rentable y eficiente el modelo de implementación IDM (Manual de Entrega de Información) de metodologías BIM (Building Information Modeling) en un proyecto piloto llamado (Reforzamiento Estructural Fontibón), en la etapa de diseño estructural en la empresa AVe Ingeniería Consultoría y Construcción?



## 2. Hipótesis

### General

Al evaluar la eficiencia y rentabilidad en un corto lapso de tiempo se logrará un modelo de implementación IDM (Manual de Entrega de Información) que proporcione un mejor flujo de trabajo utilizando el caso de (Reforzamiento Estructural Fontibón) en la empresa Ave Ingeniería Consultoría y Construcción.

### Específicas

- Al caracterizar los procesos IDM (Manual de Entrega de Información) se enumerarán los objetivos y alcances de la metodología para la aplicación a un proyecto piloto.
- Al realizar el análisis se logrará ejemplificar mediante una comparación entre las metodologías tradicionales con las metodologías BIM para determinar su eficiencia y rentabilidad, por medio de la comparación del sistema tradicional con las metodologías BIM.
- Al estimar la complejidad del proyecto se determinará los resultados en la fase de implementación BIM, en donde se identifiquen los alcances de la metodología en un lapso reducido.

### **3. Objetivos**

#### **3.1 Objetivo General**

Evaluar la eficiencia y rentabilidad en la fase de diseño estructural, aplicado a un proyecto de reforzamiento estructural, por medio de la comparativa entre sistemas tradicionales y metodologías BIM (Building Information Modeling), proponiendo un modelo de implementación IDM (Manual para la Entrega de Información) para pequeñas empresas de Ingeniería Civil.

#### **3.2 Objetivos Específicos**

- Caracterizar los procesos de planeación IDM (Manual de Entrega de Información) y diseño mediante el sistema tradicional y las metodologías BIM.
- Analizar mediante un ejercicio práctico los tiempos, costos, alcances y productos por medio de las metodologías BIM, para su respectiva comparación con el sistema tradicional.
- Formular los resultados de las metodologías BIM en un proyecto piloto (Reforzamiento Estructural Fontibón) para determinar su eficiencia y rentabilidad.

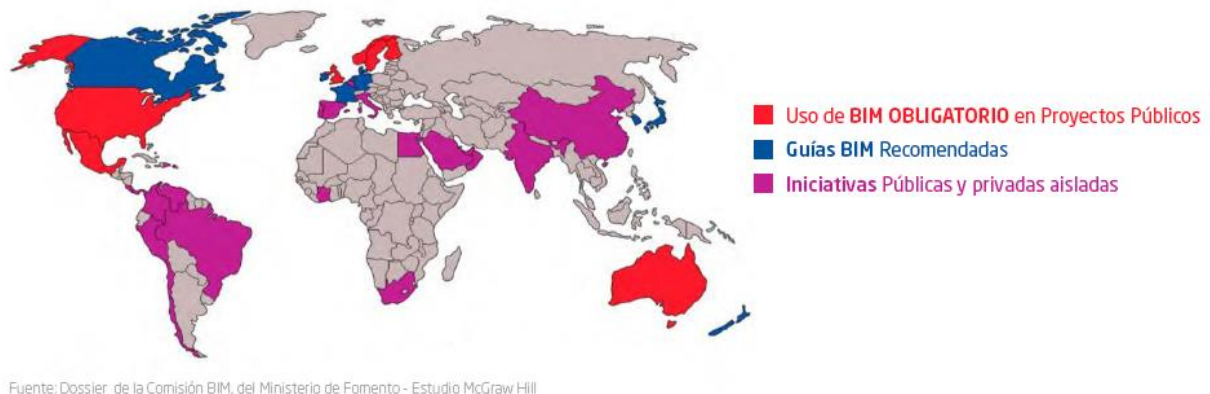
#### 4. Alcance

La asimilación de metodologías BIM requieren tiempos muy extendidos, sin embargo para efectos prácticos en este análisis solo se tendrá en cuenta la fase de diseño estructural, dentro de un proyecto piloto llamado (Reforzamiento Estructural Fontibón), el cual abarca el cálculo estructural, la elaboración de material gráfico e informativo para el desarrollo de un proyecto, este trabajo delimita en analizar la interoperabilidad entre los métodos que no se pueden reemplazar y aquellos que se van a reemplazar, también cabe aclarar que si bien el alcance de este proyecto se restringirá por el tiempo del cual se dispone, este primer paso para lograr la implementación lleva más tiempo del que se requiere, para lo cual también se generara un plan a futuro dividido en etapas que sea útil tanto para la empresa (AVE Ingeniería y Consultoría) como para aquel que desee continuar con el análisis de dicha implementación aplicado a las pequeñas empresas de Ingeniería Civil.

Todo esto a través de un modelo de implementación IDM (Manual de Entrega de Información) para crear un nuevo flujo de trabajo que abarque toda la complejidad del mismo pasando por tres etapas, la primera será la caracterización del flujo de información proporcionado por la negociación entre el gerente general y el cliente, la siguiente es la gestión del proyecto y por último el desarrollo del manual de entrega de información IDM.

## 5. Justificación

El propósito general de esta investigación radica en la necesidad de utilizar las metodologías BIM como herramienta para generar una mejor planeación y una mejor ejecución de los procesos de construcción por medio de un modelo de implementación IDM (Manual de la entrega de información), bien es sabido que BIM abarca los procesos secuenciales en determinado proyecto, es por esto que se decide experimentar con este tipo de tecnologías para generar un impacto en el flujo de trabajo, dado que esto aporta a las empresas de Ingeniería Civil que buscan incrementar su propuesta de valor con mayor eficiencia y rentabilidad.



*Figura 1.* Mapa de calor de Implantación Bim en el mundo 2014, tomado de: <https://www.esri.es/entrada-de-blog/bim-gis-existen-mapas-en-7d/>.

Durante una feria de Expocamacol en Medellín en el año 2018, se entrevistó al directivo Eduardo Loaiza que manifestó “El hecho de contar con esta opción de detección de errores y eficiencia, antes del proceso constructivo, es un adelanto que, finalmente genera ahorros y más control en las obras”. (Loaiza, 2018, párr. 4).

Es por esto que se indaga para así brindar una solución a las problemáticas implicadas en los proyectos de construcción en el punto de vista de una empresa que busca aumentar su propuesta de valor en el mundo de la Ingeniería Civil (AVE consultoría y construcción), se investiga en la incursión de una metodología que disminuya costos y optimice tiempos en el

diseño estructural para así poder brindarle una satisfacción al cliente, ya que ese es el objetivo final.

La satisfacción está encaminada a la percepción que tenga el cliente del servicio que recibió. Por tal razón es necesario desarrollar sistemas de gestión basados en procesos que sean cuantificables esto con el objeto de trabajar ordenadamente y así lograr mejoras continuas en el sistema. A dichas mejoras se le denominan optimización. (Arraiga, 2012, p. 15).

Las herramientas brindadas a partir de las metodologías BIM son de gran variedad, se manejan software especializados en modelados paramétricos como Revit o Navisworks y los programas basados en las estructuras Tekla Structure, para poder crear un formato universal como lo es el .IFC, el cual permite una actualización real de los modelos utilizados a los diferentes entes encargados de la elaboración del proyecto.

La importancia de utilizar estos programas es fundamental ya que facilita y da orden a todo tipo de trabajos en una obra, debido a que con este programa (Revit) básicamente se podrá generar una relación directa entre los procesos de: planimetría y cantidades de obra, incluso realizar una renderización; esto permite que todos los que estén trabajando a la vez en el proyecto, puedan identificar con exactitud y con prontitud todas las negligencias que se puedan presentar a lo largo del desarrollo.

Por estos motivos es que las empresas actuales buscan mejorar los procesos operativos y la calidad en las construcciones; como por ejemplo es Amarilo, una empresa colombiana líder en promoción, gerencia, venta, construcción de proyectos de vivienda y proyectos urbanísticos.

Amarilo estuvo en búsqueda de una metodología que le permitiera una mejora en los procesos de coordinación, compras y construcción que pudiera solucionar los sobrecostos y

reprocesos iniciando por una coordinación técnica. Es por esto que el gerente general de Amarilo manifiesta que:

El sector de la construcción a nivel mundial presenta oportunidades de mejoras en la productividad comparado con otros sectores económicos, y aún más, Colombia frente a otros países tiene brechas enormes que necesitamos comenzar a cerrar. Es así como la transformación digital presenta una gran oportunidad para mejorar la eficiencia de ese sector y sabiendo que esta es una de las locomotoras de la economía local, el impacto podría ser aún mayor. (Ciardelli, 2018, párr. 4).

Es por ello que es fundamental contar con estas tecnologías en pleno 2019 ya que de por sí están revolucionando en el mundo de la construcción, mejorando procesos, optimizando los recursos y creando modelos simplificados y paramétricos para poder dar apoyo y brindar soluciones concretas en el transcurso de la construcción y operación de un determinado proyecto.

Sus generalidades permiten que cada empresa o cada proyecto sea capaz de sustraer lo que más necesite y aplicar las metodologías BIM ya que estas se dividen en 7 dimensiones generales las cuales son: modelo tridimensional 3D, la programación 4D, el control de los costes 5D, la sostenibilidad 6D y el mantenimiento en 7D, esto hace que en todo el ciclo de vida de la edificación sea capaz de manejarse mediante BIM.

## 6. Estudio de Caso - Empresa Ave Consultoría y Construcción

Ave Ingeniería y Consultoría es una empresa colombiana de ingeniería estructural y geotecnia, cuenta con la experiencia del diseño de edificaciones institucionales, residenciales, comerciales, estructuras de ingeniería ambiental, además cuentan con intervención, revisión, supervisión técnica, y las soluciones integrales en ingeniería para obras en la ciudad de Bogotá Colombia.

### Ubicación de la Empresa

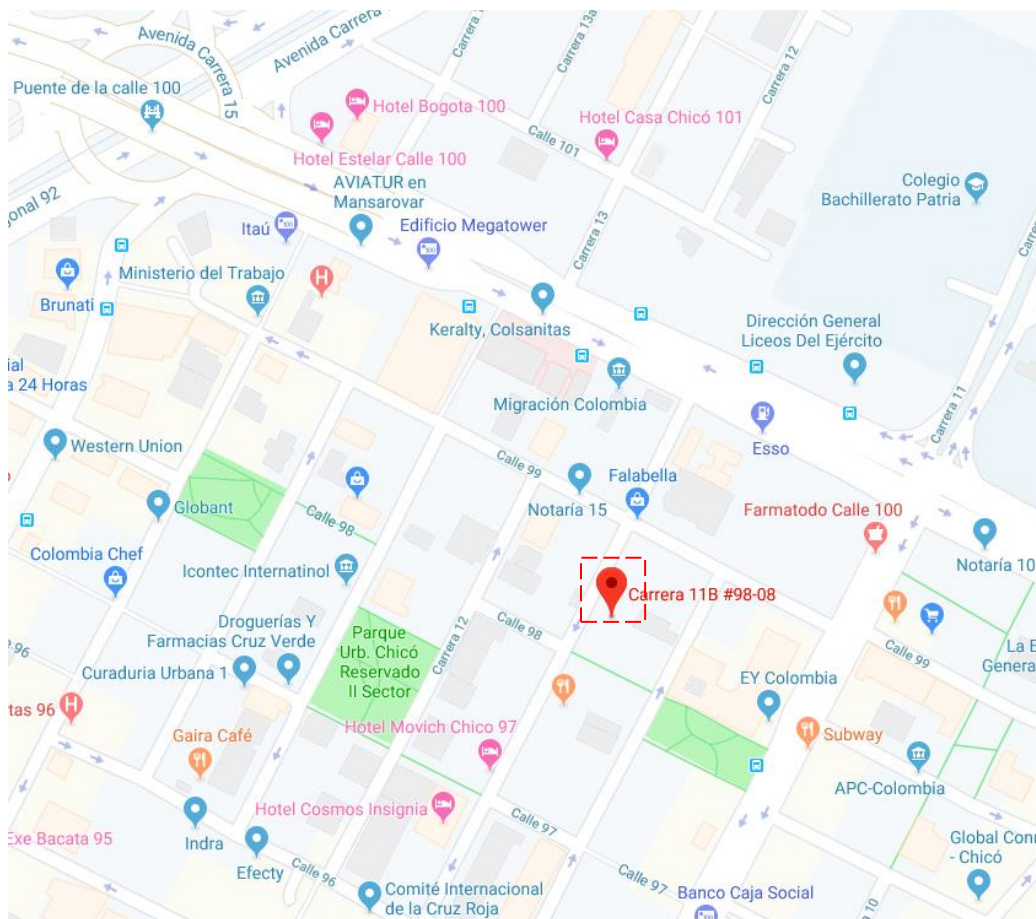


Figura 2. Ubicación de la Empresa en Bogotá, tomado de: <https://www.google.com/maps>

## 7. Metodología

Se realizó el acompañamiento en la implementación de las metodologías BIM por medio de un estudio de caso de un proyecto piloto (Reforzamiento Estructural Fontibón) proponiendo un modelo de implementación IDM (Manual de la entrega de la Información) mejorando el flujo de trabajo actual en el Diseño Estructural, en la empresa AVE Ingeniería y Consultoría para así brindar el conocimiento y dar el primer paso para la generación de una implementación general futura en la empresa.

Esto se ejecutó por medio de 3 pasos fundamentales para la realización del proyecto piloto e identificación de sus alcances, objetivos y resultados:

1. **Conocer y Analizar el IDM:** este paso consistió en examinar los procesos de planeación del IDM (Manual de la Entrega de Información) y diseño mediante la metodología tradicional CAD y las metodologías BIM, para así comprender sus objetivos, sus alcances y sus normas.
2. **Propuesta General:** en este paso se realizó la propuesta general que abarco el flujo de la información mediante una nube de archivos (Google Drive), implementado un nuevo rol llamado “BIM coordinator” el cual tuvo la capacidad de delegar tareas a los diferentes roles, de establecer la versión de los formatos de entrega del proyecto, los tipos de software manejados, así como el tiempo de actualización de los archivos.

También se manejó el nuevo flujo de trabajo a través de la generación de los mapas de transacción, el cual se dividió en tres partes: la primera fue la negociación e información por parte del contacto directo con el cliente y el gerente general, la segunda fue la gestión de proyectos, en donde entra el coordinador BIM en contacto con los encargados del proyecto, el supervisor de proyecto, el gerente general, el director de proyecto y el ingeniero calculista, para determinar la propuesta de coordinación BIM y



el plan de trabajo, y la tercera parte se compone del desarrollo del proyecto, en donde entran en conformación el ingeniero calculista y los delineantes técnicos a fin de intercambiar archivos y suministrar la información lo más pronto posible abarcando la complejidad del proyecto.

3. **Examinar Resultados:** en el tercer paso se suministraron los resultados, tanto en tiempos de entrega finales del flujo de información, de trabajo y el tiempo de elaboración del modelado 3D, como en rentabilidad de la propuesta proporcionando los honorarios del personal encargado del proyecto, su durabilidad final, y los diferentes roles manejados durante la fase de diseño estructural.

Para poder hacer una comparación entre los costos de las licencias de los software durante el periodo de un mes tanto en metodología tradicional manejada CAD y metodologías BIM, y por último se analizó el costo total de los equipos de cómputo requeridos para el manejo de los programas BIM, que para una propuesta futura se manejara Navisworks y Revit.

En estos tres pasos se logró efectuar la totalidad de la propuesta y el total del trabajo en la modelación del proyecto en 3D por medio de un único software Revit en la versión 2019, capaz de suministrar toda la información requerida para que el proyecto entre en la fase de construcción el cual cuenta con la capacidad de tener las herramientas principales para la generación de la estructura metálica.

## 8. Marco Teórico

En el presente trabajo de investigación se han manifestado las ventajas en el uso y la aplicación de las metodologías BIM a lo largo de los años, es por esto que para una implementación adecuada se necesitan conocer y aplicar diferentes formas que sirven para generar un procedimiento idóneo en un lapso reducido, para generar los resultados deseados. Es por este motivo que se ha venido investigando sobre las formas de mejoría en el flujo de trabajo tradicional y se llegó a establecer la base de este trabajo, el IDM (Manual de la Entrega de Información).

### 8.1 IDM (Manual de la Entrega de Información)

Es un documento que aporta, recoge y da las especificaciones detalladas para los procesos empresariales. La simbología utilizada es representada, diseñada y creada por el Instituto Nacional de Normalización INN de Chile, Versión Comité prNCh-ISO 29481/1, Modelado de la información de edificaciones, es el organismo encargado de la preparación y el estudio de las normas técnicas a nivel nacional y es miembro de la International Organization for Standardization (*ISO*) y de la Comisión Panamericana de Normas Técnicas (*COPANT*), Representando a Chile ante esos organismos.

Esta norma es una adopción idéntica de la versión en inglés de la Norma Internacional (*ISO*) 29481-1:2016 Building information models - Information delivery manual-- Part 1: Methodology and format. Se encuentra diseñada para poder facilitar la interoperabilidad de los software en todas las fases de la construcción, desde su diseño, su puesta en marcha, su operación y su demolición; promueve la colaboración directa entre las especialidades ya que proporciona exactitud, fiabilidad y alta calidad. Este manual se compone principalmente de 3 secciones:

- **Mapas de Interacción:** representación de los roles que interactúan para realizar determinado proyecto.
- **Mapa de Procesos:** es la representación de las características que acompañan un proyecto y genera las actividades de los roles.
- **Requisitos de Intercambio:** muestra toda la información relacionada con los procesos para generar unas fases o unas etapas para la generación del intercambio.

El manual contiene la información adecuada para generar un correcto procedimiento pasando por todos los pasos requeridos, muestra, además símbolos e interacciones para analizar y caracterizar los procesos actuales de los flujos de trabajo para poder así generar un nuevo flujo que contenga la información adecuada.

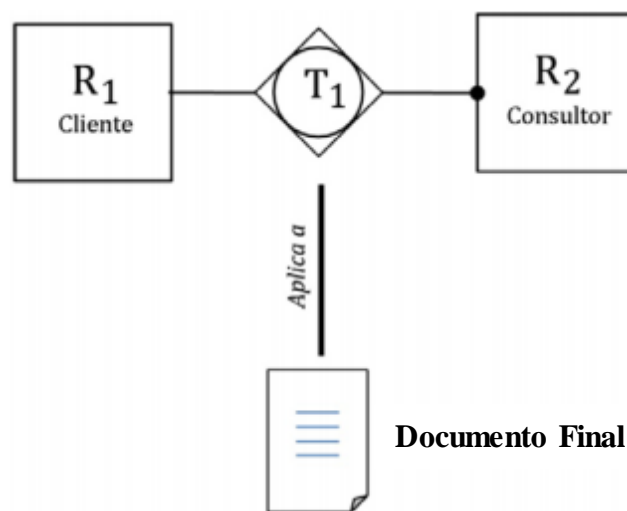


Figura 3. Ejemplo de un escenario de negocio simple que requiere un IDM, tomado de: prNCh-ISO 29481/1

La anterior figura indica un escenario de negocio, muestra cómo se interacción de un cliente que es el que pide un servicio y un consultor para así poder llegar al documento final requerido para la realización de los pasos posteriores fundamentales en la primera fase del proyecto.

## **Simbología Utilizada**

**R1: Cliente**

**R2: Consultor**

**T1: Interacción**

Para hacer un correcto mapa de interacción es necesario tener en cuenta las relaciones, a dónde llega la información, como se comparte y cuáles son las personas que intervienen como lo muestra la imagen.

## **Contenido del IDM**

- Necesidad de intercambio de información en un determinado negocio en donde se identifican los entes encargados del proyecto.
- Se deben identificar los actores a los que le llega la información y como esta se comparte.
- Definir, describir y especificar la información dentro del contexto general analizado en el proyecto.
- Utilidad y facilidad de entendimiento en la información y archivos.
- Especificaciones detalladas de cada interacción para poder facilitar su desarrollo final.
- Relevancia de la información y su intercambio entre los diferentes entes encargados de la realización del proyecto general.

*Tabla 2. Reglas de denominación*

<b>No.</b>	<b>Reglas de Denominación</b>
1	Cada componente debe tener un nombre
2	La primera línea es el prefijo utilizado - er_requisito de intercambio - im_mapa de interacción - pm_mapa de procesos - tm_mapa de transacción
3	El nombre de cada componente IDM tiene dos partes principales - la primera es la actividad o el nombre de la acción a realizar y esta se deriva de un verbo - la segunda es el objeto que recibe tal acción y esta se expresa por un sustantivo como por ejemplo ("modelo de muro") o un objeto o material
4	Todas las palabras se separan por un guion bajo "_"
5	Los componentes IDM tienen parámetros de calificación y se expresan por letras (a,b,c,d)

Nota: la tabla indica las reglas para la realización de un IDM, adaptado de: prNCh-ISO 29481/1

La tabla anteriormente mencionada expone las reglas de denominación por las cuales se debe hacer un buen componente IDM pasando por la especificación de nombre, el objetivo y los componentes paramétricos del mismo, representado por prefijos, los nombres del IDM (Manual de la Entrega de Información), su estructura y sus componentes de calificación mediante las primeras cuatro letras del abecedario (a,b,c,d).

### **Mapa de Transacción**

El principal objetivo de los mapas de transacción es la identificación de los roles que van a participar para poder hacer después el requisito de intercambio, la generación de una tarea que deriva a la finalización del proyecto.

Se deben describir los roles encargados, estos deben tener una identidad y un nombre adecuados y únicos, lo que se busca con esto es definir y controlar las contribuciones de cada rol para la generación del modelado BIM, este cuenta con los siguientes componentes:

- Requisitos de Intercambio.
- El paquete de la información o descripción de roles que interactúan.
- Una ventana de autorización que contiene la información de la persona que ejecuta, los diferentes software utilizados y la información que puede modificar.

### **Mapa de Procesos**

El objetivo principal de un mapa de procesos es identificar la información requerida y producida suministrada por los roles y actores involucrados y este contiene unas partes fundamentales:

- Límite de la información del proceso.
- Las actividades relacionadas con el proceso.
- Secuencia lógica de las actividades.
- Requisitos de intercambio dentro de los límites del proceso.
- Descripción del proceso general, los diagramas y las ilustraciones de puntos particulares.

### Requisitos de Intercambio

Este es el encargado de respaldar los procesos dentro de un negocio para generar la información que se deberá intercambiar y este debe ser entendible por todas las personas dentro de los ámbitos de la construcción como el arquitecto, el ingeniero, el tecnólogo o el constructor.

Este representa la conexión entre los procesos y los datos, se deben aplicar las necesidades de los actores o la necesidad del proyecto.

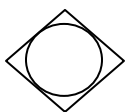
### Plan de Proyecto

Para llevar a cabo todos estos procesos es necesario llevar a cabo un plan de proyecto que puede variar de acuerdo a la complejidad, el tamaño y el nivel de desarrollo que se quiera entregar, asume las tareas que se llevaran a cabo, asigna los resultados disponibles y establece los entregables necesarios para la planificación y ejecución del proyecto las principales características son:

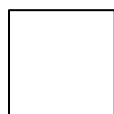
- Los procesos efectuados.
- Las restricciones de la información.
- Ingeniería inversa.

### Ejemplos

Para la debida conformación de un IDM es necesario llevar a cabo los pasos y las características anteriormente mencionadas en un mapa de interacción dentro de un conjunto de funcionalidades aplicadas a un proyecto general.



**Relación**



**Rol**



**A quien llega**



**Interacción**



**Conjunto**

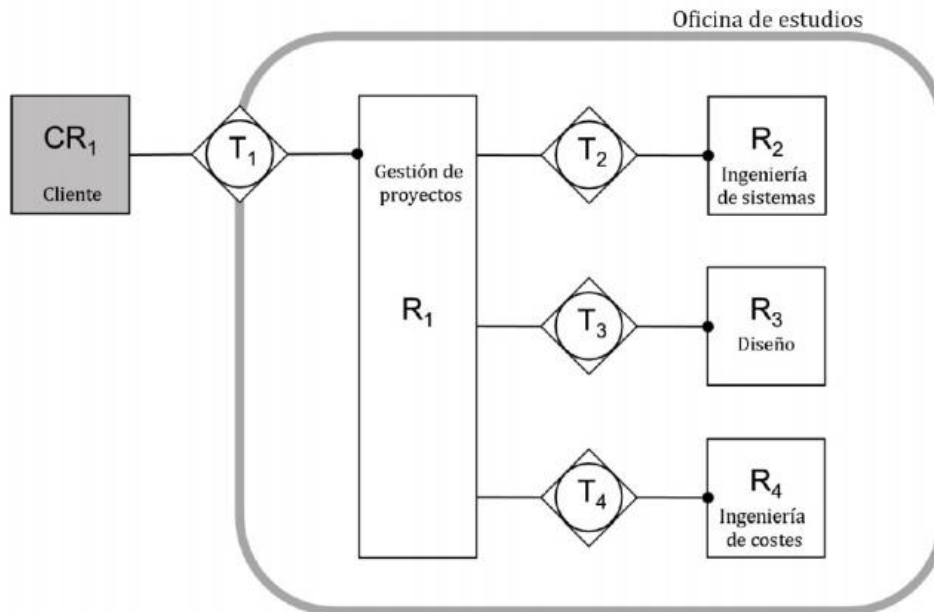


Figura 4. Mapa de interacción,  
Nota: tomado de: prNCh-ISO 29481/1

La figura 4 muestra el mapa de interacción con sus roles destinados desde quien solicita el estudio, pasa el intercambio hacia la gestión de proyectos y este interactúa con el ingeniero de sistemas, el diseño y la ingeniería de costes para poder así terminar.

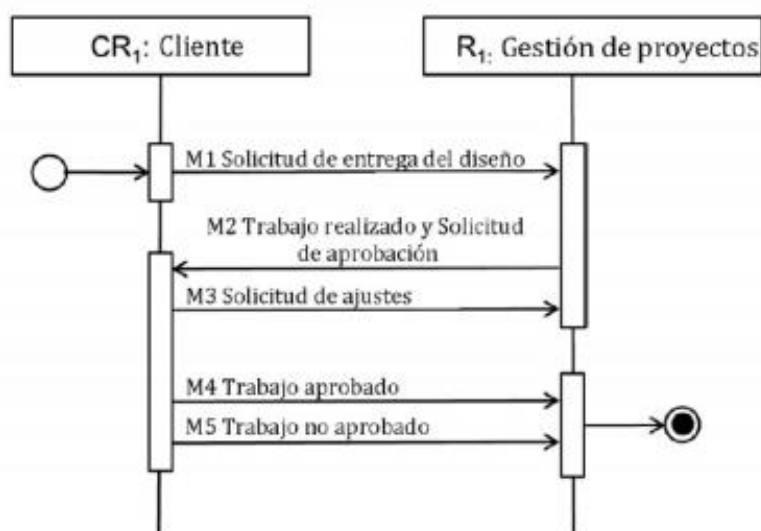
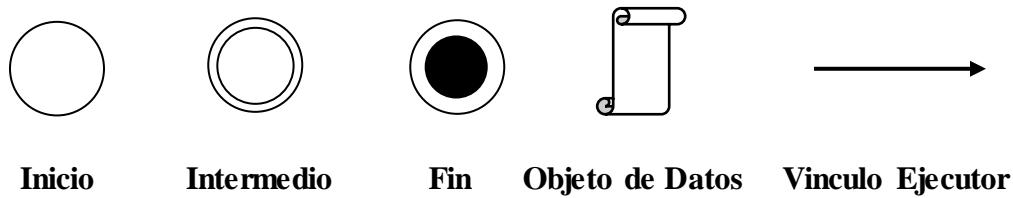


Figura 5. Mapa de transacción,  
tomado de: prNCh-ISO 29481/1



En la figura 5 se muestra la interacción de dos personas detalladamente, desde dónde parte la información hasta donde llega indicando el inicio el tipo de solicitud y el final de la interacción.



### 8.2 Lod (Level Of Development) - (Nivel de Desarrollo)

En otro orden de ideas el Lod por sus siglas “Level Of Development”, es una medida determinada para observar el nivel de detalle y desarrollo de un proyecto, así como los documentos necesarios para la elaboración del mismo, y consta de distintas fases las cuales inician con un Lod 100 (un esquema del elemento), hasta un Lod 500 (la información más detallada, que va desde sus presupuestos, hasta el fabricante, además de todo lo relacionado con el elemento).

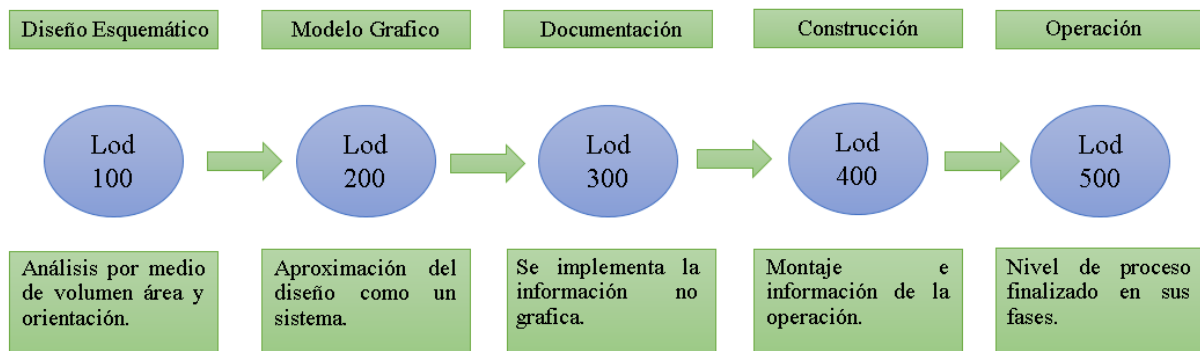


Figura 6. Lod (Level of Development),  
fuente: elaboración propia

## 9. Estado del Arte

BIM como metodología ha venido en crecimiento en los distintos países del mundo, especialmente los más avanzados, en donde incluso han desarrollado normas, un ejemplo de ello se evidencia en el Estándar Nacional BIM de Estados Unidos (NBIMS-US), unos estándares para la documentación de intercambios de información y su objetivo es el de brindar las mejores prácticas comerciales para la construcción y ejecución de un proyecto para evidenciar y así implantar una tecnología que aporta facilidad y orden, no obstante en Latinoamérica está creciendo como un gran auge especialmente en Chile y en Brasil en donde se ha venido incorporando el 4% del BIM en el mundo.

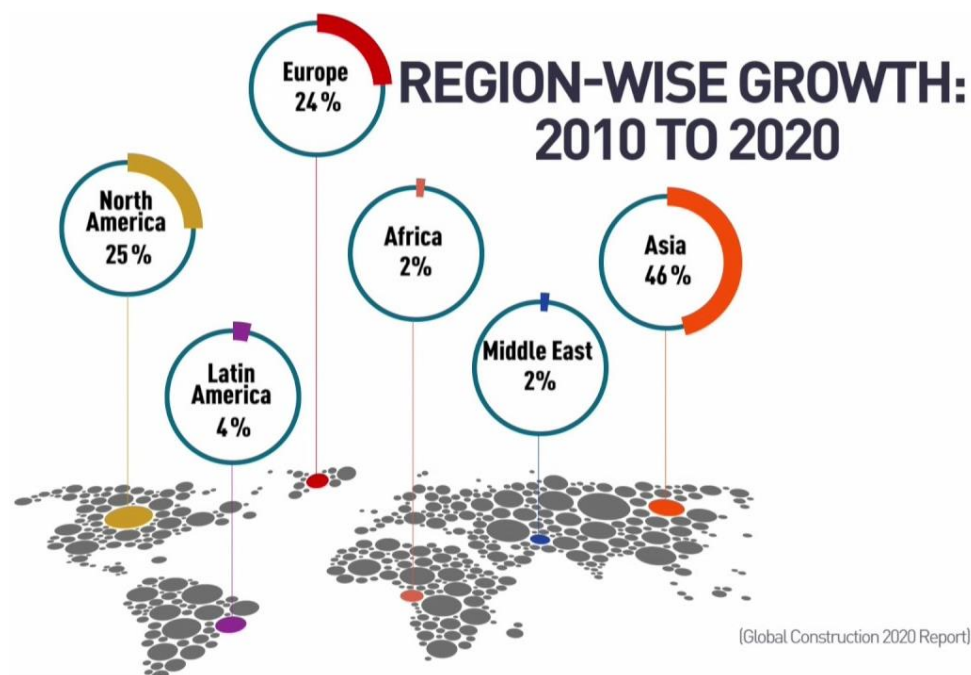


Figura 7. Crecimiento del Conocimiento 2010 a 2020, tomado de: <https://www.geospatialworld.net/blogs/bim-adoption-around-the-world/>

Existen diversos ejemplos de implementación de implementación de las metodologías BIM, que se han clasificado en estudios, trabajos de grado y modelos, los cuales se desarrollaran a continuación.

## 9.1 Evolución del BIM

A lo largo de los años las metodologías BIM han surgido de forma dinámica con base a la geometría vinculada a través de un modelado paramétrico e información computable y fueron disminuyendo considerablemente el tiempo de dibujo utilizado para las grandes empresas o las grandes compañías.

Para dar a entender su evolución y transformación es necesario analizar una la siguiente línea del tiempo planteada por Blanco (2018):

- 1957, se crea el primer software comercial de fabricación asistida por computadora (CAM).
- 1961, se incursiona el grafico generado por computadora y el (Diseño Automatizado por Computadora) DAC, que después se convirtió en el primer CAD.
- 1963, nace el primer diseño asistido por computadora CAD con una interfaz para el usuario, "Sketchpad".
- 1975, documento para la descripción de prototipos Building Description System (BDS) por parte de Charles Eastman.
- 1982, se comienza a desarrollar ArchiCAD, por parte de Gábor Bojár.
- 1984, se lanza Graphisoft's Radar CH para Apple Lisa, por parte de Bojár.
- 1987, sale al mercado ArchiCAD, que se convierte en el primer software BIM disponible para una computadora.
- 1987, en el mismo año Tekla completa sus datos gráficos y relaciones para su primera versión.
- 1988, un año después lanzan Pro/ENGINEER, el cual es considerado como el primer software de diseño de modelado paramétrico BIM.

- 1993, se realiza un asesor de diseño de edificios del laboratorio nacional Lawrence Berkeley un software para realizar simulaciones a partir de un modelado.
- 1997, ArchiCAD crea su primera función para poder brindar soluciones en el trabajo a través del intercambio de archivos.
- 1999, se crea Revit 0.1 por el desarrollador Charles River.
- 2001, NavisWorks desarrollo e implemento JetStream, un software para revisión de diseño 3D para la navegación CAD.
- 2004, Autodesk lanza al mercado Revit 6, para que los grandes constructores colaboraran en un software de modelado integrado.
- 2012, Autodesk desarrolla Formit una aplicación para la concepción de un modelo BIM a través de un dispositivo móvil (p.40).

## 9.2 Proyectos de Tesis y Estudios

### **Tesis - Cambiando el chip en la construcción, dejando la metodología tradicional de diseño CAD para aventurarse a lo moderno de la metodología BIM**

Esta tesis de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Católica en el año 2018, se encargó de hacer un seguimiento a la empresa *Tipiel S.A*, es una empresa de Ingeniería y Construcción; nació en el año 1975 la cual lleva trabajando en la metodología BIM en un año, en la actualidad esta empresa construye una planta para la producción de hidrogeno en los Estados Unidos de América, para así poder comparar en términos de tiempo con los programas CAD en los procesos de diseño y la finalidad del trabajo es proponer una propuesta de mejora para los procesos, esto mediante cinco etapas fundamentales para la consecución de los diferentes proyectos manejados a lo largo de esta tesis que deja ver su complemento con las nuevas tecnologías, realizada por Blanco (2018):

- **Datos de Entrada:** Definir la cimentación y las conexiones estructurales mediante STAAD Pro.
- **Desarrollo de Gráficos y Modelado:** Dibujado con conexiones metálicas e impresiones. Mediante un modelado 3D.
- **Información para Revisión:** Exportación 3D a Tekla Structure para todas las disciplinas.
- **Emisión no Oficial:** Información extraída del modelo de Tekla Structure con cantidades de obra y reportes.
- **Emisión Oficial de Documento:** Impresión de planos y documentación al servidor del proyecto. (p.73).

### **Primer Estudio de Adopción BIM en Proyectos de Edificación en Lima y Callao 2017**

Al realizarse este primer estudio en Perú, se buscó resolver ciertas problemáticas unas de ellas fue que la construcción tenía un problema estructural y era la fragmentación entre los procesos de diseño, la construcción y operación de los mismos, otro será brindarles solución a las variables presentadas por incompatibilidades y por esto se incrementan los costos y los plazos.

Otro buen dato arrojado por este estudio dice que el uso de las metodologías BIM en las edificaciones peruanas comenzó en el año 2010 y una de las conclusiones que se dio en la presente investigación fue de que cada cuatro proyectos solo uno utilizaba BIM por parte de la pequeña y la mediana empresa.

Muchas de las estadísticas utilizadas en este estudio fueron colocadas en la presente monografía, ya que lo que se buscaba con los diagramas es ver Uso del BIM por tamaño, por tipo, por altura, por tamaño de la empresa y por sector urbano en los proyectos en un país muy parecido a Colombia (Perú).

Un ejemplo dado por un estudio de adopción de BIM en Lima y Callao en el país de Perú el cual arrojaba en las diferentes fases, clases y tamaños de los proyectos utilizan la metodología y se analizaron los siguientes resultados dando validez a las diferentes problemáticas abarcadas en el estudio generalizado en Lima Perú para identificar tres tipos, el primero es el uso de BIM por tipo de proyecto, el segundo es el uso de BIM por tamaño de proyecto y por último el uso de BIM por altura:

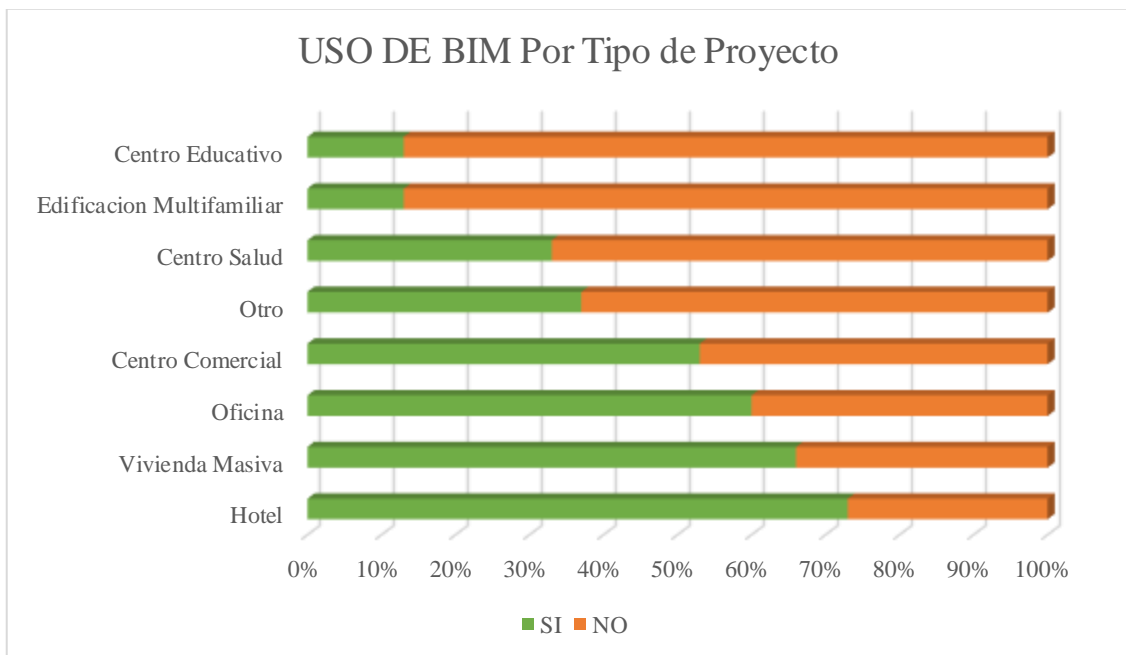


Figura 8. Acogida de Bim por Tipo de Proyecto en Lima 2017

Nota: En la figura anteriormente expuesta se identifica la acogida de BIM en obras por tipo de proyecto en donde se logra concluir que las edificaciones que más lo utilizan son la vivienda masiva con 64% y los hoteles con el 72% del total de los diferentes usos por el tipo de complejidad de Proyectos en Lima Perú, adaptado de: *Murguía, D, Tapia, G., Collantes, J. (2017).*

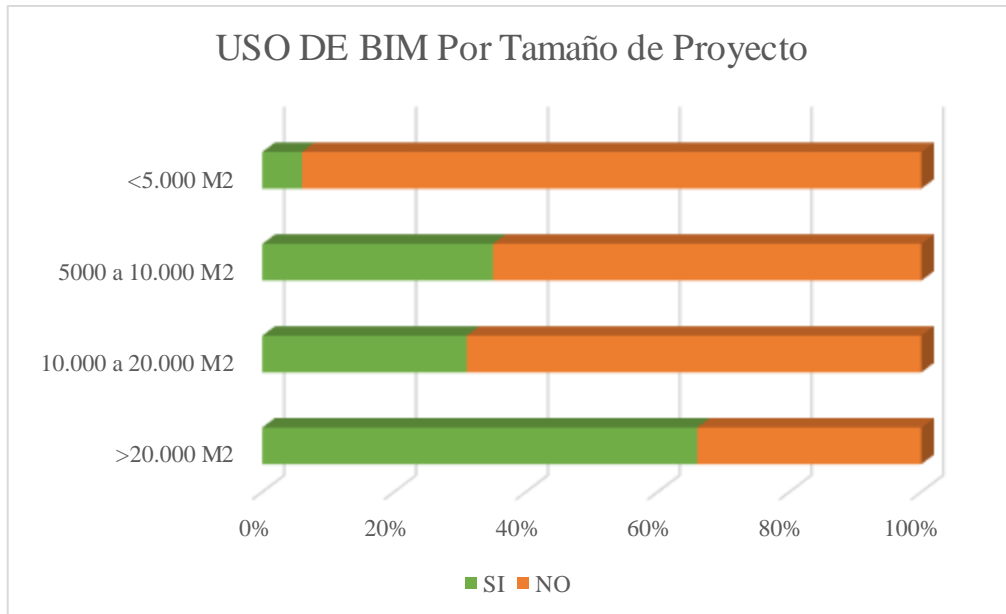


Figura 9. Acogida de Bim por Tamaño de Proyecto en Lima 2017

Nota: La gráfica representa la acogida de BIM por tamaño de proyecto en donde se identifica que por más envergadura del proyecto mayor es su relación con las metodologías BIM con un uso de 20.000 M2 con un 63%, adaptado de: Murguía, D, Tapia, G., Collantes, J. (2017).

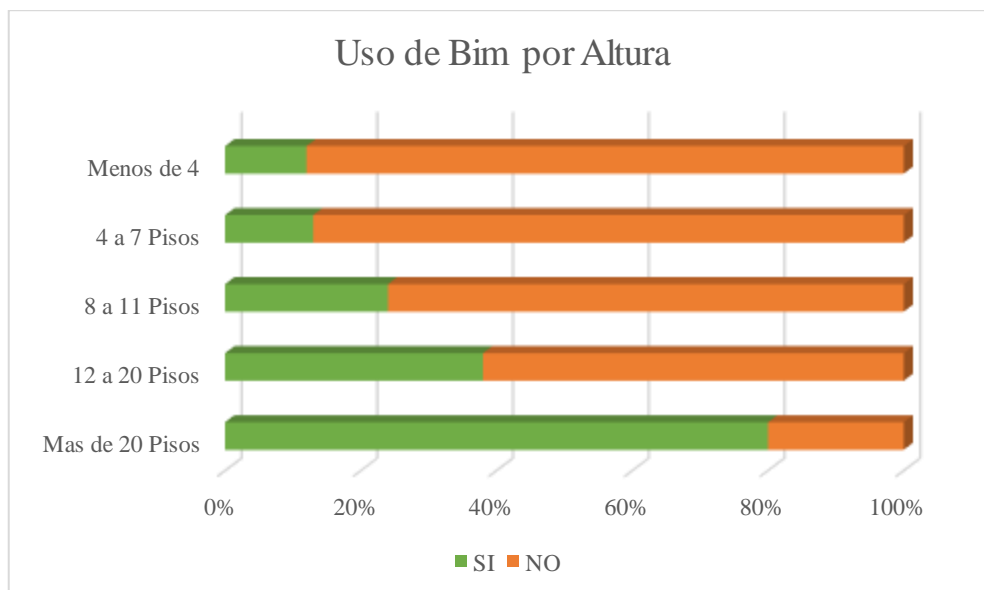


Figura 10. Acogida de Bim por Altura en Lima 2017

Nota: En la figura 10 se muestra la acogida de BIM por altura en donde se logra evidenciar que los proyectos de más extensión son los que llevan las metodologías con un ejemplo del 77% en los edificios de más de 20 pisos, adaptado de: Murguía, D, Tapia, G., Collantes, J. (2017).

### **Tesis – La Metodología de Diseño Fundamentado en la Gestión BIM (Modelado de la Información de Construcción) para la Formulación de Proyectos de Construcción**

La presente tesis gerencial tiene como objetivo principal la optimización de tiempos y procesos operativos en una compañía, mediante el uso de las Metodologías BIM, para poder hacer esto se llevaron unos lineamientos claves para la consecución del proyecto, como lo menciono (Acuña, Camargo. 2018) son:

- Investigación Inicial (búsqueda de información).
- Modelo de Prueba (real) colegio en el municipio de Rio Negro Antioquia, el cual tiene en cuenta los elementos constructivos y las características del proyecto.
- Análisis final comparativo entre la forma convencional y el BIM, por medio de los procesos en el que se resolverán los beneficios gerenciales para la empresa (*AGL CONSULTORIA*).

El software que más se utilizo fue ARCHICAD 19, un software CAD que trabaja por medio del 3D para una consecución simultanea de diseños, en el que se generó la documentación necesaria para la planificación y construcción del proyecto.

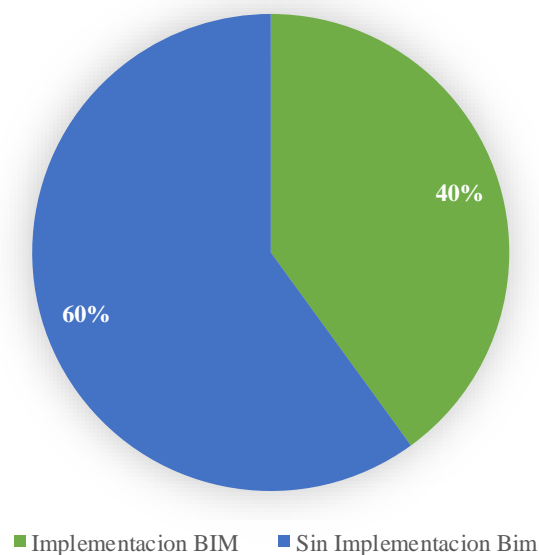
Los pasos para completar la metodología se basan en los siguientes parámetros: Visita de campo, Gestión documental, Acercamiento inicial, Gestión conceptual, Esquema básico, Anteproyecto arquitectónico, Proyecto arquitectónico, Coordinación de especialidades, Cuantificación de elementos y la Visualización arquitectónica.

#### **9.3 Artículo - El 40 por ciento de las construcciones del país utilizan Metodologías BIM**

Es un artículo donde describe las funcionalidades de las metodologías BIM y como están surgiendo en Colombia, en obras nuevas ya que se realizó una investigación en Expocamacol en donde se realizaron diversas entrevistas y se llegó a la conclusión que la utilización de estas metodologías genera 600 días de reducción directa del cronograma de obra



y hasta 32 días por proyecto, según lo anterior se dedujo que se aumenta en un 25% la productividad y un 2,5% la reducción de costos, como lo dice Sandra Forero “el 40% de las edificaciones nuevas que se desarrollan en Colombia, ya están implementando el modelado para la construcción”. (Forero, 2018, párr. 2).



*Figura 11.* Bim en Colombia en Obras Nuevas,  
adaptado de: <https://www.eltiempo.com/economia/sectores/el-40-por-ciento-de-las-construcciones-del-pais-usa-tecnologia-bim-259706>

A lo largo del país hay empresas constructoras que han venido adoptando las metodologías BIM en sus proyectos como es el caso de Arpro, que es la encargada de simular ambientes en 3D en los procesos constructivos.

“la tecnología permite la participación de los contratistas de obra, quienes ajustan el detalle de los diseños para introducir las características hasta del último tornillo, anticipando posibles dificultades” (Rubio, 2018, párr.9).

También está entrando la participación del grupo Oikos, en donde su gerente Luis Aurelio Díaz dijo que se está desarrollando hace cuatro años en todos sus proyectos constructivos.

El desarrollo considerable de las metodologías a lo largo de los años ha hecho que varios países hagan parte de su estandarización como lo son, por ejemplo: Estados Unidos, Canadá, países de Europa, Perú, Chile, Argentina, México y ahora está siendo auge en Colombia.

#### **9.4 Compañía Pionera en Implementar BIM**

En Colombia existe una empresa que en los próximos años desea ser pionera de la implementación y ejecución de las metodologías BIM, Amarilo es una empresa colombiana líder en promoción, gerencia, venta y construcción de proyectos de vivienda y proyectos urbanísticos.

Amarilo estuvo en búsqueda de una metodología que le permitiera una mejora en los procesos de coordinación, compras y construcción que pudiera solucionar los sobrecostos y reprocesos iniciando por una coordinación técnica. Es por esto que el gerente general de Amarilo menciona:

El sector de la construcción a nivel mundial presenta oportunidades de mejoras en la productividad comparado con otros sectores económicos, y aún más, Colombia frente a otros países tiene brechas enormes que necesitamos comenzar a cerrar. Es así como la transformación digital presenta una gran oportunidad para mejorar la eficiencia de ese sector y sabiendo que esta es una de las locomotoras de la economía local, el impacto podría ser aún mayor. (Ciardelli, 2018, parr. 4).

Amarilo comenzó con la implementación de Revit y Navisworks, mediante esto se creó un sistema de manejo de la información; en la primera etapa de implementación contaron con una asesoría externa, para después crear una oficina BIM interna para la segunda implementación, la empresa busca una mejoría del 85% de las tareas destinadas y esto se pudo

cumplir, es por esto que para el 2021 se busca ser la empresa líder en la adopción de metodologías BIM en Colombia.

Finalmente, el director para Latinoamérica de Autodesk, compañía encargada de traer BIM a Colombia, agrega que:

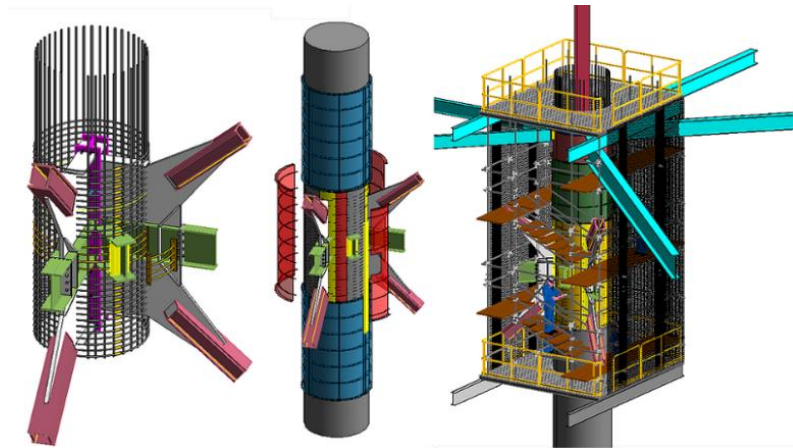
Amarilo se ha convertido en un referente de implementación BIM en la industria de la construcción en Colombia; por eso trabajamos en la estandarización de esta metodología a nivel nacional y participamos activamente en el BIM Fórum Colombia, el cual busca la aplicación de mejores prácticas a nivel industria. (León, 2018, parr. 9).

## 9.5 Proyectos

### Atrio



*Figura 12.* Edificio Atrio,  
tomado de: <http://bogotailustrada.com/?p=3577>



*Figura 13.* Torres Atrio 270M,  
tomado de: <https://www.skyscrapercity.com/showthread.php?p=142969922>

El proyecto Atrio está ubicado en la Avenida Caracas, entre la calle 26 y calle 28; contará con dos torres, la primera que está en su fase de construcción, la cual alcanzará 48 pisos y 201,6 metros de altura, y la otra torre contará con 268 metros de altura y 64 pisos, (convirtiéndose en el edificio más alto de Colombia, dejando atrás al BD Bacatá de 216 metros de altura), cabe resaltar que toda esta obra se ejecutó mediante la metodología BIM.

### **Torre 126**

Es un edificio de 14 pisos ubicado en Santa Bárbara Oriental, exclusivamente de oficinas, cuenta con oficinas de 18 M<sup>2</sup> y de 41 M<sup>2</sup>, salas de conferencias, salas de juntas, 4 ascensores inteligentes, 4 sótanos con parqueadero y se encuentra actualmente en la fase de acabados. En la presente imagen se muestra un render realizado en V-ray un motor de renderizado usado como extensión en las aplicaciones de gráficos computacionales desarrollado en SketchUp, un programa de diseño gráfico utilizado para el modelado de entornos urbanos de arquitectura, de diseño industrial y de ingeniería.

Es utilizado por su fácil manejo y su compatibilidad con software como Revit y es utilizado exclusivamente para modelar ciertas partes en las que se necesita un detalle avanzado.



*Figura 14.* Render Torre 126,  
elaborado por: Andrés Pinzón



*Figura 15.* Render Torre 126 Detalle,  
elaborado por: Andrés Pinzón





*Figura 16.* Render Interior Torre 126,  
elaborado por: Andrés Pinzón

En las figuras anteriormente mostradas se logra identificar el resultado de renders manejados para la venta de las oficinas desarrollados en el software de SketchUp y renderizados por V-Ray.



*Figura 17.* Detalle de Baño,  
elaborado por: Andrés Pinzón



Figura 18. Baño,  
elaborado por: Andrés Pinzón

En las presentes figuras se logra identificar el detalle explotado del baño, realizado mediante Lumion que es un software de renderizado 3D para modelados realistas por medio de la visualización de modelados hechos en CAD o en Revit, SketchUp, ArchiCAD, Rhino, y 3D Max, este software es capaz de crear imágenes en alta resolución y panorámicas de 360° por medio de LiveSync.

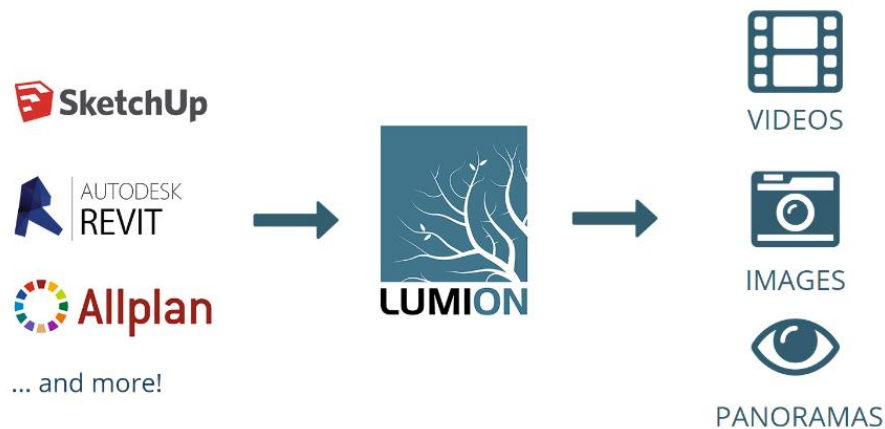


Figura 19. Lumion,  
tomado de: <https://www.lumion.es/producto/>

En la anterior figura se muestra el software Lumion su integridad con programas y las cosas que se pueden extraer en donde se encuentran los videos, las imágenes y los panoramas.

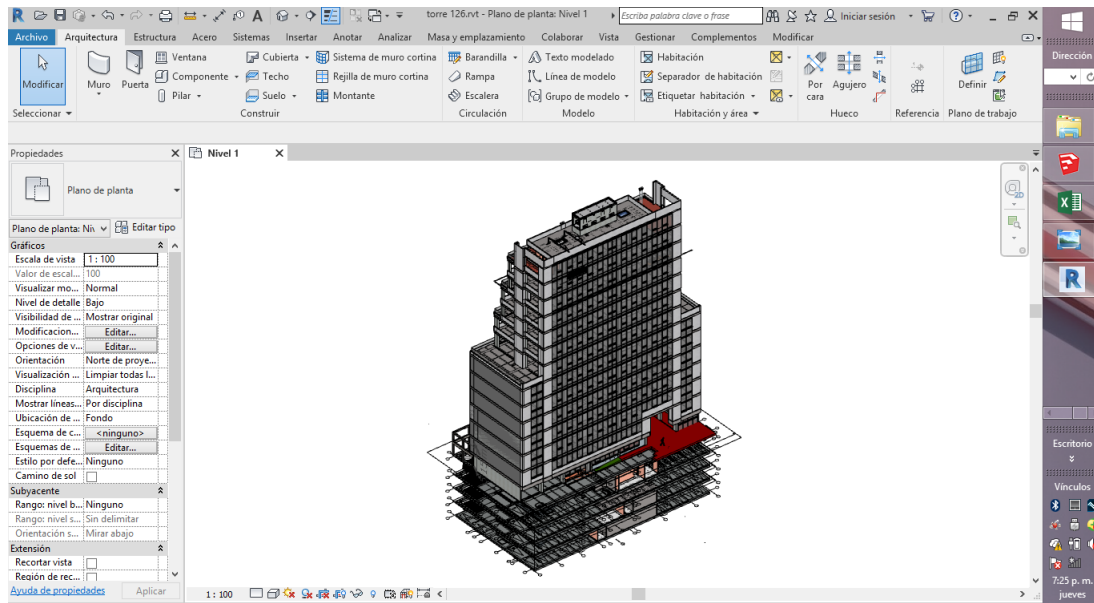


Figura 20. Modelado Arquitectónico y Estructural Revit, elaborado por: Andrés Pinzón

En la figura 20 se logra determinar el Modelado Arquitectónico y Estructural del edificio por medio de Revit del edificio en donde se busca manejar el Lod 100 a 150, no creen necesario modelar todo el proyecto ya que requiere de mucho tiempo, y se puede obstruir el modelado, solo las partes más congestionadas.

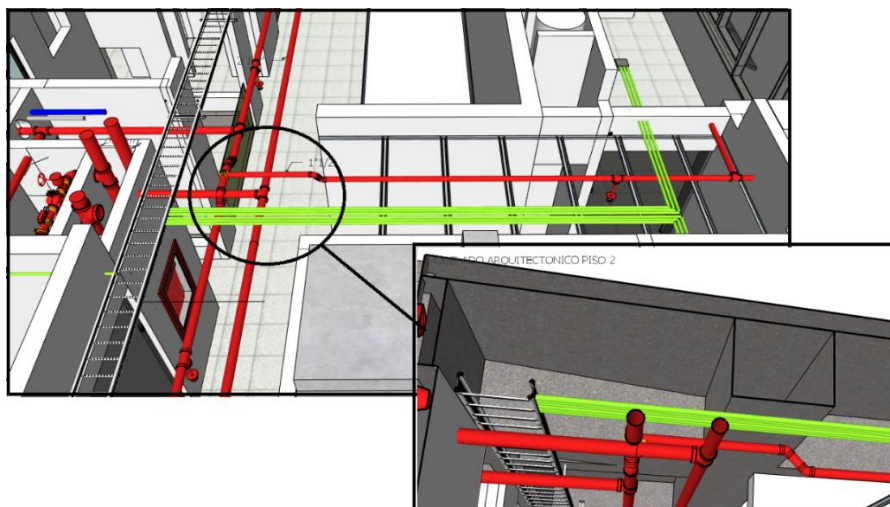


Figura 21. Red de Incendios, elaborado por: Andrés Pinzón



En la figura 21 se logra identificar el modelado de la red de incendios en el piso 2, en donde se evidencia la congestión de la tubería, esto permite solucionarlo lo más pronto posible.



Figura 22. Red de Incendios Vistas,  
elaborado por: Andrés Pinzón

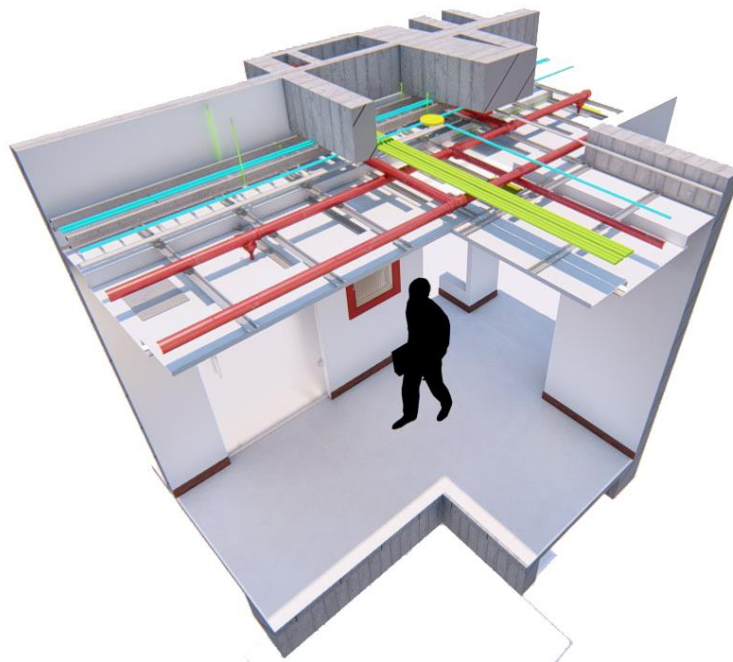


Figura 23. Detalle de Redes,  
elaborado por: Andrés Pinzón

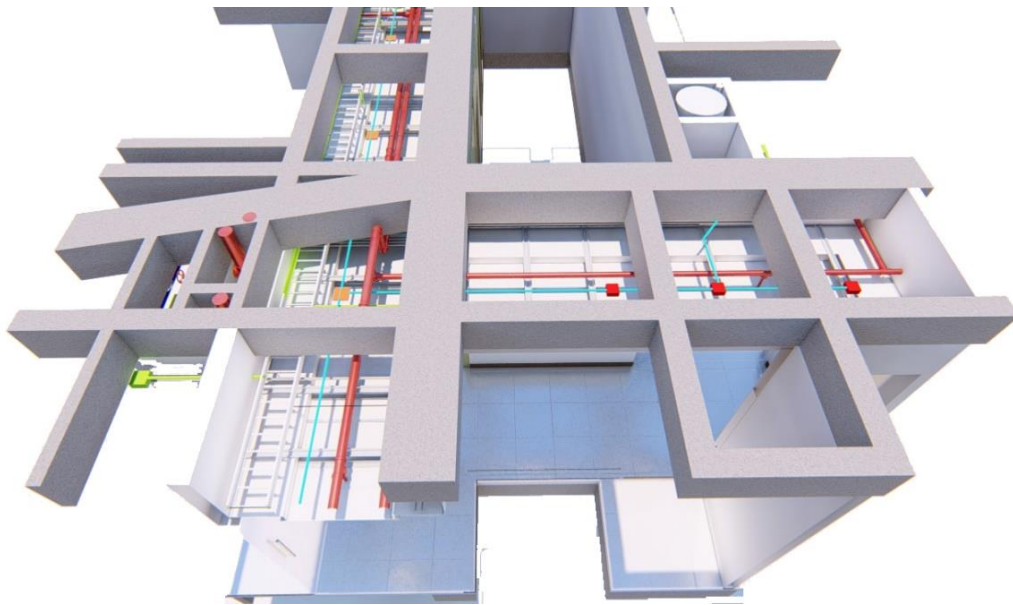


Figura 24. Detalle de Redes, elaborado por: Andrés Pinzón

En las anteriores figuras se logra evidenciar los detalles de las diferentes redes que requiere la edificación, red contra incendios, red de ventilación, las canaletas para la red de datos y sus soportes.

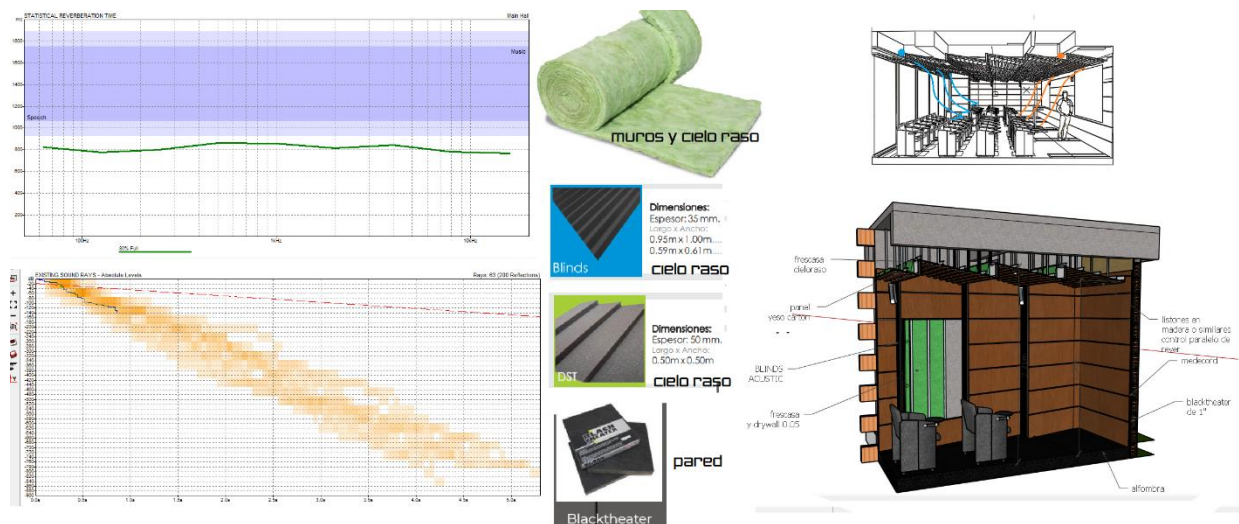


Figura 25. Detalle de Cielo Raso, elaborado por: Andrés Pinzón

En la anterior figura se muestra las especificaciones de los tipos de cielo raso utilizados, así como sus condiciones termo acústicas, para poder ser utilizadas en un espacio.

**Urban 165**

*Figura 26. Render Urban,*

tomado de: <http://www.bogota.gov.co/article/nace-edificio-de-oficinas-amigable-con-las-bicicletas-de-bogot%C3%A1>

Urban 165 se encuentra ubicado en el costado occidental de la Autopista Norte, a la altura de la calle 165, cuenta con 21.000 M2 de área arrendable y 35.218 M2 de área construida, el proyecto cuenta con 12 pisos de altura y 2 sótanos y medio de parqueaderos.

**Edificio Administrativo de Bavaria**

*Figura 27. Edificio Administrativo de Bavaria*

tomado de: <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-15899896>

El Edificio Administrativo de Bavaria está ubicado en la calle 127 con carrera 53<sup>a</sup>, este está compuesto por 7 pisos, y contara con espacio para 700 empleados, este edificio cuenta con 25.203 M2 construidos, cuenta con una fachada en aluminio auto lavable de EcoClean de Reynobondde dióxido de titanio, la cual al actuar con luz ultravioleta convierte, la superficie del edificio en hidrofílica haciendo que las gotas de lluvia resbalen, limpiando la fachada de impurezas.

### Centro Comercial Parque la Colina



*Figura 28.* Centro Comercial Parque la Colina  
tomado de: <https://www.construalmanza.com/centro-comercial-parque-la-colina/>

El Centro Comercial Parque la Colina ubicado en el barrio Colina Campestre, en la Avenida Boyacá con Calle 146, su construcción tiene una extensión de 210.000M2, la cual se desarrolla sobre un terreno de 53.700M2 de área comercial de 3 niveles y 4 sótanos de 3000 parqueaderos.

## 10. Marco Conceptual

Para comprender un poco más sobre las metodologías BIM y sobre su implementación particular es necesario conocer o aplicar distintos conceptos generales que ayudaran a la comprensión de las palabras utilizadas en el presente documento más detalladamente:

**BIM:** por sus siglas Building Information Modeling es una metodología de gestión de proyectos de construcción basada en el modelado 3D, según José (2018) la cual genera una interoperabilidad y comunicación de la información, por medio de la parametrización y automatización de procesos, creando una simulación digital del diseño, para poder manejar coordinadamente un proyecto de construcción.

BIM es un sistema de trabajo automatizado, mientras que, Revit, ArchiCAD y Tekla Structure, son software donde se puede implementar esta metodología, la cual es capaz de crear la información necesaria para todo lo relacionado con el proyecto, mediante las dimensiones BIM.

- **3D Modelo Tridimensional:** se muestra la descripción grafica del proyecto, la información geométrica, la visualización del proyecto y los objetos con sus propiedades.
- **4D Programación:** En donde indica la simulación de las fases del proyecto, la simulación de las instalaciones y el diseño del plan de ejecución.
- **5D Control de Costes:** se ejecuta el modelado conceptual en tiempo real, la estimación de los costes, las cantidades de los materiales, los costes operativos y las soluciones de obra.
- **6D Sostenibilidad:** se muestra el análisis energético, las interacciones de los elementos, el seguimiento de la sostenibilidad, y un seguimiento LEED (sistema de certificación de edificios sostenibles).



- **7D Mantenimiento:** en donde se realiza un modelado de la operación y mantenimiento, un control de la logística y un ciclo de vida de la edificación.

**Lod (Level Of Development) - (Nivel de Desarrollo):** es una medida determinada para observar el nivel de desarrollo de un proyecto, así como los documentos necesarios para la elaboración del mismo, y consta de distintas fases que van desde el Lod 100 (un esquema del elemento), hasta un Lod 500 (la información más detallada, que va desde sus presupuestos, hasta quien es el fabricante, además de todo lo relacionado con el elemento).

Su principal funcionalidad es la de aplicar a cada elemento del proyecto, para determinar el LOD de un proyecto es necesario que cada uno de sus elementos llegue al determinado nivel de desarrollo.

**CAD:** por sus siglas (Computer Aided Desing), es un diseño asistido por computadora en donde es necesario recurrir a distintos software para tener lo necesario a la hora de construir un proyecto, cuenta con programas 2D y 3D estos software son los más utilizados en la construcción ya que pueden generar un diseño de edificios, un diseño de infraestructura, un diseño de productos, un diseño infraestructural, un diseño de animación y un diseño eléctrico.

**Diseño Estructural:** un diseño estructural consiste en generar una geometría estructural, basándose en los elementos que la conforman y la su resistencia ante las diferentes cargas y refuerzos e incluye ciertos elementos importantes para su debida ejecución:

- **Estructuración:** es un análisis preliminar el cual sirve para proponer el tipo de estructura y su ubicación en el proyecto.
- **Análisis:** este análisis es realizado mediante software que utilizan métodos para la estructura.
- **Diseño:** este es el encargado de proporcionar o brindar las dimensiones y armados estructurales.

- **Dibujo:** con todo lo anterior se comienza a elaborar el dibujo de los planos estructurales mediante programas de cómputo.
- **Memoria de Cálculo:** esta se realiza de forma descriptiva de los elementos de la estructura en donde se mencionan las cargas vivas y las cargas muertas y ejemplos del diseño.

**Diseño Arquitectónico:** es una disciplina que tiene el objetivo de crear y realizar los diferentes espacios físicos en una determinada edificación, para poder satisfacer las necesidades del cliente y se divide en diferentes aspectos.

- **Diseño Esquemático:** es el primer paso y requiere que el arquitecto genere los primeros bocetos o renders del proyecto según los requerimientos del cliente y se comienzan a presentar los costos y la generalidad del proyecto.
- **Desarrollo del Diseño:** determina y proporciona los planos detallados, y dibujos de las concepciones complejas de todo el proyecto.
- **Documentos de Construcción:** se realiza todo lo necesario para la ejecución y construcción del proyecto (planos, detalles, dibujos y componentes).

**Revit:** es un software de modelado BIM, este programa sirve para poder conceptualizar inteligentemente y asociadamente todo lo necesario para una construcción a partir de un modelado 3D que utiliza BIM, permite a Ingenieros o Arquitectos desarrollar proyectos de gran envergadura para poder optimizar los tiempos y sobrecostos a la hora de construir el proyecto y este tiene muchas funcionalidades entre ellas están:

- **Componentes de Diseño y Construcción:** herramientas para el diseño y conceptualización de la planimetría en un determinado proyecto, y presenta diversidad de detalles en la construcción, (muros, pisos y cubiertas) ya que permite el estudio volumétrico de los elementos.

- **Sombras Vectoriales:** muestra el índice de disposición de los elementos de la construcción, en donde se visualiza los elementos y los efectos de la iluminación.
- **Perspectivas Seccionales:** permite la visualización de los ángulos de la construcción mediante perspectivas generales e incluye diferentes vistas.
- **Modelado de Proyecto Integrado:** produce un conjunto de instrumentos para poder realizar una debida coordinación en las diferentes fases de un proyecto, ya que produce referencias automáticas de dibujo ya que coordina las diferentes versiones de los datos, los gráficos, los detalles y los dibujos todo esto para poder optimizar los tiempos y mejorar la calidad de toda la edificación.
- **Modelado de Terreno y Exteriores:** permite generar un modelado de diseño de edificio generando ambientes y contextos exteriores por medio de bibliotecas y familias.
- **Ambiente de Trabajo Multidisciplinario:** el equipo de trabajo puede trabajar de forma simultánea ya que el programa identifica y coordina todos los cambios ingresados.
- **Presentación y Visualización:** el software genera ambientes a través de la renderización integrada para los diferentes elementos de la construcción o el proyecto en general ya que produce análisis para producir los distintos esquemas.

**PEB:** Es el conjunto de estándares y procesos realizados por una organización en un proyecto en el cual se implemente las metodologías BIM.

**IDM:** (Manual de Entrega de Información) Es un documento que aporta, recoge y da las especificaciones detalladas para los procesos empresariales.

La simbología utilizada es representada, diseñada y creada por el Instituto Nacional de Normalización INN, Versión Comité prNCh-ISO 29481/1, Modelado de la información de



edificaciones, es el organismo encargado de la preparación y el estudio de las normas técnicas a nivel nacional y es miembro de la INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO) y de la COMISIÓN PANAMERICANA DE NORMAS TÉCNICAS (COPANT), representando a Chile ante esos organismos.

Esta norma es una adopción idéntica de la versión en inglés de la Norma Internacional ISO 29481-1:2016 Building information models - Information delivery manual- Part 1: Methodology and format.

Esta norma está diseñada para poder facilitar la interoperabilidad de los software en todas las fases de la construcción, desde su diseño, su puesta en marcha, su operación y su demolición; promueve la colaboración directa entre las especialidades ya que esta proporciona exactitud, fiabilidad y alta calidad. Este se compone principalmente de 3 partes:

- **Mapas de Interacción:** Colocación de roles.
- **Mapa de Procesos:** es la representación de las características que acompañan un proyecto y genera las actividades de los roles.
- **Requisitos de Intercambio:** muestra toda la información relacionada con los procesos para generar unas fases o unas etapas para la generación del intercambio.

**ROI (Return On Investment):** Es también denominado retorno de la inversión y se refiere a como, cuando y cuanto beneficio generamos después de realizar un gasto de capital en mejorar un proceso o producto.

Este se mide a través de la utilidad y la rentabilidad y presenta la relación entre la inversión y los beneficios que esta genera y se calcula mediante la presente fórmula:

**ROI= (Beneficio - Inversión) / Inversión**

Muestra la información del proyecto si es realmente rentable o no y marca el futuro deseado.

**KPI (Key Performance Indicator):** Es un indicador de rendimiento en la producción o el desarrollo de un producto, este tiene que ser un dato numérico para poder ser medido y sus requisitos son los siguientes:

- **Específico:** para poder realizar la comparativa o mejora.
- **Medible:** para identificar el proceso.
- **Alcanzable:** esto se hace para no indicar un fracaso en los rendimientos de producción.
- **Realista:** para poder ser consciente de los recursos para poder superar el objetivo con estos KPI.

**.IFC (Industry Foundation Classes):** es un formato para el intercambio de información para evitar la pérdida de los datos.

Su objetivo principal es el de elaborar toda la información relacionada con el proyecto en todas sus fases de ciclo de vida.

BuildingSMART dice que es la herramienta principal para la generación de BIM: “Representa un método universal para la colaboración en el diseño y construcción de edificios basados sobre estándar y flujos de trabajo abiertos”.

## 11. Análisis de Proyecto Piloto Reforzamiento Estructural (Fontibón)

### 11.1 Reforzamiento Estructural (Fontibón)

El proyecto que se analizó para determinar el tiempo de modelado en horas estimando su actividad, el costo total de implementación dependiendo del costo de licencias y el costo de equipos de cómputo, la eficiencia en calidad por parte del cliente y su correcta implementación será el de “Reforzamiento Estructural en Fontibón” ubicado en la calle 19 #121<sup>a</sup>-22 en la ciudad de Bogotá D.C, es una bodega que cuenta con 3 niveles el reforzamiento fue una solicitud directa del cliente, ya que la bodega actual cuenta con afectaciones de hundimiento en una de sus paredes laterales y se realizó una extracción de núcleos.

El análisis final que se dio es que su estructura principal sea metálica con perfiles IPE y tensores determinados por los ingenieros calculistas del proyecto; ya que el terreno en el que se encuentra el proyecto cuenta con una zona de amenaza sísmica intermedia.

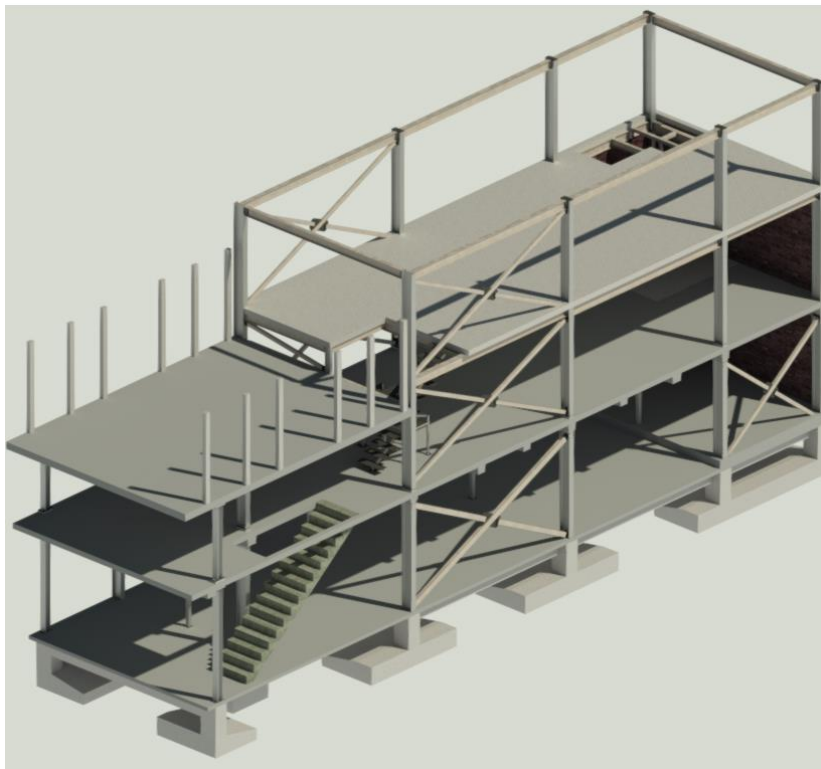


Figura 29. Render de Modelo 3D  
elaboración: propia

## 12. Capítulo 1 Metodología Actual CAD

Para implementar las metodologías BIM en el flujo de trabajo de las metodologías BIM por medio de un IDM (Manual de la Entrega de Información), es necesario conocer el flujo actual de la empresa y su interrelación actual para comprender en fases se puede actuar de una manera implícita para generar el nuevo flujo de trabajo específicamente en el proyecto de “Reforzamiento Estructural Fontibón”.

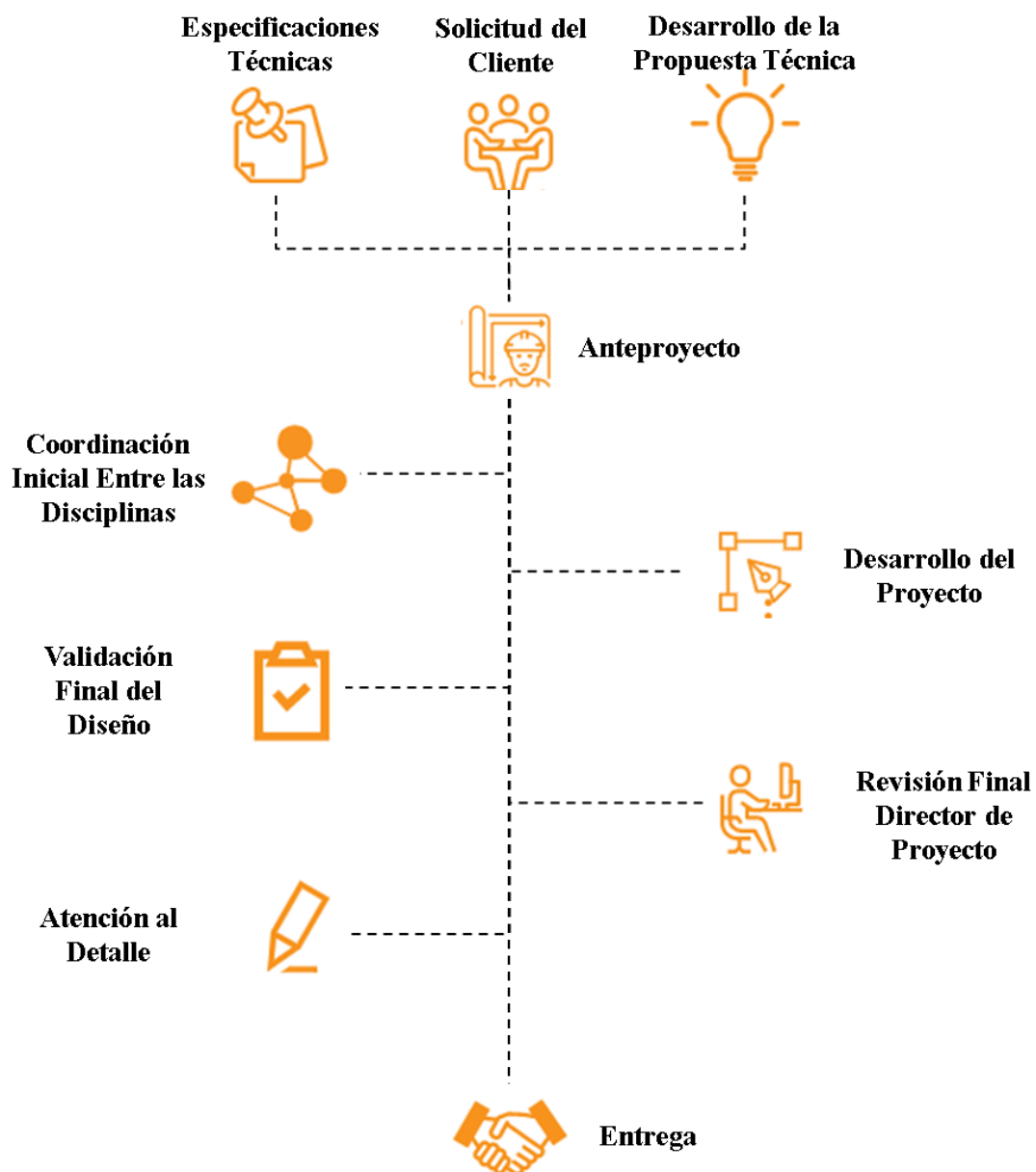


Figura 30. Metodología de Proyecto AVe , adaptado de: <https://www.aveconsultoria.com/copia-de-nosotros>

El flujo actual amerita unos tiempos establecidos desde la solicitud directa o indirecta del cliente hacia la empresa, la interacción del gerente general con el director de proyectos, el ingeniero calculista, los delineantes técnicos y el extractor de núcleos, como lo establece la presente grafica IDM desde la factibilidad y la propuesta económica y su operación:

### 12.1 Equipo de Trabajo

- 1: Magister en Estructuras
- 2: Ingeniero Civil
- 3: Ingeniero Civil
- 4: Tecnólogo en Construcciones Civiles
- 5: Tecnólogo en Construcciones Civiles
- 6: Tecnólogo en Construcciones Arquitectónicas
- 7: Contador
- 8: Ingeniero Geotecnista

El equipo de trabajo conformado por la empresa AVe Ingenieria y Consultoria requiere de cierto personal capacitado para ejercer las propuestas de negocio actuales de la empresa en donde se caracterizen por la autonomia y un mejor flujo de información.

*Tabla 3. Roles de Trabajo*

Cr1	Cliente
R1	Gerente General
R2	Gerente Comercial
R3	Gerente Administrativo
R4	Director de Proyectos
R5	Ingeniero Calculista
R6	Supervisor de Proyectos
R7	Delineante Técnico
R8	Geotecnista
R9	Constructor
R10	Interventor
R11	Curaduría
R12	Extractor de Núcleos

Nota: indica los roles destinados a la consecucion del proyecto, *elaboracion: propia*

## 12.2 Organigrama de Proyecto AVe

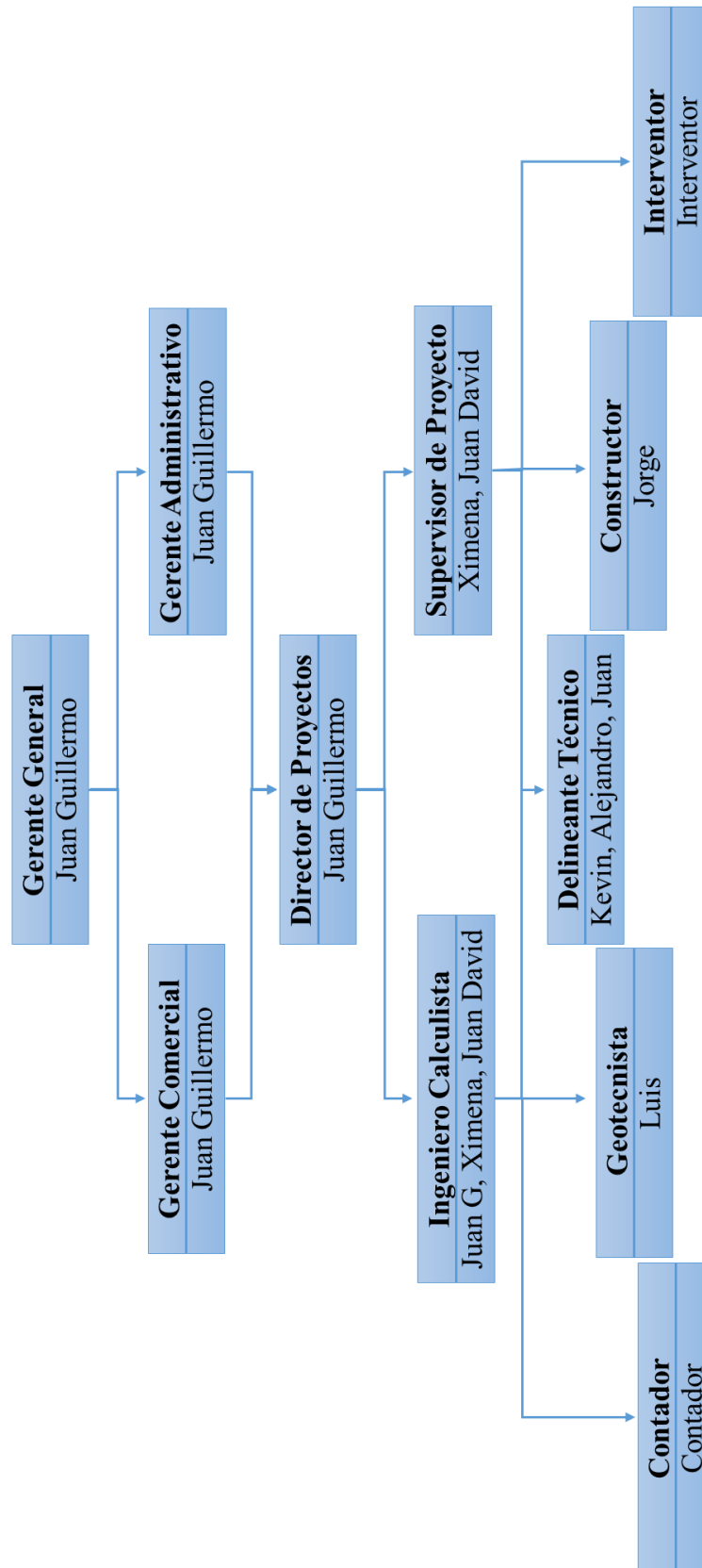


Figura 31. Organigrama de Proyecto de Reforzamiento AVe  
fuente: elaboración propia

### 12.3 Programas Utilizados por Equipo de Trabajo

En la empresa AVE Ingeniería y Consultoría se manejan ciertos roles que utilizan variedades de programas utilizados en CAD, actual metodología manejada.

Tabla 4. Programas Utilizados Rol-R3


Rol	Programas Utilizados
R3	Página Web
	CRM
<b>Gerente Administrativo</b>  1	

Tabla 5. Programas Utilizados Rol-R4


Rol	Programas Utilizados
R4	Adobe Reader
	Sap 2000
	Etabs
	Auto Cad
<b>Director de Proyecto</b>  1	

Tabla 6. Programas Utilizados Rol-R5


Rol	Programas Utilizados
R5	SAP2000
	Etabs
	DCAD
	AutoCAD
	Excel
<b>Ingeniero Calculista</b>  1-2-3	

Tabla 7. Programas Utilizados Rol-R6


Rol	Programas Utilizados
R6	SAP2000
	Etabs
	DCAD
	AutoCAD
	Excel
<b>Supervisor de Proyecto</b>  2-3	

Tabla 8. Programas Utilizados Rol-R7

Rol	Programas Utilizados
<b>R7</b>	SAP2000
	Etabs
	DL-NET
	AutoCAD
	Excel
<b>Delineante técnico 4-5-6</b>	

Nota: indican los tipos de roles y que programas utilizan, fuente: elaboración propia.

### 12.4 Etapa de Factibilidad y Propuesta Económica IDM

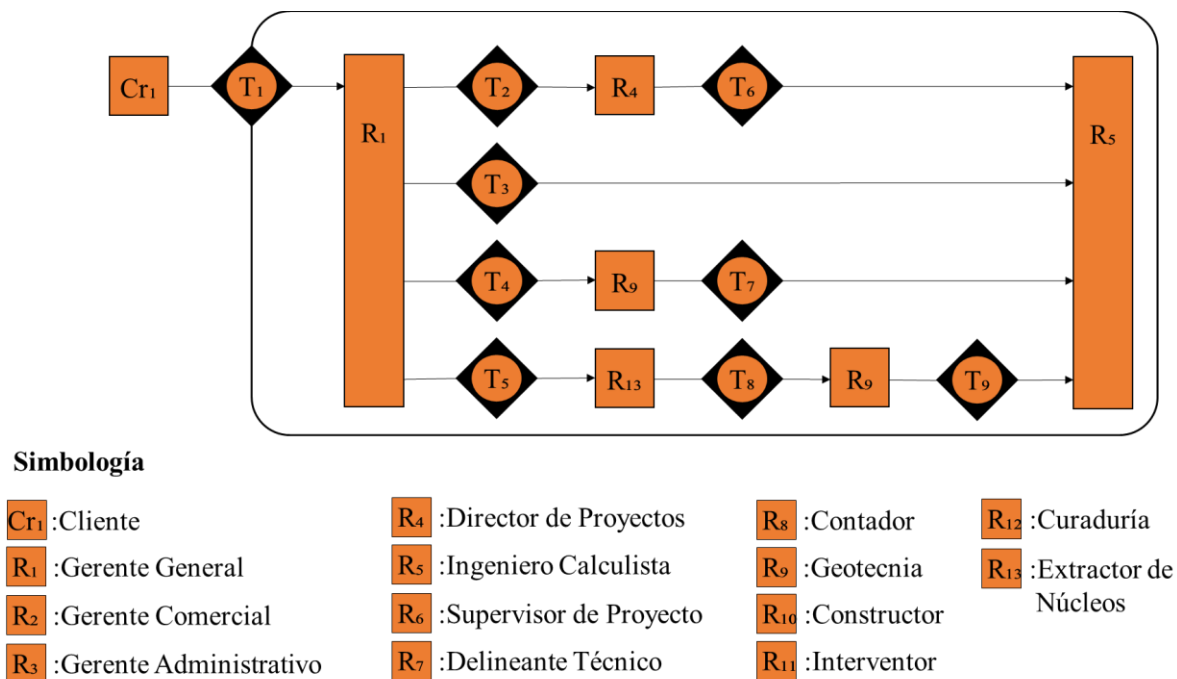


Figura 32. Mapa de Procesos AVE, elaboración: propia

La figura anteriormente mencionada se representa el flujo de trabajo actual de la empresa AVE Ingeniería y Construcción por medio de las metodologías tradicionales CAD para llegar al ingeniero calculista uno de los encargados principales en los proyectos e información de la empresa.



La simbología utilizada es representada, diseñada y creada por el Instituto Nacional de Normalización INN, Versión Comité prNCh-ISO 29481/1, Modelado de la información de edificaciones, es el organismo encargado de la preparación y el estudio de las normas técnicas a nivel nacional y es miembro de la International Organization Forstandardization (ISO) y de la Comisión Panamericana de Normas Técnicas (COPANT), representando a Chile ante esos organismos.

Esta norma es una adopción idéntica de la versión en inglés de la Norma Internacional (ISO) 29481-1:2016 Building information models -- Information delivery manual-- Part 1: Methodology and format.

### 12.5 Simbología

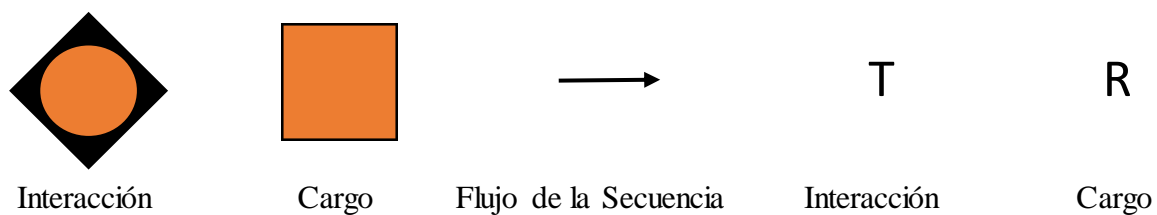


Figura 33. Simbología IDM  
fuente: elaboración propia

### 12.6 Etapa de Diseño AVe

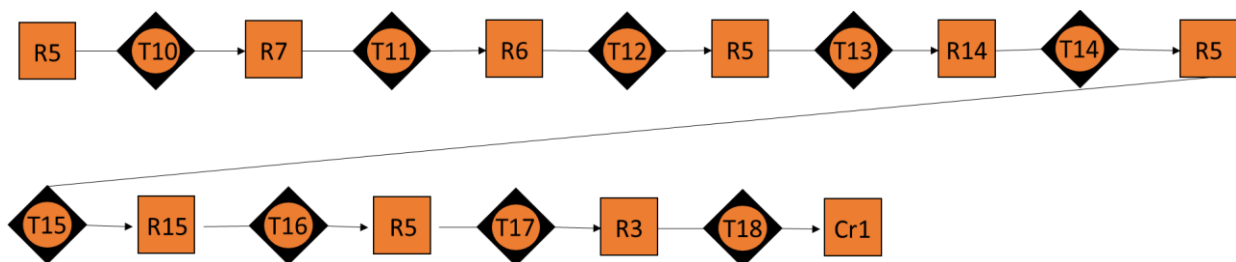


Figura 34. Etapa de Diseño AVe  
fuente: elaboración propia

La diagramación de la figura 34 equivale al proceso de diseño, un proceso lineal que amerita la información puntual para poder proseguir con los otros pasos, que hacen parte del objetivo final para poder radicar en curaduría y subsanar los detalles en obra más esenciales.

### 12.7 Estudio de Proyecto

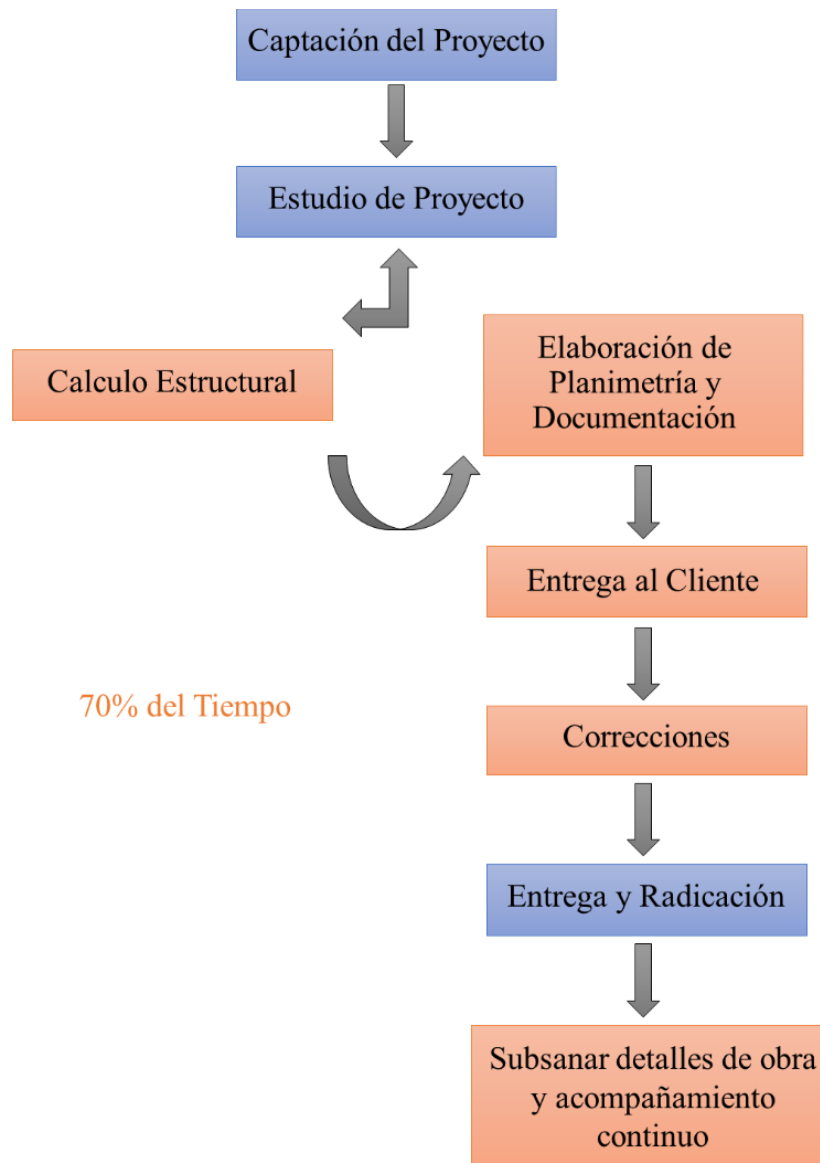


Figura 35. Estudio de proyecto  
fuente: elaboración propia

En la figura 35 se logran identificar los pasos para la generación de un proyecto, en donde el flujo se dedica a llegar al destino final siempre radica en el tipo de complejidad que se desarrolle o el tipo de proyecto expuesto.

## **13. Capítulo 2 Propuesta Metodologías BIM por medio del IDM (Manual de la Entrega de Información)**

### **13.1 Propuesta General**

Para la propuesta BIM por medio de la estructuración de un IDM (Manual de la Entrega de Información) se contemplarán varias cosas, la primera será la de plantear un BIM Coordinator, una persona capaz de coordinar y de inducirse al flujo de trabajo actual y va a ser el encargado de generar un documento o un archivo .IFC, la otra propuesta será la de crear un manejo en la nube, el rol será capaz de corresponder toda la información necesaria para que el flujo de trabajo este en constante interacción y manejo de nueva información por medio de Google Drive.

Se elaborarán mapas de transacción de la información en donde se evidencia el flujo de información de los diferentes roles a cargo en las diferentes partes del proyecto, la primera es el análisis de la Negociación y la Información suministrada por parte del cliente al Gerente General, encargado de llevar a cabo el negocio, en la segunda se identifica la segunda fase la Gestión del Proyecto y la tercera fase es directamente el desarrollo del proyecto.

Por otra parte, se analizaron los costos de la implementación en donde se contempló tres situaciones la primera fue la de los honorarios del personal, el tiempo, las horas dedicadas por día y su salario mensual; la segunda es la de los costos de equipos de cómputo para generar un adecuado flujo y por último el costo de licencia de los programas a utilizar en donde se caracterizaran los software actuales, los software de la propuesta que son el Revit para el contexto general del proyecto en donde se realizaran los modelados de la información, así como los planos arquitectónicos, el modelo estructural y el modelo coordinado, Navisworks para el manejo de planos en 2D y 3D realizando animaciones, también se tuvo como objetivo la detección de los errores de forma rápida y eficiente y se destaca su interoperabilidad con otros

software como AutoCAD, Revit y ReCAP, indicando también su tiempo de uso y su valor en el mercado.

### 13.2 Coordinador BIM

El nuevo rol encargado de la coordinación técnica va a ser el Coordinador BIM, el cual va a ser el encargado de manejar diferentes funciones para llevar a cabo un modelo colaborativo general preservado en la Nube de Archivos, y que sea capaz de generar un archivo cooperativo .IFC, que sea capaz de recoger las diferentes características y las diferentes funcionalidades que se fueron realizando los modelos de diseño, con funciones tales como:

- **Formatos:** Identificar que formatos van a ser parte del modelado centralizado del proyecto y su caracterización.
- **Versión:** suministrara la versión de los software a utilizar como por ejemplo (2018, 2019 o 2020), para así evitar dispersión de la información captada.
- **Software:** Indica que tipo de Software se va a utilizar si va a ser Revit, Navisworks o Tekla Structure.
- **Tiempo de Actualización:** será también el encargado de determinar los tiempos de actualización del modelado en la nube de archivos, cada cuanto tiempo, qué personal tiene acceso y en que fases se va a subir mayor información.

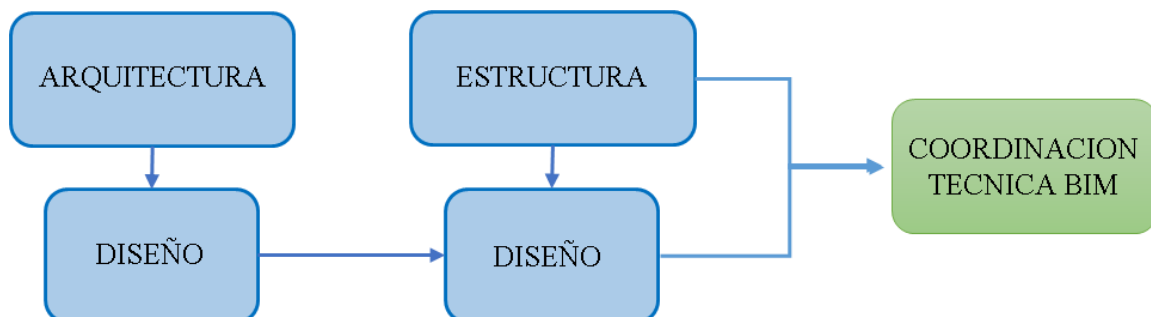


Figura 36. Coordinador BIM Etapa, elaboración: propia

13.3 Flujo de Trabajo en Proyecto Piloto

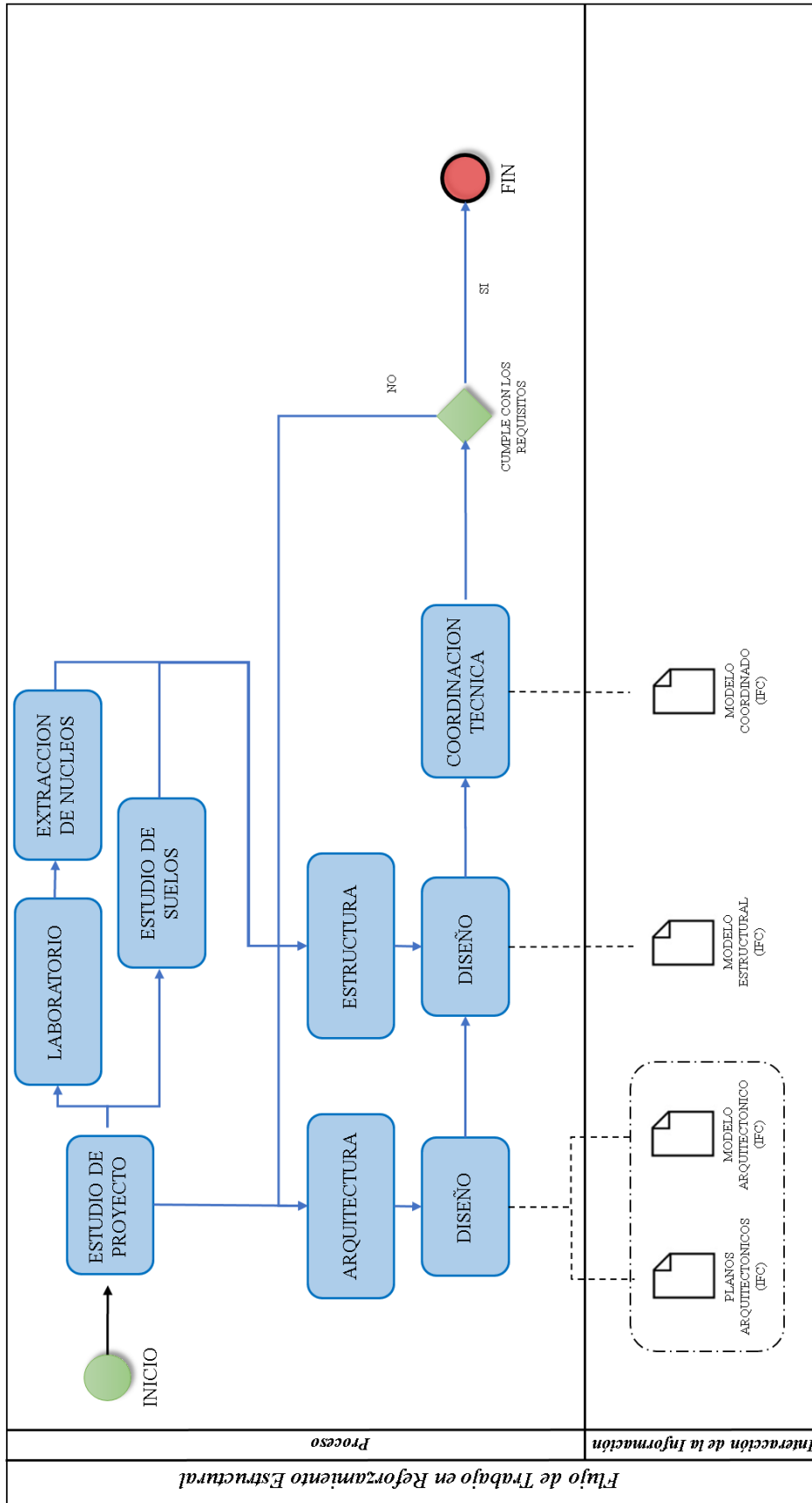


Figura 37. Flujo de trabajo en Reforzamiento Estructural Fontibón, elaboración: propia

En segundo lugar se establece el flujo de trabajo propuesto a través de un diagrama o mapa de procesos IDM (Manual de la Entrega de Información), en la figura 37 se logra identificar el flujo de trabajo propuesto así como sus interacciones y los archivos generados por esta misma en donde se destaca unos planos arquitectónicos generados mediante .IFC (Industry Foundation Classes) un formato de intercambio de la información sin la pérdida de los datos, el modelo arquitectónico en .IFC, mediante el diseño arquitectónico, mientras que para el modelo estructural en .IFC se genera a través del diseño estructural y por último se maneja una coordinación Técnica capaz de integrar la información generada y proponer un modelo coordinado en .IFC.

En otro orden de ideas para poder hacer un correcto flujo de trabajo es necesario crear una nube de archivos en Google Drive encargada de gestionar y guardar la información utilizada por el equipo en las diferentes fases para luego suministrar la información en obra.

### 13.4 Nube de Archivos

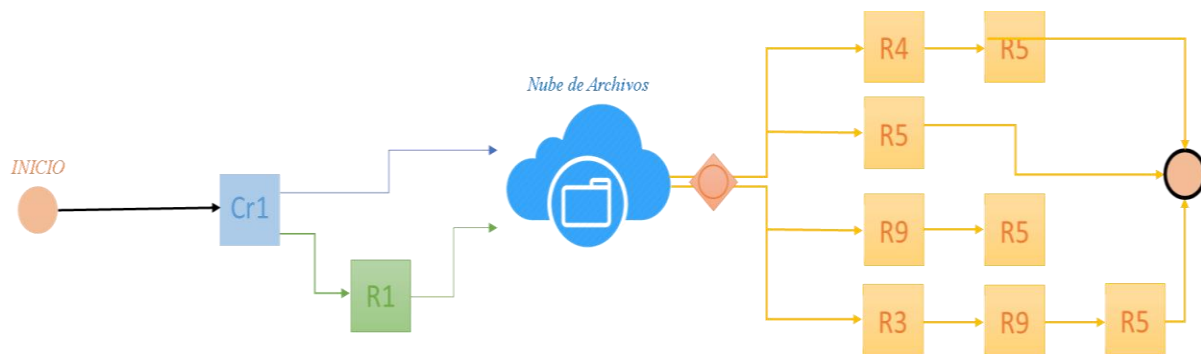


Figura 38. Nube de archivos,  
elaboración: propia

En la figura 38 se identifica la gestión de los archivos, así como su influencia para la generación de los mismos empezando desde la solicitud del cliente, hasta la influencia del gerente general para así abastecer a las otras disciplinas implicadas en el proyecto, como el director de proyectos, el ingeniero calculista y los delineantes técnicos.

13.5 Detalle de Nube de Archivos

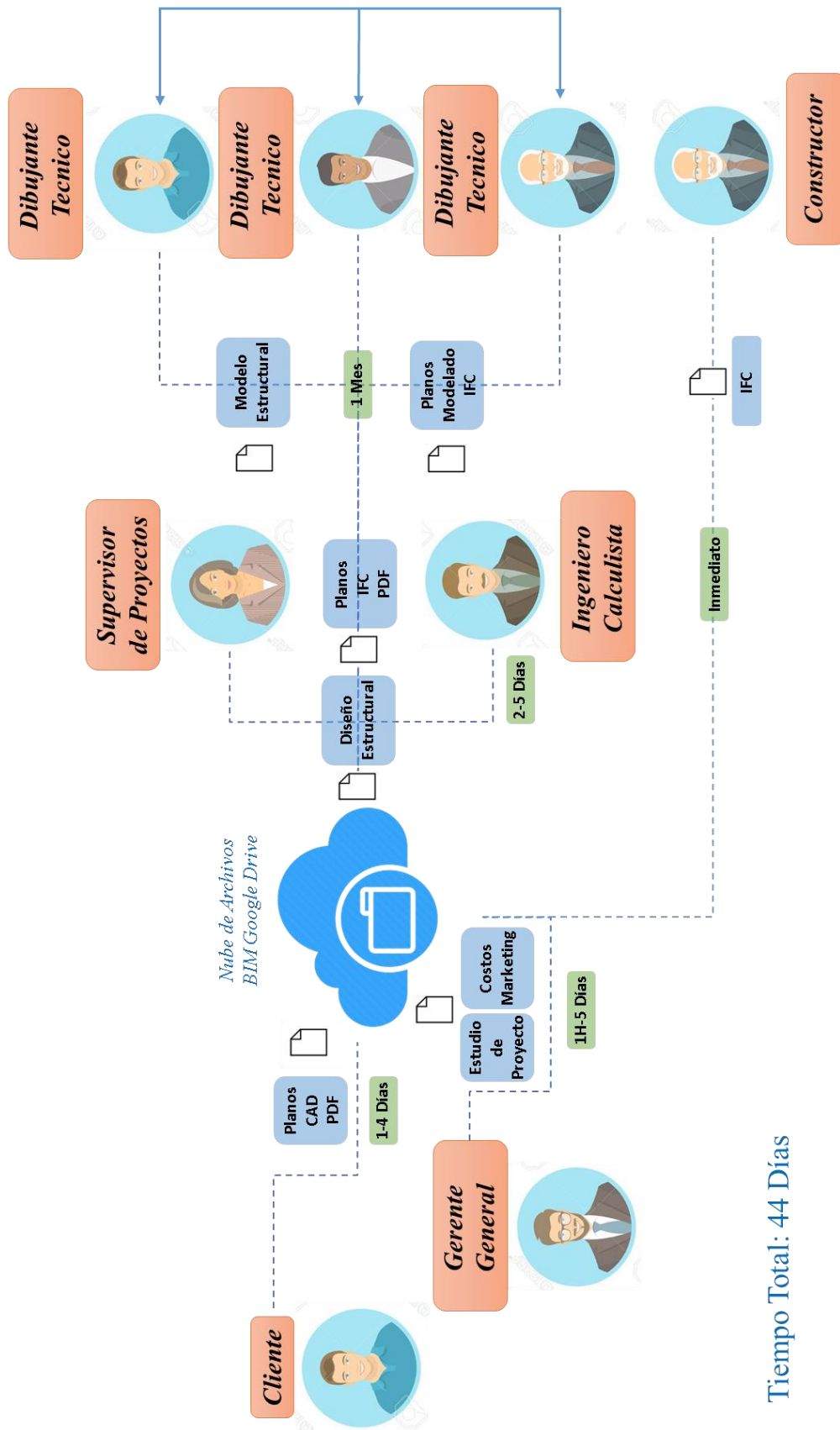


Figura 39. Nube de Archivos Detalle, elaboración: propia

Nota: las figuras de vector de avatares son proporcionadas por la página: <https://bit.ly/2KbEWW6>

En la figura 39 se identifica el detalle de la gestión de archivos mediante la nube de Google Drive en donde se logra mostrar los cargos, los archivos que se van a enviar, los formatos en los que se va a enviar, así como el tiempo de generación de los mismos identificando el flujo entre los diferentes actores para luego enviar el archivo .IFC (Industry Foundation Classes).

### 13.6 Mapas de Transacción

Se llevaron a cabo la realización de varios mapas de transacción en donde se evidencia el flujo de información de los roles en las diferentes partes del proyecto, la primera es la transacción T1 en donde se ve al detalle la Negociación y la Información suministrada por parte del cliente al Gerente general, encargado de llevar a cabo el negocio, en la segunda se identifica la segunda fase la Gestión del Proyecto y la tercera fase es directamente el desarrollo del proyecto.

#### 13.6.1 Negociación e Información

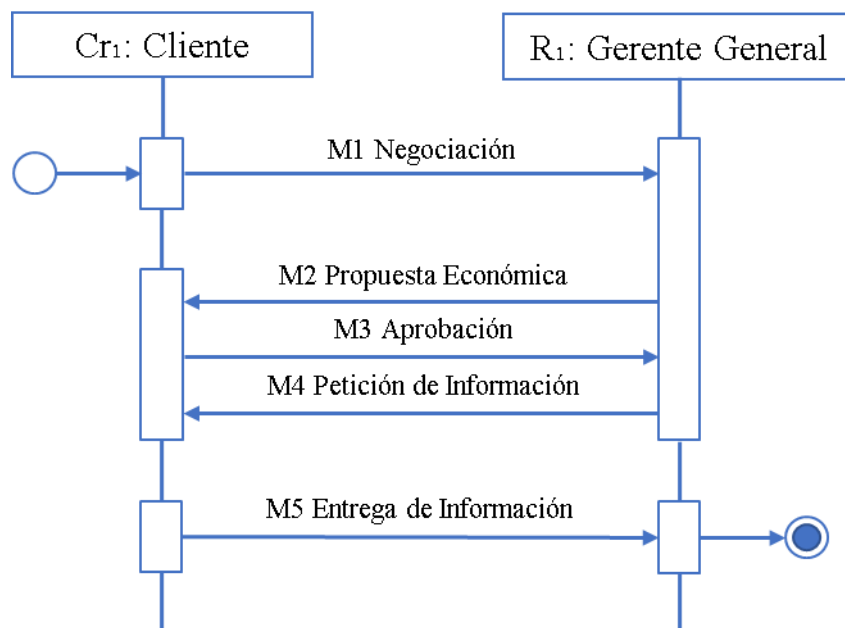


Figura 40. Negociación e Información, elaboración: propia



En la figura 40 se logra identificar la primera fase un intercambio de información del Cr1: Cliente con el R1: Gerente General, en la Negociación e Información del proyecto, en donde se muestra el inicio de la Negociación M1 y el final en el M5, entrega de la información.

### 13.6.2 Gestión de Proyecto

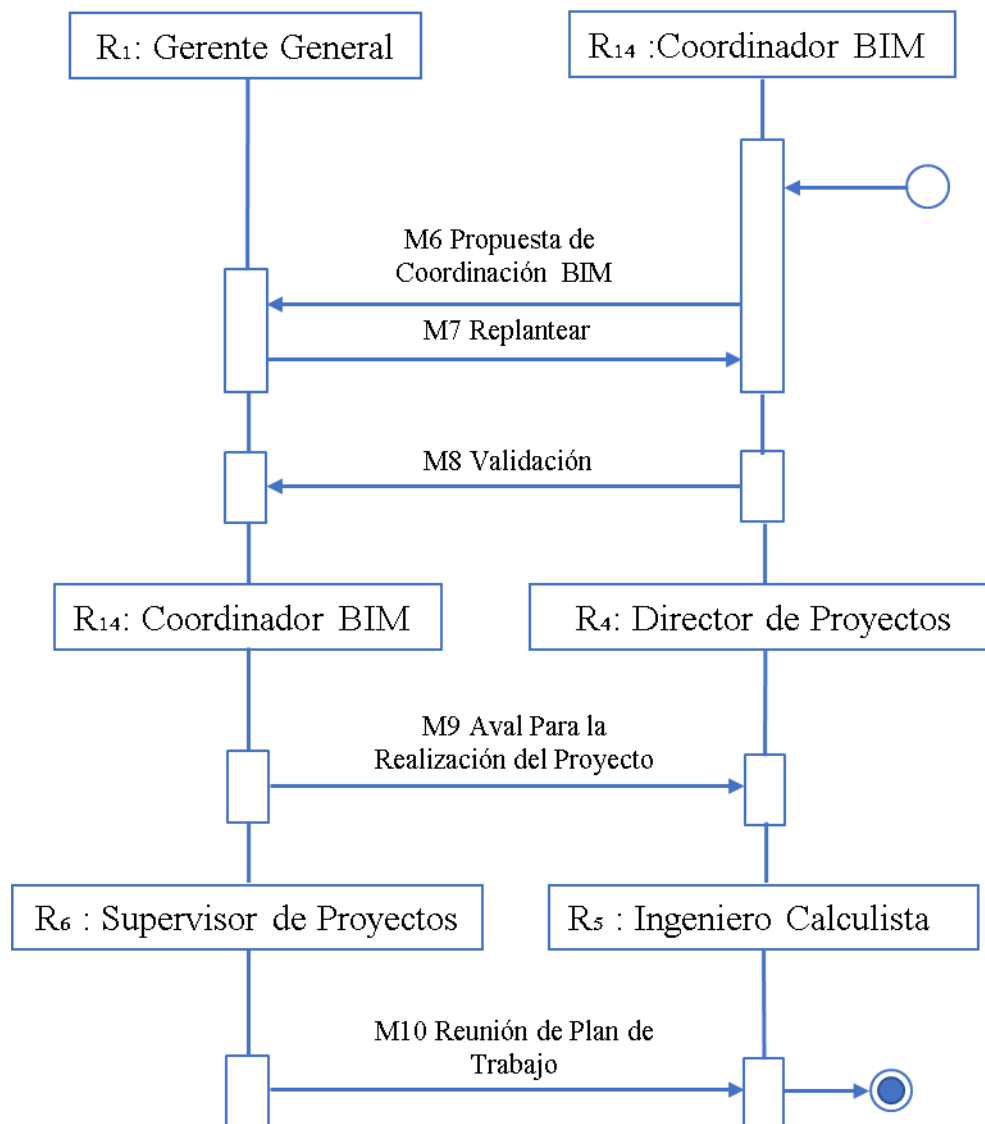


Figura 41. Gestión del Proyecto, elaboración: propia

En la Figura 41 se logra identificar la gestión del proyecto todos los pasos necesarios por los diferentes roles a cargo incluido el nuevo rol R14 Coordinador BIM eje principal del

flujo de información que se quiere realizar, indicando las actividades y los roles para poder concluir con una reunión de plan de trabajo.

### 13.6.3 Desarrollo de Proyecto

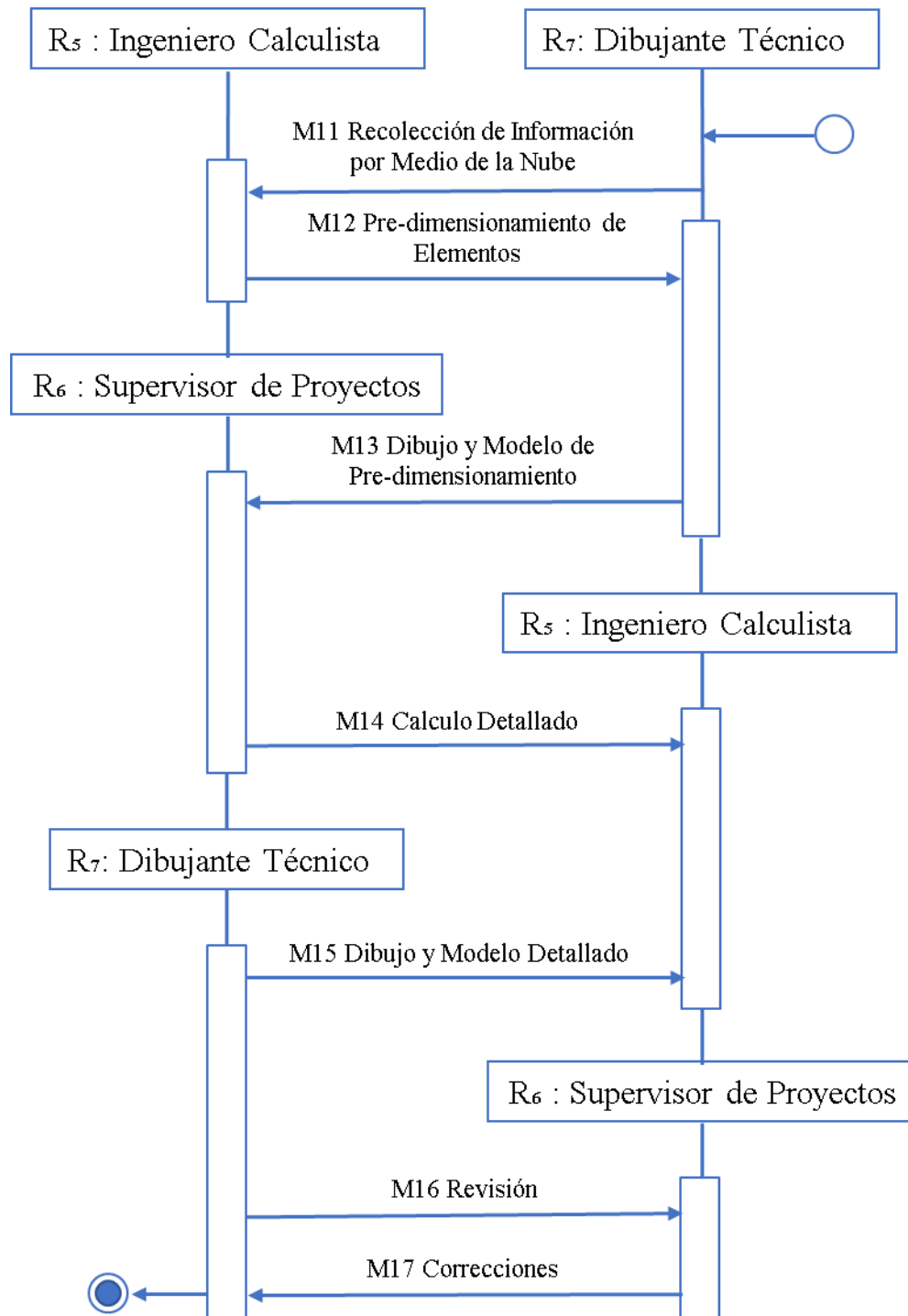


Figura 42. Desarrollo de Proyecto, elaboración: propia

En la figura 42 se puede identificar el desarrollo del proyecto, en esta fase es en donde más tareas se realizan y en donde más tiempo se gasta para realizar dichas actividades para la consecución del mismo, tareas realizadas por el Ingeniero Calculista, el Dibujante Técnico y el Supervisor de Proyectos.

### 13.7 Tiempos Establecidos

Los tiempos establecidos de consecución de las diferentes fases de un proyecto general se mostrarán por medio de unas tablas de comparación de resultados, en donde se suministrará la información de las diferentes fases de proyecto, como la negociación e información, la gestión de proyecto y el desarrollo del proyecto, indicando el tipo de transacción, los roles que la realizan y el tiempo ejecutado.

*Tabla 9. Fase de Negociación e Información*

<b>Fase de Proyecto: Negociación e Información</b>		
<b>Tipo de Transacción</b>	<b>Roles Implicados</b>	<b>Tiempo</b>
M1 Negociación	Cr1 - R1	2 Horas
M2 Propuesta Económica	R1 - Cr1	1 Día
M3 Aprobación	Cr1 - R1	1 Hora
M4 Petición de Información	R1 - Cr1	10 Minutos
M5 Entrega de Información	Cr1 - R1	1-3 Días

Nota: lo anterior mencionado hace referencia a la etapa de negociación del cliente con el gerente general, *f fuente: elaboración propia*

En tabla mencionada se puede identificar la fase de negociación e información con el tipo de actividad realizada que va desde M1 la Negociación, hasta M5 la Entrega de la Información por parte del Cliente al Gerente General, los roles que realizan dicha actividad y el tiempo destinado para su ejecución.

Tabla 10. Fase de Gestión de Proyectos

<b>Fase de Proyecto: Gestión de Proyectos</b>		
<b>Tipo de Transacción</b>	<b>Roles Implicados</b>	<b>Tiempo</b>
M6 Propuesta de Coordinación BIM	R14 - R1	1 Hora - 2 Días
M7 Replantear	R1 - R14	1 Hora - 1 Día
M8 Validación	R14 - R1	1 Hora - 1 Día
M9 Aval Para la Realización del Proyecto	R14 - R4	Inmediato
M10 Reunión de Plan de Trabajo	R6 - R5	2 Horas

Nota: lo anterior mencionado hace referencia a la fase de gestión del proyecto en donde se muestran los tiempos, *fuentes: elaboración propia.*

La tabla anteriormente expuesta se muestra la fase de gestión de proyectos, en donde se identifica el tipo de transacción que va desde M6 la Propuesta de Coordinación BIM hasta M10 la Reunión de Plan de Trabajo, con los diferentes roles implicados y el tiempo de ejecución de cada una de las diferentes actividades a lo largo de esta fase en donde se tienen diferentes tiempos establecidos.

Tabla 11. Fase de Desarrollo del Proyecto

<b>Fase de Proyecto: Desarrollo de Proyecto</b>		
<b>Tipo de Transacción</b>	<b>Roles Implicados</b>	<b>Tiempo</b>
M11 Recolección de Información por Medio de la Nube	R5 - R7	Inmediato
M12 Pre-dimensionamiento de Elementos	R5 - R7	1 Día
M13 Dibujo y Modelo de Pre-dimensionamiento	R7 - R6	1 Día - 3 Días
M14 Calculo Detallado	R6 - R5	3 Días
M15 Dibujo y Modelo Detallado	R7 - R5	15 - 20 Días
M16 Revisión	R7 - R6	1 Día
M17 Correcciones	R6 - R7	1 Día - 3 Días

Nota: indica la fase de desarrollo donde se muestran los roles y los tiempos establecidos, *fuentes: elaboración propia.*

En la tabla 11 se puede identificar la Fase de Desarrollo de Proyecto, en donde se indica el tipo de actividad realizada, así como los roles implicados y el tiempo de ejecución de los mismos.

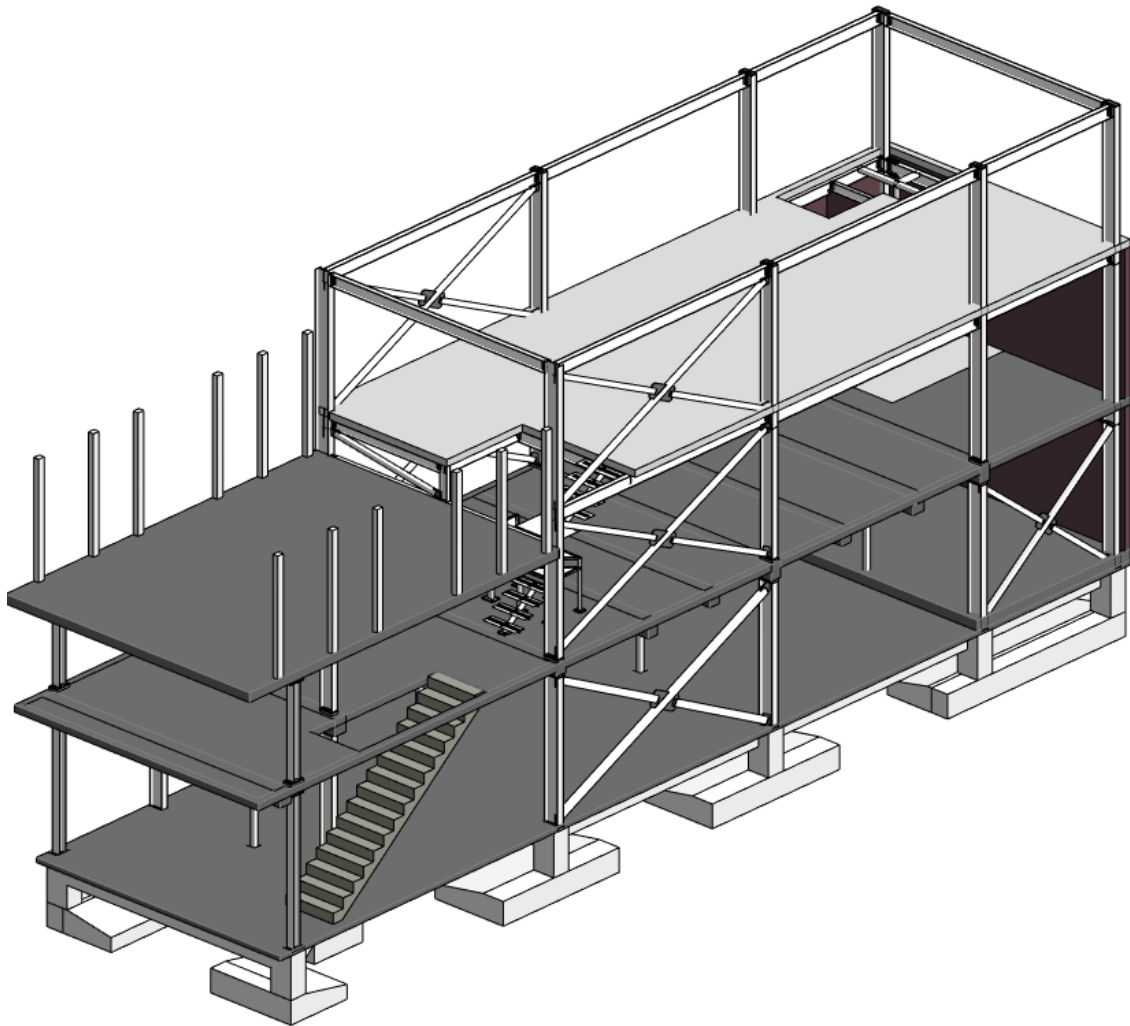
### **14. Capítulo 3 Análisis de los Resultados**

La propuesta general de la implementación de BIM por medio del IDM (Manual de la Entrega de Información) ha tenido resultados en donde se evidencia el modelado completo 3D generado por medio de Revit “Reforzamiento Estructural Fontibón”, esto hecho para el análisis de mejoría con respecto al software 2D de AutoCAD, también se indica el costo de implementación de esta propuesta BIM en donde se contemplará tres situaciones para saber el valor total, la primera será la de los honorarios del personal, el tiempo, las horas dedicadas por día y su salario mensual; la segunda es la de los costos de equipos de cómputo para generar un adecuado flujo y por último el costo de licencia de los programas a utilizar en donde se caracterizaran los software actuales.

Los software de la propuesta los cuales son el Revit para el contexto general del proyecto en donde se realizaran los modelados de la información, así como los planos arquitectónicos, el modelo estructural y el modelo coordinado, Navisworks para el manejo de planos en 2D y 3D realizando animaciones, también tendrá como objetivo la detección de los errores de forma rápida y eficiente y se destaca su interoperabilidad con otros software como AutoCAD, Revit y ReCAP, indicando también su tiempo de uso y su valor de licencia en el mercado.

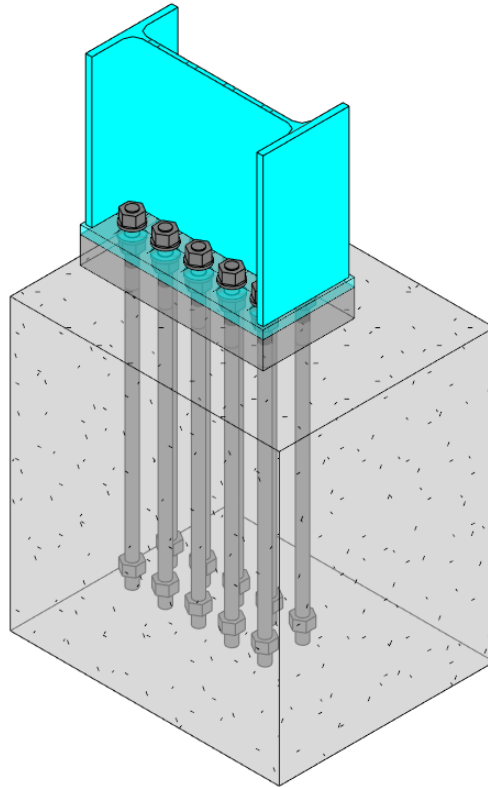
### 14.1 Reforzamiento Estructural Fontibón

El Reforzamiento Estructural Fontibón es el proyecto piloto que se manejó en este proyecto de investigación, para poder cumplir y analizar la propuesta general, en dónde se obtuvieron los presentes modelados:



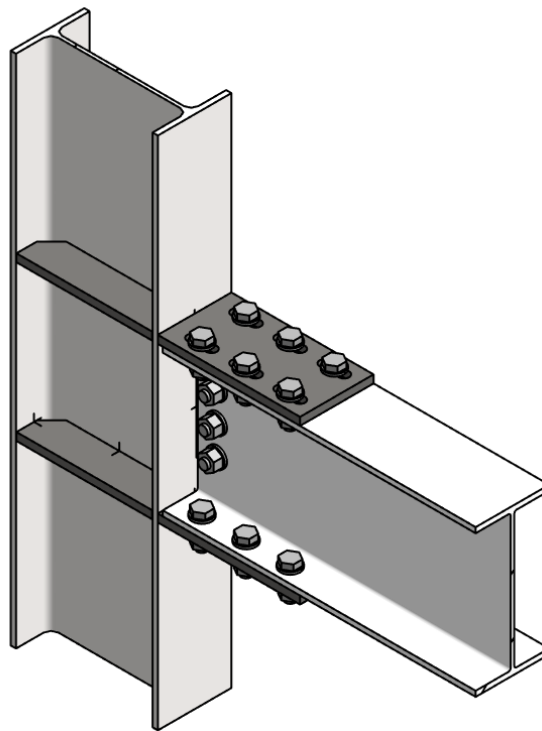
*Figura 43. Modelado General,  
elaboración: propia*

En la figura 43 se puede identificar el modelado general del proyecto hecho en Revit, el cual cuenta con 3 niveles; en donde se muestra, la cimentación, la estructura metálica con vigas y columnas IPE, los conectores centrales de perfiles diagonales estructurales, los tres tipos de escaleras manejados.



*Figura 44.* Pedestal y Platina,  
elaboración: propia

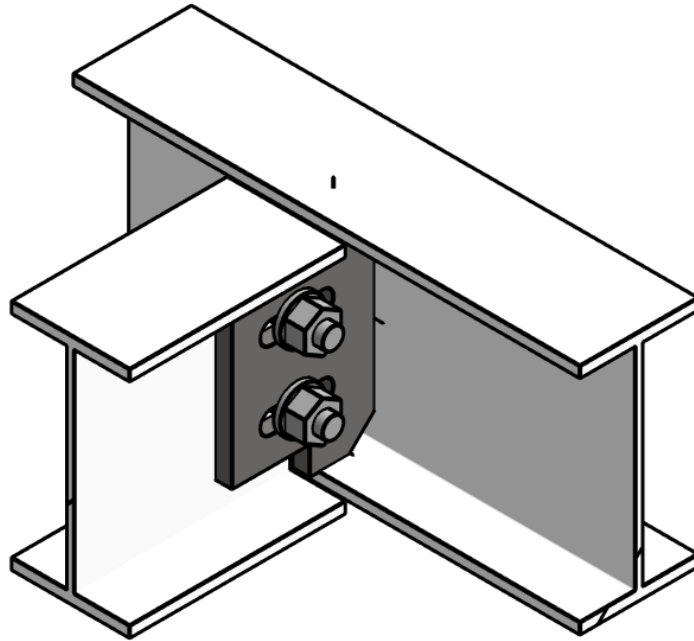
Nota: se muestra el pedestal y la platina para la base de la columna IPE 330 indicada de color azul.



*Figura 45.* Conexión a Viga,  
elaboración: propia

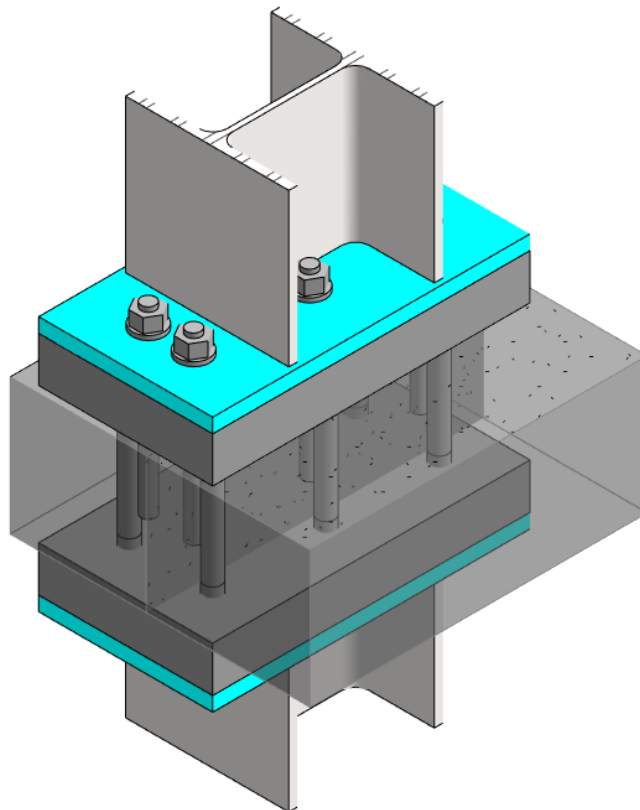
Nota: se puede identificar la conexión de la columna IPE 300 en eje 1 – f, a la viga en el nivel 3.30.





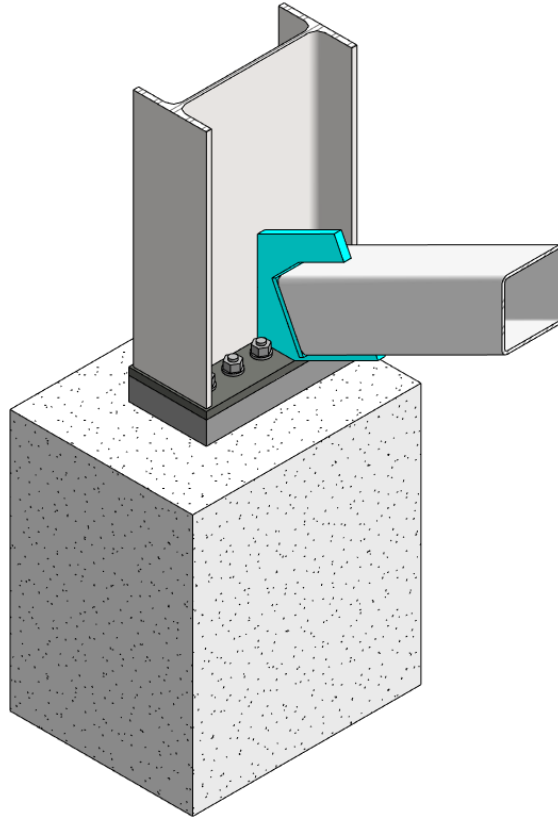
*Figura 46.* Conexión a Viga,  
elaboración: propia

Nota: se identifica la conexión de viga IPE 180 a IPE 180, con su respectiva platina de conexión con sus respectivos pernos de anclaje.



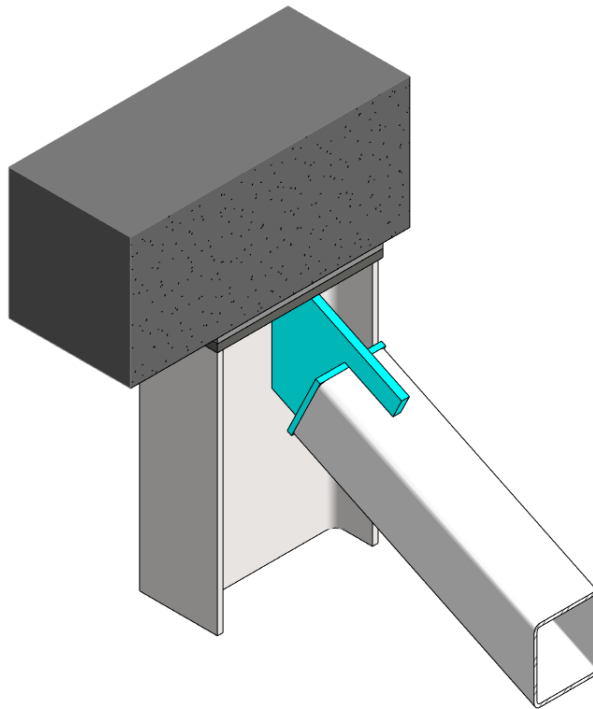
*Figura 47.* Conexión HEA 180,  
elaboración: propia

Nota: se establece la conexión HEA 180 en la parte superior de la placa ya existente, con sus respectivas platinas en color azul y sus pernos de anclaje.



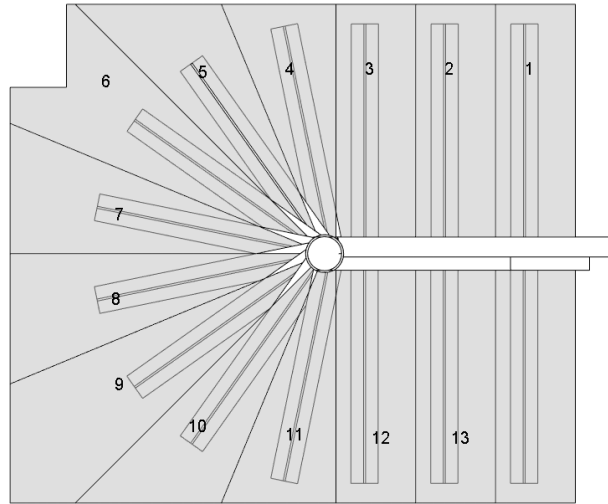
*Figura 48.* Conexión para diagonales,  
elaboración: propia

Nota: se establece la conexión en la base de la columna para las diagonales en el nivel 0.00.



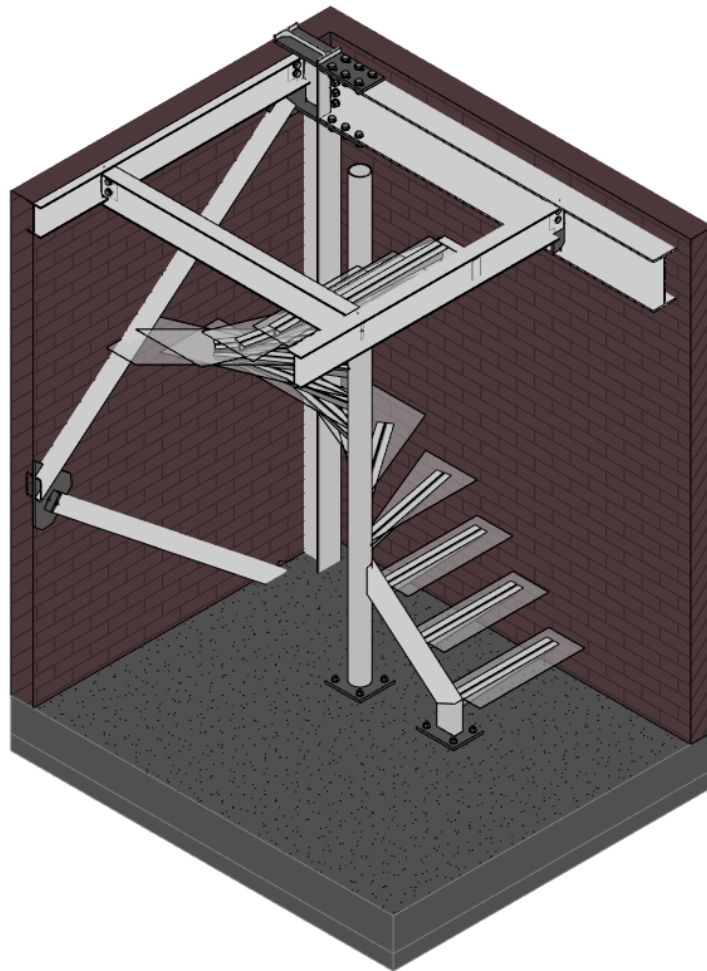
*Figura 49.* Conexión Superior,  
elaboración: propia

Nota: se reconoce la conexión en la parte superior de las diagonales.



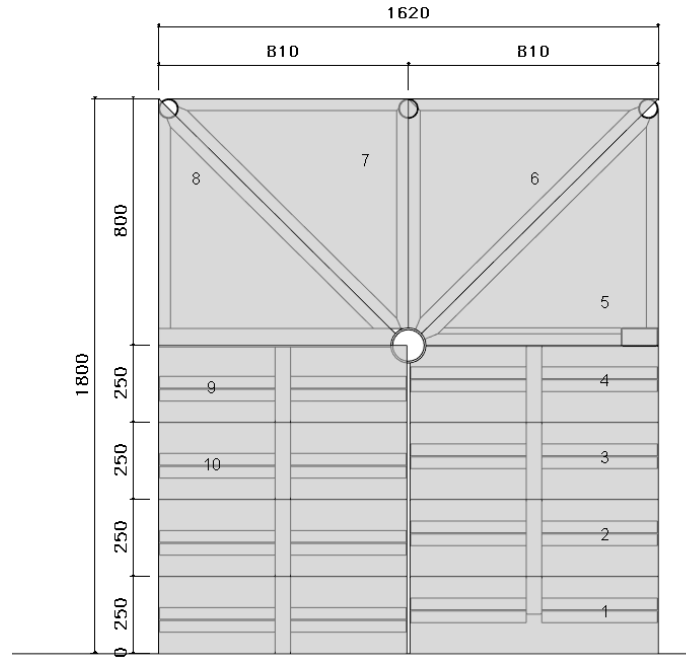
*Figura 50.* Planta de Escalera 1,  
elaboración: propia

Nota: se percibe la planta de la escalera 1, los números de los pasos y su estructura.



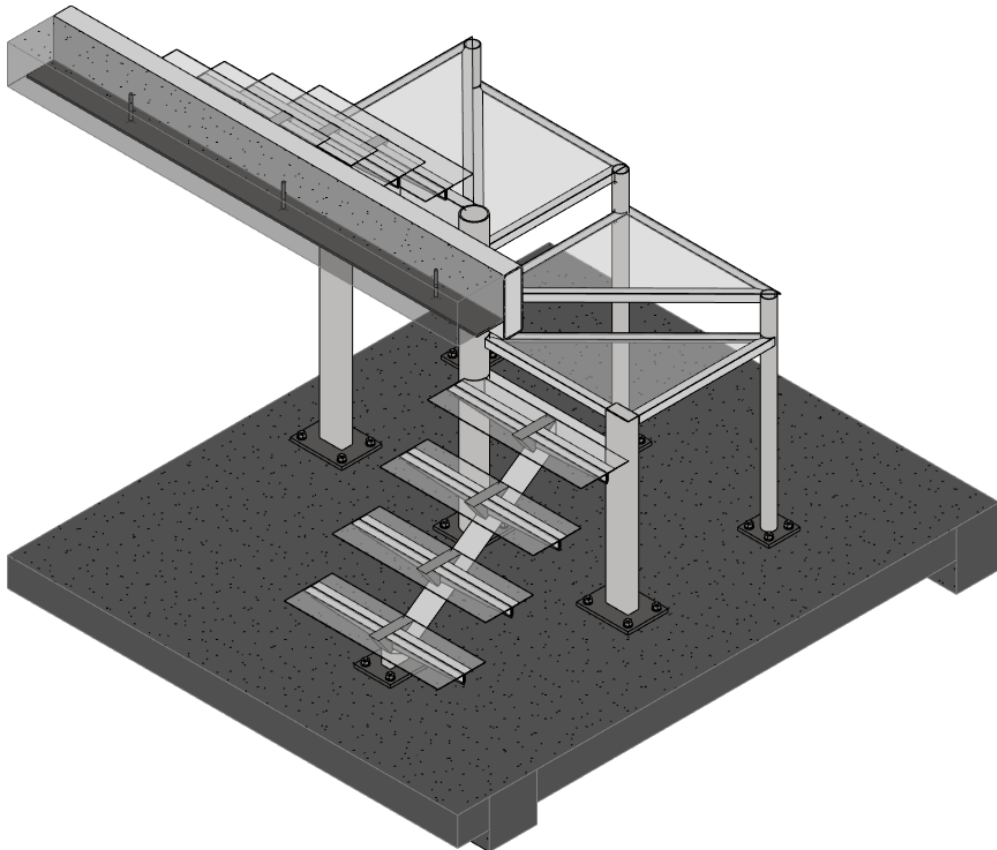
*Figura 51.* Escalera 1,  
elaboración propia

Nota: se establece la primera escalera ubicada en la parte norte del reforzamiento, su estructura principal es metálica con perfiles IPE.



*Figura 52.* Planta de Escalera 3,  
elaboración propia

Nota: se identifica la planta de la escalera 3 con el número de pasos y su distancia.



*Figura 53.* Modelo de Escalera 3,  
elaboración: propia

Nota: se muestra el modelo de escalera 3 ubicada en la parte sur del Reforzamiento Estructural, cuenta con estructura metálica con sus secciones estructurales huecas.

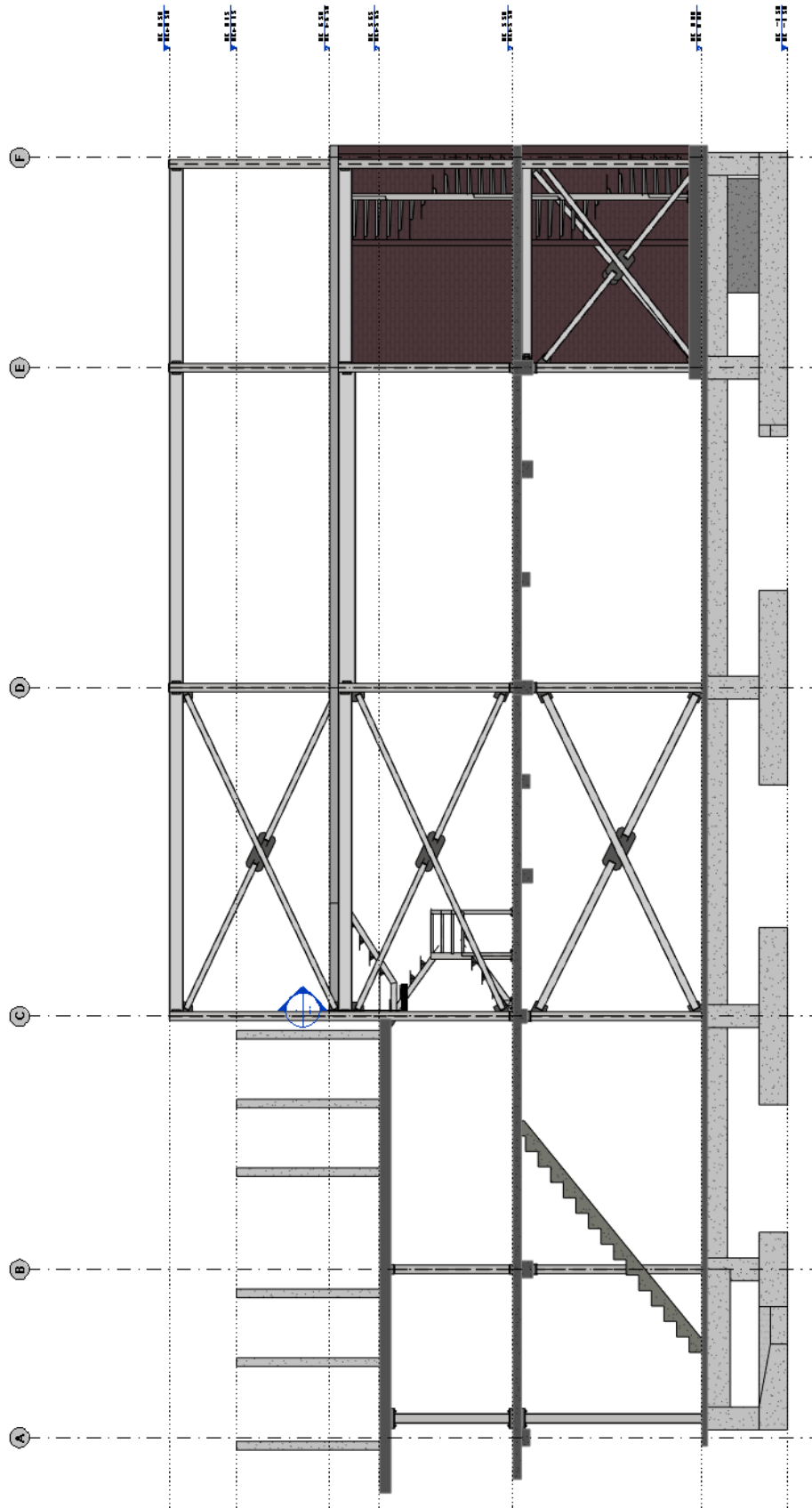


Figura 54. Alzado este,  
elaboración: propia

Nota: se identifica el alzado este del Reforzamiento Estructural, en donde se indica la cimentación, las conexiones de los perfiles, los cortes de las escaleras y los diferentes niveles.

## 14.2 Análisis de Tiempos Finales

A lo largo de la implementación en el proyecto piloto “Reforzamiento Estructural Fontibón” se obtuvieron los resultados finales que conllevan al desarrollo de cada una de las actividades realizadas en el capítulo 12.7 de los tiempos establecidos, se hará su respectiva comparación y análisis efectuados.

*Tabla 12. Fase Final de Negociación e Información*

<b>Fase de Proyecto: Negociación e Información</b>		
<b>Tipo de Transacción</b>	<b>Roles Implicados</b>	<b>Tiempo</b>
M1 Negociación	Cr1 - R1	1:30 horas
M2 Propuesta Económica	R1 - Cr1	1 Día
M3 Aprobación	Cr1 - R1	1 Día
M4 Petición de Información	R1 - Cr1	Inmediata
M5 Entrega de Información	Cr1 - R1	Inmediatas

Nota: se muestra la fase de tiempos finales de la negociación de parte del cliente con el gerente general, *elaboración: propia*

En la tabla anteriormente expuesta se puede deducir los tiempos finales de la fase de Negociación e Información por parte del cliente con el Gerente General y las diferentes etapas en las que se maneja.

Tabla 13. Fase Final de Gestión de Proyectos

<b>Fase de Proyecto: Gestión de Proyectos</b>		
<b>Tipo de Transacción</b>	<b>Roles Implicados</b>	<b>Tiempo</b>
M6 Propuesta de Coordinación BIM	R14 - R1	No se realizó por petición del cliente
M7 Replantear	R1 - R14	No se realizó por petición del cliente
M8 Validación	R14 - R1	No se realizó por petición del cliente
M9 Aval Para la Realización del Proyecto	R14 - R4	Inmediato
M10 Reunión de Plan de Trabajo	R6 - R5	4 Horas

Nota: en la tabla se indica la fase de tiempos finales de la gestión de proyectos, *elaboración: propia*

De la tabla expuesta se puede deducir los tiempos de la fase final de Gestión de proyectos en donde se identifica que la propuesta de Coordinación BIM, no se llevó a cabo por parte del cliente que manifestó que no se realizará dicha implementación por temas de costos y de utilización del programa, aunque el proyecto piloto, Reforzamiento Estructural Fontibón si se llevó a cabo mediante el software BIM, Revit y se obtuvieron los modelados generalizados y particulares.

Tabla 14. Fase Final de Desarrollo de Proyecto

<b>Fase de Proyecto: Desarrollo de Proyecto</b>		
<b>Tipo de Transacción</b>	<b>Roles Implicados</b>	<b>Tiempo</b>
M11 Recolección de Información por Medio de la Nube	R5 - R7	Inmediato
M12 Pre-dimensionamiento de Elementos	R5 - R7	2 Día
M13 Dibujo y Modelo de Pre-dimensionamiento	R7 - R6	1 Día
M14 Calculo Detallado	R6 - R5	1 Semana
M15 Dibujo y Modelo Detallado	R7 - R5	1 mes y medio
M16 Revisión	R7 - R6	1 Día
M17 Correcciones	R6 - R7	No aplica

Nota: en la anterior tabla se muestra la fase de tiempos finales en el desarrollo del proyecto, *elaboración: propia*

En la tabla 14 se puede identificar el desarrollo final del proyecto, del cual se extrajeron los resultados principales y finales, indicando algunas mejoras en los tiempos.



### 14.3 Comparación de Resultados Establecidos y Finales

En este capítulo se realizarán la comparación entre los resultados establecidos y los resultados finales de la implementación, evaluando la posible mejoría o no de la gestión en la nube de archivos, la elaboración del proyecto en Revit y los modelos realizados.

*Tabla 15. Comparación de Resultados en Negociación e Información*

<b>Fase de Proyecto: Negociación e Información</b>	
<b>Tipo de Transacción</b>	<b>Tiempo</b>
M1 Negociación	-30 Minutos
M2 Propuesta Económica	1 Día
M3 Aprobación	+23 Horas
M4 Petición de Información	-Inmediata
M5 Entrega de Información	-Inmediata

Nota: se puede identificar la fase de comparación de los tiempos establecidos y los tiempos finales en la fase de Negociación e Información, *elaboración: propia*

De la tabla expuesta se puede concluir que en la transacción M1 de la Negociación se demoró 30 Minutos menos de los planeado, la propuesta económica se llevó a cabo en los tiempos estipulados, la fase de aprobación se retrasó por 23 Horas más de lo planeado, por cambios efectuados por el cliente, y las fases de petición y entrega de la información se llevaron a cabo en menor tiempo ya que se realizaron de forma inmediata y sin tener que hacer una determinación de la información.

Tabla 16. Comparación de Resultados en Gestión de Proyectos

<b>Fase de Proyecto: Gestión de Proyectos</b>	
<b>Tipo de Transacción</b>	<b>Tiempo</b>
	No se realizó
	por Petición
M6 Propuesta de Coordinación BIM	del Cliente
	No se realizó
	por Petición
M7 Replantear	del Cliente
	No se realizó
	por Petición
M8 Validación	del Cliente
M9 Aval Para la Realización del Proyecto	Inmediato
M10 Reunión de Plan de Trabajo	2 Horas

Nota: se puede identificar la fase de comparación de los tiempos establecidos y los tiempos finales en la fase de Gestión de Proyecto, *elaboración: propia*

En la tabla mencionada anteriormente se puede identificar la comparación de los resultados en la fase final de Gestión de Proyectos en donde se puede concluir que no se realizó la propuesta de Coordinación BIM por parte del cliente quien manifestó su rechazo por sobrecostos y por desconocimiento del programa Revit, sin embargo, esto el modelado se llevó a cabo, con la gestión de archivos pertinente en la propuesta realizada.

Tabla 17. Comparación de Resultados en la fase de Desarrollo del Proyecto

<b>Fase de Proyecto: Desarrollo de Proyecto</b>	
<b>Tipo de Transacción</b>	<b>Tiempo</b>
M11 Recolección de Información por Medio de la Nube	Inmediato
M12 Pre-dimensionamiento de Elementos	1 Día
M13 Dibujo y Modelo de Pre-dimensionamiento	1 Día
M14 Calculo Detallado	+2 Días
M15 Dibujo y Modelo Detallado	+10 Días
M16 Revisión	1 Día
	-No
M17 Correcciones	aplica

Nota: se muestra la fase de comparación de los tiempos establecidos y los tiempos finales, de la fase de Desarrollo de Proyecto *elaboración: propia*

De la tabla propuesta anteriormente se puede deducir que en la transacción M11 de la recolección de la información por medio de la nube si se realizó como se planteaba, así como el pre dimensionamiento de los elementos y el dibujo y modelo del pre dimensionamiento, sin embargo el cálculo detallado se retrasó durante 2 días por la complejidad del proyecto y los cambios por parte del cliente, así como el dibujo y el modelo detallado que repercutieron en cambios realizados y al ser el primer modelo realizado en Revit durante la empresa tuvo un retraso de 10 días más de los planteados en un principio, la revisión fue optima y se estableció en los resultados deseados y las correcciones finales obtuvieron una mejoría con respecto a lo planteado ya que no se realizaron correcciones puesto que el modelado final elaborado en Revit obtuvo un gran aval y se presentaron detalles que en el 2D no se pueden realizar.

#### 14.4 Costos de la Implementación

En este capítulo se identificará los costos generales de la implementación que se llevaron a cabo para la realización del Reforzamiento Estructural Fontibón, los cuales van desde el honorario del personal general para el desarrollo del proyecto durante un mes, los equipos de cómputo que se requirieron y un cuadro comparativo del número de licencias actuales y las licencias requeridas durante un mes.

*Tabla 18. Honorarios de Personal*

<b>Honorarios de Personal</b>	<b>Meses</b>	<b>Horas Por Semana</b>	<b>Honorarios por Mes</b>	<b>Total</b>
Director de Proyecto (Ingeniero Civil)	1	53	\$ 4.500.000	\$ 4.500.000
Ingeniero Calculista	1	53	\$ 4.000.000	\$ 4.000.000
Delineante General Estudiante de Ingeniería	1	48	\$ 1.500.000	\$ 1.500.000
Delineante General Estudiante de Ingeniería	1	48	\$ 1.200.000	\$ 1.200.000
Delineante Técnico Estudiante de Ingeniería	1	48	\$ 1.200.000	\$ 1.200.000
Delinéate Técnico Estudiante de PTCA	1	48	\$ 1.200.000	\$ 1.200.000
			<b>Total</b>	<b>\$ 13.600.000</b>

Nota: se identifica los honorarios del personal encargado del proyecto, *elaboración: propia*

En la tabla 18 se logra mostrar el total de los costos del personal, así como sus honorarios y su influencia en los proyectos identificando el total del dinero efectuado.

Tabla 19. Total de equipos de cómputo

<b>Equipos de Cómputo Requeridos</b>	
Equipos de Computo	\$ 0
Pantallas (Extras) Requeridas	\$ 0
Accesorios para Computador Periféricos (Teclados, Mouse)	\$ 0
Imprevistos	\$ 0
<b>Total</b>	<b>\$ 0</b>

Nota: se identifica el costo total de los equipos, *elaboración: propia*

En la tabla 19 se logra identificar el total de los equipos de cómputo requeridos para la propuesta general, su valor es de \$0 ya que la empresa cuenta con los equipos requeridos y no se necesita la compra de nuevos computadores ni accesorios de los mismos.

Tabla 20. Total de costo de licencias

<b>Tiempo de</b>		
<b>Programas</b>	<b>Licencia</b>	<b>Valor de Licencia</b>
AutoCAD	1 mes	\$ 465.583
SAP2000	1 mes	\$ 525.000
Etabs	1 mes	\$ 48.000
DL-NET	1 mes	\$ 14.356
Excel	1 mes	\$ 43.333
	<b>Total Actual</b>	<b>\$ 1.096.272</b>
Revit	1 mes	\$ 660.948
NavisWorks	1 mes	\$ 622.321
Nube (Drive)	1 mes	\$ 95.576
	<b>Total Propuesta</b>	<b>\$ 1.378.845</b>

Nota: se identifica el total de costos de licencias actuales y la propuesta de licencias en BIM durante un mes,

*elaboración: propia*

## 15. Glosario

**Actor:** es una persona o una organización involucrada en un determinado proceso.

**Asimilación:** es el proceso para la comprensión de datos o información para poderlo integrar a un proyecto.

**Diseño Conceptual:** es la información básica de un elemento y se realiza por medio de bosquejos.

**Diseño Detallado:** es el diseño que contiene toda la documentación necesaria para que el elemento pueda construirse y ejecutarse.

**CAD: (Computer-aided-design)** o diseño asistido por computadora, es una tecnología para la documentación y el diseño técnico comúnmente sistematizado y automatizado para la generación de los proyectos.

**Clase:** es una colección de elementos los cuales suelen compartir atributos comunes.

**Coordinación BIM:** gestionar comúnmente los datos y los flujos de trabajo durante un proyecto BIM.

**Flujo de Trabajo:** es la secuencia de los diferentes procesos en el trabajo desde su iniciación hasta su finalización.

**Implementación:** es la puesta en marcha de una iniciativa y está en diverso funcionamiento o vigencia.

**Licencia:** es un documento o un contrato por el cual una persona u organización recibe otra por los derechos de autor o de estudio para una aplicación o un servicio por parte de otra organización.

**Migración a programas paramétricos:** es la capacidad de dirigirse hacia otro programa con diferentes características.

**2D:** es un adjetivo bidimensional que es utilizado para todo aquello que tiene dos dimensiones (2D), por ejemplo, un objeto que tenga un ancho y un largo.

**3D:** una imagen tridimensional que refleja el largo, el ancho y la profundidad de un objeto simulada.

**4D:** una imagen u objeto tridimensional al cual se le agrega un tiempo y espacio real o virtual.

**Bip:** (Plan de Implementación) es un conjunto de procesos o métodos usados para acercar a una organización a la implementación BIM.

**Plan:** es la iniciación de unos procesos secuenciales y sistemáticos en los cuales se elaboran pasos para la realización de un determinado proyecto.

**PEB:** (Plan de ejecución) Es un conjunto de procesos o métodos usados por una organización para lograr una implementación BIM a nivel proyecto.

**Programación:** es todo lo necesario para poder dar ejecución a un proyecto a partir de unos requerimientos.

**Proceso de Construcción:** son pasos por los cuales un proyecto constructivo se lleva a cabo, para poder así alcanzar resultados.

**Requisito de Intercambio:** es el conjunto de la información que se va a intercambiar para así poder satisfacer un negocio y sus fases.

**Modelo:** es una representación del sistema que permite el análisis general del mismo.

**Manual:** es un libro y su objetivo principal es suministrar los aspectos esenciales de un determinado tema.

**Negocio:** es un método por el cual se puede obtener dinero a base del intercambio de productos, servicios o actividades.

**Rol:** es la función desarrollada por un actor en un determinado tiempo para cumplir una meta.

**Transacción:** comunicación y relación directa entre dos o más roles.



## 16. Conclusiones

Para concluir es preciso repasar los resultados e inconvenientes encontrados a lo largo del desarrollo del proyecto, los cuales hacen referencia a tiempos, métodos, software, metodologías y procesos en general. Además, realizar algunas recomendaciones para futuros estudios y continuar con la implementación de metodologías BIM en una empresa.

Como se evidencia en el documento los tiempos en la etapa de diseño se vieron notablemente incrementados, en relación a los tiempos normales utilizando metodologías de gestión de proyectos en el sistema tradicional CAD, además el desarrollo del diseño también supero los tiempos estimados en un primer momento, pues a pesar de que el flujo de información se mantuvo en su mayoría en los tiempos estimados, fue en el proceso de creación del modelo y documentación de proyecto donde se vio un cuello de botella, evidenciando un incremento en los tiempos 5.2 veces mayor al tiempo en la ejecución de proyectos con metodologías tradicionales y 1.7 veces a los tiempos estimados.

Esto se debe a dos factores determinantes, los cuales son: la falta de un protocolo de estandarización de proyectos (*PEB*) y el desconocimiento generalizado de las metodologías BIM, puesto que el (*PEB*) hace referencia a los estándares de modelo, que permiten el tráfico de dicho modelo de una etapa a otra de manera automática, por otro lado el desconocimiento de las metodologías, lleva a ambas partes a idealizar las capacidades del modelado, sin tener en cuenta el trabajo que conlleva la implementación de un proyecto en BIM, además de esto se suma la inexperiencia de la empresa y poca capacitación del personal en el uso de las herramientas.

Sin embargo, no son los únicos resultados obtenidos, pues además de comprender las falencias que se pueden generar desde la etapa de negociación, también se exhibieron nuevas formas de usar el modelo de Revit para fines prácticos de trabajo cotidiano, como el

aprovechamiento del modelo analítico para coordinar la documentación con el modelo de análisis matemático, búsqueda de interferencias entre disciplinas, entendimiento del proyecto de manera rápida y clara para la revisión, entre otros...

A partir de esto se generaran las siguientes recomendaciones, en primer lugar se debe acotar los alcances tempranos medios de largo plazo de la implementación, dichos alcances deben abarcar e involucrar todo el proceso de trabajo de la empresa, ya que la idea de dicha implementación es la centralización de la información y agilizar flujos de trabajo, además se recomienda empezar con la profesionalización del software escogido, puesto que la implementación requiere de un conocimiento amplio de la herramienta incluyendo su utilización.

También se recomienda que en caso de que no se pueda realizar una implementación completa de la metodología, se use el software Design Review el cual permite usar el modelo en la fase de ejecución del proyecto, y generar un estándar CAD que permita la exportación directa y protocolizada de los archivos utilizados durante el proyecto.

## 17. Referencias

- Acuña, L., Camargo, C. (2018). METODOLOGÍA DE DISEÑO FUNDAMENTADO EN LA GESTIÓN BIM (modelado de información de construcción) PARA LA FORMULACIÓN DE PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN. (Trabajo de Grado, Universidad la Gran Colombia). Recuperado de:  
[https://repository.ugc.edu.co/bitstream/handle/11396/4230/Dise%c3%b1o\\_proyecto\\_construcci%c3%b3n\\_BIM.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.ugc.edu.co/bitstream/handle/11396/4230/Dise%c3%b1o_proyecto_construcci%c3%b3n_BIM.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Arraiga, A. (2012). *OPTIMIZACION DE PROCESOS DE SERVICIO*. Madrid: EAE.
- Blanco, M. (2018). Cambiando el chip en la construcción, dejando la metodología tradicional de diseño CAD para aventurarse a lo moderno de la metodología BIM. (Trabajo de Grado, Universidad Católica de Colombia). Recuperado de:  
<https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/16606/1/2018.05.22%20Proyecto%20de%20grado%20BIM%20-%20MIGUEL%20BLANCO%20DIAZGRANADOS.pdf>
- Ciardelli, M. (07, 03, 2018). Compañía Pionera en la Implementacion BIM. Recuperado de:  
<https://www.areacucuta.com/una-compania-colombiana-pionera-en-implementar-bim/>
- Dzambazova, T., Krygiel, E., y Demchak G. (2010). *Revit Architecture 2010*. Madrid, España: Anaya Multimedia.
- Flórez, G. (2018). *El 40 por ciento de las construcciones del país usa metodología BIM*. Recuperado de: <https://www.eltiempo.com/economia/sectores/el-40-por-ciento-de-las-construcciones-del-pais-usa-tecnologia-bim-259706>

Instituto Nacional de Normalización. (2018). *Modelado de la Información de edificaciones – Manual de entrega de información – Parte 1: Metodología y formato. Tomado de:* (prNCh-ISO 29481/1).

Instituto Nacional de Normalización. (2018). *Modelado de la Información de edificaciones – Manual de entrega de información – Parte 1: Metodología y formato. Tomado de:* (prNCh-ISO 29481/2).

Loaiza, E. (24, 08, 2018). Feria de Expocamacol. Recuperado de:

<https://www.eltiempo.com/economia/sectores/el-40-por-ciento-de-las-construcciones-del-pais-usa-tecnologia-bim-259706>

López, Y. 2015. *Revit 2015*. Ed. Madrid: Anaya Multimedia. Madrid, España.

León, A. (2018). *Autodesk*. Recuperado de: <https://www.areacucuta.com/una-compania-colombiana-pionera-en-implementar-bim/>

Murguía, D., Tapia, G., Collantes, J. (2017). Primer Estudio de Adopción BIM en Proyectos de Edificación en Lima y Callao 2017. (Tesis, Pontificia Universidad Católica del Perú). Recuperado de: <http://repositorio.pucp.edu.pe/index/bitstream/handle/123456789/134474/Primer%20Estudio%20BIM.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Pinzón, A. (2019). *Torre 126*. Bogotá, Colombia.

Saavedra, V. (31, octubre, 2018). Feria de Expocamacol. Recuperado de:

<https://www.eltiempo.com/economia/sectores/el-40-por-ciento-de-las-construcciones-del-pais-usa-tecnologia-bim-259706>