

Aplicación De La Metodología BIM 5D En La “Planta De Tratamiento De Agua Potable Para La Parroquia La Aurora”

Ing. Jorge Arroyo Orozco, M.Sc.¹, Ing. Doménica Rendón González.²
Universidad de Guayaquil^{1,2}, Ecuador, jorge.arroyoo@ug.edu.ec¹, domenica.rendong@ug.edu.ec²
<https://orcid.org/0000-0002-4785-368X>¹, <https://orcid.org/0000-0002-1702-1321>²

I. INTRODUCCIÓN

Resumen– Este proyecto se basa en la planificación y control del avance de la construcción de la obra civil de la Planta de Tratamiento de Agua para el Distrito de Aurora, para el desarrollo de esta investigación, la información general del proyecto fue brindada por el GAD Municipal de Daule. Una vez analizada toda la información recibida, se ejecutó el análisis de los precios unitarios para obtener el presupuesto general de la obra. Como parte de la metodología, se realizó el diagrama de Gantt con el software Ms Project, el cual identifica el tiempo que tarda en realizar cada actividad con sus respectivos costos y recursos, obteniendo el cronograma valorado del proyecto. Como paso final, para la implementación de la metodología BIM 5D, se realizó el desarrollo del modelado 3D, y luego usando el software Navisworks se integró el modelado 3D con el diagrama de Gantt, una vez ingresados estos dos elementos, se obtuvo como resultado un modelo 5D. Finalmente, se procedió a realizar la simulación del proceso constructivo de la obra civil del proyecto, en la que se puede observar cómo se desarrollan las actividades y costos de la obra en los tiempos previstos.

Palabras clave: BIM, Planificación, Control, Construcción, Costo.

Abstract– This project is based on the planning and progress control of the construction of the civil works of the Water Treatment Plant for The Aurora District, for the development of this, the general information of the project was provided by the Municipal GAD of Daule, once all the information received had been analyzed, the analysis of the unit prices was carried out to obtain the general budget for the work. As part of the methodology, the Gantt chart was made with the MS Project software, which identifies the time it takes to perform each activity with its respective costs and resources, once this is obtained, the valued project schedule. As a final step, we proceed to use the BIM 5D methodology, it begins with the development of the 3D modeling, and then using the Navisworks software we integrate the 3D modeling with the Gantt chart, once these two elements are entered, we have our model as a result 5 D. Finally, we proceed to carry out the simulation of the construction process of the civil works of the project, in which we can see how the activities and costs of the work are developed in the planned times.

Keywords-- BIM, Planning, Control, Construction, Cost.

La ingeniería civil es una de las disciplinas más antiguas que existe, por siglos las únicas herramientas de diseño de un ingeniero o arquitecto han sido simplemente papel y lápiz, pero con el transcurso de los años y el uso de la tecnología se han ido creando nuevas herramientas digitales para poder realizar diseños y cálculos de manera más rápida y eficiente, facilitando y optimizando el trabajo de muchas personas que ejercen esta noble profesión.

En la actualidad hay un interés creciente en la adopción de la tecnología de modelado de la información (BIM) dentro de las ramas de ingeniería, arquitectura e industria de la construcción. Un modelo BIM es un modelo paramétrico, fuertemente asociado con una presentación visual (el modelo geométrico), pero es, de hecho, un modelo rico en información. El beneficio principal de BIM es que la tecnología tridimensional (3D) del modelo se generan automáticamente a partir de las líneas 2D de los planos y las propiedades de los elementos dentro del software. Pero, hay más en BIM que visualizaciones, ya que cada elemento de construcción es un objeto con su propia información e identidad.

Aunque todavía se encuentra en una etapa temprana de desarrollo e implementación, el BIM es una de las tecnologías más prometedoras para la integración de equipos trabajando en el mismo proyecto. La habilidad para interoperabilidad, que es posible gracias a BIM, es la base de la integración de colaboradores en el proyecto. Hoy en día, está siendo utilizado por muchos en la industria de la construcción para ahorrar en tiempos y costos y para mejorar la precisión y coordinación de documentación.

Este tipo de tecnologías son las que nos permiten tener una ejecución de las obras de manera rápida y eficaz, optimizando materiales y recursos, es por esto que se propone el presente trabajo de investigación como una guía para futuros proyectos.

II. UBICACIÓN

El proyecto de la Planta de Tratamiento de Agua Potable para la parroquia La Aurora, se encuentra ubicado en el cantón Daule perteneciente a la provincia del Guayas.

Digital Object Identifier: <http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2021.1.1.186>
ISBN: 978-958-52071-8-9 **ISSN:** 2414-6390
DO NOT REMOVE

El cantón Daule es uno de los 25 cantones de la provincia del Guayas en la República del Ecuador. Enclavado en una zona agrícola, en 2.020 con una proyección de más de 173.684 habitantes según el Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos, que se alojan en su área urbana y rural, siendo la población urbana el doble de la rural. Tiene 4 parroquias rurales y una parroquia urbana satélite La Aurora, que es el área del presente Estudio.

La parroquia urbana La Aurora está ubicada al sur del cantón, aledaña a la parroquia Los Lojas. Debido a su cercanía con la metrópolis de Guayaquil, La Aurora se considera que forma parte de una conurbación de hecho Guayaquil – Durán – Milagro – Salitre (Urbina Jado) - Daule, cuya población se estima supera los tres millones y medio de habitantes.

En la actualidad, la parroquia La Aurora, del cantón Daule, está reconocida como un área de inmenso potencial de desarrollo urbanístico e inmobiliario, receptor de la continua, constante y acelerada migración que se genera desde varios centros poblados durante los últimos años.

El GAD Municipal de Daule amplió el límite de la parroquia, debido al planeamiento privado de varios planes habitacionales que impulsan la dinámica de este desarrollo urbanístico, según ordenanza publicada en la Gaceta Municipal No.18 del 20 de mayo del 2013. En ella se definió su zonificación.

La tasa de crecimiento poblacional del 2010 al 2020 del sector urbano de Daule, presenta un valor notablemente diferente del resto del país, en contraste con la media de la zona y de la provincia, que, en algunos casos, presenta tasas decrecientes progresivas.

Siendo una virtual zona de expansión residencial de la ciudad de Guayaquil, en su entorno todavía existen extensas áreas rústicas que propician el progresivo urbanismo, acogiendo, con confort y seguridad a la comunidad que busca espacios donde edificar su lugar de residencia y de espacios recreativos y de comercio.



Figura 2 Ubicación satelital de la Estación de Tratamiento de Agua

III. CONCEPTOS BÁSICOS

El presente trabajo de investigación está comprendido por la Planificación y Control de la construcción de la obra civil de la “PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA PARROQUIA LA AURORA”, la metodología a utilizarse es la de tecnología de modelado de la información (Building Information Modeling – BIM), que nos va a permitir anticiparnos a los posibles errores que pueden existir en el desarrollo de la obra. Es primordial tener claros los conceptos básicos de esta metodología que nos ayudaran a comprender mejor el tema a desarrollarse en este proyecto de investigación.

Planificación

Existe una diferencia significativa entre "planificación" y "programación", pero a menudo hay un mal uso de estos términos como se utilizan comúnmente indistintamente. Planificando un proyecto y programar un proyecto son acciones bastante diferentes. A pesar de sus diferencias, la industria de la construcción los combinó como si constituyeran una sola función. Esto es extremadamente engañoso, ya que la planificación y la programación no son lo mismo. La planificación se puede considerar como la determinación de "qué" se hará, incluidos "cómo", "dónde" y "por quién." La programación nunca se puede realizar de manera efectiva sin planificación. La información del esfuerzo de planificación es necesario para realizar la programación, determinando "cuándo" se deben realizar tareas específicas.[1]



Figura 1 Estación de Tratamiento de Agua Potable

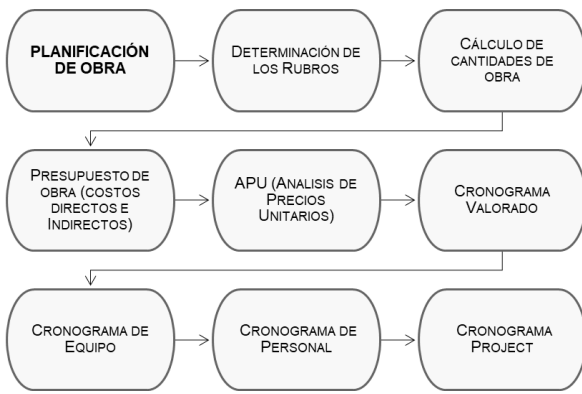


Figura 3 Planificación de Obra

Determinación de los rubros

La definición de rubro se establece por la integración de insumos, mano de obra, materiales, equipos y herramientas, utilizados para llevar a cabo una actividad específica del proyecto. La unidad de medida de los rubros se la puede determinar en: m², m³, unidad, global, etc.; una vez establecidas todas las unidades y cantidades se fija un costo a cada rubro para luego obtener un costo total con la sumatoria de los mismos.[2]

Cálculo de cantidades de obra

De todas las actividades constructivas a ejecutarse para cada una de ellas es necesario realizar un proceso de cálculo de las cantidades de obra, a este proceso también se lo llama como cubicación o metrado. [2]

Este cálculo se realiza en base a una metodología específica que nos permita obtener las cantidades de forma ágil y ordenada, y así poder revisar, controlar y modificar algún rubro en el caso que fuera necesario, para poder realizar los rubros es necesario contar con toda la información necesaria para la ejecución de la obra como son los planos, especificaciones técnicas y las actividades de esta.[2]

Presupuesto de obra

El presupuesto de la obra consiste en la determinación del valor económico que hace referencia a la suma de las actividades de la obra a ejecutarse. La obra debe contar con un presupuesto el cual estará conformado por la estimación de precios y cantidades que son analizadas para cada actividad a realizar; es decir que el presupuesto es la suma tanto de los costos directos e indirectos de un proyecto. [3]

Costos Directos

Estos son los costos que se identifican fácilmente como relacionados con poner los componentes de la instalación en su lugar. Ellos representan el costo de los recursos utilizados por las actividades, como los materiales instalados, trabajadores y equipos utilizados y subcontratistas. Los costos de materiales y el trabajo subcontratado tienden a ser relativamente fijo o no sujeto a variaciones considerables. La variable más importante

se refiere a los costos asociados con la mano de obra y equipo. Si se sobrestiman las estimaciones de productividad, estos costos se sobrepasarán. Sobreestimar la productividad resultará en una mayor duración para completar el proyecto. Si la productividad está subestimada, los costos estarán por debajo del presupuesto para ese elemento de trabajo, y el tiempo para completar la actividad también se reducirá.[3]

EQUIPOS	MANO DE OBRA	TRANSPORTE	MATERIALES
•TARIFA HORARIA •RENDIMIENTO	•REMUNERACION •BENEFICIO SOCIAL •RENDIMIENTO	•STOCK •OBRA MINIMA	•APORTE UNITARIO (CANTIDAD DENTRO DEL RUBRO) •PRECIOS

Figura 4 Costos Directos

Costos indirectos

Los costos indirectos corresponden a los gastos generales necesarios para la ejecución de los trabajos no incluidos en los costos directos que realiza el contratista, tanto en sus oficinas centrales como en el sitio de los trabajos, y comprende entre otros: los gastos de administración, organización, dirección técnica, vigilancia, supervisión, construcción de instalaciones generales necesarias para realizar conceptos de trabajo, el transporte de maquinaria o equipo de construcción, imprevistos y, en su caso, prestaciones laborales y sociales correspondientes al personal directivo y administrativo.[2]

Los costos indirectos son aquellos que no se identifican específicamente como estar asociado con un elemento de trabajo en particular. Estos costos son generalmente incurridos sea o no el trabajo productivo es realmente consumado. Cada proyecto requiere ciertos costos para ser incurridos mientras el proyecto esté en marcha. Estos son específicamente relacionados con un trabajo, como un superintendente de sitio, campamento de obra o valla de seguridad. Generalmente no están relacionados con cualquier actividad particular del proyecto. Dado que estos costos son incurridos independientemente de la cantidad de trabajo realizado, Las duraciones más largas del proyecto resultarán en costos indirectos más altos.

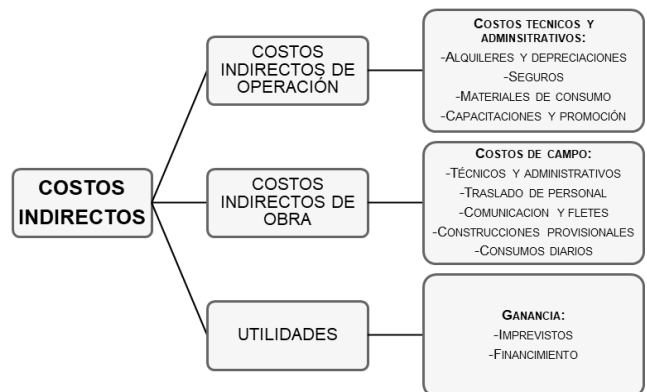


Figura 5 Costos Indirectos

En la programación se presentan algunos cronogramas que son utilizados para un mejor manejo de la obra:

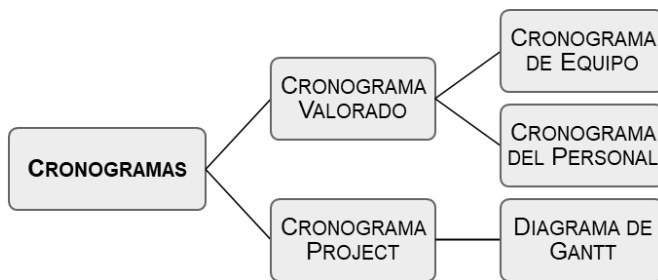


Figura 6 Cronograma

Control de la Obra

El control de la obra a ejecutarse nos permite realizar una comparación entre lo ejecutado con lo que se planifico, así poder detectar errores y dar soluciones de la mejor manera.

Está basado en llevar un control tanto de los costos como ingresos del proyecto tales como del personal, materiales, equipos y maquinarias de obra, a su vez se deberá calcular y analizar cada uno de los rubros para llevar un corrector control.

Alcance

Consisten en detallar todas las responsabilidades de las partes como los requisitos y características para la entrega del proyecto.[3]

Recursos

Es importante tener en cuenta los costos que se generan en la construcción de la obra analizando cada recurso humano, maquinaria y el tiempo.

Tiempo

Consiste en determinar el marco de tiempo en el que se va a las actividades que intervienen en la obra a realizarse.

IV. BUILDING INFORMATION MODELING – BIM (MODELADO DE INFORMACIÓN DE CONSTRUCCIÓN)

BIM se define de muchas formas diferentes y tiende a significar cosas diferentes para diferentes personas. En un extremo, BIM es puramente un habilitador técnico en forma de un sofisticado software, y en el otro extremo, ofrece un marco filosófico que ofrece un cambio de paradigma dentro del sector de la construcción. En efecto, BIM es ambos extremos y todo lo que se interpone entre ellos. [4]

Las primeras definiciones de BIM siempre colocaron la naturaleza digital de BIM en su núcleo. El desarrollo y uso de una tecnología para simular la construcción y el funcionamiento de una instalación desde la que las vistas y los datos adecuado a las diversas necesidades de los usuarios se pueden extraer y analizar. Estos datos son softwares aplicados

a BIM luego se utiliza para generar información para la toma de decisiones que mejoran el proceso de entrega de la instalación. BIM también puede ser definido como un modelo de información de construcción, o BIM (por sus siglas en ingles), utiliza tecnología digital de vanguardia para establecer una representación computable de todas las características físicas y funcionales de una instalación y su información relacionada con el proyecto / ciclo de vida, y ser un depósito de información para que el propietario / operador de la instalación la use y mantenga durante todo el ciclo de vida de una instalación. Más directamente, "Building Information Modeling (BIM) es un enfoque habilitado por TI para administrar datos de diseño en la industria. Autodesk considera colaborativa la naturaleza de BIM desde la ventana de tecnología. Se vuelven más técnicos al señalar los BIM tienen tres características principales: crear y operar en bases de datos digitales para la colaboración; gestiona el cambio a través de las bases de datos para garantizar un cambio en cualquier parte de la base de datos, está coordinado en todas las demás partes; captura y conserva información para reutilizarla agregando aplicaciones específicas de la industria de AEC (Arquitectura, Ingeniería y Construcción). Una definición más completa es ofrecida por Eastman y col. (2008) como "Una tecnología de modelado y un conjunto asociado de procesos para producir, comunicar y analizar modelos de construcción. Los modelos de construcción se caracterizan por:

1. Componentes que están representados con representaciones digitales inteligentes (objetos) que "saben" lo que son y pueden asociarse con atributos gráficos y de datos y reglas paramétricas.
2. Componentes que incluyen datos que describen cómo se comportan, según sea necesario para los análisis y procesos de trabajo, por ejemplo, despegue, especificación y análisis energético.
3. Datos coherentes y no redundantes de modo que se representen los cambios en los datos de los componentes en todas las vistas del componente.
4. Datos coordinados de manera que todas las vistas de un modelo estén representadas en un camino."



Figura 7 El Ciclo de Vida BIM

REVIT

Autodesk Revit es un software de modelado de información de construcción para arquitectos, arquitectos paisajistas, ingenieros estructurales, ingenieros mecánicos, eléctricos y de plomería (MEP), diseñadores y contratistas. El software original fue desarrollado por Charles River Software, fundada en 1997, rebautizada como Revit Technology Corporation en 2000, y adquirida por Autodesk en 2002. El software permite a los usuarios diseñar un edificio y una estructura y sus componentes en 3D, anotar el modelo con dibujo 2D. elementos y acceder a la información del edificio desde la base de datos del modelo del edificio. Revit es un modelado de información de construcción 4D capaz con herramientas para planificar y rastrear varias etapas en el ciclo de vida del edificio, desde el concepto hasta la construcción y posterior mantenimiento y / o demolición. [5]

NAVISWORK

Utilizado principalmente en las industrias de la construcción para complementar los paquetes de diseño 3D (como Autodesk Revit, AutoCAD y MicroStation), Navisworks permite a los usuarios abrir y combinar modelos 3D; navegar alrededor de ellos en tiempo real (sin la posibilidad WASD); y revise el modelo utilizando un conjunto de herramientas que incluyen comentarios, líneas rojas, puntos de vista y mediciones. Una selección de complementos mejora el paquete agregando detección de interferencias, simulación de tiempo 4D, renderizado fotorrealista y publicación similar a PDF. [5]

Dimensiones de la Metodología BIM

BIM se puede utilizar como una herramienta sostenible para gestionar y diseñar proyectos de construcción a través de sus siete dimensiones: 1D: datos del programa, 2D: diseño basado en los datos, 3D: modelado, 4D: tiempo, 5D: costos,

6D: adquisiciones y 7D: sostenibilidad. Tiene Se ha argumentado que la dimensión de sostenibilidad (7D) podría afectar a las otras seis dimensiones del concepto BIM, como, por ejemplo, BIM puede Elaborar la información necesaria para el diseño, la certificación y el análisis sostenibles constantemente disponible, lo que lleva a una reducción de costos (5D) asociada con la sostenibilidad análisis.[6]

BIM 3D

BIM-3D = Arquitectura + Estructura + Instalaciones. Representa la geometría del edificio y es una colección de objetos. Una manera perfecta de visualizar que el producto final se verá tal y como lo hemos diseñado. [1]

BIM 4D

BIM-4D = BIM-3D + Programación/Tiempo. Es una derivación directa de la geometría BIM-3D y una optimización de los recursos. A partir de la geometría, se extraen cantidades y se asignan estas cantidades a los recursos; luego se aplican la secuencia lógica, mediante la creación de un programa optimizado para conseguir que el proyecto fluya sin problemas. [1]

BIM 5D

La estimación de costos basada en modelos (5D) proporciona un acceso rápido y confiable a la cantidad actual datos también ayuda a determinar fácilmente los cambios de costo creados por diferentes diseños alternativas. Es cierto que no solo con fines de estimación presupuestaria sino también con parámetros definidos en objetos inteligentes, es de gran beneficio como método en el que Se puede seguir el progreso y los flujos de dinero. Otro punto para destacar es que este es el beneficio es el efecto de BIM en todas las disciplinas y todas las partes interesadas debido a su naturaleza. [1]

Estos factores son los puntos fuertes de las actividades 5D BIM frente a los procesos tradicionales. Sin embargo, la incapacidad de modelar todos los procesos de construcción en 5D trae el requisito continuar con dibujos en 2D para lograr una estimación de costos precisa. se debe notar que 5D se define no solo como un análisis de costos basado en modelos, sino también como un plan de costo de vida donde los costes se consideran integrados. Donde se evalúan los datos de costos y tiempos juntos, se pueden realizar análisis críticos sobre el proyecto en general y estos análisis conviértase en un recurso digital para el trabajo futuro con tecnologías como el aprendizaje automático. [7]

V. METODOLOGÍA BIM

El software BIM con soporte 5D desarrollado por diferentes empresas ayuda en la digitalización de análisis de costos. Se pueden ofrecer diferentes soluciones según el seleccionado software. Sin embargo, la adopción de procesos 5D por parte del personal del proyecto es mucho más

importante que las soluciones ofrecidas por el software. Modelos 3D creados con diferentes El software se puede importar con los datos, el software del programa de trabajo y puede funcionar con el La base de datos con la que trabajar son puntos a tener en cuenta en la selección del software. [8]

La capacidad del software seleccionado para ser exportado directamente a las extensiones de Excel, que es la herramienta más utilizada de la gestión de proyectos tradicional, o para apoyar Los formatos CSV y XML facilitarán la transferencia de datos. Otro problema importante en la transferencia de datos es que la entrada puede llegar al punto de salida sin ninguna intervención. La forma más básica de lograr esto es que los datos deben contener una clave única que puede ser reconocida por todo el software. Identificación correcta de la ruta de transferencia de datos; asegurará que la información correcta llegue a la persona correcta en el tiempo justo.[9]

La identificación del proceso de transformación de los datos recopilados en la información hará que los datos transferidos sean significativos. Es un hecho indiscutible que la contribución de datos que no se transformen en conocimiento a la gestión de proyectos será limitada. Los datos recopilados para la toma de decisiones deben organizarse, resumirse, analizarse y sintetizarse. La transformación de los datos multidimensionales recopilados por la “integración 4D y 5D” en información hará una contribución significativa a los procesos de toma de decisiones. El sistema de soporte de decisiones (Decision Support System-DSS), que se define como el sistema que brinda apoyo a los tomadores de decisiones en el proceso de toma de decisiones en el análisis de datos, puede ser un sistema basado en BIM cuando se gestiona correctamente. No solo la riqueza de los datos, sino también la visualización y la naturaleza simulable de los modelos 3D fortalecen el papel del modelo 3D en un sistema de apoyo a la toma de decisiones. Esto demuestra que los BIM son bases de datos enriquecidas visualmente que respaldan los procesos de toma de decisiones. [8]

La base de datos creada por modelos 3D permite el análisis multidimensional integrado con bases de datos de diferentes disciplinas. Por ejemplo, DSS se puede utilizar para evitar la interrupción de las otras construcciones afectadas por la pérdida de tiempo causada por los trabajos de excavación tardíos debido a los desplazamientos. En otro ejemplo, el costo adicional y la evaluación del tiempo de espera debido a la revisión del proyecto se pueden analizar mucho más rápidamente y, en el futuro, se pueden tomar medidas en las primeras etapas para problemas que puedan causar controversia. [10]

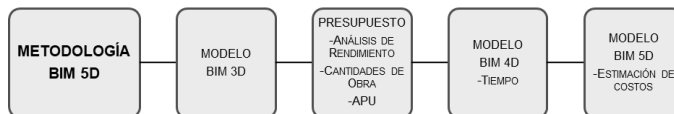


Figura 8 Metodología BIM 5D VI. DESARROLLO

Para dar inicio al proyecto se revisó los planos y especificaciones técnicas proporcionadas por el GAD Municipal de Daule, de la Construcción del “PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA PARROQUIA LA AURORA”, después de haber revisado toda la información requerida para proceder a realizar el cálculo de las cantidades de obra pertenecientes a los diferentes rubros que conforman el presupuesto.

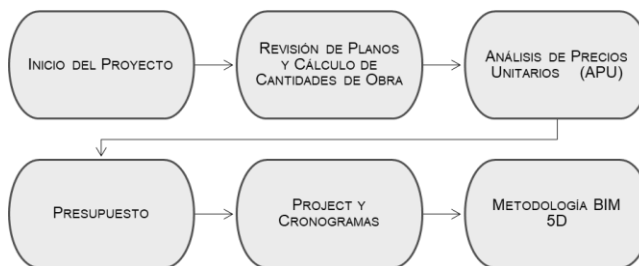


Figura 9 Flujo de la Planificación

Descripción del Proyecto

La Estación de Tratamiento a denominarse en este proyecto Estación de Tratamiento de Agua La Aurora o ETA LA AURORA , haciendo relación al conglomerado humano al que prestará servicio, comprenderá un conjunto de edificios y equipos que se construirán en una predio cerrado, a ubicarse en un sector despoblado actualmente aledaño a la Urbanización La Joya con acceso a proveerse desde La Rioja, a través de la Vial 8 o la Av. Víctor Caicedo, de conformidad con el Plan Maestro Vial de la parroquia La Aurora.

Las edificaciones se ubicarán en dos niveles, dada la configuración topográfica del sector que obliga a practicar una atractiva terracería; siendo la cota de la plataforma más alta 12,42 y la más baja la cota 10,50. La configuración urbanística de la planta representa ventajas hidráulicas y ecológicas para el sistema, habiéndose procurado armonía con el entorno y preservación del medio.

En la urbanización ETA LA AURORA se emplazarán las unidades de procesamiento de agua, la casa de químicos, sala de administración - laboratorio de control de procesos, la caseta de equipos eléctricos, casa de cloro y demás facilidades

de operación. En el mismo predio se implantará el reservorio bajo y la estación de bombeo de agua potable.

Las edificaciones se agrupan en sectores administrativo y operativo, asignando un área específica para los equipos mecánicos y eléctricos.

Se construirán en la primera etapa se construirán las siguientes estructuras e instalaciones principales:

1. Unidades de Potabilización de Agua (UPA): 2 módulos o unidades
2. Área de Operaciones Químicas.
3. Área de Cloro, que incluye la Bodega de Cilindros y las cámaras de dosificación de Cloro
4. Cámara Colectora o de Contacto (Desinfección de Agua Filtrada).
5. Reservorio Bajo y de Servicio.
6. Estaciones de Bombeo.
7. Casa de Administración y Laboratorio de Control de calidad del agua.
8. Casa de Operadores.

A futuro se requerirá construir una bodega adicional para los insumos químicos, para lo cual se prevé el espacio suficiente.

Las edificaciones guardarán una armonía de estilo arquitectónico, tanto en la configuración, estructura, cubierta, colores externos de pintura y cuentan con los servicios básicos sanitarios.

La iluminación exterior de toda la planta de tratamiento está compuesta por lámparas led montadas en postes de hierro galvanizado de 9 m de altura a lo largo de toda la urbanización.

La urbanización contará con sus vías internas asfaltadas, siendo el acceso para incorporarse al sistema vial municipal. Tendrá áreas verdes con especies adecuadas, del medio y aceras adoquinadas. Se podrá, incluso, implementar una fuente de agua ornamental en el centro del espacio de circulación vehicular, a futuro, para tener una moderna visión paisajista ecológica del entorno.

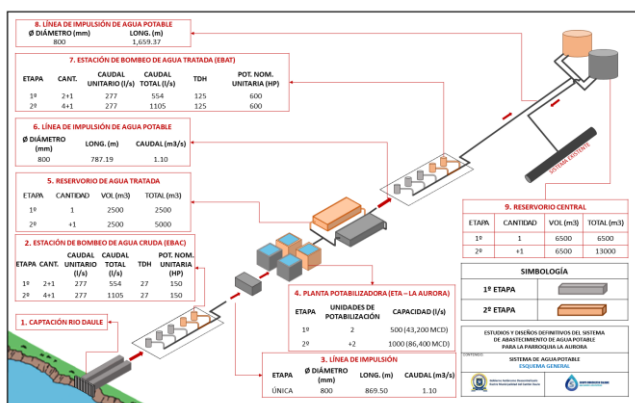


Figura 10 Esquema general del sistema de abastecimiento de agua potable

Metodología BIM 5D

Para aplicar la metodología BIM 5D se debe realizar un modelado en tres dimensiones (3D), en este caso utilizamos Revit 2019; este modelado se basa en planos arquitectónicos y estructurales del proyecto de la Planta de Tratamiento de Agua Potable de la Parroquia La Aurora.

Luego de obtener el modelado en 3D, se van a incorporar las otras dos dimensiones de la metodología; para esto utilizamos el software Navisworks 2019 que nos permite integrar un modelo en 3D con una programación desarrollada en Ms Project con sus respectivos recursos en cada rubro, obteniendo así la cuarta dimensión 4D que son los tiempos estimados para ejecutar la obra, y la quinta dimensión 5D que son los costos del proyecto. Además, el software Navisworks nos va a dar como resultado una simulación animada del proceso constructivo.

VII. PLANIFICACIÓN DE LA OBRA

Determinación de los rubros

El desarrollo de este capítulo estará ligado directamente a los rubros que se enumeran en la siguiente tabla.

TABLA 1
Rubros Del Proyecto

DESCRIPCIÓN	UNIDAD
DESBROCE Y LIMPIEZA	m2
TRAZADO Y REPLANTEO DE ESTRUCTURAS Y TUBERÍAS	m2
EXCAVACIÓN A MÁQUINA EN SUELO	m3
RELLENO DE MATERIAL ADECUADO PROVENIENTE DE EXCAVACIÓN	m3
RELLENO DE MATERIAL GRANULAR FILTRANTE COMPACTADO	m3
SUB BASE CLASE I E = 30 CM	m3
ACABADO GRAVILLA (E = 0,10 M)	m2
SUELO - CEMENTO	m3
SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ARMADURAS PARA ESTRUCTURAS HASTA 3.00 METROS DE ALTURA	Kg
SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE PERFILES METÁLICOS CON PROTECCIÓN ANTICORROSIVA	Kg
HORMIGÓN DE LIMPIEZA F'C = 100 KG/CM2	m3
HORMIGÓN SIMPLE F'C = 140 KG/CM2 PARA CONTRAPISO	m3
HORMIGÓN SIMPLE F'C = 210 KG/CM2 PARA ESTRUCTURAS (INCLUYE ENCOFRADO)	m3
HORMIGÓN SIMPLE F'C = 350 KG/CM2 PARA ESTRUCTURAS CON INHIBIDOR DE CORROSIÓN SIN CLORUROS Y MICRO SILICE AL 5% DEL PESO DEL CEMENTO (INCLUYE ENCOFRADO)	m3
JUNTA ELÁSTICA EXPANSIVA NUCLEAR	m
CERRAMIENTO PERIMETRAL TIPO I	m
CERRAMIENTO PERIMETRAL TIPO II	m
MUROS DE HORMIGÓN SIMPLE F'C = 210 KG/CM2	m3
BORDILLO - CUNETA DE HORMIGÓN SIMPLE F'C = 210 KG/CM2	m3
CANALETA EN V DE HORMIGÓN SIMPLE F'C = 210 KG/CM2	m
MAMPOSTERÍA DE BLOQUE DE HORMIGÓN E= 20 CM	m2
MAMPOSTERÍA DE BLOQUE DE HORMIGÓN E= 10 CM	m2
ENLUCIDO CON MORTERO	m2
PINTURA EXTERIOR (EMPASTE) LATEX	m2
REVESTIMIENTO DE FACHALETAS DE PIEDRA PIZARRA NATURAL	m2
REVESTIMIENTO CON LADRILLO MACIZO ROJO	m2
FIBROCEMENTO TIPO TEJA	m2

CAPA DE RODADURA DE HORMIGÓN ASFÁLTICO EN PLANTA E = 2" (5 CM) (INC. IMPRIMACIÓN Y TRANSPORTE)	m2
ACERA PALETEADA F'C = 210 KG/CM2 E = 10 CM	m2
ADOQUÍN PEATONAL DE ARCILLA E = 6 CM	m2
PUERTA DE INGRESO VEHICULAR (8.22 X 2.70 M)	u
SEÑALÉTICA DEFINITIVA. LETREROS	u
ÁREA VERDE (CÉSPED)	m2
PROVISIÓN E INSTALACIÓN DE CEREZOS (MUNTINGIA CALABURA L) H = 8 - 10 M. DIAM = 0,20 M	u
EXCAVACIÓN A PULSO PARA CIMIENTOS	m3
RELLENO COMPACTADO A PULSO CON MATERIAL DE EXCAVACIÓN	m3
HORMIGÓN CICLÓPEO 60% H.S. Y 40% PIEDRA	m3
PINTURA INTERIOR (EMPASTE) ESMALTE	m2
PINTURA INTERIOR (EMPASTE) LATEX	m2
PUERTA DE MADERA 0.70 X 2.00 M	u
PUERTA DE MADERA 0.80 X 2.10 M	u
PUERTAS DE ALUMINIO Y VIDRIO 6 MM (BRONCE)	m2
VENTANAS DE ALUMINIO Y VIDRIO 4 MM (BRONCE) CON MALLA ANTI INSECTOS	m2
LAVAMANOS	u
INODORO	u
DUCHA	u
PUNTO DE AAPP	u
DISTRIBUCIÓN DE AAPP Ø1/2"	m
PUNTO DE AASS Ø4"	u
PUNTO DE AASS Ø2"	u
DESCARGA DE AASS Ø4"	m
DESCARGA DE AASS Ø2"	m
CAJA DE REGISTRO	u
TAPA METÁLICA PARA CISTERNA	u
BOMBA MONOFÁSICA 1/2 HP	u
PUESTA EN MARCHA Y OPERACIÓN (45 DÍAS)	u
PASAMANOS, ESCALERAS, PLATAFORMA Y PERFILERÍA METÁLICA	u
PANELES DE CONTROL DE FILTROS, INCLUYE HYDRORANGERS	u
VERTEDERO AJUSTABLE CÁMARA DE CONTROL DE NIVEL	u
MITIGACIÓN AMBIENTAL - ESTACIÓN DE TRATAMIENTO DE AGUA	Global
REVESTIMIENTO EPÓXICO PARA PISOS (ANTIDESLIZANTE)	m2
QUIEBRASOLES EN EXTERIORES DE ALUMINIO ANODIZADO COLOR BRONCE Y TUBERÍA CUADRADA DE ALUMINIO	m2
BAJANTE DE AALL DN = 110 PVC	m
BLOQUE ORNAMENTAL DE HORMIGÓN CON MALLA ANTI INSECTO DE NYLON	m2
REVESTIMIENTO DE PAREDES CON AZULEJO BLANCO	m2
EXTRACTOR DE AIRE	u
SUMINISTRO Y APLICACIÓN DE IMPERMEABILIZANTES Y PROTECCIÓN DE LAS SUPERFICIES DE HORMIGÓN	m2
GEOTEXTIL NT 3000; GEOMALLA TRIAXAL TX 160	m2
SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CINTA PVC 0 - 22 CM PARA JUNTAS DE CONSTRUCCIÓN	m
MONTAJE DE PLACAS EN FLOCULADORES, EN LOSETAS DE CANALES	u
MORTERO PARA SELLO DE PLACAS Y TAPAS PREFABRICADAS	m
SUMINISTRO Y APLICACIÓN DE CURADOR PARA HORMIGÓN	m2
SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE ADITIVO PARA SELLADO DE JUNTAS	Kg
RECUBRIMIENTO INTERIOR CON PELÍCULA PROTECTORA TIPO BELZONA MOLECULAR 5811 O SIMILAR EN DOS CAPAS DE E=300	m2
HORMIGÓN POROSO SIMPLE F'C = 100 KG/CM2	m3
POLIESTIRENO EXPANDIDO	m2

SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE IMPERMEABILIZANTE TIPO IGAS NEGRO O SIMILAR	m
JUNTA GUMBA TIPO 1800 (FV1870) O SIMILAR	m2
MORTERO DE REGULARIZACIÓN DE LOSA INFERIOR	m3
CUBIERTA DE STEEL PANEL	m2

VIII. APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM 5D

Modelado del proyecto

Para realizar el modelo en 3 dimensiones 3D, se utilizó el software Revit 2019 de Autodesk, basándonos en la secuencia programada en el Project.

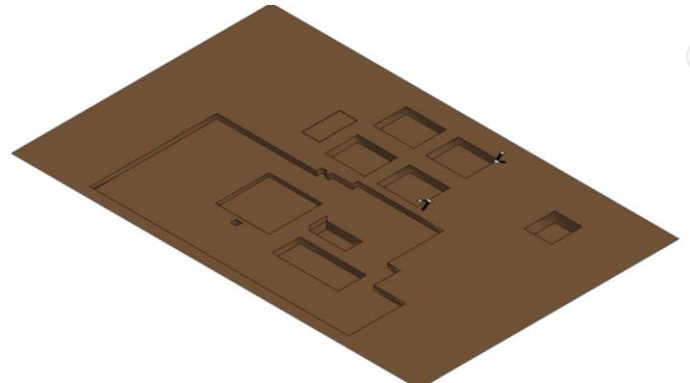


Figura 11 Excavación Modelado BIM 3D

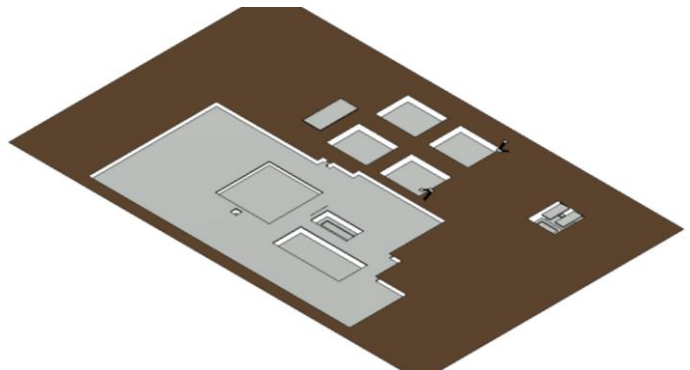


Figura 12 Cimentaciones Modelado BIM 3D

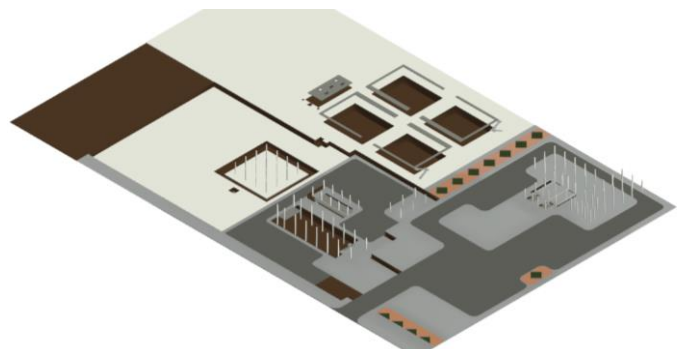


Figura 13 Pisos y Vías Modelado BIM 3D

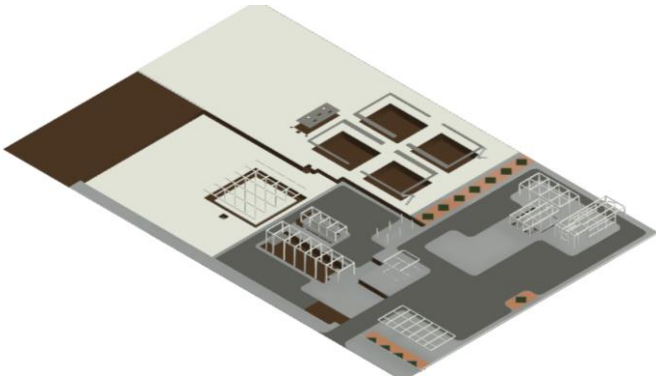


Figura 14 Estructuras Modelado BIM 3D



Figura 18 Vista Lateral Modelado Final BIM 3D

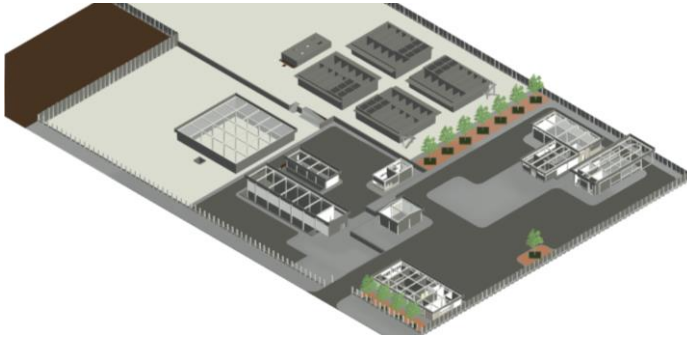


Figura 15 Paredes, Rampas Y Taludes Modelado BIM 3D

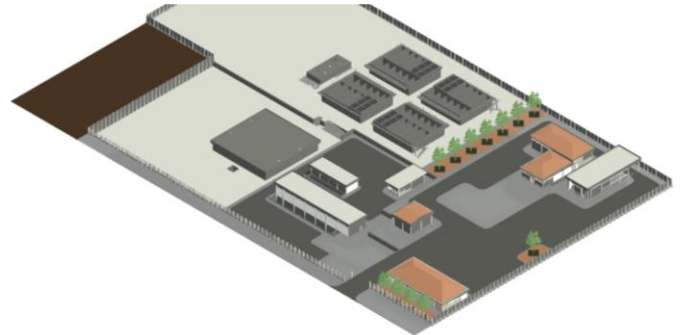


Figura 19 Modelado Final BIM 3D



Figura 16 Ventanas y puertas modelado BIM 3D

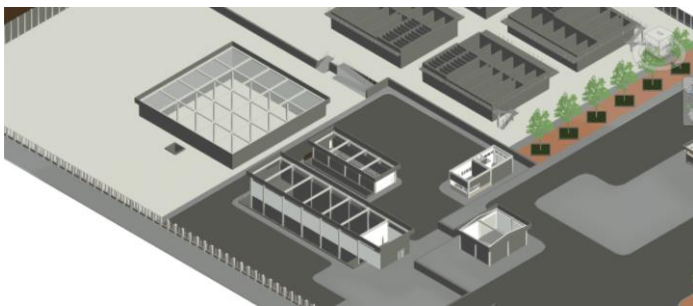


Figura 17 Paredes Y Estructuras Modelado BIM 3D

IX. INTEGRACIÓN DEL BIM 3D Y PROJECT

Para poder crear la dimensión de BIM 5D es necesario contar con el modelo BIM 3D finalizado y la programación en Ms Project (Diagrama de Gantt), para esto necesitamos utilizar el software Navisworks.

Para iniciar el proceso añadimos el modelo BIM 3D en Navisworks.

Para iniciar el proceso de animación se debe de utilizar la herramienta llamada Timeliner que es la que permite importar desde otros softwares el cronograma del proyecto, en este caso optamos por Ms Project.

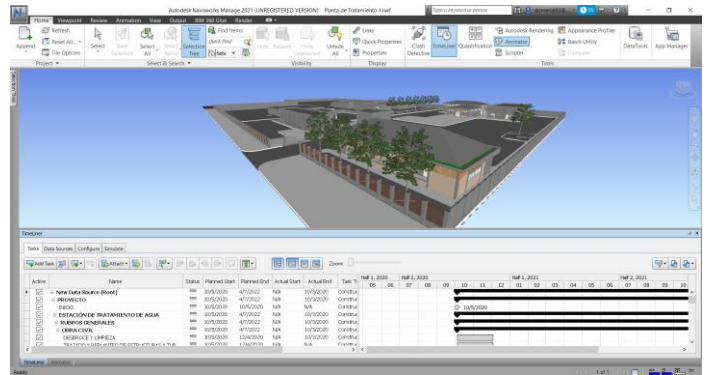


Figura 23 Project Importado Con Tareas Y Costos Asignados

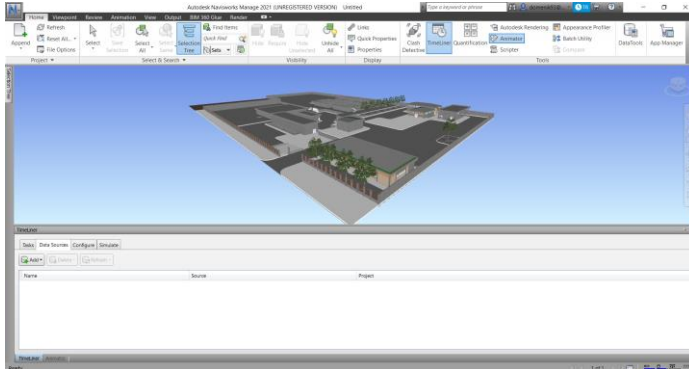


Figura 20 Importar Modelado 3D De Revit A Naviswork

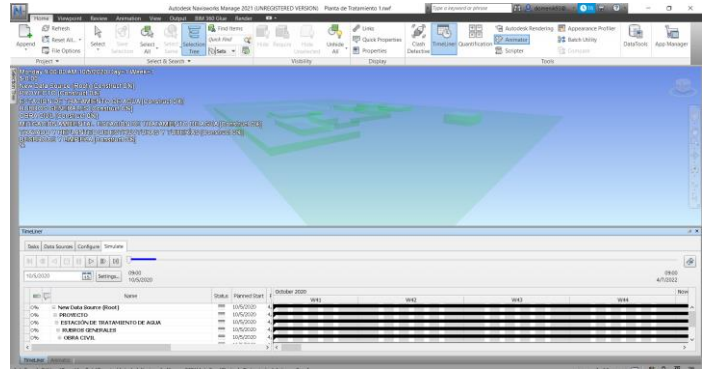


Figura 24 Inicio de la simulación BIM 5D

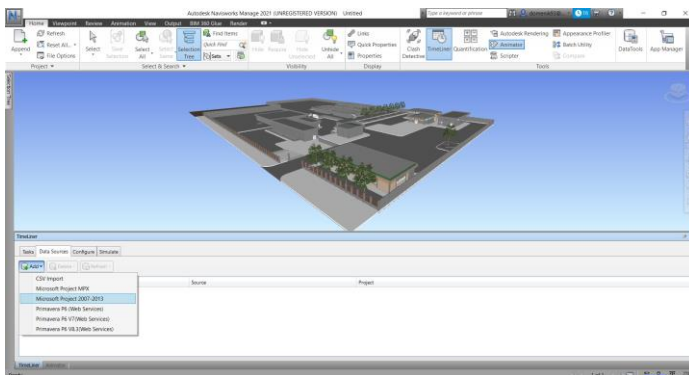


Figura 21 Uso de la opción Timeliner para importar nuestro Project

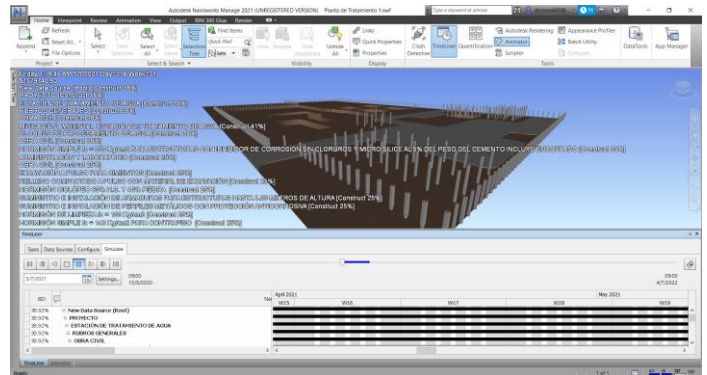


Figura 25 Simulación BIM 5D Final

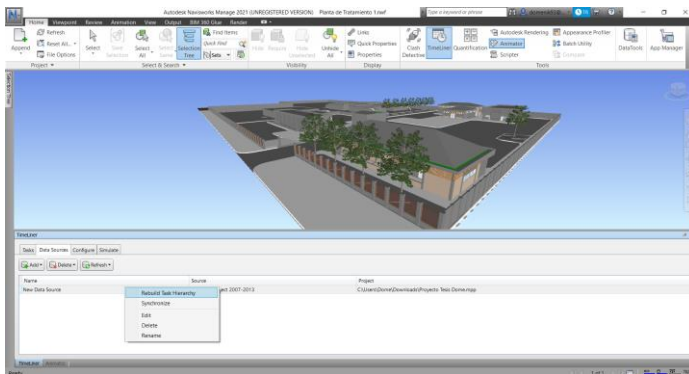


Figura 22 Con El Project Ya Importado Regeneramos Las Jerarquías De Tareas

X. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

Aplicando la metodología BIM 5D para la planificación y control del avance de la obra civil para la construcción de la Planta de Tratamiento de Agua Potable para la Parroquia La Aurora, se cumplió con los objetivos propuestos: se realizó el análisis de los precios unitarios para obtener el presupuesto de obra; se desarrollaron los cronogramas en Ms Project asignando los recursos y costos a cada una de las tareas del proyecto.

Se estableció que la planificación y control de obra se desarrolla de forma fácil y fluida gracias al uso de la metodología BIM 5D, ya que el modelado cuenta con toda la información del proyecto; se garantiza la calidad de la obra con la correcta selección de materiales ya que el modelado final BIM 5D nos brinda toda la información necesaria de cada elemento a construirse.

Recomendaciones

Para futuros proyectos a realizarse se recomienda emplear la metodología BIM 5D, ya que esta metodología va a dar como resultado que el tiempo a desarrollarse y sus recursos sean optimizados con una mejor organización para poder obtener una visión más idónea y óptima evitando así futuros errores constructivos en su etapa de ejecución.

XI. REFERENCIAS

- [1] K. C. Laudon and J. P. Laudon, *Sistemas de información gerencial*. 2000.
- [2] J. Arroyo, D. Rendón, G. Flor, and S. Guerrini, "Application Of BIM 5D Methodology In The Construction Of A Children's Park," 2020. [Online]. Available: http://laccei.org/LACCEI2020-VirtualEdition/full_papers/FP57.pdf.
- [2] A. Borrmann, C. Koch, M. König, and J. Beetz, *Building Modeling Information*. 2010.
- [3] S. Ofluoglu, O. O. Ozener, and U. Isikdag, *Advances in Building Information Modeling*, vol. 1188. Cham: Springer International Publishing, 2020.
- [4] M. Shehata and F. Rodrigues, "Project Management and BIM for Sustainable Modern Cities Proceedings of the 2nd GeoMEast International Congress and Exhibition on Sustainable Civil Infrastructures, Egypt 2018-The Official International Congress of the Soil-Structure Interaction Group in Egypt (SSIGE) Sustainable Civil Infrastructures." [Online]. Available: <http://www.springer.com/series/15140>.
- [5] Autodesk® (2018). *BIM for the Building Lifecycle*.
- [6] C. Eastman, P. Teicholz, R. Sacks, and K. Liston, *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors*, vol. s7-II, no. 32. 1886.
- [7] Associated General Contractors of America. (2005). *The Contractor's Guide to BIM*, 1st ed. AGC Research Foundation, Las Vegas, NV.
- [8] Azhar, S., Nadeem, A., Mok, J., & Leung, B. (2008). *Building Information Modeling (BIM): A New Paradigm For Visual Interactive Modeling And Simulation For Construction Projects*.
- [9] Smith, P. (2014). *BIM Implementation—Global Strategies*.
- [10] Smith, P. (2014). *BIM & The 5D Project Cost Manager*.

ORCID iD

Jorge José Arroyo Orozco <https://orcid.org/0000-0002-4785-368X>
Doménica Rendón González <https://orcid.org/0000-0002-1702-1321>