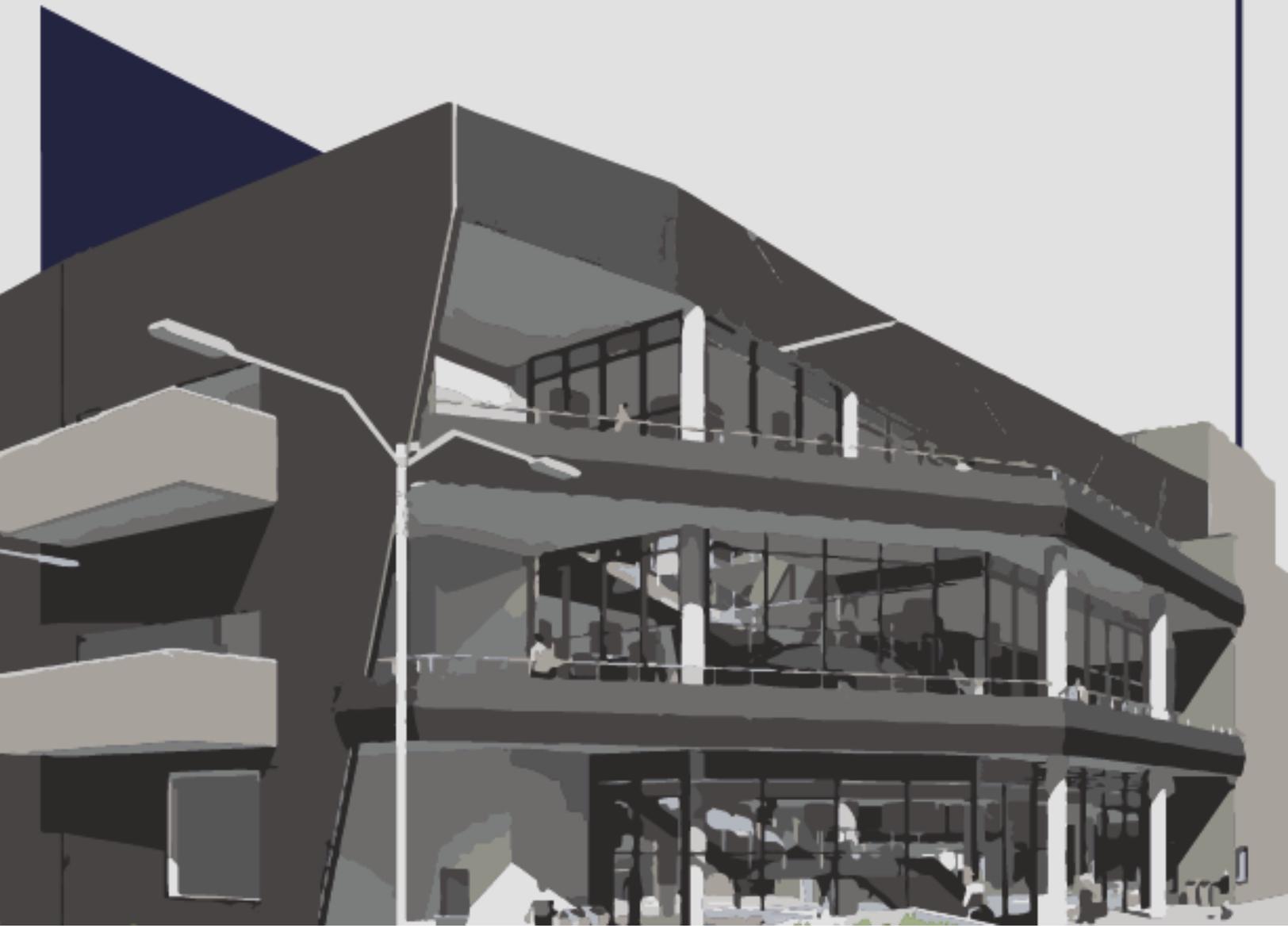


VIÓSIM
CONSTRUCTION





BIM Y GESTIÓN DE



DOCUMENTO PLAN DE EJECUCION BIM, DEL PROYECTO DEL COMPLEJO CULTURAL DE FUNZA

PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL
TRABAJO DE GRADO
2022

Presentado a:

Ing. Oscar Vaquero

Ing. Julian Ortiz

Estudiantes encargados:

Arq. Oscar Felipe Chillán-
Gerente General

Alejandro Abadía Cano

C.C. 1030692454

Fecha de entrega: 25 de Mayo del 2022

Dicho documento fue realizado por VIÓSİM construction subdivida por los estudiantes Sergio Andres Gómez Vélez y Juan Sebastián Rincón plata para el área de Gestión de Proyectos – Construcción – POP; Oscar Felipe Chillan Parra y Brian Alejandro Abadía Cano para BIM y Gestión de Diseños Técnicos; Juan Camilo Almonacid Muñoz y Santiago Lugo Menjura para Estructuras; Juan José Ardila hurtado y Carlos Matteo López Barrera para Geotecnia y Cristian Danilo Rodríguez Cárdenas con Juan Camilo Valencia para el área Socio-Ambiental y sostenibilidad con el fin de cumplir con el requisito seminario proyecto integrador de grado para la carrera de Ingeniería civil de la Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá.



VIÓSİM
CONSTRUCTION

Tabla de contenido

1. Plan de proyecto BIM.....	9
1.1 Plan de ejecución BIM	9
1.1.1 Definición de Usos y objetivos. Mapa de procesos de usos	9
1.1.2 Caracterización de (LOD).....	13
1.1.3 Definición de responsabilidades y niveles de desarrollo (LOD)	14
1.1.3 Diagrama de comunicación, interoperabilidad e intercambio de información.....	17
1.1.4 Sistemas de Clasificación:	18
1.1.5 Análisis e implementación BIM.....	22
1.2 Cronograma general.....	24
1.2.1 Cronograma inicial y línea base de proyecto.....	25
1.2.2 Cronograma ajustado.....	25
1.2.3 Medición del impacto de los cambios realizados(E2-E3).....	26
1.4 Auditoria de modelos	27
.....	27
1.4.1 Estructuras	28
1.4.2 Geotecnia	28
1.4.3 Hidrotecnia	28
1.4.4 Construcción.....	28
1.5 Habilidad en el programa Revit según las disciplinas	28
1.6 Entorno común de datos	30
1.6.1 Análisis de plataformas de información y gestión documental.....	30
1.6.2 Diagrama de estructuración de carpetas.....	31
1.6.3 Seguimiento de entregables y diseños.....	31
1.6.4 Configuración de permisos y roles (matriz de definición).....	32
2. Gestión de equipos	36
2.1 Seguimiento y control	36
2.1.1 Uso de la herramienta de control	36
2.1.2 Gráfica de cumplimiento de acuerdo con línea base del cronograma.....	37
2.1.3 Análisis Global de las disciplinas.....	37



2.1.4 Análisis de efectividad de todo el proyecto.....	38
2.1.5 Análisis de efectividad según las herramientas y estrategias usadas en el proyecto.....	39
2.1.13 Estrategias de mejora	40
2.2 Gestión de equipo	40
2.2.1 Definición de roles y responsabilidades	40
2.2.2 Protocolo solución de conflictos	41
2.2.3 Situacional leadership-Comportamiento directivo.....	42
2.2.5 Lecciones aprendidas y Oportunidades de mejora. De acuerdo con las lecciones aprendidas	43
2.2.6 Leadership-Comportamiento directivo.....	44
3. Coordinación 3D	46
4. Proceso Constructivo:.....	53
4.1 Simulación Global.....	55
4.2 Simulación Especifica	55
5. Vistas estéreo panorámicas.....	55
4.Biografía.....	56

Tabla de ilustraciones

Ilustración 1:Coordinación 3D Fuente: Elaboración propia	10
Ilustración 2:Estimación de costos 5D Fuente: Elaboración propia	10
Ilustración 3:Diseño de autor Fuente: Elaboración propia	11
Ilustración 4:Fases de Planeación 4D Fuente: Elaboración propia.....	11
Ilustración 5:LOD 100 Fuente:[1].....	13
Ilustración 6:LOD 200 Fuente:[1].....	13
Ilustración 7:LOD 300 Fuente:[1].....	13
Ilustración 8:LOD 350 Fuente:[1].....	13
Ilustración 9:LOD 400 Fuente:[1].....	13
Ilustración 10:Diagrama de Interoperabilidad. Fuente: Elaboración propia.....	18
Ilustración 11. Ejemplo de clasificación tomado de espaciobim.com.....	19
Ilustración 12:Ejemplo de clasificación para una columna de concreto	21
Ilustración 13:Proceso auditoria de diseño Fuente: BIM fórum.....	27
Ilustración 14: Habilidad en el programa de Revit 2021 (%) Fuente: Elaboración propia.....	29
Ilustración 15:Habilidad en el programa de Revit 2021 (%) Fuente: Elaboración propia.....	30
Ilustración 16:Diagrama de estructuración de carpetas Fuente: Elaboración propia.....	31
Ilustración 17:Horario de seguimiento debido a cada área Fuente: Elaboración propia.....	32
Ilustración 18: Plataforma de trabajo de planner Fuente: Planner	36
Ilustración 19:Grafica de cumplimiento según porcentaje real y proyectado de toda la entrega Fuente: Elaboración propia	37
Ilustración 20:%Avance de entrega vs Semanas Fuente: Elaboración propia	37
Ilustración 21:Definición de roles y responsabilidades	41
Ilustración 22:Protocolo solución de conflictos	42
Ilustración 23:Situational leadership-Comportamiento directivo.....	42
Ilustración 24:Lecciones aprendidas y Oportunidades de mejora.....	43
Ilustración 25:Leadership-Comportamiento directivo.....	44
Ilustración 26:Personalidad y ROL.....	45
Ilustración 27:Test de Personalidad	46
Ilustración 28:Diagrama de coordinación BIM Fuente: Elaboración propia.....	47
Ilustración 29:Jerarquía de las disciplinas Fuente: Elaboración propia.....	48
Ilustración 30. Cambios realizados.....	49
Ilustración 31. Interferencia de estructuras.....	50
Ilustración 32. Interferencia RCI.....	51
Ilustración 33.Federación de modelos.....	51
Ilustración 34. Creación de Clash test.....	52
Ilustración 35:Diagrama de extracción de cantidades Fuente: Elaboración propia	53
Ilustración 36: EDT CCF Fuente: Elaboración propi.....	54
Ilustración 37. Cronograma en Project Fuente: Elaboración propia.....	55

Tabla 1:Usos y Objetivos BIM	9
Tabla 2:Tipos de LODS y descripción de estos Fuente: Elaboración propia.....	13
Tabla 3:Actas para año 2022 Fuente: Elaboración propia	26
Tabla 4:Habilidad en el programa de Revit 2021 (%) Fuente: Elaboración propia	28
Tabla 5: Habilidad en el programa de Revit (%) Fuente: Elaboración propia.....	29
Tabla 6:Configuración de permisos y roles WIP Fuente: Elaboración propia.....	33
Tabla 7: Configuración de permisos y roles Publisher Fuente: Elaboración propia	34
Tabla 8: Configuración de permisos y roles Shared Fuente: Elaboración propia.....	35
Tabla 9:Porcentaje de retraso, anticipos y actividades a tiempo Fuente: Autoría propia	38

Introducción

En este documento se encuentra la entrega del proyecto complejo cultural de Funza, Cundinamarca, en la cual se muestra el trabajo realizado por el equipo de BIM, reflejando la coordinación de disciplinas, con su cronograma de actividades, diagrama de información en donde se crearon diferentes carpetas en las cuales, en las cuales se organizaba la información de los diferentes disciplinas, el seguimiento de cada una de las actividades proyectadas y el cumplimiento real de estas, analizado esto con la ayuda de los diferentes graficas de cumplimiento, también se realizó el análisis de cada uno de los miembros del equipo, definiendo el rol de cada uno, con su personalidad con la finalidad de poder reconocer posibles problemas en el grupo, y poder evitarlos de la mejor manera, o corregirlos según lo establecido en este documento.

Objetivos

- Creación del cronograma de actividades.
- Determinar los objetivos, las responsabilidades, roles, personalidad de cada uno de los diferentes miembros del equipo.
- Realizar seguimiento y control de todas las disciplinas, con el fin de no tener retrasos o problemas en las entregas.



1. Plan de proyecto BIM

1.1 Plan de ejecución BIM

1.1.1 Definición de Usos y objetivos. Mapa de procesos de usos

Uso BIM	Objetivo BIM	Importancia	Disciplinas involucradas	Importancia para el cliente
Diseño de Autor	Desarrollar un modelo 3d con la información necesaria para diseñar un conjunto de información gráfica con la ayuda de la herramienta REVIT	ALTA	Estructuras, Ambiental y Geotecnia	MEDIA
Coordinación 3D	Coordinar todos los procesos de diseño para detectar colisiones e interferencias de las diferentes disciplinas con la ayuda de la herramienta Navisworks.	ALTA	Bim, Estructuras y Geotecnia	BAJA
Estimación de 1Costos 5D	Estimar y cuantificar las cantidades de materiales, insumos y mano de obra para las actividades de las diferentes partes del proyecto con la ayuda de la herramienta de REVIT, Excel y Navisworks.	ALTA	Construcción y BIM	ALTA
Fases de Planeación 4D	Combinar y fusionar los modelos 3D y la dimensión del tiempo para realizar las fases de construcción y operación, con la herramienta REVIT Y NAVISWORKS	ALTA	BIM, Construcción	MEDIA
Revisión de diseño	Revisar un modelo de diseño con las partes interesadas para obtener comentarios y validar el diseño con la ayuda de la herramienta REVIT	ALTA	BIM, Estructuras	MEDIA
Fabricación digital	¿Crear y diseñar las piezas y partes fundamentales de la estructura dónde?	MEDIA	BIM, Estructuras	ALTA
Modelado de condiciones existentes	Crear el contexto que rodea el proyecto con la ayuda de la herramienta REVIT apoyo a la planificación estratégica	ALTA	Ambiental y BIM	BAJA

Tabla 1:Usos y Objetivos BIM



Coordinación 3D

Para la realización de planos en Revit en las diferentes disciplinas, se analizaban de forma inicial las diferentes familias y herramientas para la modelación, con lo cual cada una de las disciplinas, generan un documento en el cual se describían las diferentes modelaciones, después de que cada una de las diferentes disciplinas tuvieran su modelo en revit 2022, se genera un modelo federado por parte de BIM el cual tiene como finalidad el agrupar todos los planos de las diferentes disciplinas y revisar que no se encuentren interferencias entre estos.

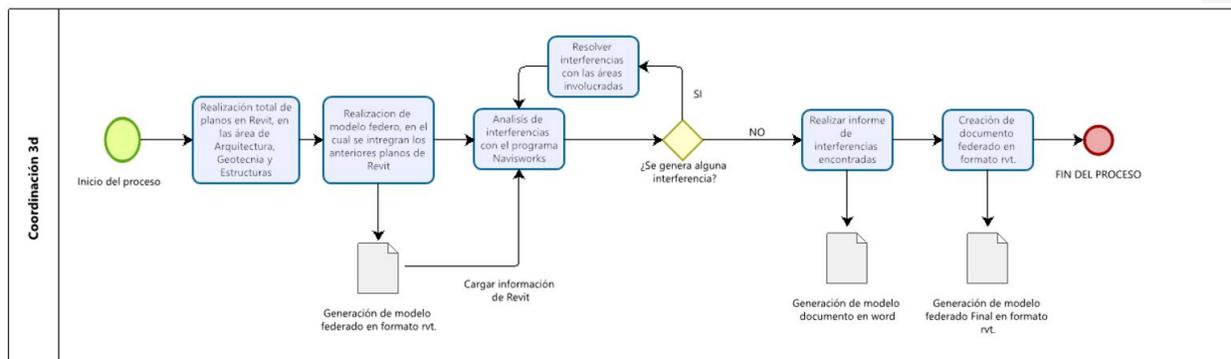


Ilustración 1:Coordinación 3D Fuente: Elaboración propia

Estimación de costos 5D

Con las familias seleccionadas en la coordinación 3D, se deben de tener el link de los diferentes proveedores de estos elementos, con el fin de obtener una tabla de cantidades con la ayuda del programa Revit 2022, posteriormente se realiza el análisis de las cantidades con el fin de sacar un presupuesto y que este sea coherente con respecto al tamaño de la obra, en esta tarea se realiza un trabajo en conjunto entre el área de gestión de proyectos con BIM.

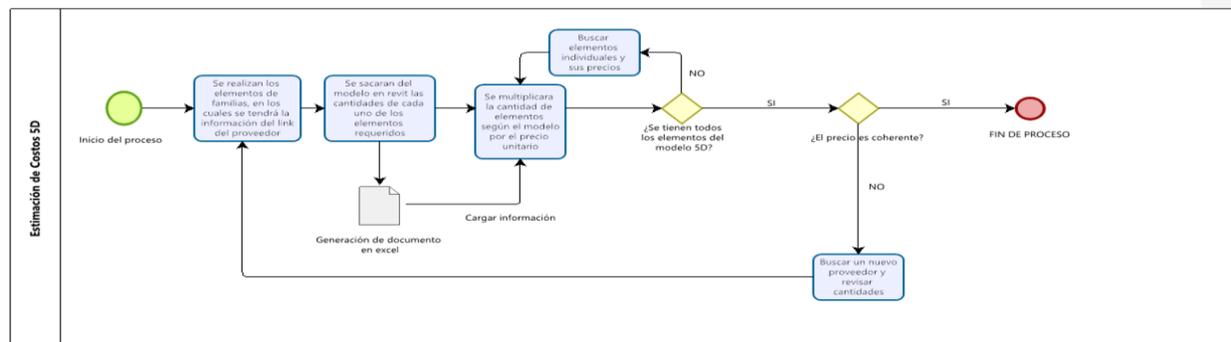


Ilustración 2:Estimación de costos 5D Fuente: Elaboración propia



Diseño de autor

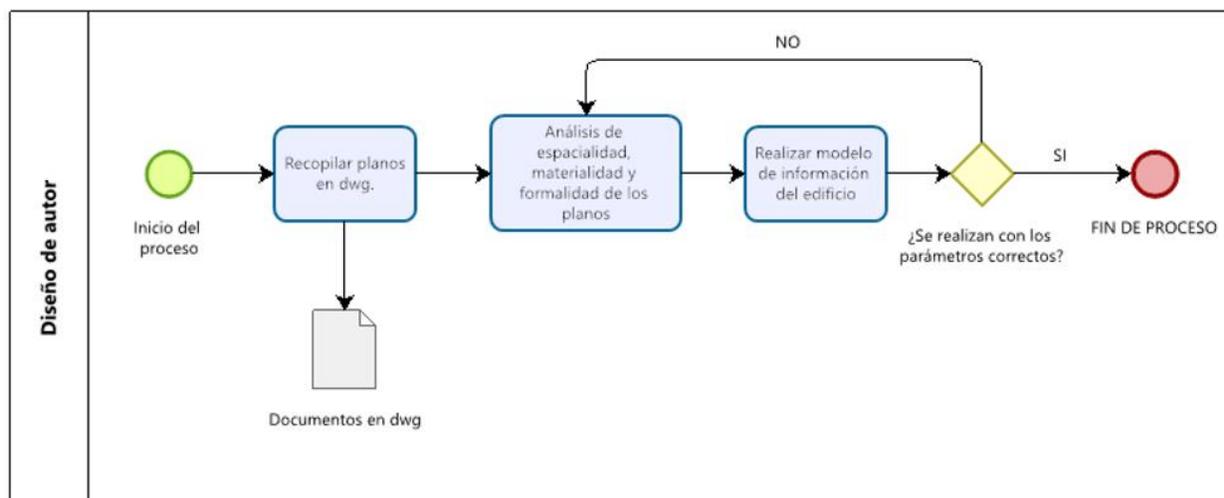


Ilustración 3: Diseño de autor Fuente: Elaboración propia

Fases de Planeación 4D

En esta fase se realizó un trabajo conjunto con el grupo de gestión de proyectos, con los cuales nos ayudaron a definir el tiempo requerido para la construcción de los diferentes elementos, este es un aspecto clave, en el cual el área de BIM se apoya del programa de Navisworks, con el fin de poder ver y revisar los diferentes procesos de construcción y operación.

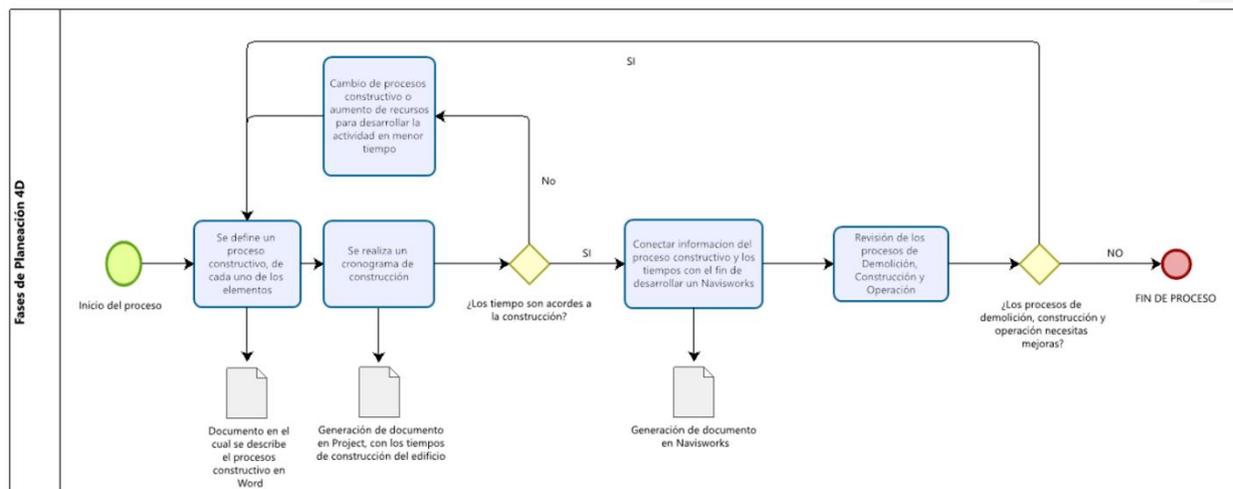


Ilustración 4:Fases de Planeación 4D Fuente: Elaboración propia

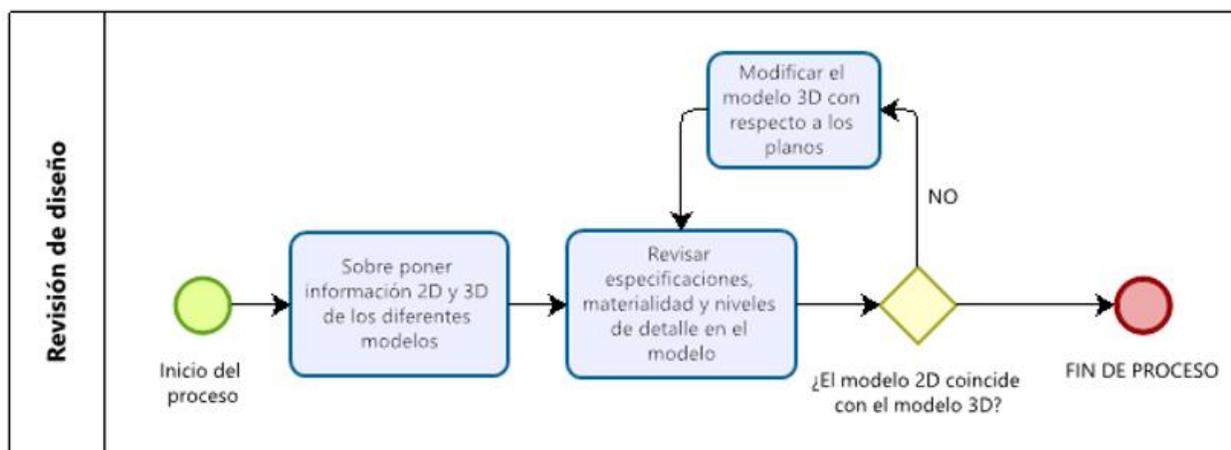


Modelado de condiciones existentes

Se realiza en las fases de planeación debido a que nos permite generar un entorno simulando la realidad del sitio y lugar del proyecto, además de esto nos da alguna información necesaria para el diseño del proyecto como lo es separación de edificios, sombras espacios residuales entre otros.

Revisión de diseño

Se revisa los modelos de cada una de las disciplinas con el fin de verlos comentarios, validar el diseño y prestar ayuda de la herramienta de revit



1.1.2 Caracterización de (LOD)

Con el fin de tener una mejor idea de los LOD requeridos se muestra un pequeño resumen de información en la cual se puede apreciar el alcance de este proyecto

Nivel de desarrollo	Definición	Representación Grafica
LOD 100	Se puede representar en un modelo mediante un símbolo, pero no es una representación geométrica, y es una información aproximada	 Ilustración 5:LOD 100 Fuente:[1]
LOD 200	Usado en proyectos básicos de arquitectura e ingeniería, en los cuales se define el elemento de forma gráfica, sin embargo, la información de un modelo en este detalle se debe de considerar aproximada	 Ilustración 6:LOD 200 Fuente:[1]
LOD 300	Se utiliza en el diseño y coordinación, en este nivel se define el elemento de forma gráfica, en el cual se especifica cantidades, tamaño y forma de este, son elementos de sistema específico.	 Ilustración 7:LOD 300 Fuente:[1]
LOD 350	Se caracteriza por tener un mayor nivel de detalle en la conexión con los otros sistemas de la construcción, y está bien definidos los elementos de cantidad tamaño y forma de este elemento.	 Ilustración 8:LOD 350 Fuente:[1]
LOD 400	Se utiliza en la fabricación y ejecución, del proyecto en el cual se tiene definida su localización, cantidad, tamaño y forma, toda esta información se puede extraer desde el propio modelo.	 Ilustración 9:LOD 400 Fuente:[1]
LOD 500	La representación del modelo es exacta, y verificada en obra, los elementos tienen la información para la operación y mantenimiento de este, este nivel de desarrollo solo se puede generar hasta que se realice la obra en el sitio	No aplica

Tabla 2:Tipos de LODS y descripción de estos Fuente: Elaboración propia

1.1.3 Definición de responsabilidades y niveles de desarrollo (LOD)

Una vez conceptualizada el diseño y recibido el proyecto arquitectónico se dividen las actividades dependiendo del uso BIM y del área de especialidad, para generar la estructura de desglose de trabajo del modelo federado, donde el nivel de desarrollo se da de acuerdo con la etapa del proyecto en la que estamos trabajando, con lo cual se especificó que en esta entrega final se deben de tener elementos de LOD 200 o 350 los últimos son los más usuales en el proyecto, además de esto se delimitan los LOI, debido que estos los la información que se obtiene en cada uno de los elementos, información requerida para las cantidades y también para información de planos, con lo cual se presenta un resumen de lo mencionado anteriormente.

Matriz de responsabilidad					
Componentes de Proyecto	Área responsable	LOD (2021)	LOD (2022)	LOI	Cumple
Sitio y Lugar					
Análisis y levantamiento del sitio	Gestión de proyectos	200	200		
Preexistencias	Gestión de proyectos	200	200		SI
Campamento de obra	Gestión de proyectos	200	200	Dimensiones y cantidades	SI
Baños portátiles	Gestión de proyectos	200	200	Tipo, dimensiones, familia	SI
Servicios adicionales	Gestión de proyectos	200	200		SI
Estructura					
Muros Pantalla	Geotecnia	200	350	Tipo, nivel, cantidad, dimensiones	SI
Pilotes	Geotecnia	200	350	Tipo, nivel, cantidad, dimensiones	SI
Vigas de cimentación	Geotecnia	200	350	Tipo, nivel, cantidad, dimensiones	SI
Dados de cimentación	Geotecnia	200	350	Tipo, nivel, cantidad, dimensiones	SI

Contrapiso	Estructuras	200	350	Tipo, nivel, cantidad, dimensiones	SI
Columnas	Estructuras	200	350	Tipo, nivel, cantidad, dimensiones	SI
Vigas	Estructuras	200	350	Tipo, nivel, cantidad, dimensiones	SI
Sistemas de Entrepiso	Estructuras	200	350	Tipo, nivel, cantidad, dimensiones	SI
Diseño del entrepiso normativa	Estructuras	200	350	Tipo, nivel, cantidad, dimensiones	SI
Diseño de escaleras	Estructuras	200	350	Nivel, dimensiones	SI
Platinas y Pernos	Estructuras	200	350	Nivel, dimensiones	SI
Conectores	Estructuras	300	350	Nivel y dimensiones	SI
Cubiertas	Estructuras	200	300	Nivel, dimensiones y cantidades	SI
Rampas	Estructuras	200	350	Nivel y dimensiones	SI
Geotecnia					
Taludes	Geotecnia	200	350	Nivel y dimensiones	SI
Pilotes	Geotecnia	200	350	Tipo, nivel, cantidad, dimensiones	SI
Vigas de cimentación	Geotecnia	200	350	Tipo, nivel, cantidad, dimensiones	SI
Muros de contención	Geotecnia	200	350	Tipo, nivel, cantidad, dimensiones	SI



Fases del proyecto					
Prediseño	Gestión BIM	200	200		SI
Diseño	Gestión BIM	200	200		SI
Cerramiento	Gestión de proyectos	200	200	Dimensiones y cantidades	SI
Descapote	Gestión de proyectos	200	200	Nivel	SI
Movimiento de tierras	Gestión de proyectos	200	200	Nivel y volumen	SI
Estructura	Estructuras	200	200	Nivel dimensiones	SI
Acabados	Gestión de proyecto	200	200	Delimitados por arquitectura inicial	SI
Seguimiento de obra	Gestión de proyecto y BIM	200	200	Tiempos y fechas actividades	SI
Hidrotecnia					
Tubos recolectores	Hidrotecnia	200	350	Tipo, cantidades, dimensiones y nivel	SI
Canaletas	Hidrotecnia	200	350	Tipo, cantidades, dimensiones y nivel	SI
Tuberías y ductos	Hidrotecnia	200	350	Tipo, cantidades, dimensiones y nivel	SI
Tanques y reservas	Hidrotecnia	200	350	Tipo, cantidades, dimensiones y nivel	SI
Red tuberías de suministro	Hidrotecnia	200	350	Tipo, cantidades, dimensiones y nivel	SI

Red tuberías de evacuación	Hidrotecnia	200	350	Tipo, cantidades, dimensiones y nivel	SI
Red tuberías de aguas lluvias	Hidrotecnia	200	350	Tipo, cantidades, dimensiones y nivel	SI
Red contraincendios	Hidrotecnia	200	350	Tipo, cantidades, dimensiones y nivel	SI
Red utilización y tratamiento	Hidrotecnia	200	350	Tipo, cantidades, dimensiones y nivel	SI
Componentes de detalle					
Rótulos y elementos de modelo	BIM	200	200	Información de cada plano, la empresa y los implicados	SI
Componentes de la obra	Gestión de proyectos	200	300		SI

Tabla 3: Tipos de LOD y LOI para cada una de las disciplinas Fuente: Elaboración propia

1.1.3 Diagrama de comunicación, interoperabilidad e intercambio de información

La calidad de un proyecto depende en mayor medida de la buena planeación que se realice de este y de una buena organización, de se trazan los procesos, las herramientas que se usan, sus canales de comunicación, con esto podemos reducir el tiempo de improvisación y tener pactado los compromisos y responsabilidades de cada quien, para ello se usan diagramas que nos muestren como es la interoperabilidad de estos elementos, y cómo podemos seguir el trazado de las actividades, para nuestro proyecto realizamos el diagrama de interoperabilidad que mostramos a continuación, Este documento se encuentra como anexo con el nombre de "Diagrama de interoperabilidad de la información" como documento pdf.

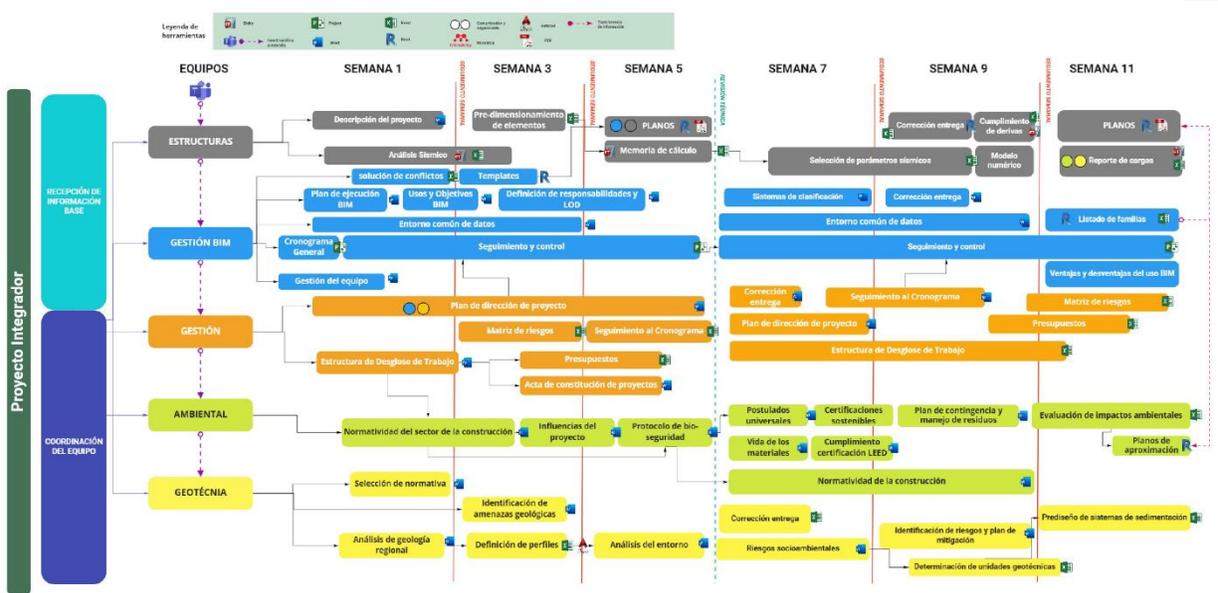


Ilustración 10: Diagrama de Interoperabilidad. Fuente: Elaboración propia

Este diagrama tiene como objetivo ser una guía para el correcto desempeño de las actividades donde se interrelacionan los diferentes equipos de trabajo. Con este diagrama cualquier miembro nuevo o persona externa al proyecto podría comprender el funcionamiento de los diferentes equipos, ver la correlación y dependencia de actividades entre equipos, estas correlaciones permiten al equipo tomar decisiones y entender cuáles equipos deben estar involucrados en cada actividad. Debe ser posible a través del diagrama hacer la trazabilidad de los documentos utilizados para el desarrollo del proyecto y los canales de comunicación clave para los equipos.

Nos dimos cuenta de que con este diagrama se pueden evidenciar las diferentes cargas de trabajo de los equipos y también los momentos cruciales en la toma de decisiones. Adicional a esto, se pueden agendar reuniones más estratégicas dependiendo del progreso de las actividades. También es muy útil rastrear el formato en el que se desarrollan las diferentes actividades para la gestión documental y gestión del conocimiento del proyecto.

1.1.4 Sistemas de Clasificación:

Un sistema de clasificación es un orden jerárquico y codificado que permite nombrar los objetos de un modelo 3d realizado en alguna plataforma BIM para ayudar a identificar su grupo de uso y características principales. El uso apropiado de estos sistemas de clasificación permite

Ordenar y crear presupuestos, documentar diseños, entre otros. Los sistemas de clasificación se usan en todas las etapas de un proyecto desde su constitución hasta su clasificación.

Tipos de sistemas de clasificación:



Los sistemas de clasificación fueron creados desde que se desarrollaron las bases de datos y la tabulación, Gracias a la masificación de la industria de la construcción y el alto tráfico de datos. Según los estudios académicos al respecto los sistemas de clasificaciones probaron ser una herramienta más eficiente para nombrar los elementos de manera ordenada y rápida, a continuación, se mostrarán los 3 principales sistemas de clasificación usados en Europa y América, para clasificar los elementos de construcción.

Uniformat:

El sistema Uniformat se creó en los estados unidos creado en 1972 y usa tres niveles de código, se basa en piezas y sistemas, así mismo se piensa para presupuestos y especificaciones

Uso: más que todo lo usa los contratistas de obras ya que se adapta muy bien al control de costos y la contratación estatal donde se puede clasificar por partes de un edificio.

- A. Subestructura
- B. Cerramiento
- C. Interiores
- D. Servicios
- E. Equipos
- F. Construcción especial y demolición
- G. Trabajos en sitio
- H. Contratación

En el segundo Nivel de información se encuentran los diferentes elementos que pueden tener las partes como bien puede ser Fundaciones, Contenciones, entre otros y en el tercer nivel de código están ya las diferentes categorías que pueden estar dentro de ellas como lo son Pilotes, Zapatas, entre otros.

Un ejemplo de la clasificación Uniformat es el que se muestra a continuación:

A	SUBSTRUCTURE	Level 1
A10	Foundations	Level 2
A1010	Standard Foundations	Level 3
A1010.10	Wall Foundations	Level 4
A1010.10.CF	Continuous Footings	Level 5

Ilustración 11. Ejemplo de clasificación tomado de espaciobim.com

Este sistema se considera pionero en la clasificación y es usado en las entidades estatales para contratación civil.

Masterformat



El sistema Masterformat se creó en los estados unidos creado en 1975, se basa en actividades y entregables, fue pensado para hacer presupuestos y especificaciones, con algunos inconvenientes.

Uso: más que todo lo usa los contratistas de obras ya que se adapta muy bien al control de costos

0. Requerimientos de contratación
1. Requerimientos generales
2. Cambios de condiciones existentes
3. Concreto
4. Mampostería
5. Metales
6. Madera y plásticos
7. Barras térmicas y de humedad
8. Aberturas
9. Acabados
10. Especialidades
11. Equipos

Ejemplo de clasificación:

Código: 03 10 11

Descripción: Concreto-Formaletas-Deslizantes

Desventajas: Debido a que se crearon diferentes tipos de construcción, materiales o por el cambio en las normas o leyes de contratación en los países, estos sistemas empezaron a tener problemas de clasificación debido a que no tenían pensado esto y generaban grupos genéricos los cuales

Omniclass:

El sistema Omniclass se creó en los estados unidos creado en 2004 por CSI pensando en las plataformas BIM, funciona por facetas no por jerarquías. Este sistema se creó debido a que al pasar de los años aparecieron nuevos sistemas de construcción que no se permitieron agregar en los sistemas convencionales y quedaban siendo catalogados como otros elementos, la cual cada vez se hizo más grande y poco entendible esta categoría al punto de no saber diferenciar los nuevos elementos.

Para resolver este problema se generó un sistema de Jerarquías que los cuales en las dos primeros niveles se definía la categoría macro del objeto a clasificar así como su función esto así previniendo que se generarán nuevos sistemas que no estaban contemplados anteriormente, En el segundo nivel de jerarquía si se hacía énfasis en la categoría del elementos, Que si es lo que convencionalmente conocemos por vigas, columnas, muros entre otras, dándonos así un



aproximado a la hora de realizar presupuestos o inventarios y finalmente en el cuarto nivel si se especifican las características particulares de estos elementos como lo pueden ser su material, método de preparación, formas entre otros aspectos.

Las Categorías Principales Macro del sistema Omniclass son las siguientes:

11. Elementos por función
12. Elementos por forma
13. Espacios por función
14. Espacios por forma
21. Elementos
22. Resultados
23. Productos.
31. Fases
32. Servicios
33. Disciplinas

Por otro lado, encontramos las Subcategorías las Cuales se aproximan un poco más al uso de estas un nivel más abajo esta la categoría de cimentación y por último están los nombres de los objetos.

Ejemplo de clasificación para una columna de concreto

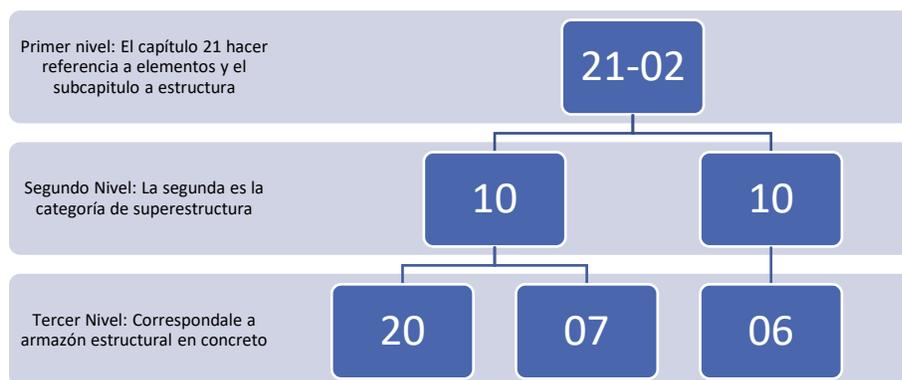


Ilustración 12: Ejemplo de clasificación para una columna de concreto

¿Cuál de estos tres sistemas es mejor y se adapta más a las necesidades del proyecto de Funza?

Una vez analizados los tres sistemas de clasificación vimos que Tanto el Mater Format como el Omniclass eran ideales para generar el sistema de clasificación, sistema Unitformat se dejó a un lado debido a que nuestro proyecto debe tener en cuenta más cosas que simplemente las partes de un edificio y sus especificaciones y habrá cosas que toca dejarlas en categorías generales.

Ya para definir entre los dos sistemas nos basamos en cuál de estos es más preciso a la hora de definir aspectos generales como utilidad, ubicación, forma y su relación con otras áreas y por lo que vimos el Omniclass fue el que mejor desempeño tuvo debido a que tenía más categorías de uso y tamizaba mejor los elementos ya que nos daba las opciones de elegir tanto por elementos, servicios, partes, entre otras, cosa que en el Materformat tendían a veces a ir unidos, en otro análisis de uso vimos que el Omniclass era un poco más eficiente a la hora de trabajar en la plataforma REVIT debido a que existían varias funciones que permitían acceder a bases de datos más completas que las del Masterformat y por último vimos que el Omniclass era un sistema versátil, completo y que permitía generar nuevas categorías pero que así mismo no perdían su identidad debido a que ya se podían tamizar por función, forma y demás, siendo más fácil su búsqueda a la hora de encontrarlas.

1.1.5 Análisis e implementación BIM

En un proyecto de diseño, así como en cualquier otro proyecto necesita de un algoritmo de pasos lógicos y herramientas que lo vuelvan eficiente y eficaz los procesos que allí se realizan.

Debido a la cantidad de información planos, cantidades, materiales, fechas, entre otras cosas que se deben entrelazar en estos proyectos es muy fácil cometer errores que puedan afectar gravemente el desarrollo del proyecto, por ello se creó un sistema más eficiente y versátil que lograra en primer lugar reducir este tipo de errores. El método BIM (Building Information Modeling) como su nombre lo indica es un sistema colaborativo que tiene como objetivo modelar un proyecto a partir de información paramétrica que se le suministra generando así información entrelazada y un reporte de actividades más dinámico.

Comparaciones con los sistemas convencionales

Las herramientas de creación, diseño y operación de un proyecto de construcción han venido evolucionando con los años debido a que en primer lugar todas estas se realizaban a mano y llevando los registros físicos, comunicaciones presenciales y comités de obra y diseño, este sistema si bien fue pionero en el tema y sentó los estándares para desarrollar un modelo de trabajo colaborativo entre las áreas pero debido a que no se contaba con las herramientas digitales ni se tenían copias de seguridad el proceso tendía a ser más lento y propenso a caer en más interferencias entre las áreas involucradas, el registro de planos, tablas y documentos era a mano y no se permitía tener copias de seguridad.

Luego de esto, aparecieron las herramientas digitales como los es el Autocad programa de diseño de planimetría 2d que permitió generar archivos digitales más rápido y eficiente, por otro



resolvió el problema de los registros digitales permitiendo llevar un seguimiento a las versiones cambios realizados y registro de actividades de las personas involucradas. Por otro lado, gracias a las herramientas de bases de datos y de tabulación como le es el programa Excel se permitió llevar acabo los procesos de clasificación, cantidades, programación de actividades, más eficientemente y así mismo llevando registro de versiones, todo esto procesos hasta ese punto funcionaban pero así mismo eran muy propensos a caer en errores debido a que cada persona manejaba un trabajo independiente y no se permitirá la coordinación de más áreas en el proceso, por otro lado

Implementación del sistema BIM:

Para implementar la metodología BIM, se han creado y adaptado educación enfocada en el sistema, donde se enseña como implementar la metodología en cualquier empresa dedicada a la construcción, operación o diseño, a estas personas se les denominan BIM manager, los cuáles son los encargados de capacitar a las personas y organizar un modelo de trabajo que permita la creación, el análisis y la coordinación de un modelo analítico que suministre información a las partes. Para ejemplificar este caso traemos un sistema de trabajo convencional que tendría una constructora y como sería el paso a la metodología BIM.

En el caso de una constructora los sistemas que actualmente se usan y más que todo en Colombia son los convencionales AUTOCAD, EXCEL, PROJECT, programas de renderizado, etc. El flujo de trabajo de estos es por fases y se da de manera autónoma donde en primera fase se generan los diseños luego se realiza los diferentes análisis estructurales, de costos, entre otros, los cuales se dejan actas de seguimiento se los entregables pero estas constructoras en montar un proyecto de un edificio se demoran en las fases de planeación diseño y factibilidad aproximadamente 6 meses debido a que necesitan tener primero diseños luego cantidades sacadas a mano, entre otros. Una vez se les presenta la metodología las personas pueden coordinar las actividades de manera sincrónico debido a que las correcciones se realizan de manera inmediata tanto en la planimetría como en tablas debido a que la herramienta REVIT realiza los cambios automáticamente, por otro lado les permite generar cantidades automáticamente con el uso de estimación de cantidades y costos con el que viene incluida la programación, por otro lado en cuanto a la fase de tiempos le permite visualizar y analizar la línea del tiempo de un proyecto las fases y tamizar los planos.



Ventajas	Desventajas
Posibilidad de ver un modelo a escala donde se vean las partes del edificio y el desarrollo real de los elementos, generando las vistas técnicas de los planos y alzados	El uso de la herramienta necesita de capacitaciones técnicas ya que su operación es más compleja y necesita de personal capacitado
Coordinación de actividades a partir de la georreferenciación de los elementos para realizar análisis de interferencias entre todas las áreas en las 3 dimensiones.	La herramienta tiene un costo computacional mayor a las convencionales, lo cual representa riesgos a la hora de correr los programas
Cuantificar cantidades de materiales y elementos de una manera rápida y automática	La herramienta es muy rigurosa a la hora de parametrizar los elementos y si no se cuenta con la información necesaria el dibujo o el modelo no se permite crear y puede causar tardanzas.
Realización del proceso constructivo de la obra en el modelo digital, con el fin de no tener inconvenientes en la realización real de la construcción.	

Por otro lado, encontramos las ventajas que hay en las plataformas como Navisworks, la cual nos permite entre otras federar los modelos en el cual podemos encontrar algunas inconsistencias en los diseños y además de ello generar procesos constructivos, renders y algunas simulaciones interesantes para una buena operación del proyecto.

Las dificultades de este programa radicarón en el hecho de coordinar el posicionamiento de los objetos, los grupos de selección y los elementos duplicados ya que esto generaba errores en el programa y por consiguiente retrasos en la entrega, debido a que se necesitaba aprender los programas de tal manera que todo quede bien parametrizado y tenga un algoritmo lógico para que funcione.

1.2 Cronograma general

El cronograma general se realizó con la ayuda de la herramienta de Project, en la cual se colocaron cada una de las actividades que se debían de tener en cuenta para cada entrega, por lo cual para cada una de las diferentes disciplinas que se tienen en el proyecto, como lo son Ambiental, Gestión de Proyecto, BIM, Geotecnia y estructuras para la primera parte del diseño, posteriormente se reemplazó el área de ambiental por hidrotecnia, se revisaron cada una de las actividades a desarrollar con los términos de referencia de cada disciplina, y con la ayuda de cada uno de los asesores, se colocaron los tiempos prudentes de realización de las actividades, teniendo en cuenta que se realizó la interconectividad de las diferentes áreas, con lo cual se definieron las actividades predecesoras, las críticas y de mayor importancia, además de esto se colocaron las fechas de inicio y final proyectado de cada tarea, y las fechas de inicio y final real de cada tarea, así como el porcentaje de desarrollo de las mismas, las cuales se pueden revisar



en el planner como en el Project, además de esto el cronograma general se puede ver en el anexo con el nombre de “9_02_2021_VIO_CCF_BIM_CRONO__mpp”.

1.2.1 Cronograma inicial y línea base de proyecto

En la primera versión de nuestro cronograma se realizó las actividades de cada una de las disciplinas, con sus dependencias, sin embargo y debido a que, en este cronograma inicial, no se colocaron en específico cada una de las actividades descritas en los términos de referencia se requirió realizar los ajustes necesarios, esto debido que se requirió la ayuda de los asesores para poder asignar las actividades predecesoras a cada una de la mejor manera posible.

1.2.2 Cronograma ajustado

Trabajo realizado en el año 2021

En la segunda versión del cronograma se colocaron en específico cada una de las actividades descritas en los términos de referencia, sin embargo, para mejorar el cronograma se colocaron adicional a esto, las fechas proyectadas de fin de las actividades, las fechas reales y el porcentaje de avance de estas, con el fin de realizar un mejor seguimiento de cada una de las actividades de cada disciplina.

Para la primera entrega se modificó 2 días, por petición de las diferentes grupos de seminario con lo cual según cronograma estaba proyectada para ser entregada el día 30/08/2021 con lo cual la primera entrega se realizó el día 1/09/2021, en la segunda entrega no se realizaron modificaciones para la fecha de entrega y para la entrega final se tenía según el cronograma que presentar para el día 15/11/2021, sin embargo se movió la fecha un día quedando esta para el día 16/11/2021, estas son las modificaciones que se realizaron en el cronograma, con lo cual aunque se tenían gran parte de la entrega realizada, también se pudo pulir toda esta información se puede ver reflejada mejor en la siguiente tabla

	Fecha proyectada	Días de mas	Fecha real
Entrega 1	30/08/2021	2	1/09/2021
Entrega 2	12/10/2021	0	12/10/2021
Entrega 3	15/11/2021	1	16/11/2021

Con lo cual se puede concluir que en la primera entrega se obtuvo un retraso debido a que ninguno de los integrantes habían realizado ningún trabajo por el estilo, con lo cual conllevo que gran parte de ellos tuvieron retraso en las entregas y se pidió un plazo, posteriormente en la entrega final se pidió más tiempo debido que en esta semana se tiene gran cantidad de compromisos para cada uno de las personas del grupo, adicional a esto se pudo ver en el capítulo de seguimiento y control las fechas proyectadas para el finalizar las actividades y las fechas en que se desarrollaron realmente, así como la proyección del desarrollo de las actividades según el Project y la comparación con lo que se realizó realmente.



Trabajo realizado en el 2022

Para la segunda parte del trabajo no se realizaron entregas sino actas cada cuatro semanas empezando con la fecha de 16/02/2022, por lo cual se realizó un cronograma general en el cual el asesor revisaba los avances de cada área según el avance proyectado en el documento, por lo cual gestión de construcción implemento el dejar actividades finalizadas para cada acta, sin embargo, el resto de las disciplinas dejaron los porcentajes, además de esto el seguimiento y control inicio el día 26/01/2022 hasta el día 25/05/2022, esto debido que los días anteriores se utilizaron para la realización del cronograma.

A continuación, se mostrarán las semanas de actas.

Acta	Semana
1	9/02/2022-16/02/2022
2	9/03/2022-16/03/2022
3	6/04/2022-20/04/2022
4	11/04/2022-18/04/2022

Tabla 3: Actas para año 2022 Fuente: Elaboración propia

1.2.3 Medición del impacto de los cambios realizados (E2-E3)

Trabajo 2021

Con el cronograma final, y los cambios realizados como se describió anteriormente, el impacto en nuestro cronograma fue completamente positivo, debido que con estos cambios nos pudimos organizar mucho mejor como grupo, teniendo en cuenta el porcentaje de avance de cada una de las actividades, que al estar detalladas cada una, era mucho más fácil decir en que actividad en específico se requería de mayor trabajo para completar las actividades como se había proyectado, además de esto con la ayuda de las diferentes herramientas de control y seguimiento nos ayudó para realizar un buen trabajo.

Adicional a esto, se realizaron modificaciones de las fechas de la disciplina de estructuras en el item de planos, debido que en este se realizó una colaboración de todas las disciplinas con el fin de conseguir una muy buena entrega, este tiempo se colocó debido a un consenso entre las personas que apoyaban esta tarea.

Trabajo 2022

Uno de los cambios más notables fue el del área de gestión y construcción debido que ellos les toco volver a replantear los tiempos del cronograma debido que, según los resultados de las primeras 2 entregas tenían mucha carga de trabajo con lo cual no podían cumplir con los objetivos, por lo cual se realizó un nuevo cronograma con ellos, este cronograma esta como anexos con el nombre de "9_02_2022_VIO_CCF_BIM_CRONO_GESTION 2__mpp".



Con lo cual se puede apreciar que el dimensionamiento del trabajo de las áreas se pudo realizar con mayor calidad y solo el área de gestión tuvo un cambio importante.

1.4 Auditoria de modelos

Con la ayuda del BIM fórum y el proceso de auditorias de modelo se diseño una lista de chequeo, tal como se describirá más adelante

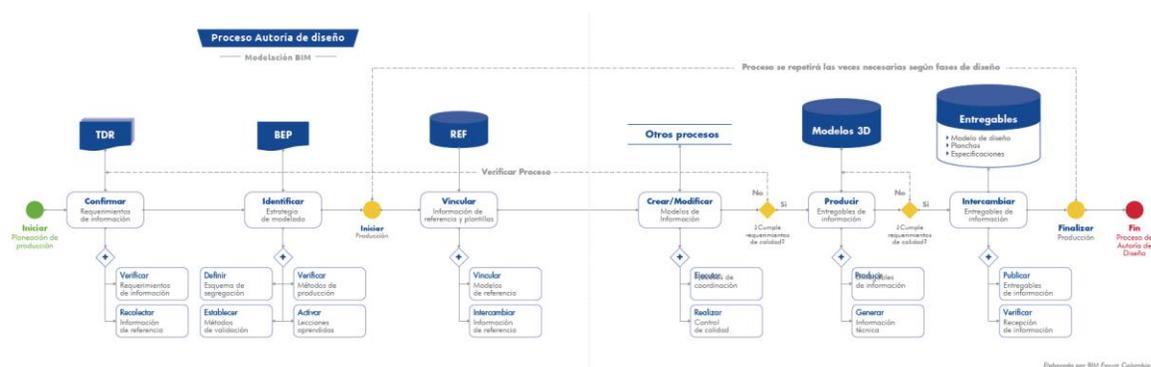


Ilustración 13: Proceso auditoría de diseño Fuente: BIM fórum

Para la auditoria de modelos se realizo una tabla en la cual se evaluaban varios elementos de acuerdo con cada una de las especialidades, por lo cual se tomaron como parámetros los siguientes elementos de categoría:

- Generalidades
- Localización
- Grupos
- Errores
- Niveles y Ejes
- Vistas
- Organización

Con lo cual cada uno se subdivide en los criterios de verificación y según el estado podía ser SI, si era acorde a lo encontrado en el modelo, NO si no se realizaba o N/A, que significaba el no aplica, con lo cual toda la información se encuentra como anexo de Excel con el nombre de "25_05_2022_VIO_CCF_BIM_TA_AUDITORIA DE MODELOS", además de esto se presentara un breve resumen de cada especialidad y lo encontrado en ellas.

1.4.1 Estructuras

No se tuvo un error o no aplicación a algún ítem de la auditoría de modelos, esto significa que el modelo de estructuras está bien diseñado y adicional a esto que se tiene un buen manejo de la herramienta Revit.

1.4.2 Geotecnia

La única observación es que el modelo no está nombrado de la manera como el MIDP lo define, con lo cual deben corregir esto, además de esto no se encuentran problemas sobre la modelación.

1.4.3 Hidrotecnia

No se tuvo un error o no aplicación a algún ítem de la auditoría de modelos, esto significa que el modelo de estructuras está bien diseñado y adicional a esto que se tiene un buen manejo de la herramienta Revit.

1.4.4 Construcción

La única observación es que no se encontró información gráfica, con lo cual se recomendó realizarla por medio de etiquetas y no de Tags, con la finalidad de que no se requiere más trabajo de modelado y es una mala práctica de modelado.

1.5 Habilidad en el programa Revit según las disciplinas

Año de elaboración encuesta 2021

	Integrantes	Promedio
BIM	Oscar Felipe	90%
	Alejandro Abadia	90%
Estructuras	Juan Almonacid	80%
	Santiago Lugo	80%
Ambiental	Cristian Rodríguez	20%
	Juan Valencia	20%
Geotecnia	Mateo López	20%
	Juan José Ardila	10%
Gestión de proyecto	Sergio Gómez	80%
	Sebastián Rincón	20%

Tabla 4: Habilidad en el programa de Revit 2021 (%) Fuente: Elaboración propia



Ilustración 14: Habilidad en el programa de Revit 2021 (%) Fuente: Elaboración propia

Debido a los resultados anteriores, se puede ver que se requiere una asesoría de Bim o clases de la herramienta Revit con el fin de nivelar, a todos los integrantes y no se presenten retrasos ni problemas en la ejecución del programa, para lo cual para el área de gestión Sergio Gómez se encargó de enseñarle a su compañero Sebastián Rincón, para el resto de compañeros, se ayudó a la realización de sus modelos dando clases y asesorías con la correcta modelación de elementos, así como el asesoramiento realizado para la realización de planos para la entrega final del documento.

Año elaboración encuesta: Año 2022

	Integrantes	Promedio
BIM	Oscar Felipe	90%
	Alejandro Abadia	90%
Estructuras	Juan Almonacid	100%
	Santiago Lugo	100%
Hidrotecnia	Cristian Rodríguez	70%
	Juan Valencia	80%
Geotecnia	Mateo López	80%
	Juan José Ardila	50%
Gestión de proyecto	Sergio Gómez	100%
	Sebastián Rincón	100%

Tabla 5: Habilidad en el programa de Revit (%) Fuente: Elaboración propia

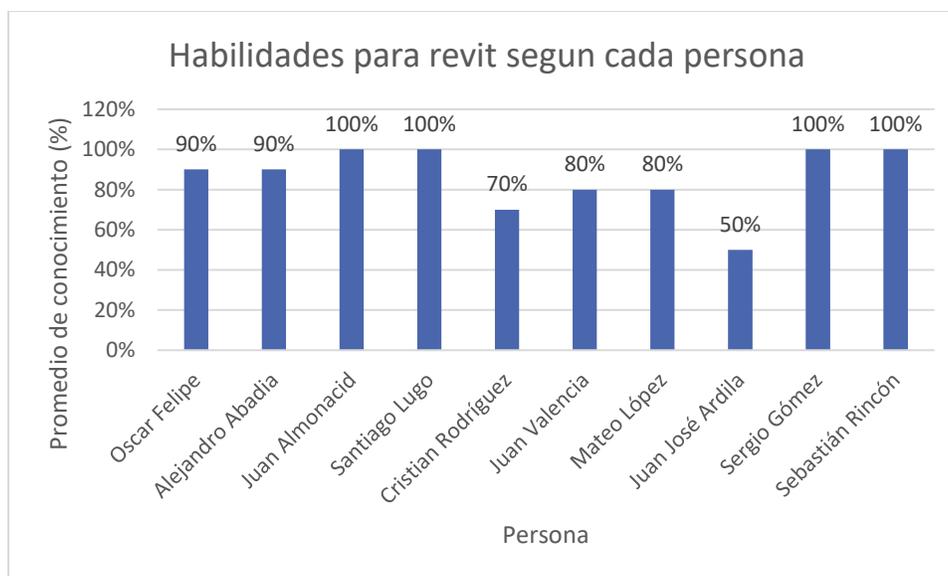


Ilustración 15:Habilidad en el programa de Revit 2021 (%) Fuente: Elaboración propia

Con lo cual se puede ver que a través del tiempo se aumentaron las habilidades para el uso de esta herramienta, adicional a esto las personas que tuvieron dificultades estuvieron con el asesoramiento de BIM y las otras personas que aprendieron de manera más rápida, creando un entorno cooperativo.

1.6 Entorno común de datos

1.6.1 Análisis de plataformas de información y gestión documental

Se realizó la lectura de New Zealand33 Handbook, Penn State, Planbim Chile y el BIM kit Camacol, Colombia, en las cuales nos pudimos guiar, y nos dimos cuenta de no solo una de estas guías es importante, sino que entre ellas se complementan, y lo que en una está definido de una manera, en otra guía uno podía comparar y escoger lo mejor de cada una, con el fin de desarrollar un buen trabajo, entre las guías que más se destacaron para la ayuda en la elaboración del proyecto tuvimos la guía de Penn State para la creación de objetivos, la BIM kit Camacol, Colombia definición de los roles y los LOD.

1.6.2 Diagrama de estructuración de carpetas

Las carpetas se definieron en 3 tipos, en la cuales se encuentran WIP, Shared y Publisher, con lo cual en la carpeta de WIP se colocaban elementos que solamente debía tener el compañero de la disciplina, en la Shared elementos que todo el grupo podía ver y en la Publisher eran documentos que eran para la entrega completa con lo cual al subirlos se entiende que son los documentos finales y no se requiere de modificaciones en este.

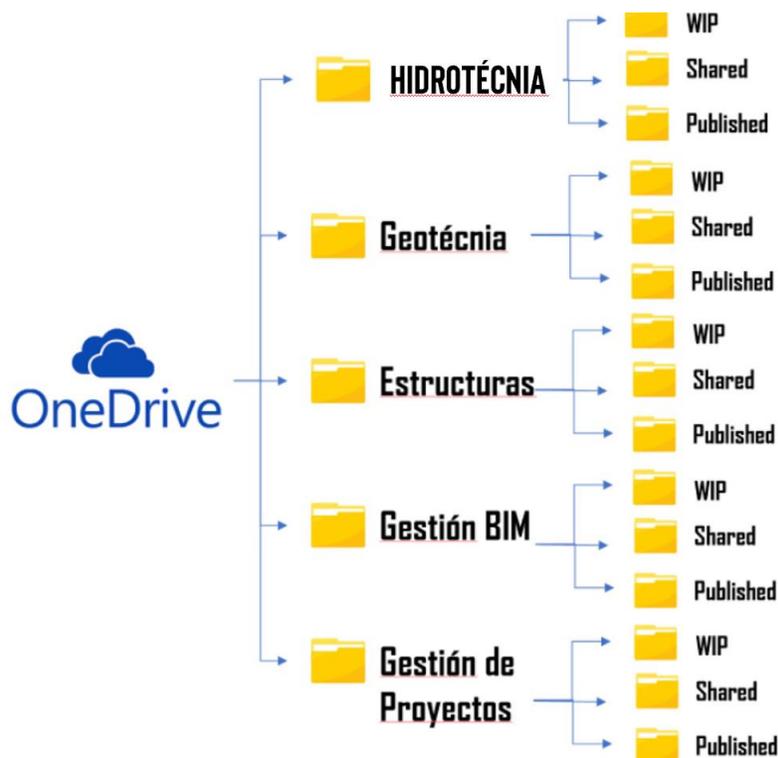


Ilustración 16: Diagrama de estructuración de carpetas Fuente: Elaboración propia

1.6.3 Seguimiento de entregables y diseños

Trabajo 2021

Para el seguimiento de las entregas de las diferentes disciplinas, se realizó una reunión semanal cada jueves de 9:00am a 11:00am, en la cual se revisaba con cada una de las áreas los diferentes progresos de las actividades, el comienzo real de estas, el final de la actividad, el seguimiento del listado de versiones, revisión de planner y se llenaba el Excel de seguimiento y control, con el fin de poder tener un seguimiento correcto del equipo, adicional a esto también teníamos las vías de comunicación directa por el grupo de una forma general, y si era una duda o se requería resolver una duda podían contactarnos fácilmente mediante el canal privado.

Trabajo 2022

Para el seguimiento semanal de las diferentes disciplinas inicialmente se colocó un seguimiento de todas las áreas a las 9 am, posteriormente se realizó el cambio a un seguimiento de cada área con matriz de coordinación debido que de la primera manera planteada no se podían realizar los seguimientos de la mejor manera debido que no se revisaban todos los documentos modificados, con lo cual se pudo ver mejoría en los resultados de las actas presentadas.

Horario:Seguimiento y control					
	Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes
7_8					
8_9					
9_10					
10_11		SEGUIMIENTO GEOTECNIA	SEGUIMIENTO ESTRUCTURAS		
11_12					
12_1		SEGUIMIENTO HIDROTECNIA			
1_2					
2_3					
3_4					
4_5					
5_6					
6_7					
7_8					
8_9			SEGUIMIENTO BIM	SEGUIMIENTO GESTION	
9_10				REUNION GLOBAL	

Ilustración 17:Horario de seguimiento debido a cada área Fuente: Elaboración propia

1.6.4Configuración de permisos y roles (matriz de definición)

Para realizar los diferentes permisos se utilizó la ISO 19650, en la cual esto esta descrito en el entorno común de datos, CDE, donde nos definen el uso de cada una de las carpetas, como lo es el WIP el cual esta aplicado a la información que se está desarrollando por el equipo de trabajo, Shared o estado compartido el cual es la información que puede ser consultada por todas las partes apropiadas y Publisher o estado publicado la cual es la información para el uso o la revisión.

		WIP				
		Ambiental	Gestión de Proyectos	BIM	Estructuras	Geotecnia
Ambiental	Juan Camilo Valencia	Admin	Denegado	Denegado	Denegado	Denegado
	Cristian Rodríguez	Admin	Denegado	Denegado	Denegado	Denegado
Gestión de Proyectos	Sergio Gómez	Denegado	Admin	Denegado	Denegado	Denegado
	Sebastián Rincón	Denegado	Admin	Denegado	Denegado	Denegado
BIM	Oscar Chillán	Admin	Admin	Admin	Admin	Admin
	Alejandro Abadia	Admin	Admin	Admin	Admin	Admin
Estructuras	Juan Almonacid	Denegado	Denegado	Denegado	Admin	Denegado
	Santiago Lugo	Denegado	Denegado	Denegado	Admin	Denegado
Geotecnia	Juan Ardila	Denegado	Denegado	Denegado	Denegado	Admin
	Mateo López	Denegado	Denegado	Denegado	Denegado	Admin

Tabla 6: Configuración de permisos y roles WIP Fuente: Elaboración propia

		Publisher				
		Ambiental	Gestión de Proyectos	BIM	Estructuras	Geotecnia
Hidro te c n i a	Juan Camilo Valencia	Autorizar/ver/de scargar	Ver y descargar	Ver y descargar	Ver y descargar	Ver y descargar
	Cristian Rodríguez					
Gestión de Proy ect os	Sergio Gómez	Ver y descargar	Autorizar/ver/de scargar	Ver y descargar	Ver y descargar	Ver y descargar
	Sebastián Rincón					
BIM	Oscar Chillán	Ver y descargar	Ver y descargar	Autorizar/ver/de scargar	Ver y descargar	Ver y descargar
	Alejandro Abadia					
Estruct uras	Juan Almonacid	Ver y descargar	Ver y descargar	Ver y descargar	Autorizar/ver/de scargar	Ver y descargar
	Santiago Lugo					
Geotec nia	Juan Ardila	Ver y descargar	Ver y descargar	Ver y descargar	Ver y descargar	Autorizar/ver/de scargar
	Mateo López					

Tabla 7: Configuración de permisos y roles Publisher Fuente: Elaboración propia

		Shared				
		Ambiental	Gestión de Proyectos	BIM	Estructuras	Geotecnia
Hidrotecnia	Juan Camilo Valencia	Ver y Descargar	Ver y Descargar	Ver y Descargar	Ver y Descargar	Ver y Descargar
	Cristian Rodríguez					
Gestión de Proyectos	Sergio Gómez	Ver y Descargar	Ver y Descargar	Ver y Descargar	Ver y Descargar	Ver y Descargar
	Sebastián Rincón					
BIM	Oscar Chillán	Ver y Descargar	Ver y Descargar	Ver y Descargar	Ver y Descargar	Ver y Descargar
	Alejandro Abadia					
Estructuras	Juan Almonacid	Ver y Descargar	Ver y Descargar	Ver y Descargar	Ver y Descargar	Ver y Descargar
	Santiago Lugo					
Geotecnia	Juan Ardila	Ver y Descargar	Ver y Descargar	Ver y Descargar	Ver y Descargar	Ver y Descargar
	Mateo López					

Tabla 8: Configuración de permisos y roles Shared Fuente: Elaboración propia

2. Gestión de equipos

2.1 Seguimiento y control

Para más información se puede consultar el documento anexo con el nombre de “Seguimiento y control”, en donde se puede ver los indicadores y graficas acá mostrados.

2.1.1 Uso de la herramienta de control

La herramienta de control escogida fue la de planner, se realizó con la ayuda del cronograma desarrollado anteriormente, con lo cual se revisaba de forma semanal y se actualizaba según las tareas desarrolladas durante todo el semestre, para esto en el planner se colocaron , cada una de las disciplinas, con sus tareas designadas, las fechas de entrega según el cronograma y las personas encargadas de desarrollar esto, por esto se colocaron etiquetas generales, de cada entrega, en las cuales se ven gráficas e informes, se muestra imagen de la plataforma de planner y los datos de este.



Ilustración 18: Plataforma de trabajo de planner Fuente: Planner

Esta fue una herramienta fundamental debido que cada vez que se realizaba la reunión con el equipo se miraba esta plataforma y se actualizaba, además de esto se uso el formato de seguimiento de Excel realizado por elaboración propia.

2.1.2 Gráfica de cumplimiento de acuerdo con línea base del cronograma

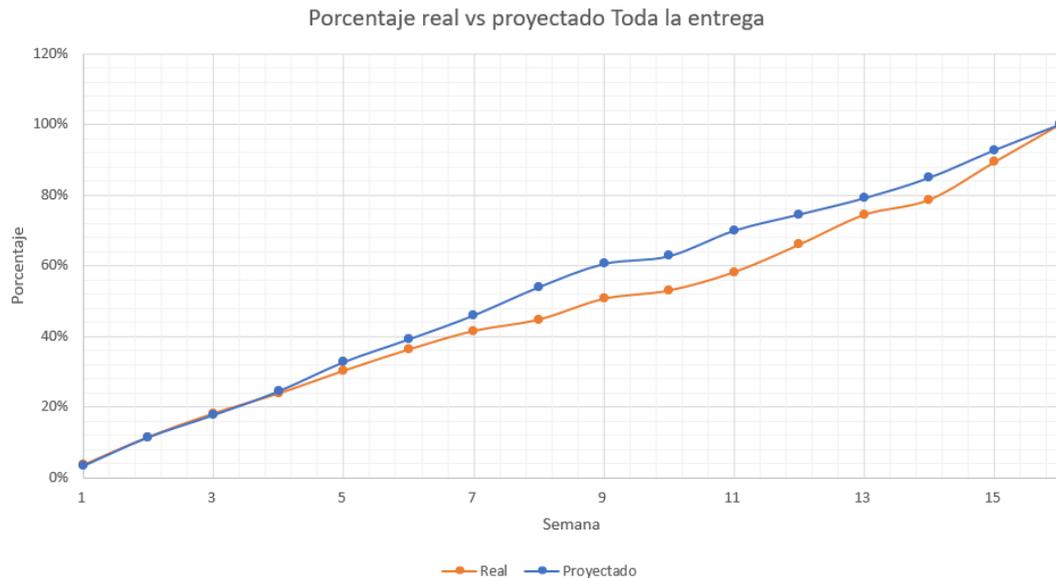


Ilustración 19: Gráfica de cumplimiento según porcentaje real y proyectado de toda la entrega Fuente: Elaboración propia

Con lo cual se puede ver que de forma general la entrega tuvo muchos retrasos a lo largo de su realización esto se debió a problemas de rediseño, y reprocesos los cuales realizaron que muchas reas tuvieran retrasos.

2.1.3 Análisis Global de las disciplinas

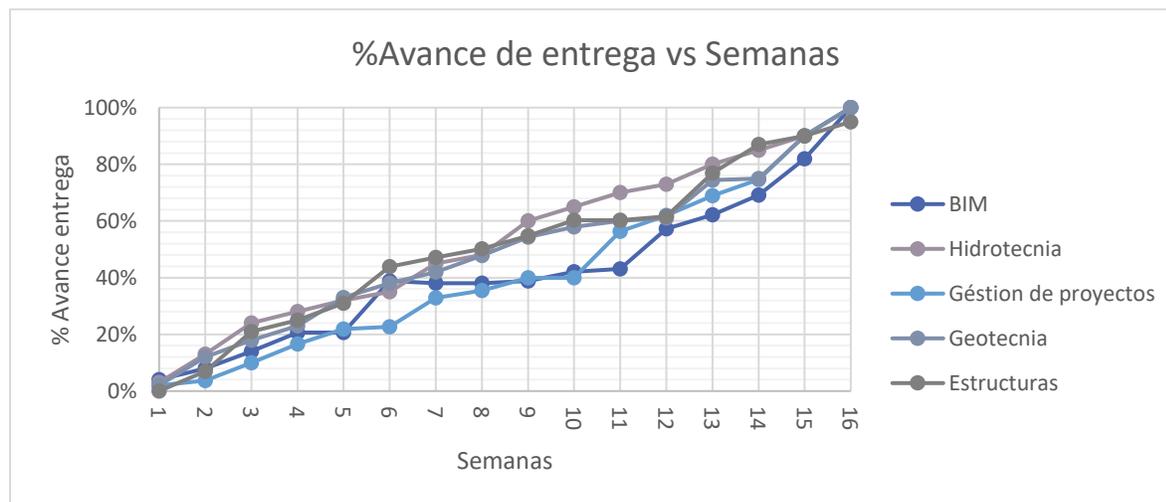


Ilustración 20: %Avance de entrega vs Semanas Fuente: Elaboración propia

Con la grafica anterior se puede evidenciar que las áreas que tuvieron más afectación fue Gestión de proyecto y BIM, esto debido que son disciplinas de coordinación las cuales dependen mucho de las otras áreas, por lo cual esto fueron los grupos que mayor carga les toco en el final de la entrega.

2.1.4 Análisis de efectividad de todo el proyecto

		Diferencia porcentual entre lo proyectado y realizado					
		Area					Total entrega
		Estructuras	Hidrotecnia	BIM	Geotecnia	Gestion de Proyectos	
Fechas de las semanas	26/01/2022-2/02/2022	0%	0%	0%	1%	0%	0%
	2/02/2022-9/02/2022	0%	0%	0%	0%	0%	0%
	9/02/2022-16/02/2022	0%	0%	0%	0%	2%	0%
	16/02/2022-23/02/2022	0%	-5%	0%	0%	2%	-1%
	23/02/2022-2/03/2022	0%	-7%	-3%	2%	-4%	-2%
	2/03/2022-9/03/2022	0%	-10%	7%	2%	-13%	-3%
	9/03/2022-16/03/2022	0%	-7%	0%	-2%	-13%	-4%
	16/03/2022-23/03/2022	-6%	-8%	-12%	-1%	-19%	-9%
	23/03/2022-30/03/2022	-8%	-8%	-11%	1%	-24%	-10%
	30/03/2022-6/04/2022	-8%	-5%	-12%	0%	-24%	-10%
	6/04/2022-20/04/2022	-16%	-3%	-13%	0%	-27%	-12%
	20/04/2022-27/04/2022	-7%	-5%	-5%	-1%	-25%	-9%
	27/04/2022-05/04/2022	-2%	-4%	-5%	8%	-21%	-5%
	05/04/2022-11/04/2022	-5%	-4%	-8%	4%	-18%	-6%
	11/04/2022-18/04/2022	-3%	-5%	-5%	3%	-7%	-3%
04/18/2022-25/04/2022	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
Semanas en retraso		44%	81%	50%	25%	75%	75%
Semanas Anticipadas		0%	0%	31%	50%	13%	13%
Semanas a tiempo		56%	19%	19%	25%	13%	6%

Tabla 9: Porcentaje de retraso, anticipos y actividades a tiempo Fuente: Autoría propia

Para un análisis de la efectividad de cada una de las áreas, se revisó la diferencia porcentual de lo que se planeaba realizar según el cronograma y el plan de dirección del proyecto, para lo cual se realizó una pequeña reunión con el área de gestión de proyectos con el fin de los diferentes elementos a evaluar, de los cuales se concluyó que se requería ver las diferencias porcentuales, por lo cual se encontró.

Estructuras tiene un total de 44% de las semanas que se entregó con retraso las actividades o por debajo del porcentaje proyectado y un restante de 56% de las actividades de mayor porcentaje que lo establecido en el cronograma, esto se debe según lo analizado en la entrega, en que se tenían grandes dudas en diferentes temas, con lo cual esperaban la aprobación de realizar las actividades según lo determinado por la asesora, con lo cual se presentaban retrasos, adicional a esto también se encontró que la diferencia porcentual mayor del desarrollo fue en la semana del 20/04/2022 con un 16% de diferencia esto por lo que se acumuló el trabajo y se tuvo que realizar gran trabajo en mejorar el archivo de Revit, además de esto se tuvo un reproceso debido al cambio de la cimentación por el asesor en la semana 14.

Hidrotecnia fue una de las áreas con mayor retraso porcentual de las semanas con un 81%, y un 19% de semanas que se entregaron a tiempo o con mayor porcentaje de lo esperado, en esta área es algo particular que 13 de las 16 semanas que se tiene el retraso tiene un porcentaje de diferencia de menos del 10% según lo proyectado, por lo cual se puede decir que esta disciplina no es que tenga problemas en el desarrollo de su trabajo sino que les faltó muy poco para cumplir con los porcentajes proyectados, además de esto la semana con mayor retraso fue la del 09/03/2022 con un 10% por debajo de lo proyectado lo cual no está preocupante.

BIM es una de las áreas con mayor retraso porcentual con un total de 50% de retraso en las actividades, además esto se debe a que es un área muy dependiente de todas las demás y muchos de las actividades que se requerían desarrollar se pudieron hacer en la última semana.

Geotecnia es el área con menor porcentaje de retraso con 4 de las 16 actividades lo cual representa un 25% y tienen un 75% de desarrollo mayor al esperado por lo proyectado, todo esto se vio reflejado desde la semana 1 hasta la semana 16, debido que presentaron un gran trabajo desde el inicio y desde el año anterior a la realización de este trabajo.

Gestión de proyectos es el área con mayor retraso con un 75%, debido que dependían de muchas áreas, además de que tuvieron un problema con el desarrollo del trabajo escrito, con lo cual es preocupante y fue una de las áreas con mayores inconvenientes.

2.1.5 Análisis de efectividad según las herramientas y estrategias usadas en el proyecto

Inicialmente se realizó un seguimiento y control que no fue el mejor, debido que no se podía comparar con muchos de los elementos que después de presentaron, por esto se realizó un seguimiento en la semana con cada una de las áreas, lo cual nos ayudó para ser más comprensivos en el momento que se presentaran retrasos en las entregas, esto ayudó a disminuir los inconvenientes de convivencia en el grupo debido que se tenían presentes, las situaciones personales, de enfermedad o de calamidad domésticas, también se implementaron las gráficas de rendimiento por semana de cada disciplina, con lo cual nos ayudó a prever que las personas tuvieran acumulación de trabajo debido que se hablaba en cada reunión las disciplinas retrasadas y las que se tenía que tener más trabajo, también se implementó el seguimiento de cada una de las tareas para cada disciplina, con esto lo que pudimos realizar una presión en las tareas que se necesitaba mayor atención para la realización, o si no se habían iniciado el porque no y buscar soluciones, también se elaboraron las gráficas de cumplimiento de comienzo y fin de actividades, sin embargo esto solamente nos permitía ver el desempeño de las áreas como en que porcentaje se atrasaban, presentaban los trabajos a tiempo y el retraso de las actividades, esto solamente nos ayuda a ver al final de cada entrega los resultados pero no se tuvo gran relevancia para el seguimiento, con lo cual se pudo considerar en no usar esta herramienta para el proyecto de grado.

2.1.13 Estrategias de mejora

BIM se recomienda el designar una persona o grupo para la revisión de y seguimiento de las actividades, debido que según los datos obtenidos la auto gestión de esa área no representa los mejores resultados, y con esto se puede mejorar el desempeño de esta área, aunque se utilizó la herramienta de planner para tener las actividades y coordinar todo se recomienda, el mejorar el uso de esta herramienta, con el fin de tener un control extra con esto, además de que si un área requiere según lo proyectado un rendimiento mayor del 33% es recomendable el hablar con las demás área con el fin de que se presente una redistribución del trabajo con el fin de tener una buena entrega.

Adicional a esto se presentó un gran inconveniente en la última entrega debido que se proyectaba que cada una de las disciplinas deberían de entregar los insumos para que BIM tuviera los planos y modelos, pero se tuvieron muchos retrasos, los cuales también los sufrió el grupo de gestión de proyectos

2.2 Gestión de equipo

2.2.1 Definición de roles y responsabilidades

Disciplina	Nombre	Rol	Responsabilidad
Hidrotecnia	Juan Camilo Valencia	Director de información	Actualiza datos e información importante para el equipo
	Cristián Rodríguez	Coordinador de tiempos	Coordinará los tiempos de entrega y las actualizaciones de información
Gestión de Proyectos	Sergio Gómez	Gerente del proyecto	Ser el encargado de hablar con los clientes y los interventores del proyecto, comunicarle al grupo las decisiones
	Sebastián Rincón	Director de Proyectos	Revisa y actualiza las entregas ajustando las correcciones
BIM	Oscar Chillán	Arquitecto	Coordinar los procesos de diseño y creación de todas las partes del proyecto
	Alejandro Abadia	Coordinador BIM	Asignar tiempos de trabajo, guiar al cumplimiento de las metas y acuerdos
Estructuras	Juan Almonacid	Coordinador de estructuras	Hace parte activa de la coordinación 3D del proyecto
	Santiago Lugo	Calculista	Gestionará los procesos de cálculo y materiales en el proyecto
Geotecnia	Juan Ardila	Coordinador técnico	Encargado de la creación, asesoramiento y cálculo de los factores en el proyecto

	Mateo López	Coordinador de personal	Mediar entre las partes y tomar veredictos apropiados informar a los directores si no es posible solucionar
--	-------------	-------------------------	---

Ilustración 21: Definición de roles y responsabilidades

2.2.2 Protocolo solución de conflictos

Conflicto	Primera Solución	Segunda solución	Tercera Solución
Menor			
Irrespeto verbal o escrito a un miembro del grupo	Hablar ante el coordinador del grupo, y los colegas sin ningún tipo de sesgo, se deberá depositar una suma de 4000 a un fondo común en el caso de ser responsable	Hablar con el coordinador del proyecto integrador, o con la profesora del área en cuestión	Remitir el caso a dirección de carrera o en su defecto a antes de la universidad, expulsión del grupo de proyecto
Inasistencia a sesiones de proyecto	Reponer la clase de manera remota y adelantar el trabajo perdido	Realizar una reunión de grupo para adelantar tema y poner una cuota de 10.000 pesos.	Hablar con el coordinador del proyecto para tomar medidas adecuadas.
Conflicto de ideas entre dos o más participantes	Realizar una conferencia para buscar la causa del problema, manteniendo la imparcialidad siempre.	Hablar con el coordinador del proyecto para realizar una mediación del conflicto.	Expulsar aquel integrante(s) que sea encontrados culpables de la falta grave o el continuo abuso.
Medio			
Incumplimiento a trabajos o calendario del proyecto	Mediar con el par para ver si pueden llegar a una solución o redistribución del trabajo asignado	Realizar sesión extraordinaria de grupo dando un plazo de para ponerse al día, se tendrá que pagar una suma de 10.000 al fondo común.	Hablar con el coordinador del proyecto donde se le asignará el tipo de castigo que ella considere.
Irrespeto grave a un miembro del equipo	hablar con el coordinador de personal, para ponerle un memorando se tendrá que pagar una suma de 15.000 pesos al fondo común.	Hablar con el coordinador del proyecto para tomar las decisiones adecuadas.	Pasar el caso a dirección de carrera y tomar las medidas adecuadas.
Grave			

Plagio o copia de algún documento	Los miembros del grupo tendrán que expulsar a la persona que incurra en este acto para que no recaiga sobre el grupo el castigo y poder seguir adelante con el proyecto.		
Falta a la entrega final o parcial	Penalización en la nota de la persona		

Ilustración 22:Protocolo solución de conflictos

2.2.3 Situational leadership-Comportamiento directivo

Para el desarrollo de la personalidad y como estas pueden trabajar sin problema, se realizo la lectura de "THE EPISTLE TO THE EPHESIANS: INSTILLING VALUES USING SITUATIONAL LEADERSHIP"

ID	Categoría	Información
S1	Telling	Líderes de información los cuales definen las tareas del seguidor, los supervisa, los guían y dirige de cerca, tiene comunicación completa con los seguidores
S2	Selling	Líderes de ventas, los cuales buscan ideas y sugerencias del seguidor y tienen una comunicación bidireccional con sus seguidores
S3	Participating	Alta experiencia, buenos para la resolución de problemas, muy sociables, delegan las tareas al seguidor y son excelentes para el control.
S4	Delegating	Persona con alta experiencia, confidentes y tienen buena voluntad para desarrollar las actividades propuestas, y de un gran compromiso para los desarrollos que realizan

Ilustración 23:Situational leadership-Comportamiento directivo

2.2.5 Lecciones aprendidas y Oportunidades de mejora. De acuerdo con las lecciones aprendidas

Antecedente	Causa	Lección	Posibilidad de Mejorar
No Organizar la información en carpetas o no llevar un conteo del trabajo realizado	Entrega retrasada de las diferentes actividades lo cual causa una mala práctica en el proyecto	Utilizar diferentes herramientas informáticas en las cuales se puede ver el contenido de cada carpeta y la modificación de esta	Se puede generar una evaluación semanalmente de satisfacción o cumplimiento de este ítem
Usar lenguaje coloquial o agresivo con los compañeros del grupo donde se generan conflictos o peleas	Disputas de opinión o tratos entre amigos bruscos	No hablar como se habla comúnmente por el privado y tampoco mezclar lo personal con lo laboral en estos espacios.	Generar normas de convivencia claras con todos los miembros
No respetar los horarios de reunión con el grupo o no reunirse	Falta de comunicación en el grupo y problemas de comunicación en el mismo	Aprender a respetar el tiempo de los demás compañeros	Que cada persona realice de manera personal la organización del horario, en el cual se incluyan los días y reuniones establecidas
No contestar a los compañeros del trabajo por más de un día	Problemas de comulación o información de actividades	Adelantarse con el compañero de grupo de las actividades desarrolladas	Activar las notificaciones del grupo de comunicación, y dejarlo anclado en el chat personal
Baja calificación debido a una entrega	Si el grupo encargado, o la nota individual de estos es inferior a 35	La persona o grupo encargado, deberá de reunirse con todas las personas en el grupo y decir por qué la entrega tuvo esa calificación	Según la reunión de todo el grupo se deberá tomar medidas con el fin de tener una mejor calificación

Ilustración 24: Lecciones aprendidas y Oportunidades de mejora

2.2.6 Leadership-Comportamiento directivo

Análisis personalidad individual			
Tipo de Personalidad	Característica	Personas	Aporte para el equipo
Cónsul	Personas que animan y fortalecen el equipo, son personas responsables y serviciales.	Cristian Rodríguez, Sebastián Rincón	Estas personas son indispensables para la realización de actividades de gran importancia debido que son personas muy responsables y pueden trabajar bajo mucha presión
Ejecutivo	Personas sumamente ordenadas y con valores de honestidad.	Sergio Gómez	Esta persona puede tener muchas actividades al tiempo, pero al ser tan organizadas y dedicadas responden con sus compromisos
Protagonista	Líderes natos que guían a la gente y se preocupan por ellas.	Mateo López, Oscar Felipe Chillán	Se preocupan no solo por el trabajo a desarrollar, sino también por el buen entorno de trabajo y la integridad de cada persona
Emprendedor	Personas arriesgadas, son el centro de atención y les gusta mantener un ambiente activo.	Juan Almonacid	Importante para obtener una buena cantidad de energía en el ambiente de trabajo
Virtuoso	Personas creativas pero cayadas, sagaces, pero no muy carismáticas	Juan Camilo Valencia	Persona muy importante debido que da soluciones creativas que aportan al desarrollo del equipo
Comandante	Líderes natos con visión pero a veces les falta empatía.	Alejandro Abadia, Juan Ardila	Un gran líder, pero no siempre sabe tratar a las personas, son buenos para el desarrollo del trabajo y para que lo sigan las personas en cumplir un objetivo

Ilustración 25: Leadership-Comportamiento directivo

Disciplina	Nombre	Rol	ID de categoría	Categoría Según el Leadership Styles
Hidrotecnia	Juan Camilo Valencia	Director de información	S4	Delegating
	Cristian Rodríguez	Coordinador de tiempos	S3	Participating
Gestión de Proyectos	Sergio Gómez	Gerente del proyecto	S2	Selling
	Sebastián Rincón	Director de Proyectos	S3	Telling
BIM	Oscar Chillán	Arquitecto	S3	Participating
	Alejandro Abadía	Coordinador BIM	S2	Selling
Estructuras	Juan Almonaci d	Coordinador de estructuras	S2	Selling
	Santiago Lugo	Calculista	S1	Telling
Geotecnia	Juan Ardila	Coordinador técnico	S1	Telling
	Mateo López	Coordinador de personal	S2	Telling

Ilustración 26: Personalidad y ROL

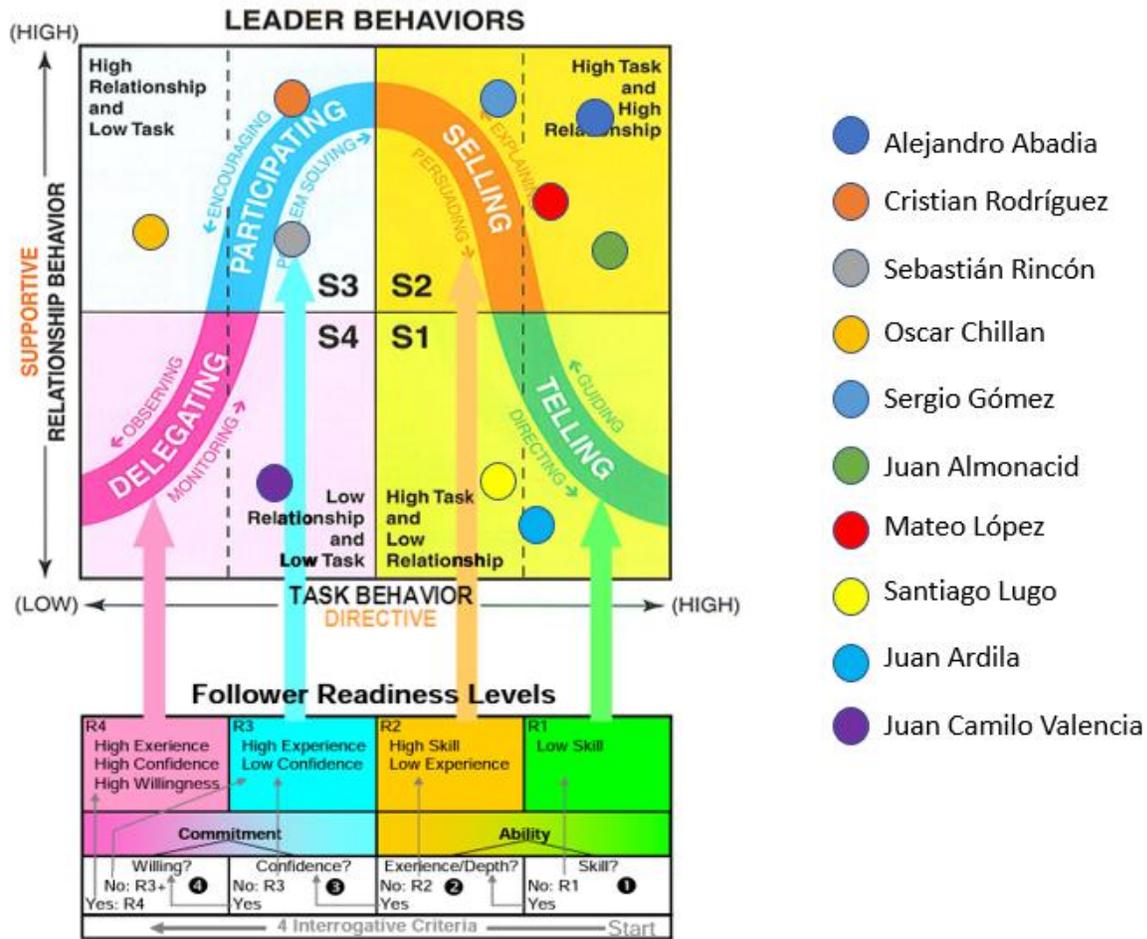


Ilustración 27: Test de Personalidad

3. Coordinación 3D

El proceso de Coordinación de un proyecto es aquel que reúne todas las áreas involucradas de un proyecto con un objetivo común, reducir tiempo de operación, ejecución y mantenimiento de un proyecto, debido a que tiene como objetivo sobreponer, enfrentar, informar y solucionar las colisiones, interferencias y desacuerdos que puedan llegar a tener las diferentes áreas que constituyen un proyecto como lo son La Arquitectura, La estructura, Los Sistemas, Urbanismo, jardinería, entre otros.

Para ello se necesita un paso lógico (Algoritmo), que nos permite realizar un proceso rápido, efectivo y eficaz de detección de interferencias, que no hayan errores acumulados o errores repetidos, a continuación se muestran los pasos en la concepción de un proyecto en donde la coordinación BIM actúa y como se realiza en paralelo de todas las actividades



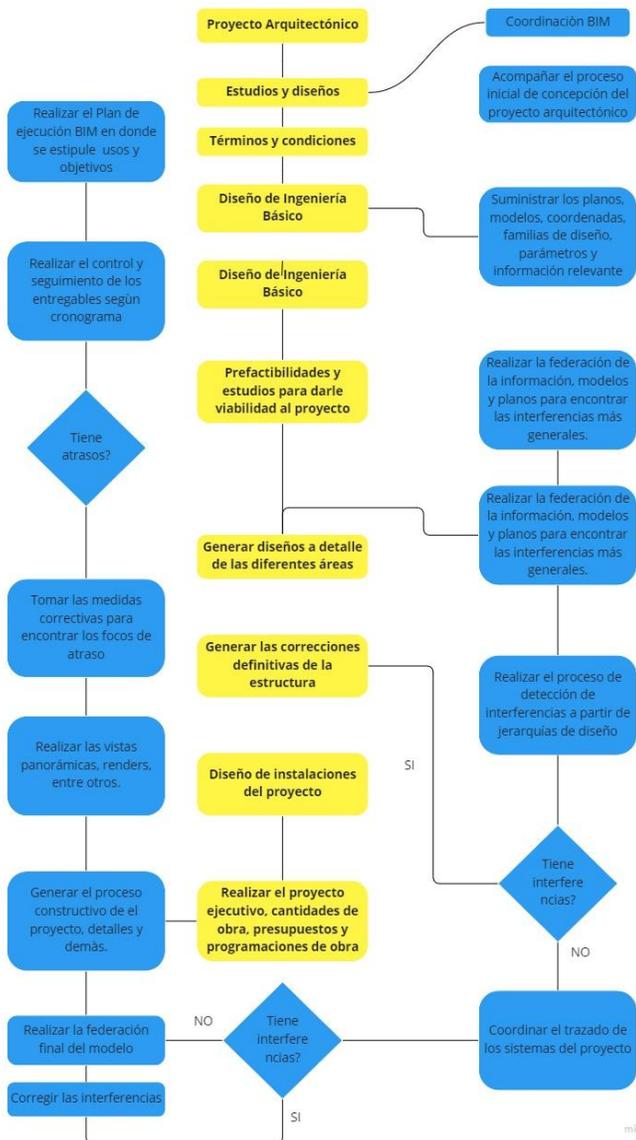


Ilustración 28:Diagrama de coordinación BIM Fuente: Elaboración propia

Aplicaciones al Proyecto:

El proyecto **Complejo Cultural de Funza** al ser un proyecto de una alta envergadura, por lo que es necesario realizar la coordinación de diseños debido a que en primer lugar el proyecto es de carácter público, en segundo lugar el proyecto necesita tener certificaciones y más importante tiene que tener supervisiones técnicas los cuales lo limitan a cumplir con estándares fijos, que no pueden ser improvisados en la marcha ya que eso costaría tiempo y dinero el cual a su vez se traducen en sanciones hacia las personas que lo estén ejecutando, por ello la metodología BIM es muy importante debido a que además de darnos estos pasos lógicos anteriormente mencionados nos da las herramientas y las tecnologías necesarias para realizar las tareas de manera rápida y eficaz

Autodesk Navisworks Manage:

Gracias a esta herramienta pudimos lograr la federación de la información de todas las áreas gracias a que cada modelo trae parámetros propios de diseño, los cuales se sobreponen unos con otros y se detecta las colisiones entre los modelos bajo algunos parámetros como son:

Reglas: Las reglas en un análisis de interferencia se dan cuando se quiere decidir que se puede asumir como colisión y que no

Tolerancia: esta medida la damos cuando queremos que hayan holguras entre las colisiones ya que si se manejara una tolerancia de 0 todo los elementos que se toquen o estén unidos nos daría una colisión. Debido a ello generamos esos rangos de holgura dependiendo de las áreas que estemos estudiando ya que a la hora de construirlo se pueden sobrellevar estos errores siempre y cuando sean pequeños (1 cm en nuestro caso), a continuación, se realizara una descripción de los análisis de interferencia que se realizaron y su proceso lógico a llevar a cabo:

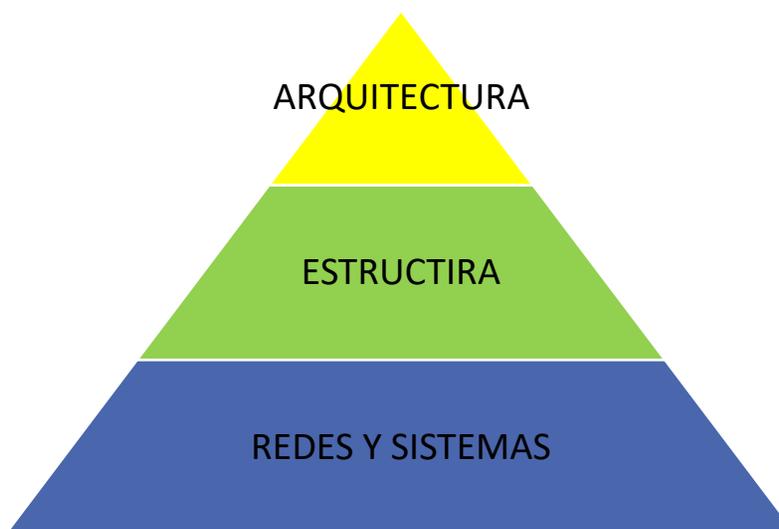


Ilustración 29: Jerarquía de las disciplinas Fuente: Elaboración propia

Primer Nivel: Arquitectura vs Estructura.

El primer Nivel para realizar un análisis de interferencia de un proyecto es el cruce de la arquitectura y la estructura del proyecto, como bien se sabe la arquitectura es aquella que configurará los espacios y en base a ella es donde se diseña todas las demás áreas,

Primeras colisiones:

Para el análisis de interferencias de estas áreas se tuvo que realizar el análisis de los elementos arquitectónicos verticales con elementos estructurales verticales, ante estos análisis podemos verificar todos aquellos elementos estructurales que están invadiendo espacios, o se superponen con la arquitectura, para ejemplificar esto traigo el caso más crítico del análisis de interferencias, en el cual Un muro de carga fue puesto en un balcón del proyecto ya que en la planimetría arquitectónica no se evidenció bien que era un balcón, esta colisión tuvo un trato especial ya que para este punto el diseño estructural estaba muy avanzado y cambiarlo implicaba realizar desde 0 otro redimensionamiento estructural, debido a ello se tomó la decisión de pedir un cambio en la arquitectura para acortar el balcón y ampliar el área privada, esto si bien es una situación extraordinaria en este punto, hubiera sido mucho más grave si se hubiera descubierto en la etapa de construcción del proyecto, ya que eso implicaría realizar:

- Cambios en los pliegos, papeleo adicional y tramites ante las entidades públicas
- Desgaste de materiales pedidos y contratados.

Todo esto genera sumas por más de 20.000.000 si contar los retrasos de tiempo al cual ser vería Sometido por ello es importante,

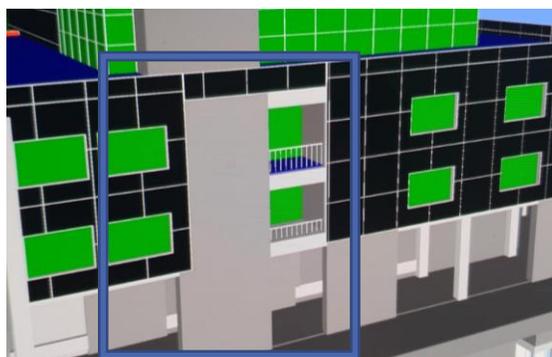


Ilustración 30. Cambios realizados

En el segundo análisis de interferencias cruzamos los elementos estructurales horizontales con los arquitectónicos horizontales como lo son el sistema de vigas, las placas y pisos en los cuales nos dimos cuenta de las principales colisiones que habían una de las más críticas fue la siguiente:

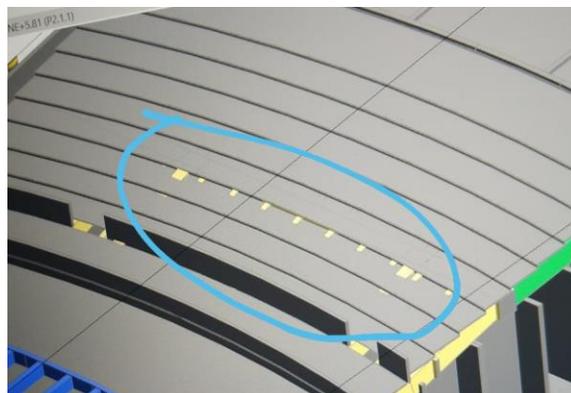


Ilustración 31. Interferencia de estructuras

El teatro es la pieza de la estructura donde hay consideraciones espaciales debido a que el sistema de entepiso es inclinado y por terrazas. En la imagen anterior podemos visualizar el choque de las vigas con las terrazas del teatro, esto fue de gran cuidado ya que la inclinación de las vigas tenía que ser estándar en toda su longitud, además por su forma radial cada giga necesita tener una orientación específica la cual complejiza la labor de modelado, Debido a toso esto se realizó un seguimiento y control del diseño del teatro hasta que se logró subsanar el problema.

Si o se hubieran resulto los casos los escenarios posibles serían:

Sobrecostos:

- Materialidad que se tendría que rellenar y para elevar el nivel arquitectónico.
- Rediseñar el mobiliario que se tenía contratado
- Contratar más personal para realizar los cambios
- Transporte de materiales y personas a la obra.

Consecuencias:

- El diseño de un anfiteatro hubiera sido defectuoso ya que las alturas entre sillas y la radialidad tiene u ser perfecta.
- Re diseño de el anfiteatro lo cual implicaría demoras y sotos en los estudios y diseños.

Segundo Nivel: Estructura vs Instalaciones y redes.

En un segundo nivel tenemos las interferencias que ocasionan las redes hidrosanitarias en el proyecto, ya que estas al ser embebidas entre los muros corren el riesgo de chocar con elementos estructurales y generar interferencias moderadas o graves que en mayoría se tienen

que improvisar en obra con muros falsos, regates en la placa, o hasta pases en vigas. Por ello se realizaron dos grupos de interferencias entre la red de suministros y la red de desagües, las cuales configuran la mayoría de los sistemas del proyecto y en las cuales hay mayor probabilidad de error.

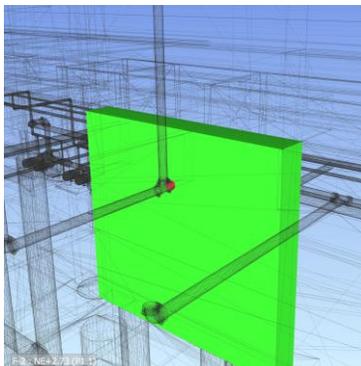


Ilustración 32. Interferencia RCI

Este es un ejemplo claro de una interferencia donde la mayoría de estos modelos son realizados a partir de la arquitectura, pero muchas veces no tienen en cuenta la estructura, esta interferencia puede subsanarse siempre y cuando ocurra en el tercio medio de la viga, aún así es preferible que no pasen

Correcciones de interferencias:

Para la corrección de las interferencias se realizó en primer lugar una reunión grupal donde se explicó la metodología y como se iba a implementar la coordinación con los modelos que estaban realizando, se explicó cual era la herramienta a usar (NAVISWORKS) y que ventajas traía.

Una vez hecho esto, y usando las plantillas proporcionadas al principio de el trabajo se entregó a cada equipo el proyecto arquitectónico para que lo vincularan y se movieran dentro de el, así mismo con la herramienta tamizado aclarar aquellos links que desean usar, para moverse y generar los recorridos en el modelo, como se evidencia a continuación:



Ilustración 33. Federación de modelos

Paso 2:

Una vez realizado los modelos y generados los archivos NWD los cuales se exportan a la herramienta NAVISWORKS, estos son vinculados directamente a el modelo federado donde están subido igualmente los archivos de arquitectura y estructura,

En la pestaña “Clash detective” se confrontan los archivos de interés para generar los diferentes test,

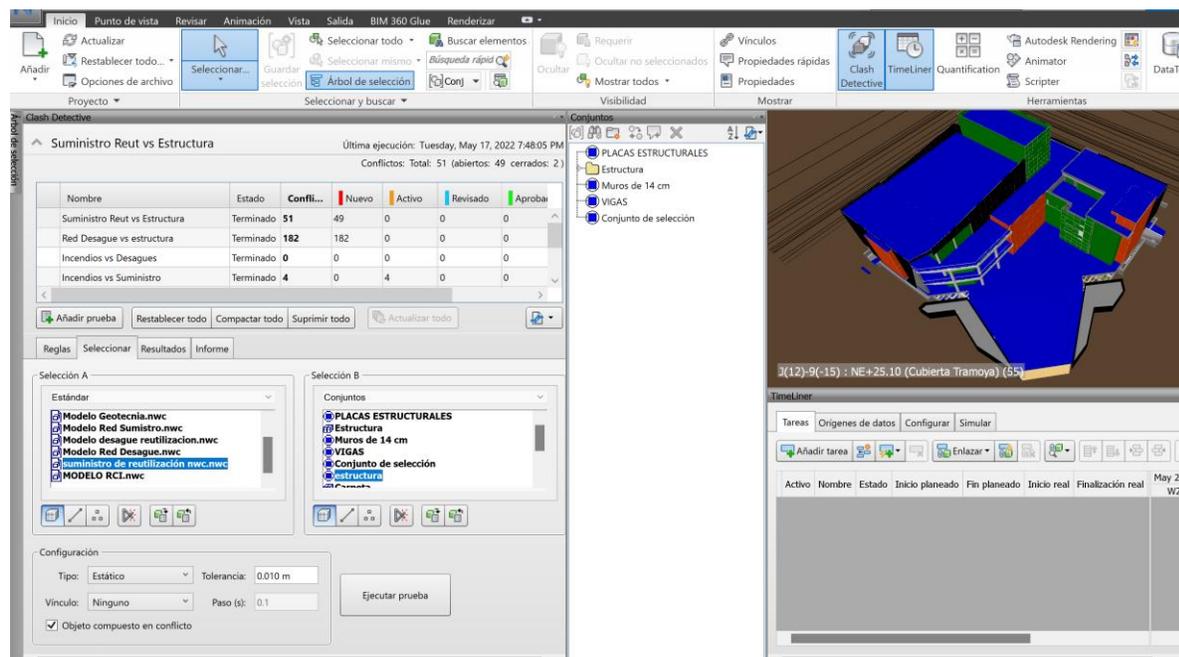


Ilustración 34. Creación de Clash test

Paso 3: Realizar el informe de interferencias y reunión con cada área.

Una vez se hayan las interferencias es importante realizar el informe que nos proporciona el programa donde nos ubica cada una, mostrando fotos, ubicación, elevación y el estado de la misma, inclusive nos deja poner un responsable y reportársela.

Luego de esto se programan reuniones con el área diseñadora de 1 hora aproximadamente para mostrarle la mayoría de las interferencias y plantear solución con ellos de como podría realizarse la corrección, estas correcciones en mayoría son efectivos sin embargo siempre quedan varias rezagadas por lo que es muy probable se tengan que realizar 1 o 2 reuniones más para realizar todos los ajustes necesarios.

4. Proceso Constructivo:

Otro de los usos BIM más importantes es la simulación 4D la cuál enlaza la dimensión del tiempo (Programación de obra) con los modelos federados, o de cada especialidad, esto permite ver a constructores y clientes ver en tiempo real todos los procesos que se llevan a cabo tanto con tiempos como con mano de obra e insumos, así mismo para las simulaciones es importante generar cronogramas de obra adecuados en forma de diagramas de Gantt.

Uno de los elementos fundamentales en el proceso constructivo son las cantidades que se requieren para poder desarrollar una obra, por lo cual se desarrollo un diagrama de extracción de cantidades el cual se paso a todas las áreas y explico con el fin de tener claridad en este proceso.

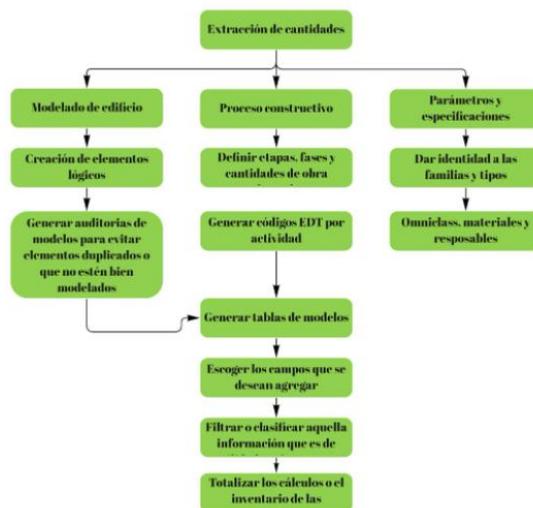


Ilustración 35:Diagrama de extracción de cantidades Fuente: Elaboración propia

Simulación constructiva del CCF Globales y específicas.

El proyecto se realizó a partir de códigos EDT por cada actividad descrita por el área de construcción estas actividades la cual se puede ver a continuación, este es un elemento importante debido que con este nos guiamos para poder nombrar a los elementos en los modelos y con esto tener una buena implementación de BEP.

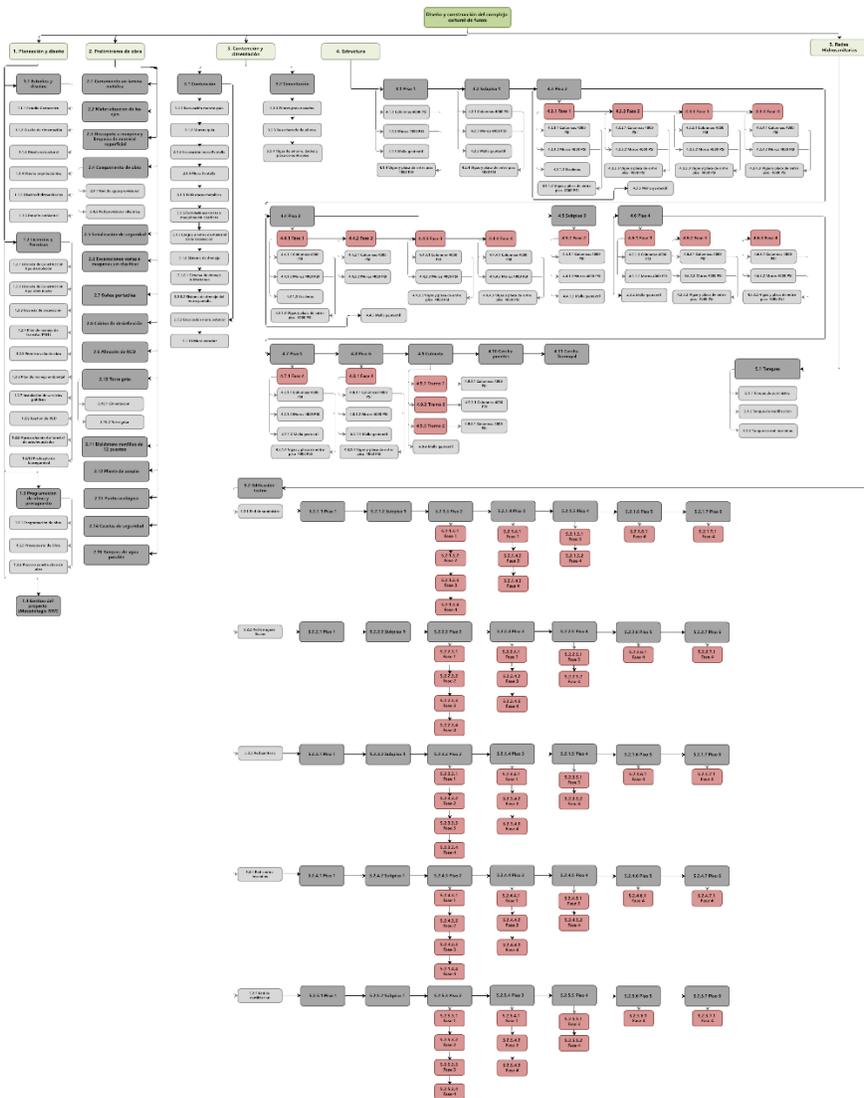


Ilustración 36: EDT CCF Fuente: Elaboración propia



4.1 Simulación Global

Para la esta se requirió la ayuda de gestión de proyectos, con lo cual nos permitieron el tener el proyect de cronograma global de CCF, con lo cual se linkeo en el Naviskords, además de esto se utilizo los diferentes NWC de todas las disciplinas, y se siguió el proceso constructivo defino por gestión de construcción, se contemplaron las diferentes disciplinas descritas en la siguiente imagen, para poder ver el video se encuentra en la carpeta de simulación global.

Inicio de obra	0 días	lun 1/08/22	lun 1/08/22	\$ 0,00
▷ Actividades Preliminares	18 días	lun 1/08/22	mar 23/08/22	\$ 268.764.713,00
▷ Contención Sótano	228 días	mié 10/08/22	vie 26/05/23	\$ 1.069.841.398,00
▷ Movimiento de tierras Edificación	232 días	mar 9/08/22	lun 29/05/23	\$ 1.555.839.502,00
▷ Cimentación Edificación	224 días	mar 9/08/22	mié 17/05/23	\$ 5.243.561.829,85
▷ Estructural	153 días	mié 17/05/23	lun 27/11/23	\$ 4.463.834.909,19
▷ Hidrotecnia	136 días	mié 17/05/23	vie 3/11/23	\$ 5.601.525,51
Fin de Obra	0 días	lun 27/11/23	lun 27/11/23	\$ 0,00

Ilustración 37. Cronograma en Project Fuente: Elaboración propia

4.2 Simulación Especifica

Se realizaron varios videos con la finalidad de tener lo mejor posible la claridad sobre los procesos constructivos que se llevaran a cabo, con lo cual para el área de estructuras se realizó un pórtico, en donde se muestra la formaleta metálica y el proceso constructivo de este, por lo cual se encuentran 2 elementos una viga y columna, para gestión de construcción se hizo el video de proceso constructivo de los elementos iniciales, en geotecnia se hizo 3 elementos dado, pilote y muro de contención, y dos videos de hidrotecnia el cuarto de máquinas y la conexión de desagües.

5. Vistas estéreo panorámicas

Otro uso BIM complementario es el de ver tridimensionalmente y de forma real el proyecto mediante la tecnología de realidad aumentada, las vistas estero panorámicas son aquellas que como su nombre lo indica muestran el panorama del proyecto en un punto específico con una visión 360 grados de tal manera que con cualquier dispositivo móvil se logre realizar el paneo de la imagen y generar el recorrido virtual orbital, para entender un poco mejor el tema tenemos un código QR el cual nos llevará directamente hacia una vista panorámica del proyecto en la etapa de construcción.





Así como esta, hay incluidas otras 8 vistas estero panorámicas de diferentes fases y áreas del proyecto, las cuales encontraran en los planos de cada especialidad para que puedan recorrer el proyecto.

4. Biografía

MBIE New Zealand. (2019). Appendix D BIM USES DEFINITION. The New Zealand BIM Handbook, Appendix D(Third Edition). <http://weekly.cnbnews.com/news/article.html?no=124000>

Bedrick, J., Faia, W., Ikerd, P. E., & Reinhardt, J. (2020). Level of Development (LOD) Specification Part I & Commentary For Building Information Models and Data. December, 15–16. www.bimforum.org/lof

BIM Acceleration Committee. (2019). Appendix Hi - Project BIM Execution Plan - Example. The New Zealand BIM Handbook 2019 Third Edition, 45–52.