

Apoyo técnico en los procesos de elaboración de costos, presupuestos y licitaciones de los proyectos en desarrollo por parte de la empresa Prisma Techniques S.A.S

Cristian Dayan Silva Villalba
ID. 000325289

Universidad Pontificia Bolivariana
Facultad de Ingeniería Civil
2021

Apoyo técnico en los procesos de elaboración de costos, presupuestos y licitaciones de los proyectos en desarrollo por parte de la empresa Prisma Techniques S.A.S

Plan de Trabajo
Práctica Empresarial

Cristian Dayan Silva Villalba
Id. 000325289

Ludwing Pérez Bustos
Ingeniero Civil
Supervisor Docente

Álvaro Javier Herrera Muñoz
Ingeniero Civil
Supervisor Empresa

Universidad Pontificia Bolivariana
Facultad de Ingeniería Civil
2021

Nota de Aceptación

Firma presidente del Jurado

Firma Jurado N°1

Firma Jurado N°2

Bucaramanga, Junio de 2021

DEDICATORIA

A Dios por concederme salud, sabiduría y compañía a lo largo de mi vida. A mi madre por siempre confiar, creer en mí y enseñarme el valor del estudio. Porque me ha brindado su apoyo, además de su amor puro y sincero a lo largo de mi vida, logrando siempre sacar lo mejor de mí en momentos cruciales. A mi nonita por ser ese ser tan especial y lleno de virtudes, porque con cada palabra me brinda amor y comprensión. A mi padre porque a pesar de todo siempre me ha brindado su apoyo incondicional. Al resto de mi familia que siempre han creído en mí y me han apoyado de alguna u otra forma. A mi mejor amigo que a pesar de las adversidades, me ha enseñado el valor de la vida y a que el esfuerzo siempre tendrá grandes recompensas.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Pontificia Bolivariana, por los conocimientos adquiridos tanto académica como humanísticamente durante estos años, que me ayudaron a formarme a nivel profesional y personal.

A mi supervisor académico, Ing. Ludwing Pérez Bustos por ayudarme y guiarme durante este proceso.

A la empresa Prisma Techniques S.A.S por brindarme esta gran oportunidad de enriquecerme profesionalmente en mi práctica empresarial. Al Ing. Alejandro Naranjo y al Ing. Diego Calderón por instruirme y apoyarme en mi proceso formativo.

Finalmente agradecer a todas las personas que fueron partícipes de mi proceso académico, con quienes compartí experiencias inolvidables y enriquecedoras.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	1
1. OBJETIVOS	3
1.1. OBJETIVO GENERAL.....	3
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	3
2. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA	4
2.1 MISIÓN	4
2.2 VISIÓN	4
3. MARCO TEÓRICO	5
4. METODOLOGÍA	11
5. DESCRIPCIÓN DE LOS PROYECTOS	12
5.1. ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LAS OBRAS DE LA NUEVA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE CONVENCIONAL DEL MUNICIPIO DEL SOCORRO, DEPARTAMENTO DE SANTANDER. 12	
5.1.1 <i>Ubicación del proyecto</i>	<i>13</i>
5.2. TCONSTRUCCIÓN PTAR ANAEROBIA PARA LA FASE I DEL PLAN MAESTRO DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL PARA EL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DEL PLAYÓN, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.....	15
5.2.1 <i>Descripción y localización del proyecto</i>	<i>15</i>
5.3 MEJORAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE LA PTAP (PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE, VEREDA LA PUTANA, MUNICIPIO DE BETULIA SANTANDER.....	16
5.3.1 <i>Descripción del proyecto</i>	<i>16</i>

5.3.2 Localización del proyecto.....	17
6. DESARROLLO DEL PLAN DE TRABAJO	18
6.1 PERIODO DE CAPACITACIÓN.....	18
6.2 APOYO TÉCNICO PARA LA PTAP CONVENCIONAL DEL MUNICIPIO DE EL SOCORRO, SANTANDER.	19
6.3 APOYO REALIZADO EN EL CONTRATO EN EJECUCIÓN DEL MEJORAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE UBICADA EN EL SECTOR LA CABEZONERA, MUNICIPIO DE BETULIA, SANTANDER.	27
6.6 PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL (PTAR) DE TIPO ANAEROBIA, MUNICIPIO DE EL PLAYÓN, SANTANDER.....	30
7. APORTE AL CONOCIMIENTO.....	37
7.1 RECOMENDACIONES PREVIAS PARA TENER EN CUENTA	38
7.2 PRIMEROS PASOS	40
7.3 CONFIGURACIÓN DE MATERIALES Y CREACIÓN DE ELEMENTOS	43
7.4 AGREGAR ELEMENTOS A PARTIR DE FAMILIAS REVIT.....	52
8. CONCLUSIONES.....	61
BIBLIOGRAFÍA	62

TABLA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Localización geográfica del municipio de El Socorro en el Departamento de Santander -----	12
Ilustración 2. Localización PTAR PLAYÓN, ubicación planimétrica sobre fotografía aérea ---	16
Ilustración 3. Ubicación PTAP Betulia -----	18
Ilustración 4 Planimetría PTAP -Socorro-----	20
Ilustración 5. Niple pasa muro Bridado, -----	21
Ilustración 6. Unión brida universal -----	21
Ilustración 7. Captura Perfil tramo de tubería.Autodesk Civil-----	22
Ilustración 8. Modelo utilizado memoria de cálculo de cantidades proyecto Ptap convencional. -----	24
Ilustración 9. Estructura para presupuesto Ptap Convencional Socorro -----	25
Ilustración 10. Formato realización de Especificaciones Técnicas-----	26
Ilustración 11. Captura, modelo de cronograma avance de obra -----	27
Ilustración 12. Captura de pantalla, Estructuración descripción de actividades. -----	28
Ilustración 13. Esquema a mano alzada de la finalización del pretratamiento y reactor, sedimentador, cloración y lechos de secado -----	31
Ilustración 14. Bosquejo pretratamiento PTAR Anaerobia Playón -----	31
Ilustración 15. Diseño inicial presentado al municipio del Playón por parte de la empresa -----	33
Ilustración 16. Captura PTAR el Playón, vista general. tomada de archivo entregable en Autodesk Revit 2022 -----	33
Ilustración 17. Captura de pantalla del detalle estación de bombeo PTAR Proyecto Playón. ----	35

Ilustración 18	Plano de detalle unidad de pretratamiento PTAR El Playón-----	36
Ilustración 19.	Pantalla inicio Autodesk Revit-----	38
Ilustración 20	Menú Cargar familia Autodesk-----	40
Ilustración 21	Alzado Este-----	41
Ilustración 22	Elementos creados en navegador de proyectos y las vistas de alzado -----	41
Ilustración 23	Cambio Unidades-----	42
Ilustración 24.	Bosquejo general Pretratamiento con herramienta línea de detalle -----	43
Ilustración 25	Edición espesor de muros -----	44
Ilustración 26	Creación Muro arquitectónico -----	44
Ilustración 27	Edición Grosor Muro -----	45
Ilustración 28	Selección y edición de material-----	45
Ilustración 29	Muros en concreto-----	46
Ilustración 30	Editar perfil de un elemento-----	47
Ilustración 31	Muro antes y después de aplicar la edición del perfil-----	47
Ilustración 32	Ficha Crear, Sub ficha Formas en la opción Modelado in situ -----	48
Ilustración 33	Creación elemento con herramienta modelado in situ-----	49
Ilustración 34.	Continuación – creación elemento con herramienta modelado in situ-----	49
Ilustración 35	Cilindro creado modelado in situ-----	50
Ilustración 36	Cilindro con perforación-----	51
Ilustración 37	Rejilla de cribado, herramienta modelado in situ -----	51
Ilustración 38	Avance proyecto-----	52
Ilustración 39	Selección tubería de 6 pulgadas con la implementación de librerías PAVCO ----	54
Ilustración 40.	Creación tramo de tubería -----	54
Ilustración 41.	Uniones Sanitarias-----	55

Ilustración 42 Proyecto con válvulas y tuberías	56
Ilustración 43. Creación de barandilla para pasarela PTAR	57
Ilustración 44. Proyecto después de agregar barandillas	58
Ilustración 45. Modelado final pretratamiento en Revit	59
Ilustración 46. Sección/Corte de detalle Pretratamiento	60

TABLA DE IMÁGENES

Imagen 1. Localización del proyecto Planta convencional	13
Imagen 2. Fotografía aérea vista en planta de PTAP Convencional	14
Imagen 3. Instalación inyección de floculante por medio de collarín.....	29
Imagen 4. Sedimentador de alta tasa (Izquierda) y presedimentador (Derecha).....	29

RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO

TITULO: APOYO TÉCNICO EN LOS PROCESOS DE ELEBORACIÓN DE COSTOS, PRESUPUESTOS Y LICITACIONES DE LOS PROYECTOS EN DESARROLLO POR PARTE DE LA EMPRESA PRISMA TECHNIQUES S.A.S

AUTOR(ES): CRISTIAN DAYAN SILVA VILLALBA

PROGRAMA: Facultad de Ingeniería Civil

DIRECTOR(A): LUDWING PEREZ BUSTOS

RESUMEN

El presente informe de práctica empresarial tiene como objetivo principal especificar las labores o actividades realizadas en la empresa Prisma Techniques S.A.S, la cual ha venido realizando diversos proyectos que involucran el análisis, diseño, construcción, operación y mantenimiento de sistemas de tratamiento de agua potable y residual. Conforme a lo anterior se realizaron actividades de apoyo en la revisión y organización de presupuestos, las cuales involucraban la realización del cálculo de cantidades de obra (Validadas a partir de planos existentes), cotización de precios de materiales para hacer las respectivas adaptaciones a los APUs (Análisis de precios unitarios). Por otra parte, se llevó a cabo la realización de especificaciones técnicas, redacción de informes de visita cumpliendo con las exigencias e indicaciones preestablecidas. Además, se realizaron labores de dibujo asistido por computador en los softwares Autodesk Revit y AutoCAD que permitieron la digitalización de planos. Además, en este documento se presenta una guía básica del proceso de modelamiento de una unidad de tratamiento de agua residual implementando la metodología BIM en Autodesk Revit 2022 en su versión académica, y a su vez se mencionan datos importantes que permitirán al lector la reutilización de información para futuros proyectos.

PALABRAS CLAVE:

Presupuesto, Especificaciones técnicas, Cantidades de obra, Modelamiento.

V° B° DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO

GENERAL SUMMARY OF WORK OF GRADE

TITLE: TECHNICAL SUPPORT IN THE PROCESSES OF COST IMPROVEMENT, BUDGETS AND TENDERS OF PROJECTS IN DEVELOPMENT BY THE COMPANY PRISMA TECHNIQUES S.A.S

AUTHOR(S): CRISTIAN DAYAN SILVA VILLALBA

FACULTY: Facultad de Ingeniería Civil

DIRECTOR: LUDWING PEREZ BUSTOS

ABSTRACT

The principal objective of this professional practice report is to specify the tasks or activities developed in the company Prisma Techniques SAS, which has been developing some projects that involve the analysis, design, construction, operation and maintenance of drinking water treatment systems and residual. According to the above support activities were conducted in reviewing and organizing budgets, which involved the completion of calculating amounts of work (Validated from existing flat), price quotation of materials to make the respective adjustments to the APUs (Analysis of unitary prices). On the other hand, the technical specifications were carried out, as well as the drafting of visit reports, complying with the pre-established requirements and indications. In addition, computer-aided drawing work was developed out in Autodesk Revit and AutoCAD software that allowed the digitization of plans. Also, this document presents a basic guide to the modeling process of a wastewater treatment unit implementing the BIM methodology in Autodesk Revit 2022 in its academic version, and at the same time, important data is mentioned that will allow the reader to reuse information in futures projects.

KEYWORDS:

Budget, Technical specifications, quantities of work, Modeling

V° B° DIRECTOR OF GRADUATE WORK

Introducción

En los últimos en los últimos años Colombia ha venido presentando un gran crecimiento en materia de infraestructura permitiendo un desarrollo social, cultural y económico que ha beneficiado a toda la población directa e indirectamente afectada. Pero ese mismo desarrollo también ha producido impactos de tipo ambiental, afectando los diferentes ecosistemas de forma negativa e involucrando gran cantidad de especies de flora y fauna. Uno de los aspectos más importantes en materia de infraestructura en el país ha sido la implementación y construcción de estructuras que ayuden a mitigar daños directos en la calidad del agua de las diferentes fuentes hídricas del territorio colombiano, lo anterior debido a que tiempo atrás todas las disposiciones finales de agua residual iban a parar a diferentes estructuras hidráulicas que conducían estas aguas hacia ríos , quebradas, lagos, entre otros cuerpos de agua, sin presentar ningún tipo de tratamiento previo a disposición final.

Es por lo anterior que la empresa Prisma Techniques S.A.S se ha planteado o tiene como principal objetivo el tratamiento o la creación de sistemas estructurales y prefabricados que permitan el tratamiento del agua potable y residual, con el fin de dar un apoyo al ecosistema o mitigar estas reacciones negativas contaminantes y perjudiciales para el medio ambiente, permitiendo así mejorar la calidad de vida humana.

En el presente informe se tiene como objetivo principal ilustrar el apoyo realizado en los procesos y actividades que se desarrollaron con la empresa en diferentes proyectos que involucran directamente el tratamiento de agua potable y residual en distintas zonas del país, realizadas a su

vez en un periodo de cuatro (4) meses labores que permitieron la descripción, cuantificación y cualificación de los mismos, para así realizar labores de apoyo en la adecuación de presupuestos, cálculo de cantidades de obra, realización de informes de visita, elaboración de planos de implantación, perfil y detalle de las diferentes unidades de tratamiento de una planta de agua residual de tipo anaerobia mediante la implementación de la metodología BIM en el software Autodesk Revit.

1. Objetivos

1.1. Objetivo General

- Desarrollar actividades de seguimiento y apoyo en las diferentes labores ejecutadas por la empresa Prisma Techniques S.A.S.

1.2. Objetivos Específicos

- Brindar apoyo en la elaboración de presupuestos de obra y memorias de cálculo de cantidades.
- Realizar labores de delineante en los proyectos ejecutados por la empresa.
- Ejecución de especificaciones.
- Apoyo en la realización de informes de obra y/o consultoría.
- Brindar apoyo en la realización de visitas de residencia de obra de acuerdo con lo solicitado por el supervisor y el representante legal.

2. Descripción de la empresa

Prisma Techniques S.A tiene actualmente una trayectoria de ocho meses en el mercado a nivel departamental y nacional, enfocado principalmente en la conservación del recurso hídrico, mediante la formulación y concepción de proyectos relacionados con la ampliación del saneamiento básico y agua potable en sus diferentes proyectos.

2.1 Misión

Prisma Techniques S.A es una empresa que destaca por su compromiso en el desarrollo de proyectos civiles, sanitarios y ambientales dentro del marco de la sostenibilidad, generando diseños optimizados para garantizar a las comunidades el acceso a servicio público de acueducto y alcantarillado en óptimas condiciones.

2.2 Visión

Consolidarse en 5 años como una empresa líder en la consultoría, formulación, cálculo, presupuestación y ejecución de proyectos relacionados con acceso al agua potable, alcantarillado y saneamiento básico.

Prisma Techniques S.A Es una empresa que destaca por su compromiso en el desarrollo de proyectos civiles, sanitarios y ambientales dentro del marco de la sostenibilidad, permitiendo garantizar a las comunidades el acceso a servicio público de acueducto y alcantarillado.

3. Marco Teórico

- **Presupuesto:** El presupuesto es la presentación por escrito del costo de una obra o por un proyecto que está compuesto a su vez por una serie de partidas y subpartidas, dentro del presupuesto se debe tener en cuenta todos los conceptos que se van a realizar en la obra, así mismo este presupuesto no permite conocer el costo de cada uno de los conceptos mediante un precio previamente analizado, este costo es la suma total de partida y subpartida para finalmente ejecutar dicha obra, en este medio se conoce dos tipos de presupuesto: el primero representa a una empresa privada o particular el segundo representa una organización pública o gubernamental, en este medio un presupuesto se puede determinar por diferentes motivos, una de ellas es por solicitud directa de un particular, por una invitación de un particular o dependencia para concursar en una licitación pública que por lo general se publican por parte de las dependencias gubernamentales y en algunas ocasiones las empresas privadas.

El presupuesto es entendido como una herramienta que permite planificar y controlar la organización de un proyecto, así mismo realizar el seguimiento de la consecución de los objetivos marcados además de medidas correctoras con el fin de cumplir con lo establecido en el proyecto. [1]

- **Delineante:** En la construcción de cualquier obra civil se realiza una serie de planos técnicos que permite mostrar visualmente las directrices sobre cómo construir un producto o estructura, así mismo estos planos incluyen detalles como especificar las dimensiones,

materiales y procedimientos, además en sus funciones se encuentra la interpretación adecuada de los planos y documentación gráfica del proyecto, también se encarga de manera importante en la solución para la facilitar la comprensión del proyecto. [2]

- **Estimación de costos:** Es un proceso que permite desarrollar una estimación aproximada de los recursos que se necesitan para la ejecución de la obra, el beneficio clave es determinar qué cantidad de costos serán requeridos en las actividades del proyecto.

Una vez establecidos los costos es momento de pasar el proyecto a la determinación del presupuesto donde se lleva a cabo la suma de todos los costos y establecer una línea de costos autorizada, este proceso permite detectar las desviaciones con respecto al plan, como así mismo tomar las medidas correspondientes sin que este se vea perjudicado, como resultado contamos con informes de desempeño del trabajo, pronóstico de costos , solicitudes de cambios , actualizaciones al plan para la dirección de proyecto, a los documentos del proyecto y a los activos de los procesos de la organización. [3]

- **Planta de Tratamiento de Agua Residual (PTAR):** Tanto Industrial (PTARI) como Doméstica (PTARD) es un requisito importante para la conservación de vida en el planeta y el cuidado del agua. Con el tiempo, se han mejorado los métodos y aplicaciones para el tratamiento de aguas residuales. Muchas de estas tecnologías para el tratamiento de aguas, permiten una recuperación de recursos y se dan un valor importante al residuo que se genera. [4]

- **Función de una Planta de tratamiento de aguas residuales:**

Una planta de tratamiento de aguas residuales – PTAR realiza la limpieza del agua usada y las aguas residuales para que pueda ser devuelto de forma segura a nuestro medio ambiente.

- Eliminar los sólidos, desde plásticos, trapos y vísceras hasta arena y partículas más pequeñas que se encuentran en las aguas residuales.
- Reducir la materia orgánica y los contaminantes – bacterias útiles y otros microorganismos naturales que consumen materia orgánica en las aguas residuales y que luego se separan del agua.
- Restaurar el oxígeno – el proceso de tratamiento asegura que el agua puesta de nuevo en nuestros ríos o lagos tiene suficiente oxígeno para soportar la vida. [5]

Por otro lado, se encuentran las aguas residuales de la industria y agroindustria las que están obligadas por normatividad a tener sus propios sistemas de tratamiento.

En las plantas de tratamiento podemos encontrar tres tratamientos el primero es el preliminar y primario, secundario y terciario, también podemos encontrar los lodos como parte del tratamiento terciario.

- **Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP):** se construyen en acero, mampostería o concreto, cerca de los yacimientos de agua para purificarla y ofrecerla para el consumo de comunidades o campamentos obreros que no tienen acceso a una fuente municipal de agua como las que hay en las ciudades o municipios pequeños y medianos. Las normas ISO certifican que este tipo de planta de tratamiento de agua potable estén diseñadas para un óptimo manejo, mantenimiento, envío e instalación.
- Cada planta se adecúa para tratar aguas con distintas características como turbiedad, caudal

y color. Es importante conocer con antelación el tipo de agua a tratar para proveer la solución más conveniente, así como también la más económica en términos de mantenimiento. El mecanismo hidráulico de las plantas de tratamiento hace más económico su mantenimiento gracias a la independencia de energía eléctrica. Algunas también cuentan con sistemas automatizados de mantenimiento que a través de sensores advierten el inicio de un proceso de auto lavado para después reactivarse y volver a su funcionamiento normal.

- La planta de tratamiento de agua potable funciona a través de mecanismos de bombas de aire y filtros para la remoción de sólidos. Dependiendo del tipo de planta de tratamiento de agua potable, se pueden fabricar con distintos tipos de filtro; en algunos casos configurados, en serie o en paralelo y de forma doble o multicapa (en estos casos la filtración es más rigurosa para purificar y pulir aguas de mejor calidad). En otros casos se tratan aguas de mayor turbiedad (como las aguas de pozo) incluso con sólidos como el hierro o el manganeso y se procesan para eliminar el mal olor de igual manera. Si se desea, también es posible instalar tanques de clarificación para el agua. [6]

- **Consultoría:** La consultoría a nivel de la Ingeniería Civil es un servicio profesional es un servicio que permite asesorías en temas necesarios cuando hablamos de una obra civil, estos temas son técnicos y propios de profesionales, es importante resaltar que la consultoría Civil se puede desempeñar en periodos cortos
 - En el área de la geotecnia, se realizan estudios relacionados con la mecánica de suelos como son el análisis de estabilidad de taludes, el diseño de cimentaciones, el estudio de suelos, la revisión de taludes de corte y terraplén en carreteras y estudios geotécnicos en general.

- En el área de estructuras, se evalúan las diferentes obras civiles de concreto y acero con el equipo necesario para determinar la integridad de sus elementos ante eventos naturales y artificiales. Se dictaminan las estructuras y en caso de ser necesario se proponen los refuerzos necesarios. Se hace la modelación de estructuras para hacer la simulación de estados críticos, lo cual permite determinar la seguridad de un inmueble. [7]

- **Metodología BIM:** BIM es un acrónimo de Building Information Modeling (Modelado de información de construcción), y es un método comúnmente utilizado en los campos de la Ingeniería Civil y también en la Arquitectura, está basado en colocar en común cada uno de los agentes que son implicados en un proyecto y así se establece una base en donde se unifican los datos, diseños y los resultados que se aportan, cada elemento muestra en su totalidad como sería el comportamiento y su ejecución, dado lo anterior, la metodología BIM es de gran importancia en la toma de decisiones en cada proceso ingenieril. La recopilación de datos precisos mejora notablemente la productividad y la claridad de una obra o construcción. Además, permite reducir considerablemente la falta de comunicación y los errores de diseño y claramente mejorar la toma de decisiones, al integrar todos los agentes se genera un modelo con la información relacionada con el edificio u obra en construcción durante todo su ciclo de vida, desde su concepción inicial, su vida útil hasta su demolición. [8]

- **Software Revit:** Este programa de modelamiento permite trabajar la parte arquitectónica como también el análisis para los diseños, la coordinación y la documentación, facilita las tareas relacionadas con el diseño de proyectos o procesos de trabajo, lo que mas caracteriza

a este software es que todo lo que se modela es mediante objetos inteligentes es decir familias paramétricas además de que son obtenidos en 3D sobre la marcha y a medida que se va desarrollando la idea del proyecto, igualmente es posible el almacenamiento de la información gracias a una gran base de datos racional. Además, en caso de realizarse un cambio en el proyecto, Revit tiene la capacidad de coordinarse automáticamente para mostrar la última versión trabajada, sin que los cambios influyan en todo el proceso lo que agiliza el tiempo de trabajo además de reducir los errores durante la ejecución del proyecto. [9]

- **Software AutoCAD:** Es una aplicación de dibujo asistido que permite a Arquitectos, Ingenieros y otros profesionales crear modelos bidimensionales (2D) y tridimensional (3D) de mallas y superficies solidas. AutoCAD se convirtió rápidamente en un programa usado en todo el mundo debido a su capacidad para realizar dibujos automáticamente y al abundante conjunto de herramientas.

Es utilizado a nivel profesional en muchas industrias para hacer desde el diseño hasta la construcción de exhibiciones de pisos de exposiciones ya que permite una atención al detalle y la complejidad del diseño.

La versión más reciente de AutoCAD proporciona a los constructores las herramientas analíticas necesarias además de solucionar problemas de tensión y los niveles de carga en cada estructura de soporte de un edificio diseñado virtualmente. [10]

- **Especificaciones Técnicas:** Son un único documento en el cual se establecen las obligaciones de la administración del proyecto durante su construcción, define las exigencias de calidad que debe tener la construcción como también los parámetros que el

propietario desea que se vean representadas, las especificaciones complementan los planos ya que esta muestra la información que gráficamente no se puede observar o aquella que por su dimensión no se pueden ubicar en los planos, también se pueden definir los requerimientos en cuanto a materiales, equipos y calidad de obra de mano, igualmente define los procesos o protocolos se deben seguir dentro de la construcción. [11]

4. Metodología

El estudiante inicialmente bajo la guía del tutor fue capacitado y guiado en la realización de modelamientos en software computacional, que permitieron la realización a detalle de planos de emplazamiento y cortes con el fin de dar una guía visual e ilustrar los componentes constructivos de unidades de tratamiento de aguas y, además, soportar la cuantificación de materiales constructivos en los diferentes proyectos. Por ende, el estudiante tuvo que estar en la facultad de generar un rápido muestreo de las cantidades de materiales a utilizar en los diversos proyectos, aprovechando el uso de software basado en un sistema de información constructiva que permite al usuario la creación de proyectos a través del modelamiento computacional, implementando métodos diferenciales comparado con los softwares que utilizan sólo la geometría 2D o 3D sin llegar a diferenciar los elementos complejamente.

El estudiante llevó a cabo la aplicación de los conocimientos adquiridos, brindando apoyo en el desarrollo de los diferentes proyectos ejecutados por la empresa Prisma Techniques S.A.S, contemplando la elaboración de APU's, cronogramas y memorias de cálculo de cantidades de obra, informes, entre otras actividades.

5. Descripción de los proyectos

5.1. Estudios y diseños para las obras de la nueva planta de tratamiento de agua potable convencional del municipio del El Socorro, departamento de Santander.

El municipio de El Socorro está situado en el Departamento de Santander, en las coordenadas geográficas: $6^{\circ}28'40''$ de latitud norte y $72^{\circ}16'17''$ de longitud occidental del meridiano de Greenwich. La localidad se extiende sobre un plano inclinado a una altura de 1230 metros sobre el nivel del mar, su mayor y menor altura alcanzan los 1700 y 800 metros respectivamente, siendo la capital de la provincia Comunera.



Ilustración 1. Localización geográfica del municipio de El Socorro en el

Departamento de Santander

Fuente Alcaldía de El Socorro [12]

5.1.1 Ubicación del proyecto

El proyecto resultado de la consultoría realizada, se encuentra ubicado en el municipio de El Socorro, específicamente en el lote destinado al sistema de tratamiento convencional presente ubicado entre las calles novena y onceava, y las carreras quinta y octava, (ver Imagen 1).



Imagen 1. Localización del proyecto Planta convencional

Fuente: Grupo consultor

Este proyecto ha sido formulado para el municipio con el propósito de evaluar su estructura de potabilización denominada “planta convencional”. El municipio cuenta con tres sistemas de tratamiento, Planta Cinco mil, Planta Puriblock y planta convencional. Los sistemas de abastecimiento Cinco mil, como sistema principal, y Puriblock, como sistema de reserva para usar durante paradas de la cinco mil, se encargan de suministrar agua al 53% de la población de las mallas intermedias, suroriental, nororiental, sector T800, sector T500 y zapatero urbano, cuentan

con una solución definitiva de acueducto proyectada hasta el año 2041. Por otro lado, el sistema convencional es el encargado del suministro de agua en la parte céntrica del municipio y cuenta con 47 años de servicio (Ver Imagen 2), este atiende al 47% del área total de prestación del servicio y presenta constantes fluctuaciones de funcionamiento, razón por la cual se determina la necesidad de ahondar en la cuantificación del requerimiento de agua potable para los sectores atendidos por ésta como los son el sector T2, T3, Zapatero rural y Ossorio/presentación. De modo que conforme al plan de optimización de la prestación del servicio público de acueducto se pretende entregar una solución de acueducto con proyección de diseño al año 2046 para los sectores atendidos, los cuales contienen en su mayoría, colegios, entidades comerciales, estatales y la mayor cantidad de la población involucrada.



Imagen 2. Fotografía aérea vista en planta de PTAP Convencional

Fuente: Grupo consultor

5.2. Construcción PTAR anaerobia para la Fase I del plan maestro de alcantarillado sanitario y pluvial para el casco urbano del municipio del Playón, departamento de Santander.

5.2.1 Descripción y localización del proyecto

Este proyecto se formuló para el municipio de Playón Santander con el propósito de satisfacer su imperante necesidad de saneamiento básico respecto al servicio de alcantarillado. Los sistemas de prestación de recolección, transporte y disposición de aguas servidas presenta un rendimiento de cumplimiento de un 80%, motivo por el cual se procede a su reformulación remanente del 20% y se procede a la presentación del sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas del municipio del Playón, El dimensionamiento del sistema se efectuó considerando las resoluciones 0330 de 2017 y la 661 de 2019 para presentación de tecnologías de sistemas de acueducto, alcantarillado y aseo. El sistema consta de un tren de pretratamiento primario incorporando un sistema de cribado, desarenado y trampa grasa, proseguido de un sistema secundario de reacción anaerobia de flujo pistón RAP, finalizando con un sistema de desinfección por contacto el cual deriva finalmente en un zanjón trapezoidal que derivará al emisario final sobre el cuerpo innominado. El sistema de tratamiento municipal se desarrollará en un lote ubicado a 500 m de la vivienda más cercana la cual requerirá de un sistema de bombeo para transporte de aguas residuales al encontrarse por encima de la cota rasante del ultimo pozo del sistema de alcantarillado municipal (Ver Ilustración 2).

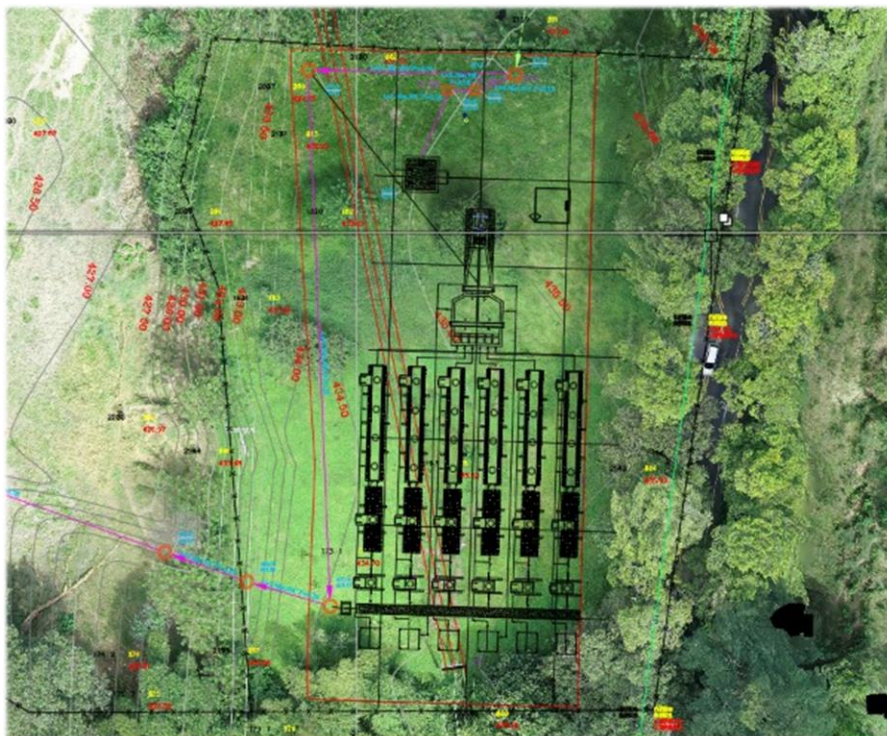


Ilustración 2. Localización PTAR PLAYÓN, ubicación planimétrica sobre fotografía aérea

Fuente: Prisma Techniques S.A.S

5.3 Mejoramiento y mantenimiento de la Ptap (Planta de tratamiento de agua potable, vereda La Putana, municipio de Betulia Santander.

5.3.1 Descripción del proyecto

Este proyecto consiste en el cambio del funcionamiento hidráulico de una planta de tratamiento de agua potable compuesta inicialmente por una filtración multi punto de filtros rápidos de grava y filtros lentos de arena. La necesidad del cambio se origina en las variaciones ecológicas y climáticas que han afectado la fuente de abastecimiento, incrementando sus valores de turbidez

de un máximo de 120 NTU permitidos hasta 380 Unidades Nefelométricas. En vista de la situación presentada, Prisma Techniques S.A.S ofreció al municipio de Betulia la posibilidad de reconvertir las unidades volumétricas de filtración hacia operaciones unitarias de mezcla rápida, mezcla lenta, floculación, sedimentación de manto de lodos y sedimentación de alta tasa, finalizando con un sistema de filtración auto lavable multipunto de granulometría efectiva de 25 a 35 milímetros. El sistema se complementará con un lecho de secado para el manejo de lodos y así evitar el aporte de carga contaminante en términos de DQO (Demanda química de oxígeno), DBO5 (Demanda biológica de oxígeno) y SST (Sólidos suspendidos totales) hacia la fuente receptora la cuál abastece a sistemas agrícolas biológicos de piscicultura aguas abajo de la PTAP. Todo el rediseño de las instalaciones físicas se planeó haciendo uso de los parámetros recomendados por el reglamento técnico del sector agua potable y saneamiento básico RAS 2000, 2010 y Resolución 0330 del 2017.

5.3.2 Localización del proyecto

Este proyecto se encuentra ubicado en zona rural del municipio de Betulia, Santander a cercanías de la presa del río Sogamoso (Hidro Sogamoso), en las coordenadas 7°05'27.9" de latitud Norte y 73°25'08.5" de longitud occidental, ubicada en el sector la Cabezonera, que abastece los centros poblados la Playa, Tienda Nueva y Las Vegas, en la vereda La Putana (Ver Ilustración 3).



Ilustración 3. Ubicación PTAP Betulia

Fuente: Google Maps

6. Desarrollo del plan de trabajo

6.1 Periodo de capacitación

Con el fin de dar continuidad al informe que tiene como objetivo principal apoyar los procesos ejecutados por la empresa PRISMA TECHNIQUES S.A.S, se realizó una capacitación por parte de la organización, con el fin de ampliar los conocimientos previos al tema de modelamiento y presentación de planos en los programas de dibujo asistido por computadora Autodesk Revit 2022, AutoCAD 2018 y Autodesk Civil 3D 2019.

Esta capacitación permitió comprender el proceso e importancia que contiene la

presentación adecuada de planos de detalle, logrando desarrollar experiencia y agilidad para el acompañamiento técnico de la entidad, así mismo durante las primeras semanas el ingeniero a cargo realizó una introducción ilustrando el tipo de obras o proyectos que se acoplan más al perfil objetivo de la empresa, como también un análisis descriptivo de los proyectos en ejecución con el fin de dar un indicio que permitiera tener un enfoque claro a la hora de apoyar los diferentes planes a corto y mediano plazo de la empresa.

6.2 Apoyo técnico para la PTAP Convencional del municipio de El Socorro, Santander.

Para cumplir a cabalidad el desarrollo de este proyecto, realicé el acompañamiento técnico necesario, por lo que debí conocer el proceso constructivo de los diferentes elementos que componen la estructura, debido a esto, ha sido de gran ayuda realizar un análisis y delineado complementario de los planos (planta y perfil) de la estructura. En la realización del presupuesto, se debió tener en cuenta que para abordarlo se tuvo que realizar la cotización de precios de los materiales necesarios para con esto obtener una debida cuantificación y estructuración de la obra civil. También, realicé un conteo de las cantidades presentes en la obra y llevarlas a formato Excel para su debida cuantificación.

A continuación, se muestra el plano general de la propuesta del proyecto (ver Ilustración 3), en el cual se logra evidenciar su ubicación geográfica y además se puede tener un concepto de la dimensión de este. También, se observa que la planta estará localizada en cercanía del casco urbano del municipio.

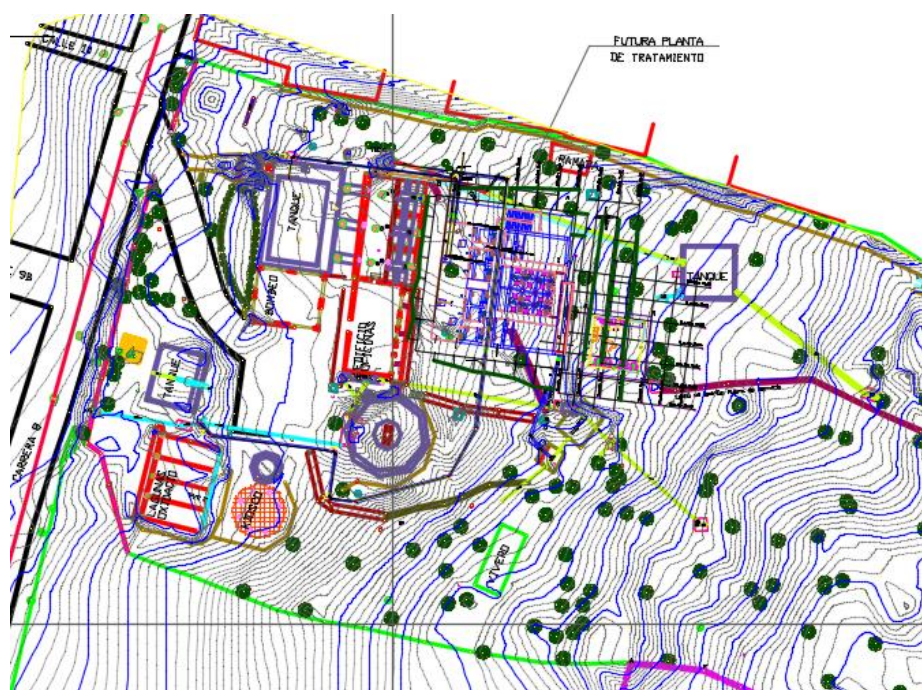


Ilustración 4 Planimetría PTAP -Socorro

Fuente. Empresa Prisma Techniques S.A.S

Por otra parte, realicé el dibujo en el software AutoCAD Civil 3D de algunos perfiles que componen la planta de tratamiento de agua potable, para lo que fue necesario presentar el detalle de los accesorios utilizados en las tuberías que suministrarán el recurso hídrico al municipio y las conductoras a los diferentes elementos de la planta. Lo anterior se ha realizado teniendo en cuenta que, para hacer el delineado de los tramos de las tuberías se tendrían pendientes entre el 1 y 5 por ciento, para así llevarlas a disposición final a una cota previamente definida por los pozos de inspección existentes, teniendo en cuenta que la diferencia de alturas mínima permitida respecto a la rasante del terreno es de 0.8 metros medidos desde la superficie del terreno, hasta la corona de la tubería.

Los accesorios utilizados más comunes para estos tramos de tubería han sido, válvulas de compuerta en Hierro Dúctil (HD) vástago, codos de 10'' x 90° en Acero inoxidable SCH, unión brida universal de 10'' R1 en HD, tuberías en PVC RED 41 de 10''. En este caso la unión brida universal permite la conexión entre la tubería lisa (PVC) (Ver Ilustración 6), teniendo en cuenta que esta unión permite pendientes entrantes y salientes de más o menos 4° para así poder instalar las conexiones debidamente. Por otro lado, se encuentra el niple pasa muro o niple ruana (Ilustración 5), el cual es un tramo de acero que ofrece la posibilidad de unir diferentes tipos de extremo o como en este caso permite el paso de un obstáculo (muro) y dar una fijación o anclaje a la tubería.



Ilustración 5. Niple pasa muro Bridado,

Fuente: obtenido de Suvalco S.A.S [13]



Ilustración 6. Unión brida universal

Fuente: Obtenido de Cagnalizaciones [14]

A continuación, se muestra una captura de un perfil hidráulico diseñado con los debidos accesorios y se permite observar el acotamiento del tramo de la tubería conductora. Estos planos deben ser lo más específicos posibles, para permitir su fácil comprensión y ejecución en obra.

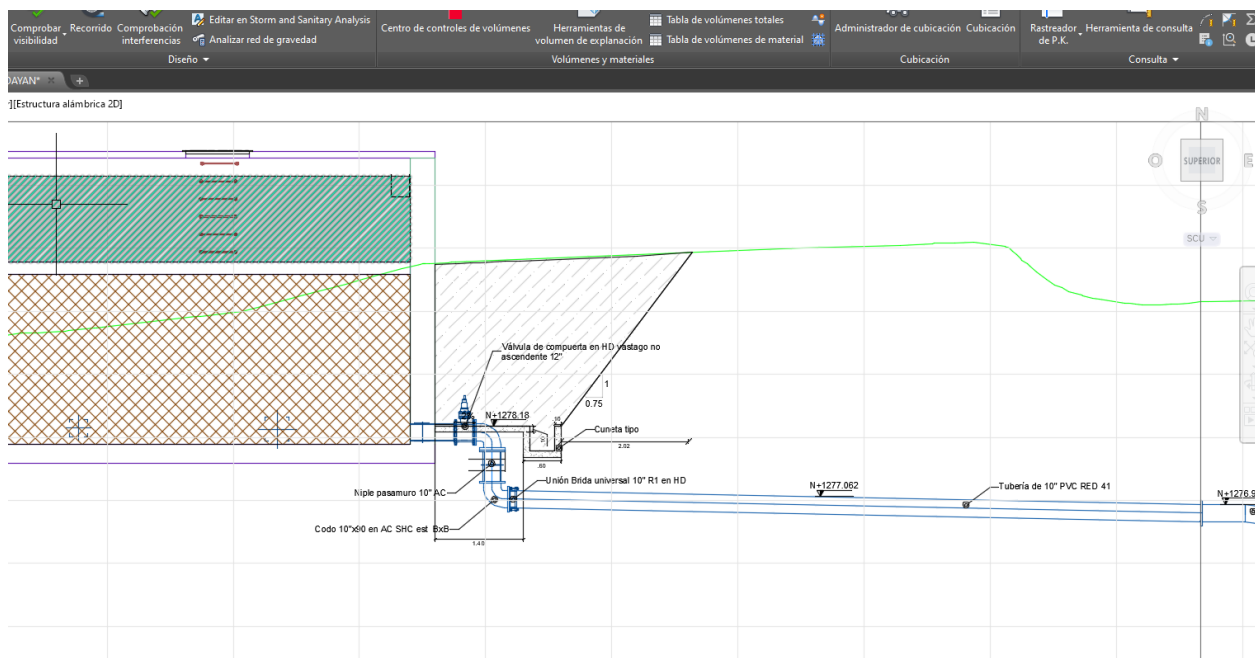


Ilustración 7. Captura Perfil tramo de tubería. Autodesk Civil

Fuente: Prisma Techniques S.A.S

Como recomendación final en el diseño y adecuación de un tramo de tubería, es importante tener en cuenta que para realizar un cambio de dirección en planta, este se puede hacer por medio de accesorios horizontales directamente, si y sólo si los ángulos de rotación obtenidos son comercialmente permisibles como lo son de 90° , 45° , 22.5° y 11.25° respectivamente, dado que se está trabajando con un diámetro considerable de tubería, de lo contrario se debe realizar el cambio de dirección por medio de accesorios colocados verticalmente con el fin de lograr el ángulo de

rotación en planta deseado. Como único inconveniente que se tiene al realizar una rotación vertical se encuentra el hecho de tener que menguar la cota de corona de la tubería a una profundidad mayor a la mínima o a la debida, ya que un factor constructivamente importante es el hecho de evitar excavar a mayor profundidad de la necesaria, para así abaratar costos, tiempos y facilitar el proceso constructivo.

En la segunda fase del proyecto realicé labores de dibujo asistido por computador y además continué realizando actividades adicionales, para dar cumplimiento al apoyo de la elaboración final del presupuesto.

Las cantidades de obra son todas aquellas cuantificaciones realizadas en base los planos, elementos o partes que componen un proyecto según sus especificaciones. Independiente de la forma en cómo se calculan, es necesario preparar o realizar algunos formatos para el cálculo de estas. Estos formatos deben contemplar de cierta forma la siguiente información: Objeto, Ítem (Correlacionado con el presupuesto), Descripción y/o nombramiento de la actividad, Unidad de medida, un esquema del elemento con el fin de facilitar su comprensión, Dimensionamiento de acuerdo a las necesidades (longitud, ancho y alto para el caso de calcular m³ de concreto; longitud, pesaje por metro lineal para calcular Kg de acero), número de elementos y por último se calcula el valor total del determinado elemento.

A continuación se muestra el formato que utilicé para la cuantificación de cantidades (Ver Ilustración 8), en este caso se observa el cálculo del concreto necesario para la construcción de ocho zapatas que forman parte de la cimentación de la caseta de cloración del proyecto, además, se puede evidenciar que se debe emplear en el esquema una señalización (se resaltan los elementos)

presupuesto.

Posterior a la cuantificación de las cantidades de obra realicé labores de apoyo en la creación del presupuesto, apoyando la realización de los respectivos ítems y capítulos (Ver ilustración 9), con el fin de estructurar por completo el presupuesto y dar paso a la hechura de los APU's (Análisis de precios unitarios) del proyecto. Adicional a lo anterior, realicé cotizaciones en las diferentes empresas de venta de materiales, insumos y elementos específicos necesarios en la ejecución del proyecto

OBJETO	PTAP CONVENCIONAL SOCORRO, SANTANDER				
UBICACIÓN					
ELABORADO POR:					
APROBADO POR:					
FECHA	MARZO DE 2021				
PRESUPUESTO GENERAL					
CAP.	DESCRIPCION	UND.	CANT	VIUNITARIO	VITOTAL
1.6	CARPINTERÍA METÁLICA			\$	-
1.6.1	Suministro e instalación de Vertedero rectangular para mezcla rápida 1,00x0,70 m en lámina acero inoxidable calibre 14	UND			
1.6.2	Suministro e instalación de Compuerta lateral removible de acceso a los floculadores de ancho 0.50m y altura 0.50 m, en lámina de acero inoxidable calibre 12, con perfil de 1" y empaques neopreno y manijas en igual material	UND			
1.6.3	Suministro e instalación de Compuerta removible en la salida de los floculadores de ancho 0.50m y altura 0.50 m, en lámina de acero inoxidable calibre 12 con perfil de 1", empaques neopreno y manijas en igual material	UND			
1.6.4	Suministro e instalación de Compuerta removible en la salida de los sedimentadores de ancho 0.3 m y altura 0.35 m, en lámina de acero inoxidable calibre 12 con perfil de 1", empaques neopreno y manijas en igual material	UND			
1.6.5	Suministro e instalación de canal estructural de 2" para soporte de módulos plásticos de sedimentación rápida tipo Colmena	ML			
1.6.6	Suministro e instalación de canal estructural de 3" para soporte de módulos plásticos de sedimentación rápida tipo Colmena	ML			
1.6.7	Suministro e instalación de angulo de 3" para soporte de módulos plásticos de sedimentación rápida tipo Colmena	ML			
1.6.8	Suministro e instalación de Canaleta metalica transversal recolectora de Agua sedimentada de 0,2 mx 3,9mx 0,25m h con doble hilera de vertedero en V de 90° de 7cm(base)* 7cm (altura) con separacion libre de 5 cm, 32 vertederos a cada lado, en lamina galvanizada e=3 mm (Incluye soportes)	UND			
1.6.9	Suministro e instalacion de Canaleta metalica de recolección de agua sedimentada de 0,3m x 9,1 m x 0,35 m h en lamina galvanizada e=4 mm, adosada a muro perimetral (incluye soportes y anclajes)	UND			
1.6.10	Pasos de acceso a estructuras o escalones en varilla de 3/4" L= ## con recubrimiento de pintura anticorrosiva @ 0,3 m	UND	10.00		
1.6.11	Escalera metálica de acceso con ancho de ##m, huella de 0,3 y contra huella de 0,18 m, incluye platinas de anclaje y su respectiva tornillería	UND	2.00		
1.6.12	Pasarelas metalicas en lugar de las de concreto				
1.6.12	Barandas metalicas en huecos de acero galvanizado de 1.2 con altura total de 1,2 m compuesta por dos tubos horizontales cada 0,6 m y postes verticales	UND			

Ilustración 9. Estructura para presupuesto Ptap Convencional Socorro

Fuente: Autor

Complementariamente a este proyecto realicé labores de apoyo en la realización de especificaciones técnicas, teniendo como objeto el hecho de integrar las pautas básicas para adelantar todas y cada una de las tareas inmersas en la construcción de las obras de los diferentes

componentes del proyecto, esperando dilucidar cualquier tipo de duda razonable para la construcción y verificación de las obras, con el ánimo de facilitar la compatibilización de los modelos de diseño con las condiciones particulares de campo.

Las especificaciones contienen entre otros tópicos: descripción de la actividad, el tipo y calidad de materiales requeridos y los procedimientos constructivos que deberán regir en la ejecución de las obras de acuerdo con los lineamientos pactados en los planos de diseño y demás consideraciones por parte de la interventoría. La idea de la realización de las especificaciones es que con la realización de estos documentos se lleven a cabo los trabajos con la calidad y el rigor propuesto en el diseño. Además, los aspectos de unidad de medida y pago se describieron en las mismas. En la siguiente ilustración se puede observar con claridad cada elemento que incluye la realización de especificaciones (Ver Ilustración 10).

DESMONTE Y LIMPIEZA

En la siguiente tabla se listan los ítems que cubre esta especificación:

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UN
1.1.3	Desmote y limpieza	M2

Unidad de Medida

DESCRIPCIÓN

Consiste en limpiar y despejar el área demarcada en los planos, o la indicada por el Interventor, de elementos y materiales que obstaculizan los trabajos posteriores. Se incluyen en este ítem, ventanearías, marcos, puertas, rejillas, silletería, vallas, postes, barandas, adoquines, juegos infantiles, estructuras y demás elementos o materiales, según el formulario de cantidades. Los elementos y materiales deberán desmontarse cuidadosamente, evitando daños que afecten su funcionalidad.

El Contratista suministrará todos los elementos de transporte y mano de obra de cargue, descargue y almacenamiento de dichos resultantes. Los materiales que no puedan ser reutilizables estarán a cargo del Contratista, quien deberá limpiar la zona y disponerlos en los bancos de desperdicios o escombreras debidamente autorizadas por la Interventoría, donde no perjudiquen el ambiente, los intereses de la entidad y en general terceras personas.

EQUIPO

- Equipo mecánico para desmontes y/o retiros.
- Equipo manual para desmontes y/o retiros.
- Equipo para cargue y transporte.

MEDIDA Y FORMA DE PAGO

La cantidad de obra correspondiente a este ítem se medirá por metro cuadrado (M2). Su valor cubre todos los costos directos e indirectos y de mano de obra generados al ejecutar dicha actividad

Ilustración 10. Formato realización de Especificaciones Técnicas

Fuente: Autor

6.3 Apoyo realizado en el contrato en ejecución del mejoramiento y mantenimiento de la Planta de tratamiento de Agua Potable ubicada en el sector la Cabezona, municipio de Betulia, Santander.

En este proyecto, inicialmente me fue asignada la labor de realizar y entregar un informe de avance de obra del proyecto, con un periodo comprendido por un mes laboral, para ello se tuvieron que realizar actividades de acompañamiento, consulta y extracción de información con respecto a lo ejecutado en campo. Debido a esto, ha sido necesario la toma de evidencia fotográfica de cada elemento ejecutado a cabalidad para dejar una constancia general de lo realizado. En el informe se incluyen ítems como el objetivo de este y una descripción resumida de las actividades ejecutadas teniendo en cuenta los porcentajes de ejecución respecto al cronograma de obra, para dar conocimiento del avance y poder llevar un sondeo general del trabajo ejecutado. A continuación, se puede observar el modelo que usé para indicar los porcentajes ejecutados de las diferentes actividades realizadas en dicho corte de obra (Ver Ilustración 11).

Actividades ejecutadas según cronograma	ACTIVIDAD \ DIAS	Muestreo general de las semanas involucradas en el informe								CUMPLIMIENTO PORCENTAJE
		Marzo (2021)				Abril (2021)				
		SEM 1	SEM 2	SEM 3	SEM 4	SEM 1	SEM 2	SEM 3	SEM 4	
	3. Adecuación de módulos de sedimentación									
	3.1 Suministro e instalación de sedimentadores en polipropileno de alta densidad									49 %
	3.2 Suministro e instalación de soportes para módulos de sedimentación metálicos de 4" x 1 ½" recubiertos en PRFV									100%
	8. Cubierta zona de tanque de almacenamiento									
	8.3 Suministro e instalación de cubierta liviana									93.45%

Ilustración 11. Captura, modelo de cronograma avance de obra

Fuente: Autor

Por otro lado, lo que se realiza con cada actividad es hacer una breve descripción, agregar algún aporte y por último adjuntar la fotografía con su descripción con el fin de evidenciar completamente el desarrollo contractual pactado. A continuación, se muestra la estructura que utilicé en la realización del informe (Ver Ilustración 12).

▲ DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES EJECUTADAS

3. ADECUACIÓN DE MÓDULOS DE SEDIMENTACIÓN

3.1 SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE SEDIMENTADORES EN POLIPROPILENO DE ALTA DENSIDAD

Se realizó la excavación manual del material filtrante existente en la zona de desbaste (actual) la cual será nueva zona de floculación lenta con un gradiente promedio de 25 s^{-1} . A continuación se presenta el registro fotográfico de la actividad.

Fotografía 1. Retiro de material por técnica manual de la futura zona de floculación



Ilustración 12. Captura de pantalla, Estructuración descripción de actividades.

Fuente: Prisma Techniques S.A.S

Posteriormente tuve que realizar una visita con el fin de hacer una inspección relacionada con el estado del agua tratada, debido a que días atrás se había presentado una dificultad con el estado de la entrega final del líquido. A partir de esto, se tenía que la comunidad observaba un estado del flujo con un aspecto que daba señal a suciedad y a la no potabilidad de esta. Para hacer el control adecuado sobre las micropartículas que estaban pasando a través del sistema de potabilización y que estaban llegando a los usuarios, se decidió implementar una solución rápida

por medio de la implementación de un collarín instalado en el tubo madre(Ver Imagen 3), que abastece al presedimentador y sedimentador (Ver Imagen 4) que tiene actualmente la planta con el fin de inyectar floculante para que al pastar por las dos unidades de tratamiento previas al tanque de almacenamiento y entrega final, las micropartículas formen flocs y así terminar logrando entregar a los tanques el agua en perfectas condiciones.



Imagen 3. Instalación inyección de floculante por medio de collarín

Fuente: Autor



Imagen 4. Sedimentador de alta tasa (Izquierda) y presedimentador (Derecha)

Fuente: Autor

6.6 Planta de Tratamiento de Agua Residual (PTAR) de tipo Anaerobia, municipio de El Playón, Santander.

En la primera fase de apoyo en este proyecto empecé la realización del modelamiento en Autodesk Revit 2022 a lo que ya tenía que contar de antemano con la topografía de la zona a implementar el proyecto y demás características. Por otra parte, primero se realizó un dibujo a mano alzada del esquema planta y perfil aproximado del proyecto en cuestión por parte del ingeniero supervisor, con el fin de tener un esquema general aproximado del resultado general. En este bosquejo se logra apreciar que el diseño va dependiente de la altura de la lámina del agua. Además, se logra apreciar cada unidad que compone el sistema de tratamiento de agua residual el cual está compuesto por una estación de bombeo, zona de pretratamiento (Cribado, desarenador, trampas grasas, cámara de inundación y cámara de reparto respectivamente), 6 trenes de tratamiento compuestos por un reactor anaerobio de flujo a pistón (RAP), tanque de sedimentación, cloración, vertedero trapezoidal de recolección y emisión final de vertimiento y por último los lechos de secado. A continuación, se muestra el bosquejo general realizado a mano alzada por el ingeniero supervisor en planta (Ver ilustración 13 y 14).

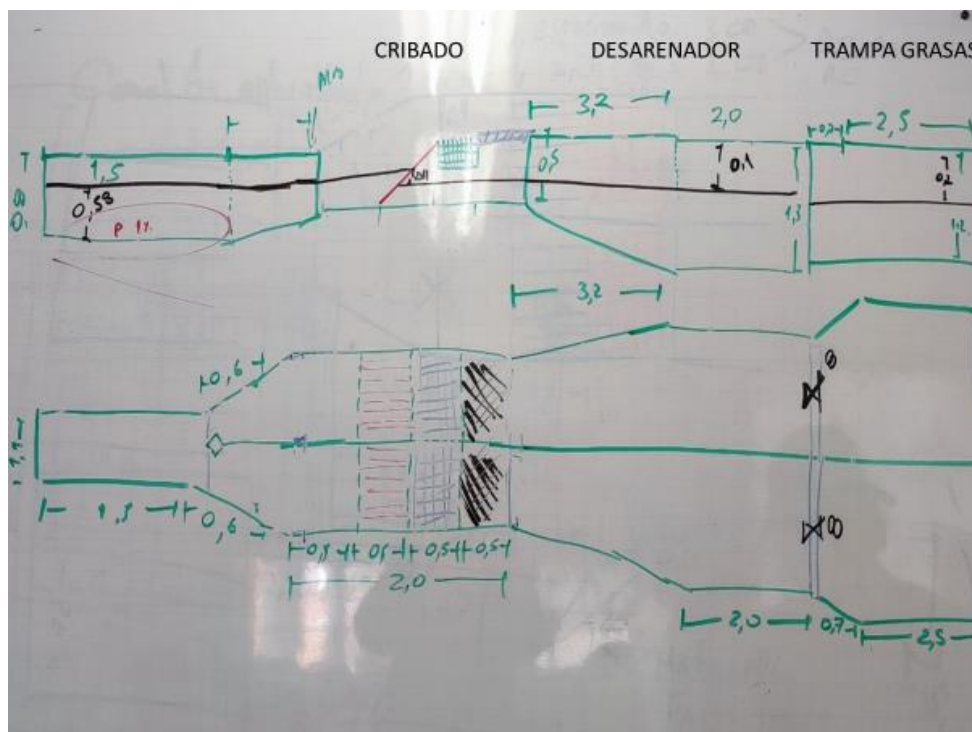


Ilustración 14. Bosquejo pretratamiento PTAR Anaerobia Playón

Fuente: Prisma Techniques S.A.S

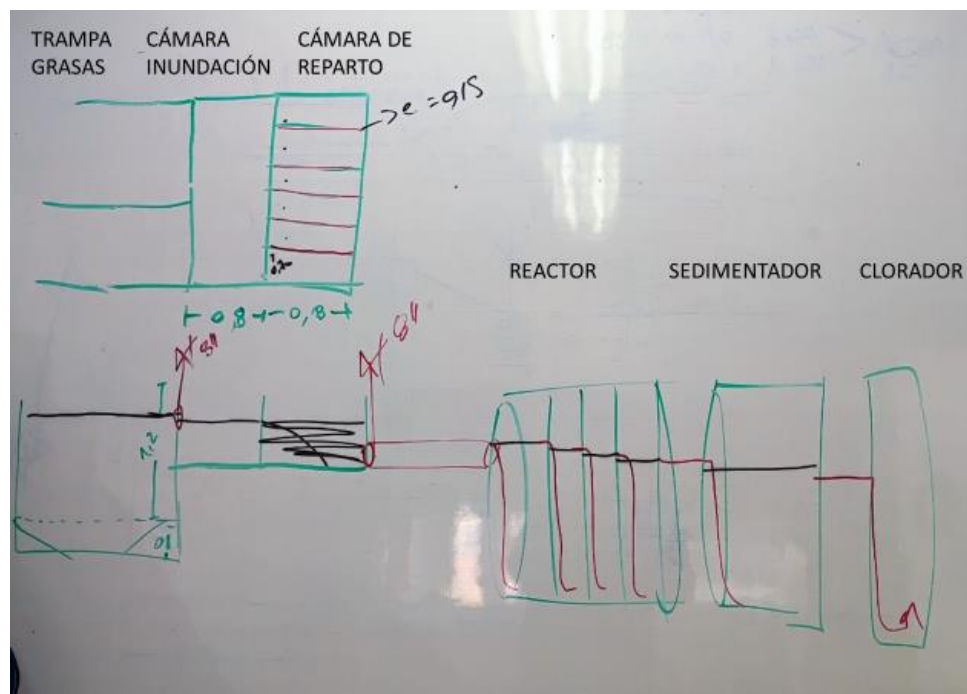


Ilustración 13. Esquema a mano alzada de la finalización del pretratamiento y reactor, sedimentador, cloración y lechos de secado

Fuente: Prisma Techniques S.A.S

Partiendo de los esquemas anteriormente ilustrados, se puede tener idea de la magnitud de la estructura y su complejidad. De ese modo, se terminaron de recopilar diferentes datos acerca de las unidades que componen la PTAR como la resistencia a compresión del concreto igual a 4000 psi, los diámetros de las tuberías principales a usar en el pretratamiento serían de 8 pulgadas, de 3 pulgadas para el caso de las tuberías ubicadas transversalmente, conocidas como “purgas de lodos” las cuales son encargadas de evacuar los sedimentos en la parte inferior de los elementos y las tuberías que contendrían los tanques (Reactor, sedimentador y clorador) en su parte interna serían de 6 pulgadas. Teniendo los datos anteriores empecé a realizar el modelamiento de la estructura en Revit, teniendo en cuenta todas las observaciones planteadas inicialmente y haciendo las respectivas modificaciones y/o correcciones a lo largo de la realización de este (Ver guía de iniciación en Revit, capítulo de aporte al conocimiento).

Finalizado el modelamiento se me dediqué a realizar el detalle de las unidades, a fin de presentar de mejor forma el trabajo propuesto y organizar los planos entregables a la respectiva entidad.

Como dato adicional respecto al diseño, cabe mencionar que inicialmente la empresa había presentado uno con una unidad de pretratamiento la cual presentaba un dimensionamiento inferior, el cual conducía el agua a tratar por un solo canal (Ilustración 15); no obstante, al ser obtenidas las revisiones por parte del gestor departamental de recursos de agua potable y saneamiento básico, se indica la necesidad de incluir un sistema de doble canal de tratamiento con el fin de que la planta no tenga que suspender actividades para hacer mantenimientos y asegurar que siempre exista por lo menos un tren que funcione en su totalidad cuando la planta esté en mantenimiento o en reparaciones, de igual forma se incorporó un sistema de repartición de caudal constante mediante

una cámara dividida de vertederos regulados y calibrados, para que cada tren de tratamiento central y postratamiento trabaje exactamente con la misma cantidad de caudal.

A continuación, se muestra el modelado inicial (Ilustración 15) y final (Ilustración 16), de las diferentes unidades de tratamiento que contendrá la estructura, estas se pueden observar en una perspectiva aérea y oblicua tridimensional respectivamente.

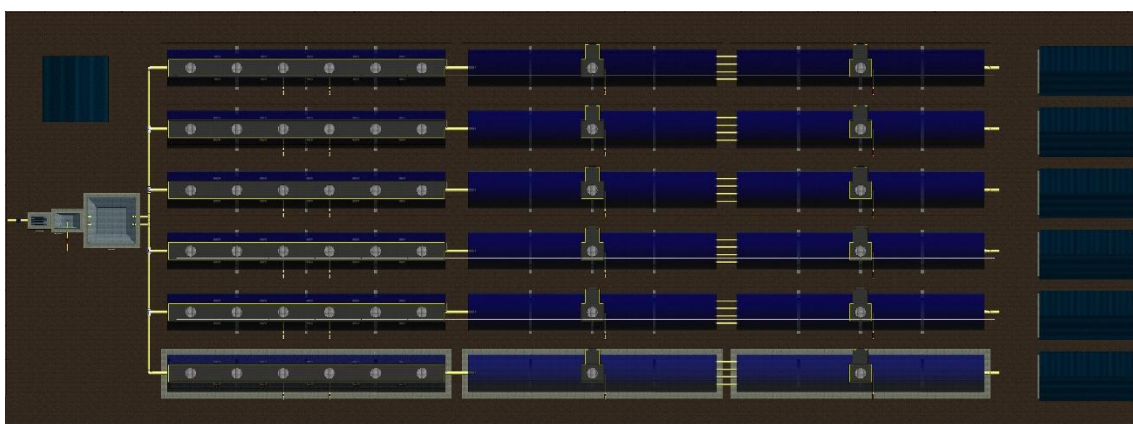


Ilustración 15. Diseño inicial presentado al municipio del Playón por parte de la empresa

Fuente: Prisma Techniques S.A.S

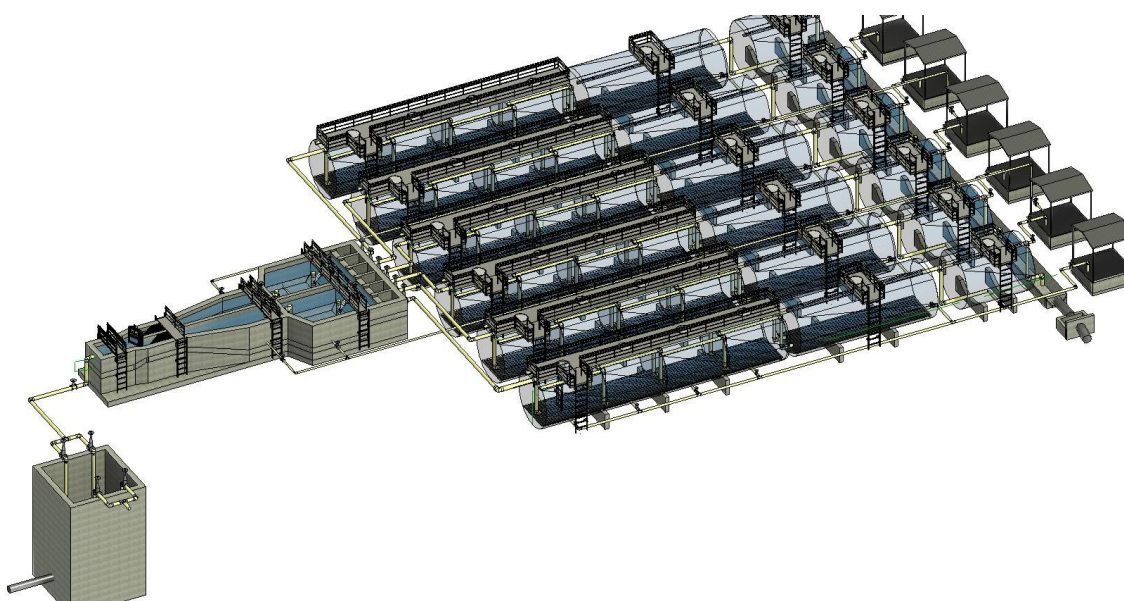


Ilustración 16. Captura PTAR el Playón, vista general. tomada de archivo entregable en Autodesk Revit 2022

. Fuente: Autor

Posterior a la realización del modelado en Autodesk Revit 2022, se realiza el detalle en AutoCAD con el fin de mostrar un detalle complementario de cada unidad presente en la estructura.

Inicialmente se realiza el dibujado de la estación de bombeo de la planta. Debido a que el alcantarillado puede experimentar una creciente súbita y sobrepasar las cotas máximas, el diseñador ha optado por dejar dos bombas sumergibles adicionales, ubicadas a un 50% de la altura total del elemento, con el objetivo de tener la posibilidad de evacuar el agua para hacer el adecuado reintegro al alcantarillado, dirigiendo el líquido a un poso de inspección existente con el fin de que el agua logre transportarse nuevamente hacia la planta, lo anterior para llevar un adecuado control sobre el caudal entrante a la PTAR. A continuación, se presenta el plano de entrega del sistema de bombeo en cuestión (Ver ilustración 17), en él se observan las diferentes secciones, acotamiento, nomenclatura y un pequeño detalle del modelado en software, por otro lado, en el rótulo tenemos datos como el nombre del diseñador, dibujante, un apartado para notas al respecto, un muestreo de la ubicación del proyecto, una descripción en donde se incluye el nombre y tipo de plano, nombre del proyecto, escala utilizada, fecha y por último la numeración del plano. Lo anterior con el fin de especificar además la zonificación y tipo de elemento analizado.

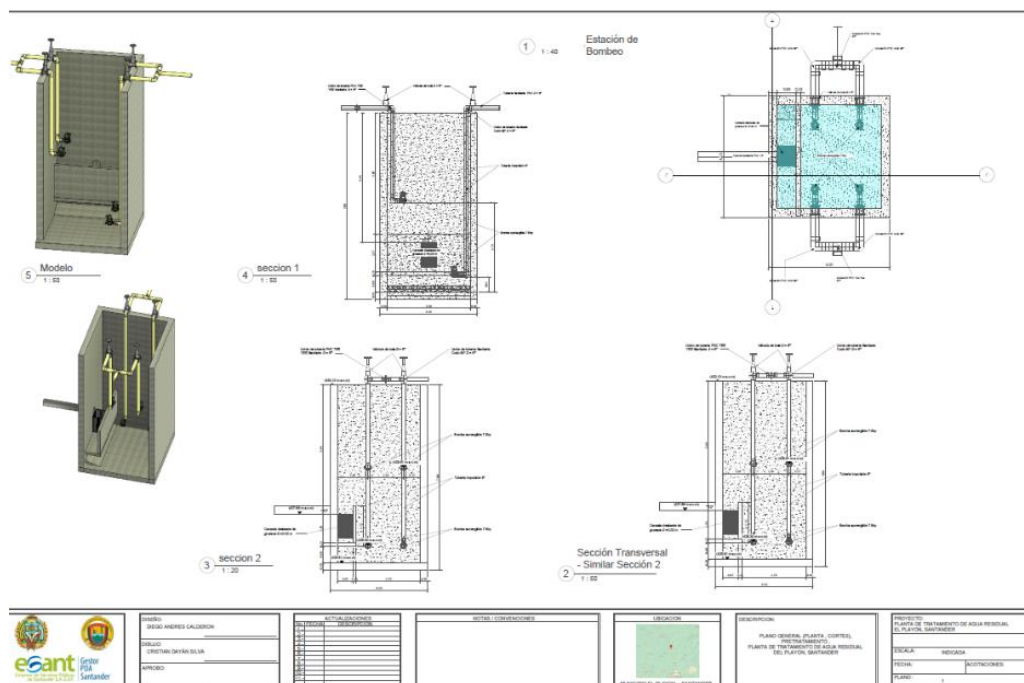


Ilustración 17. Captura de pantalla del detalle estación de bombeo PTAR Proyecto Playón.

Fuente: Autor

Posterior a la realización de estos planos, se realizaron las mismas acciones para las diferentes unidades de tratamiento, así como un perfil general en planta y perfil de toda la estructura con el objetivo de entregar a detalle todos los planos necesarios. A continuación, se evidencia los planos de detalle de la unidad de pretratamiento de agua residual (Ver ilustración 18).

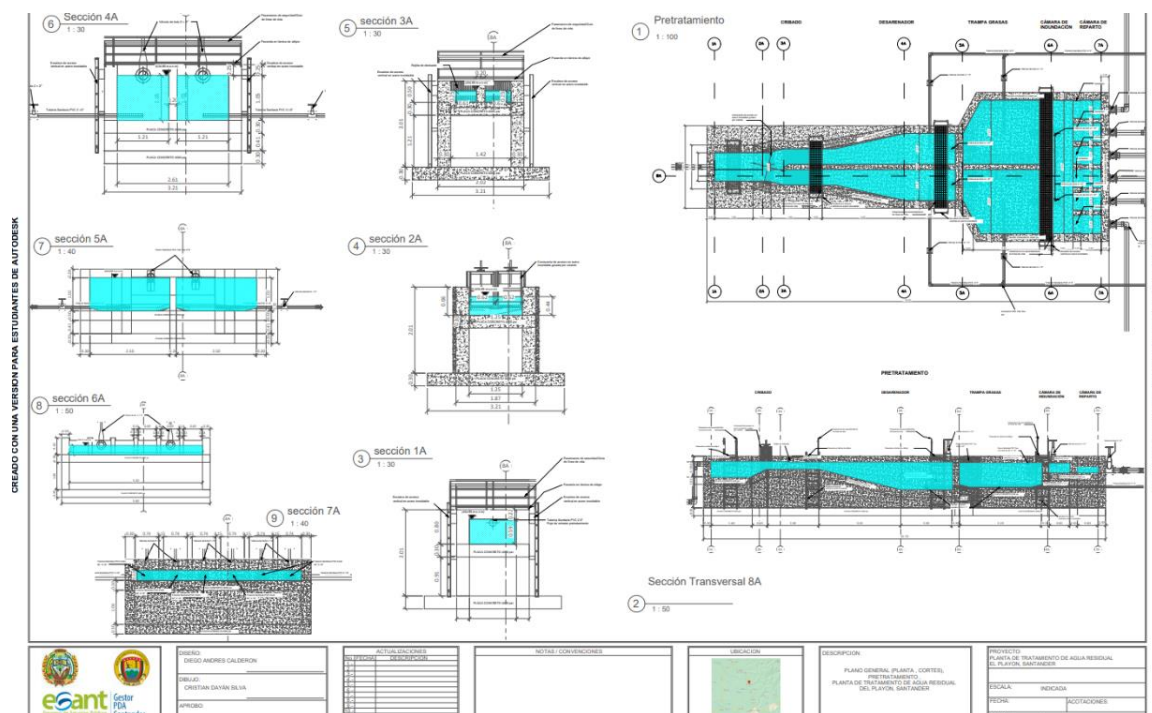


Ilustración 18 Plano de detalle unidad de pretratamiento PTAR El Playón

Fuente: Autor

7. APORTE AL CONOCIMIENTO

En este capítulo se desarrollará un manual básico para el modelamiento de una planta de tratamiento de agua residual, mediante la implementación de software de modelamiento BIM Autodesk Revit 2022. Por consiguiente, se modelará la zona de pretratamiento de esta, la cual está constituida por cribado, desarenador, trampa de grasas, cámara de llenado y por último la cámara de repartición que consiste en cámaras de igual dimensión a fin de redistribuir las aguas y entregarlas a las tuberías que conducirán al RAP (Reactor anaerobio de flujo a pistón).

Este manual está hecho para usuarios con conocimientos básicos del software, por lo que se recomienda revisar las herramientas básicas del aplicativo encontradas en la pantalla de inicio, la cual está compuesta por los siguientes elementos: barra de propiedades, navegador de proyectos, ventana principal, fichas, barra de herramientas de acceso rápido y barra inferior de ventana. Es muy importante conocer el uso de las diferentes herramientas y explorarlas con el fin de conocer a detalle cada función. A continuación, se muestra la pantalla de inicio con todas las herramientas que nos brinda el software.

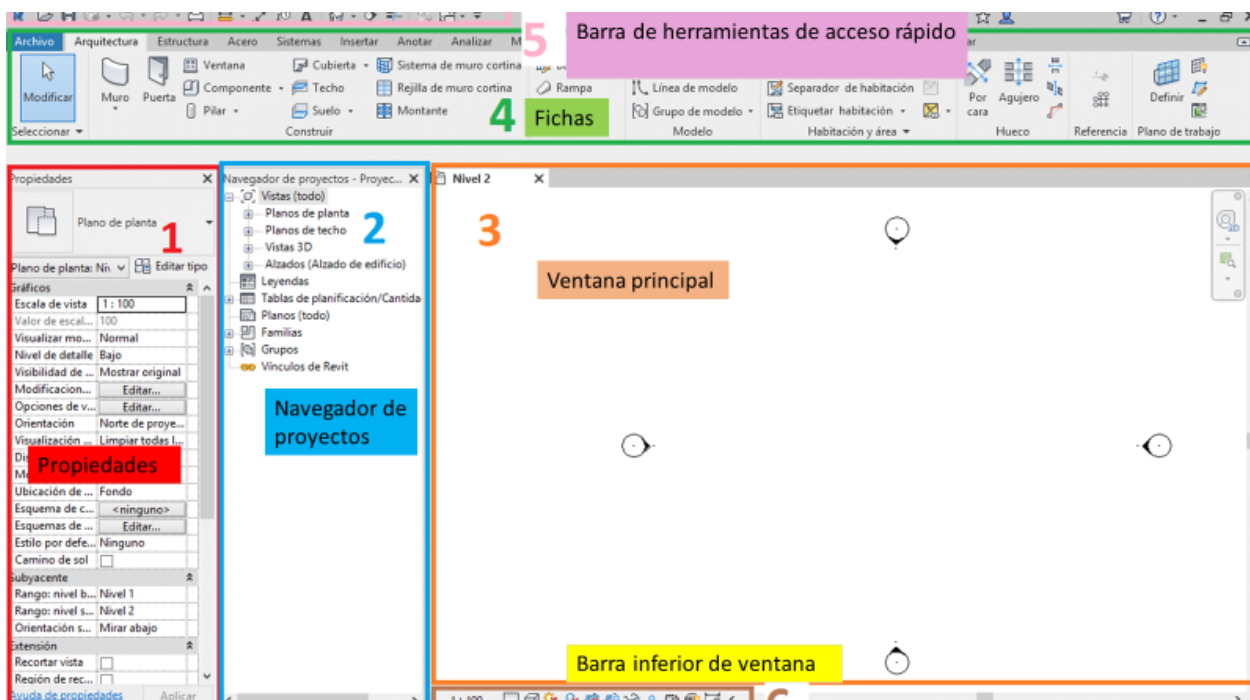


Ilustración 19. Pantalla inicio Autodesk Revit

Fuente: Autor

Teniendo en cuenta lo anterior, finalmente podemos dar inicio al modelamiento.

7.1 Recomendaciones previas para tener en cuenta

Basándome en mi experiencia y aprendizaje he podido deducir la importancia de tener en cuenta las siguientes recomendaciones con el fin de ahorrar tiempos de ejecución y avanzar de forma adecuada y coordinada:

- Realización de un bosquejo a mano alzada: Esta es quizá la recomendación más importante, ya que permitirá recrear y afianzarse más con el proyecto en sí. En mi caso, todos los elementos fueron dibujados a partir de la lámina de agua de la estructura y ese era como el nivel de partida para el proyecto.
- Definición de accesorios y datos complementarios: En este caso aconsejo la realización de un listado de accesorios a usar como lo son diámetros de tuberías,

tipos de accesorios, válvulas, elementos hidráulicos como compuertas, rejillas de cribado, entre otros.

- Búsqueda de familias Revit: Para la búsqueda de familias es aconsejable hacerlo directamente desde el software con el siguiente enrutamiento, Ficha insertar >> Cargar Familia Autodesk >> Buscar elemento deseado, se selecciona y posterior a esto, das clic en cargar y terminas de configurar el elemento directamente sobre el programa, si el elemento no se carga con éxito directamente, la ubicación del elemento en el proyecto quedará en el menú de Familias del Navegador de proyectos. Por otro lado, existirán familias que no encontrarás en las brindadas por el software, para lo cual recomiendo dos sitios webs como los son <https://www.bimandco.com/> y <https://www.bimobject.com> respectivamente. A continuación, se muestra una captura del software en el menú de Cargar familia de Autodesk (Ver ilustración 20).

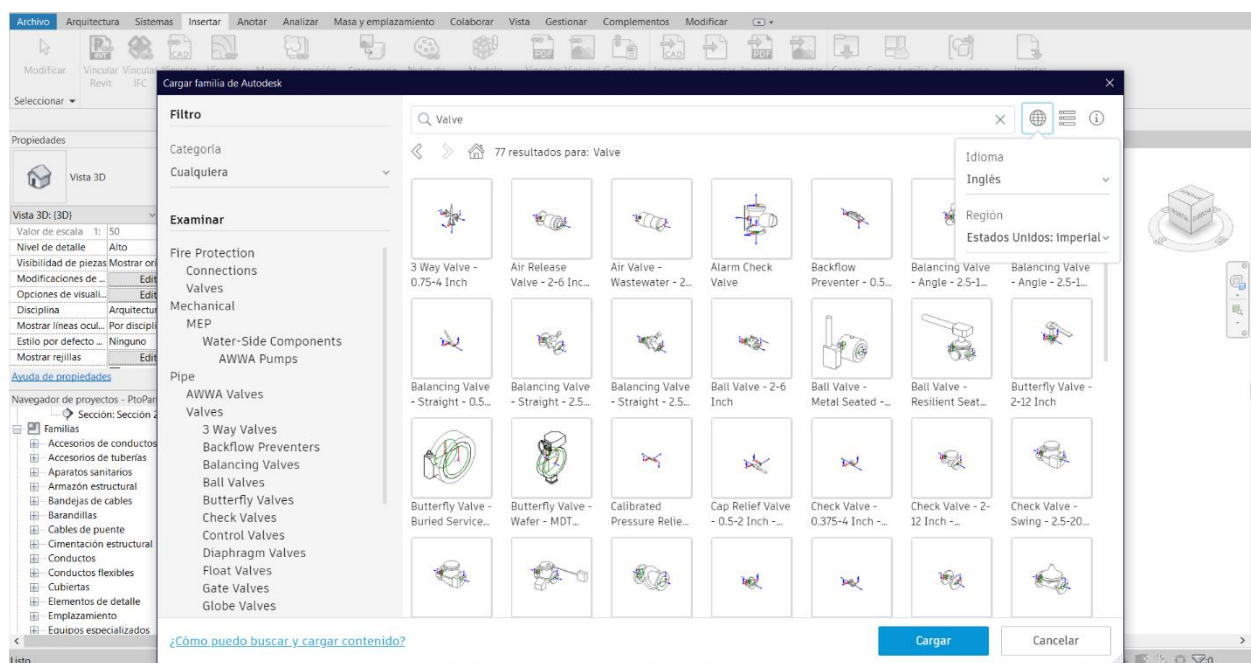


Ilustración 20 Menú Cargar familia Autodesk

Fuente: Autor

7.2 Primeros pasos

Posterior a tener en cuenta las recomendaciones anteriores, se procede a la creación del proyecto, utilizando cualquier plantilla de Revit y personalmente recomiendo la plantilla por defecto denominada “plantilla construcción”, luego de ser creado el proyecto se puede observar el desglose completo de todos los elementos creados en la plantilla (Ver Ilustración 22, recuadro izquierdo): Planos de planta, en este apartado se encuentra la vista en planta de todos los niveles creados en el proyecto; Planos de Techo; Vistas 3D y por último los Alzados (Ver Ilustración 21), que son vistas o perspectivas con las que se puede trabajar el proyecto.

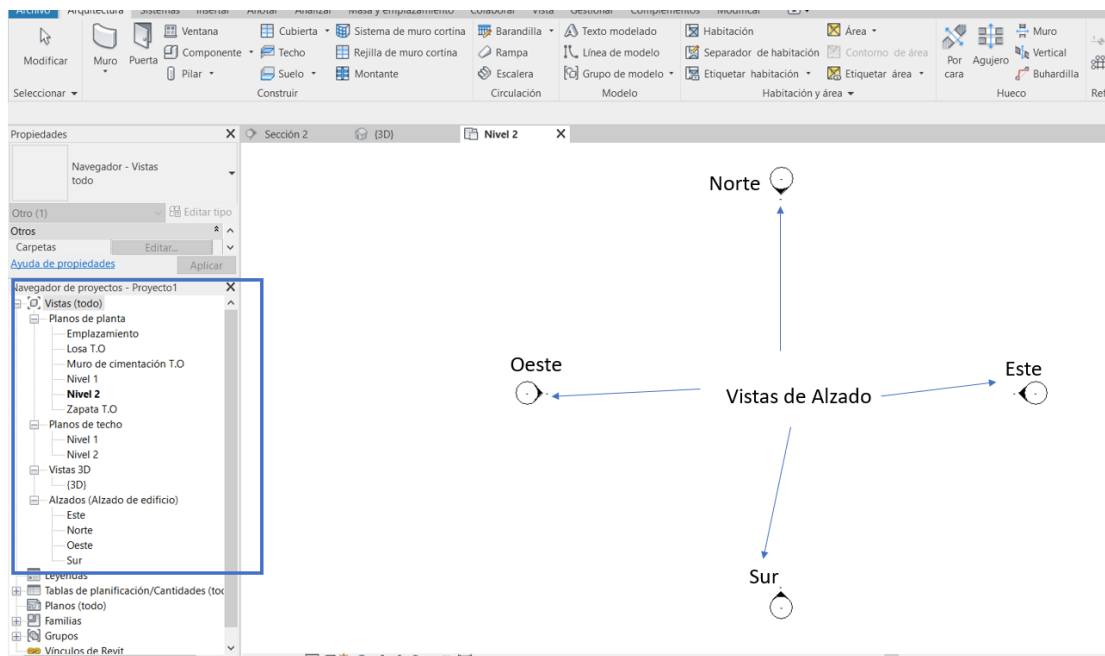


Ilustración 22 Elementos creados en navegador de proyectos y las vistas de alzado

Fuente: Autor

Para la configuración de los respectivos niveles se debe observar el proyecto desde una de las vistas de alzado, en el caso de la Ilustración 22 se utiliza el alzado este. Al abrir la vista de alzado Este, se pueden observar los diferentes niveles creados por defecto con sus respectivas medidas (Ver Ilustración 21).

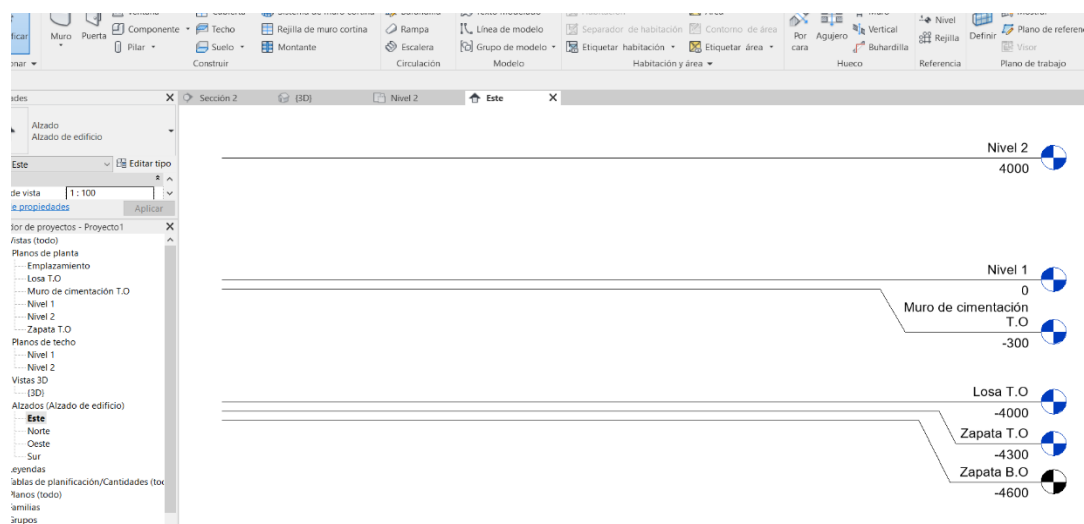


Ilustración 21 Alzado Este

Fuente: Autor

Para cambiar las unidades del proyecto, se puede utilizar el método abreviado presionando las teclas U+N, una después de la otra, así pues, aparecerá el menú desplegable el cuál es recomendable configurar las unidades en metros y con dos decimales como se ilustra en la Ilustración 22 presentada a continuación.

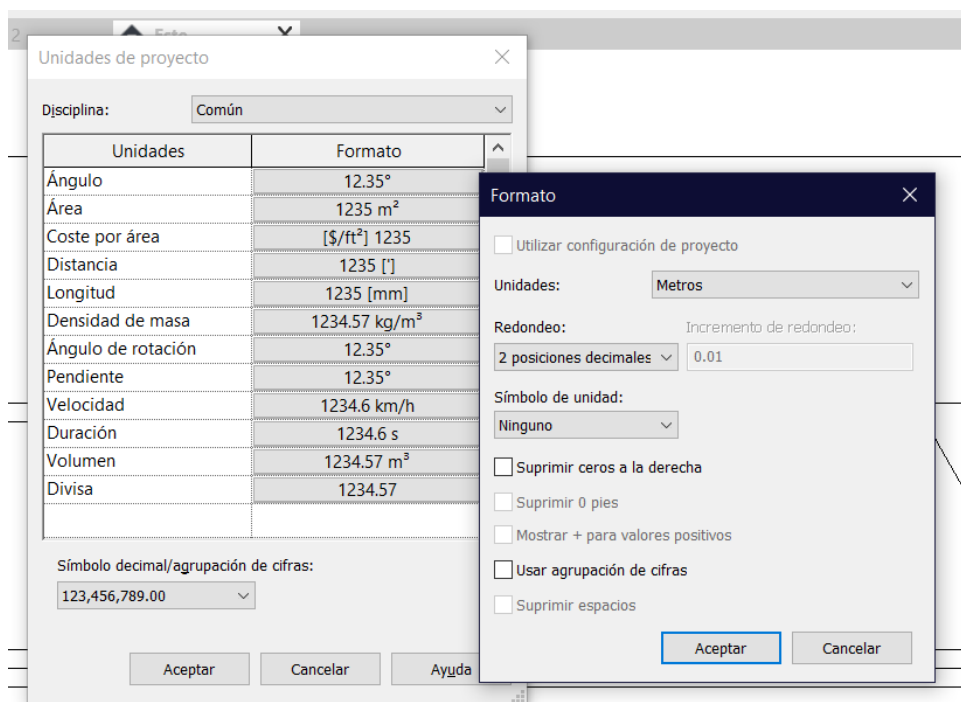


Ilustración 23 Cambio Unidades

Fuente: Autor

A partir de la configuración de las unidades correctas, se recomienda empezar a crear los niveles de referencia del proyecto de forma ordenada y adecuada para evitar posteriores confusiones en el detalle de las unidades de muestreo, de preferencia crear un nivel específico para un determinado número de elementos es lo aconsejable, ya que el programa permite tener la opción de implantar los elementos con un desfase respecto al nivel de referencia. Posterior a la creación de niveles, se trabaja sobre la vista de emplazamiento para así poder utilizar la herramienta línea de detalle, presionando las teclas D+L para crear el bosquejo principal del elemento en general y

trabajar sobre las dimensiones correctas de dibujo. A continuación, se muestra el resultado final después de trabajar la herramienta (Ver ilustración 24).

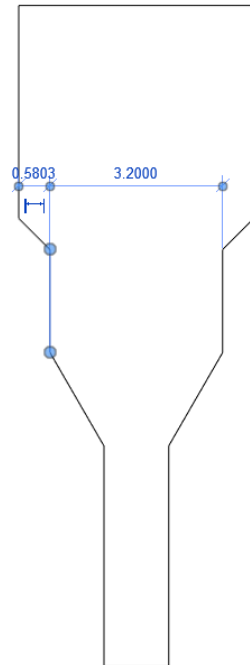


Ilustración 24. Bosquejo general Pretratamiento con herramienta línea de detalle

Fuente: Autor

La herramienta anterior puede ser utilizada en las vistas de perfil igualmente, con el fin de tener un complemento final del dibujo general.

7.3 Configuración de materiales y creación de elementos

En este subcapítulo aprenderemos a crear los materiales necesarios para la construcción de la estructura, en este caso se explicará cómo realizar la configuración o selección del concreto de 4000 psi que requiere el proyecto, hay que tener en cuenta el espesor de los muros y el tipo de placas a utilizar en las herramientas muros y suelos respectivamente.

Inicialmente en la ficha Arquitectura podemos encontrar los diferentes elementos arquitectónicos a agregar, Sigue la ruta Muro>> Muro: arquitectónico (Ver Ilustración 25). Seguido

a esto, se puede observar todas las propiedades del elemento como su tipo, grosor, la línea de ubicación en la cual se desea agregar el elemento, la restricción superior e inferior nos pueden ayudar a dar la altura del elemento, y algunos otros datos en un recuadro que se observa justo por debajo de la sección de fichas. Para editar el tipo de elemento y en este caso lograr conseguir un muro de 300 mm de espesor, dar clic en la opción Editar Tipo (Ver ilustración 26 círculo azul), entonces se abrirá la ventana que nos indica la propiedad de tipo, presionar el botón de Editar estructura (Ver ilustración 26 círculo rojo).

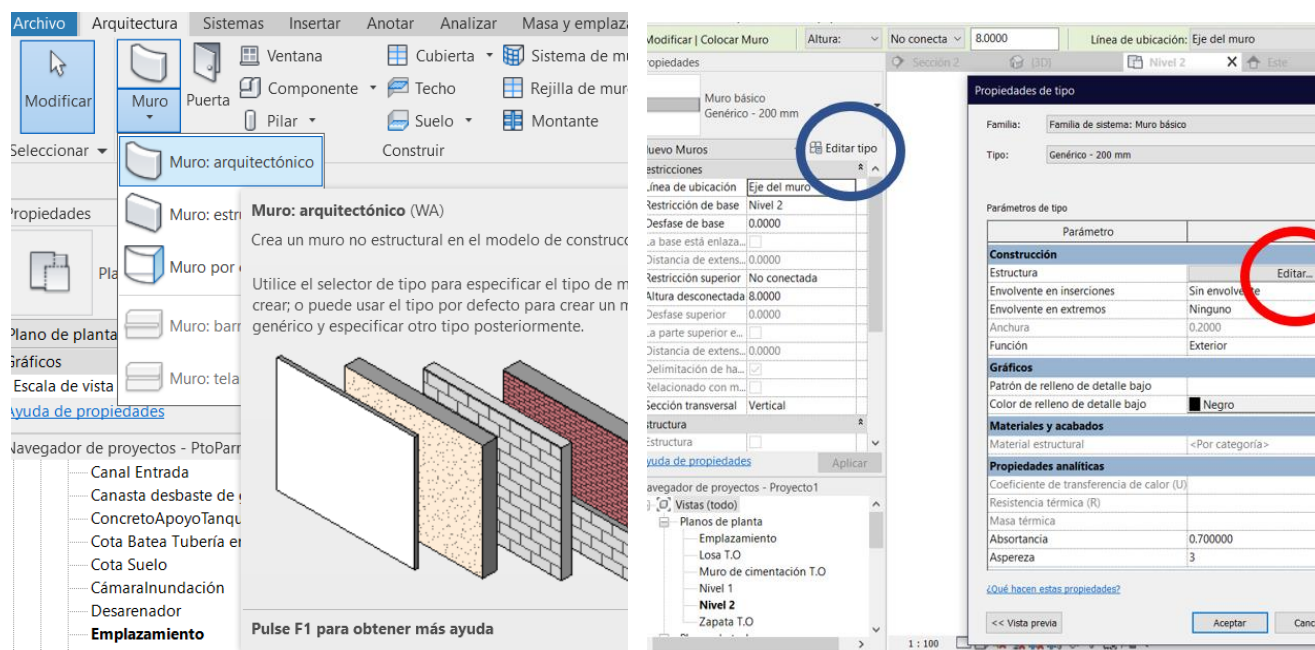


Ilustración 26 Creación Muro arquitectónico

Fuente: Autor

Ilustración 25 Edición espesor de muros

Fuente: Autor

Posterior a lo anterior se observa el recuadro de grosor y se modifica respectivamente para dar el grosor adecuado como se ilustra en la Ilustración 27.

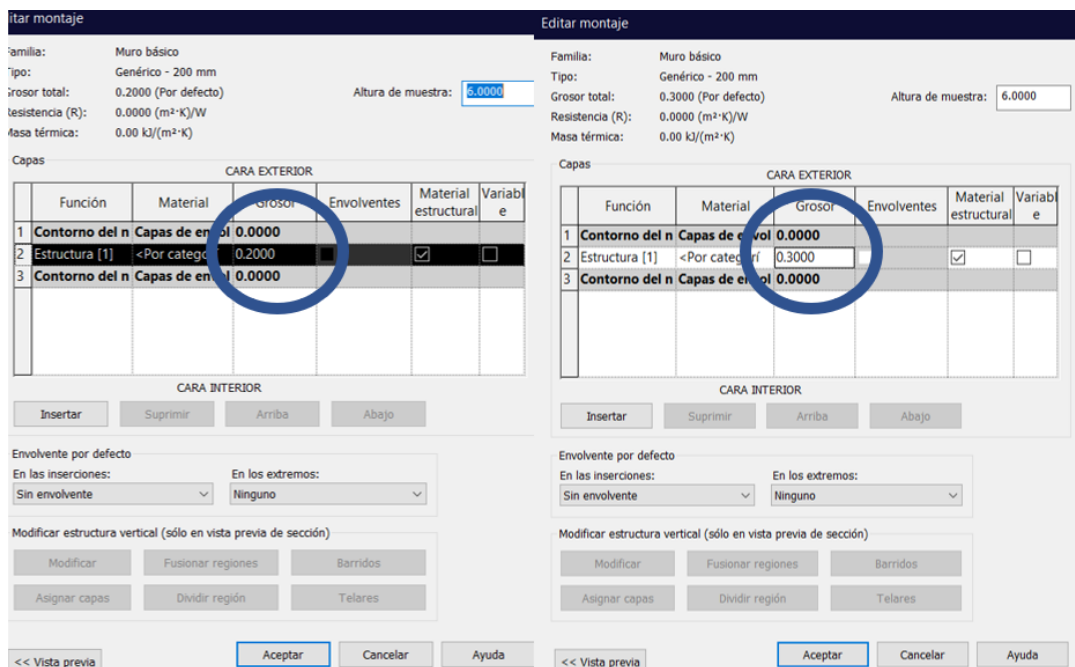


Ilustración 27 Edición Grosor Muro

Fuente: Autor

Para modificar el tipo de material que tiene el elemento y demás configuraciones al respecto, en la misma ventana de Editar tipo, se da clic en el recuadro con tres puntos de la columna material (Ver Ilustración 28) y luego se realiza una búsqueda del material deseado filtrando la lista, en este caso se selecciona Hormigón modelado in situ y damos aceptar.

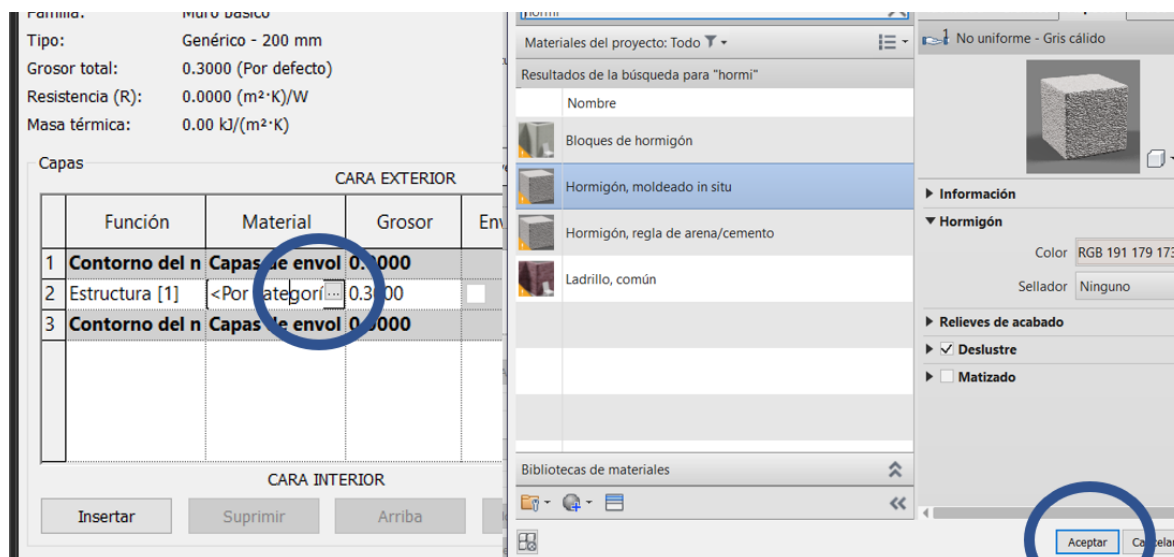


Ilustración 28 Selección y edición de material

Fuente: Autor

Automáticamente el tipo de muro seleccionado ha quedado con un espesor de 300 mm y se ha definido el tipo de material, de este modo se empieza a realizar el modelado de los elementos en concreto como lo son la placa de cimentación, muros perimetrales, placas aéreas, muros divisorios, teniendo en cuenta las especificaciones y recomendaciones previas. A continuación, se muestran los resultados obtenidos con la herramienta de creación de muros en el concreto previamente definido (Ver Ilustración 29), es importante aclarar que en el proyecto se deben utilizar espesores diferentes de muros, de acuerdo con las necesidades de este, para ello se tiene una lista de muros con diferentes grosores.

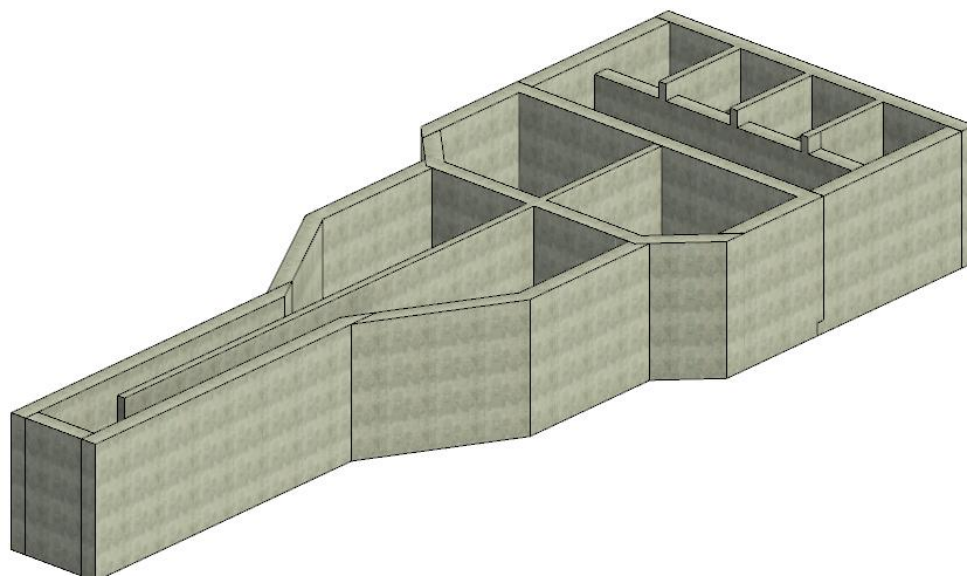


Ilustración 29 Muros en concreto

Fuente: Autor

De ser necesaria la modificación personalizada de la forma de un muro creado previamente, como es el caso del muro divisorio central y la zona de los vertederos, se debe seleccionar el elemento a editar, luego se debe dar clic en la ficha Modificar >> opción Editar perfil (Ver Ilustración 30). A continuación, se puede observar además el resultado del muro ubicado en la zona

central del pretratamiento, muro que cumple la función de realizar la separación del flujo, para permitir la doble canalización y un tratamiento independiente.

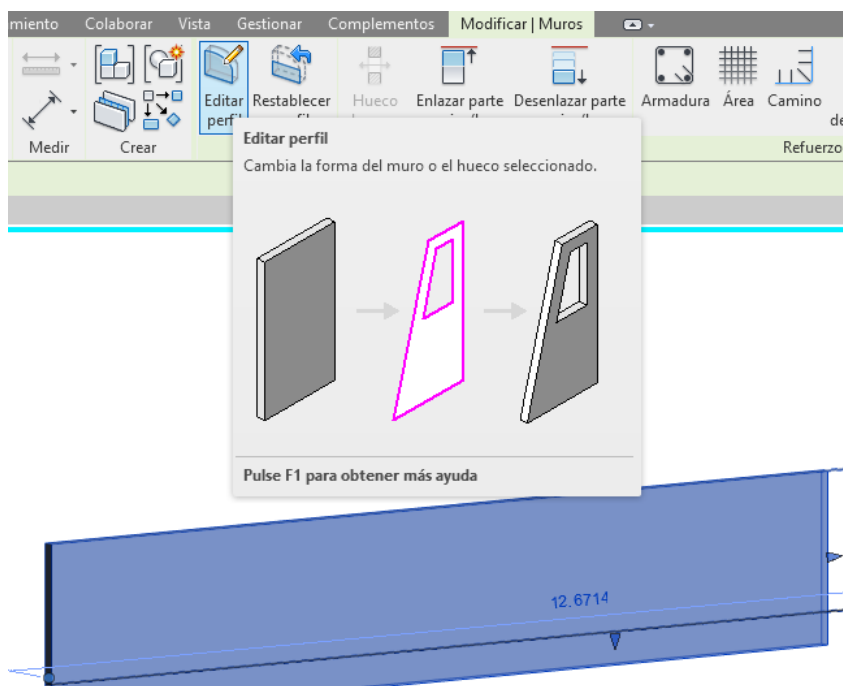
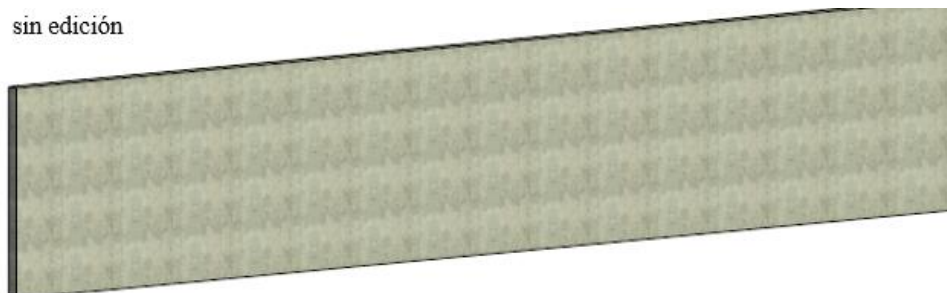


Ilustración 30 Editar perfil de un elemento

Fuente: Autor

sin edición



Después de aplicar la herramienta editar perfil

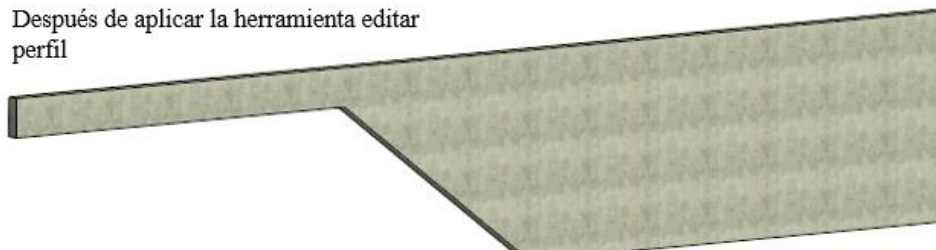


Ilustración 31 Muro antes y después de aplicar la edición del perfil

Fuente: Autor

Lo anterior también es aplicable para diversos elementos como lo pueden ser las placas e incluso elementos “modelados in situ”, ya te preguntarás a qué hago referencia y es que la modelación in situ es una herramienta muy fuerte del software la cual permite realizar componentes de forma libre con el fin de poder realizar elementos no comunes a partir de formas de extrusión, fundido, revolución, barrido, fundido de barrido y una de la más importantes a utilizar es la de formas vacías (Ver Ilustración 32).

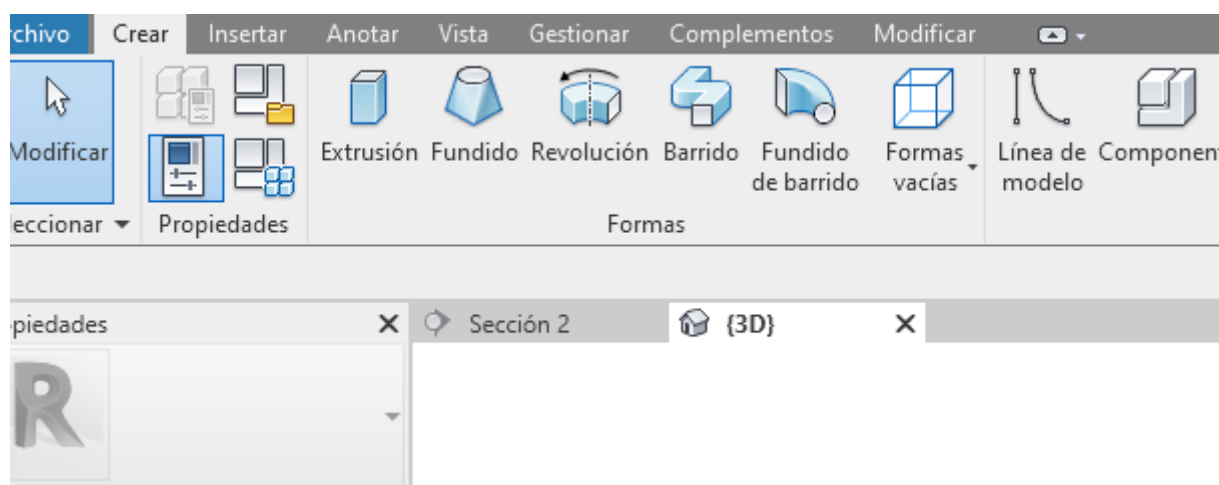


Ilustración 32 Ficha Crear, Sub ficha Formas en la opción Modelado in situ

Fuente: Autor

Para realizar la creación de un cilindro ahuecado, se debe empezar utilizando la siguiente ruta Ficha Arquitectura >> Componente lista>> Modelado in situ >> en la ventana de parámetros y categoría de la familia, seleccionamos el tipo de elemento o familia a crear, en este caso armazón estructural >> Aceptar >> Agregar un Nombre al elemento >> Aceptar >> Ficha crear >> Barrido >> Aparecerá la ficha Modificar / Barrido, clic en boceto de camino >> Seleccionar la herramienta de línea >> En la vista emplazamiento se traza la línea boceto con el fin de que esta línea indicará la longitud de alargamiento o barrido, después de indicar el largo que para el caso del ejemplo será

de un metro de distancia >> Presionar el botón de finalizar >> Editar perfil, esta opción permitirá a partir de una vista transversal designar el área de barrido >> Al situarse en la respectiva vista transversal, se debe dibujar el área de barrido que en este caso es un círculo de radio un metro >> Finalizar modo de edición >> Finalizar modo de edición. Ver ruta de trabajo en Ilustraciones 33 y 34 respectivamente.

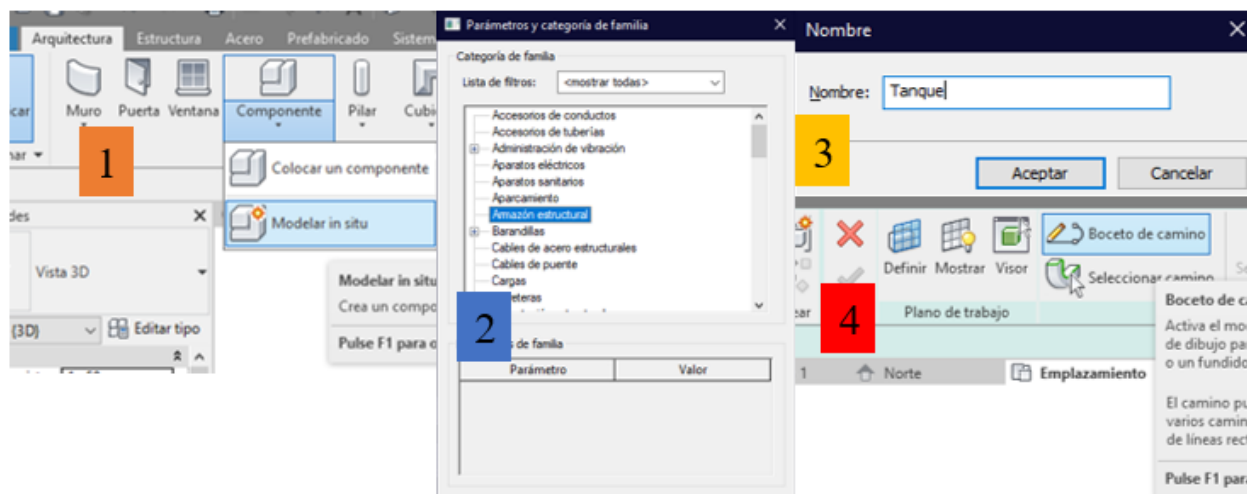


Ilustración 33 Creación elemento con herramienta modelado in situ

Fuente: Autor

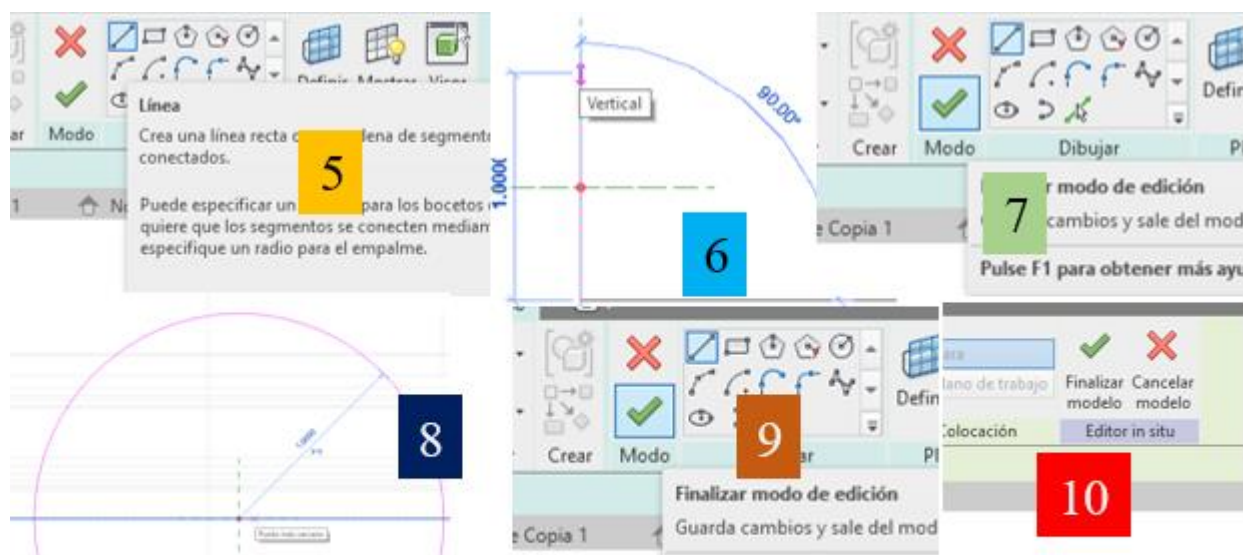


Ilustración 34. Continuación – creación elemento con herramienta modelado in situ

Fuente: Autor

Resultado de la creación de un cilindro con la herramienta modelado in situ, Ver Ilustración 35.

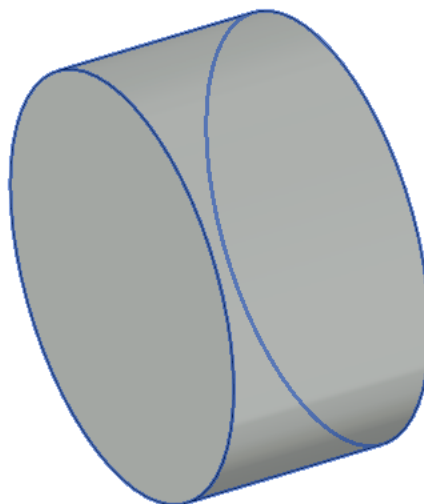


Ilustración 35 Cilindro creado modelado in situ

Fuente: Autor

Para agregar la perforación al cilindro anterior creado, se debe realizar un barrido vacío, lo cual consiste en crear un cilindro de forma similar con tamaño inferior con el fin de que este corte al elemento ya creado. La ruta para seguir al realizar esta actividad es la siguiente, Selección del elemento >> Ficha Modificar / Armazón estructural >> Editar in situ >> Ficha Crear, seleccionas la opción Formas vacías >> barrido vacío >> A partir de acá realizamos los mismos usados con la creación del cilindro, tan sólo que en este caso se utiliza un radio menor a un metro con el fin de realizar el corte de forma. Finalizado el elemento debe quedar de la siguiente forma (Ver Ilustración 36).

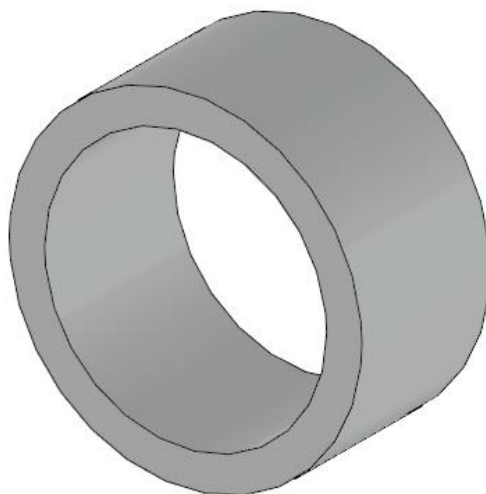


Ilustración 36 Cilindro con perforación

Fuente: Autor

A partir de este ejemplo básico, es recomendable practicar creando varios tipos de elementos con diferentes formas y perforaciones, con el fin de adquirir destreza en la realización de estos. Para el caso del modelamiento de la planta, el dibujo de elementos como las rejillas de cribado gruesas y finas, incluyendo las canastillas de recolección se puede realizar también con la herramienta modelado in situ. A continuación, se muestra un modelo aproximado de las rejillas finas de cribado para la zona del pretratamiento de la planta (Ver Ilustración 37).

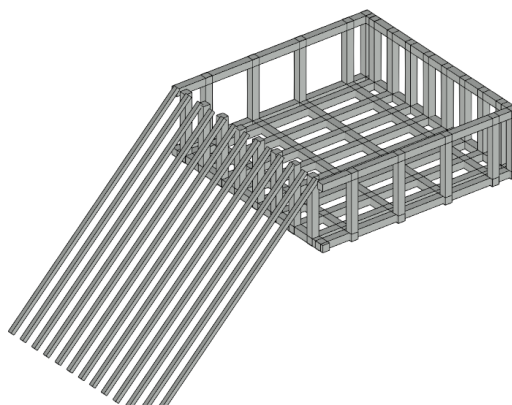


Ilustración 37 Rejilla de cribado, herramienta modelado in situ

Fuente: Autor

Con la información que se ha suministrado hasta el momento se debe estar en la capacidad de realizar todo el tema de placas, recordar que las pasarelas en lámina de alfajor se crean a partir de la herramienta suelo y se debe crear el respectivo material con las especificaciones adecuadas; muros; y otros elementos permitiendo obtener los resultados vistos a continuación (Ver Ilustración 38).

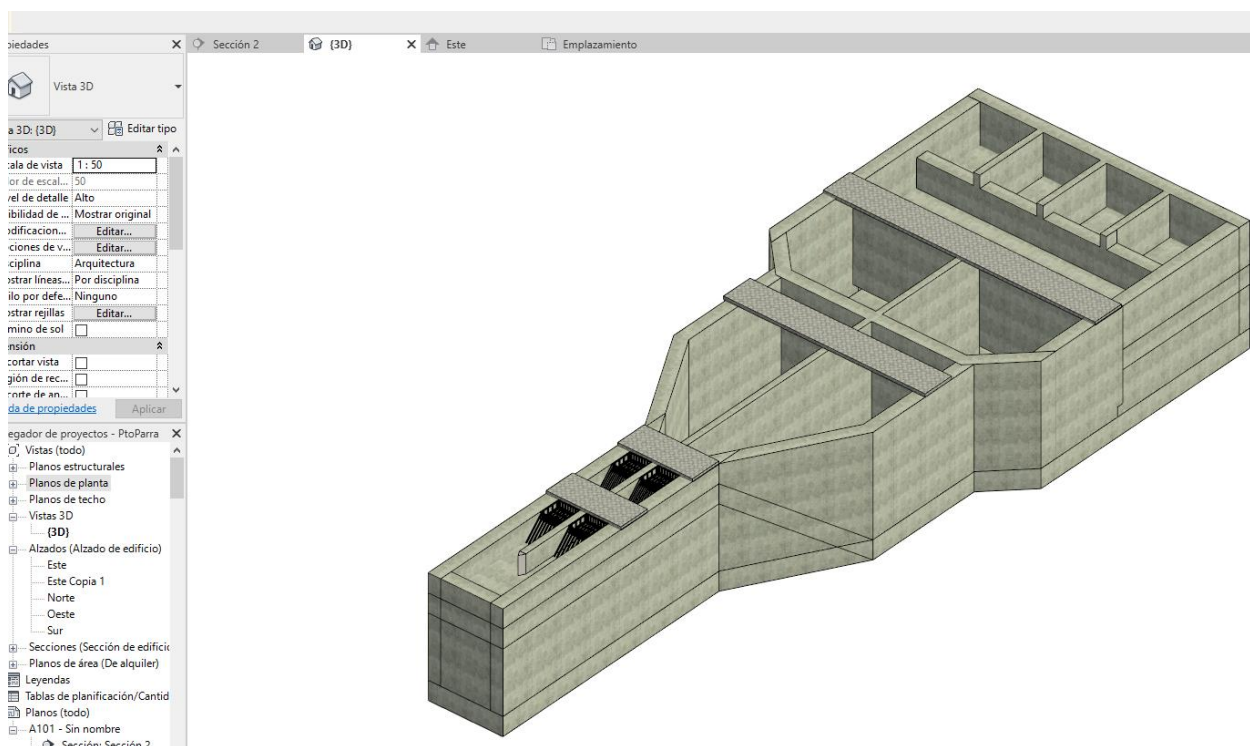


Ilustración 38 Avance proyecto

Fuente: Autor

7.4 Agregar elementos a partir de Familias Revit

Al terminar la creación de elementos agregados manualmente, se procede a incorporar los diferentes accesorios hidráulicos y metálicos como lo son las válvulas, compuertas, tuberías, barandas y las escaleras.

Para añadir las tuberías de tipo sanitario y simplificar más el trabajo, se recomienda cargar las librerías BIM de PAVCO con el fin de poder disponer de todo el paquete completo de familias emitidas por el proveedor las cuales incluyen accesorios que permiten la creación automatizada de conexiones de acuerdo con el cambio de dirección respectiva. Al contar con las librerías respectivamente cargadas en el archivo, se pueden empezar a agregar los tramos de tuberías recordando o atendiendo los requerimientos del diseñador, teniendo en cuenta que para las conexiones principales las diferentes zonas de pretratamiento se realizan con tubería sanitaria en PVC de seis pulgadas y que estas tuberías son colocadas de acuerdo con la altura de lámina de agua del proyecto, a lo cual el diseñador puede indicar si se dibuja a tubo lleno o a tubo medio.

Para empezara agregar tramos de tubería en el proyecto, se debe seguir la siguiente ruta: ficha Sistemas >> Tubería >> Seleccionar la Familia Pavco y ajustar el diámetro de 6 pulgadas o 152.4 milímetros respectivamente (Ver Ilustración 39). A continuación, se empiezan a dibujar los tramos de tubería ajustando el nivel sobre el cuál se quiera dibujar, se puede observar también que la sencillez de creación de los tramos de tubería, automatizando el aspecto de las conexiones (Ver Ilustración 40)

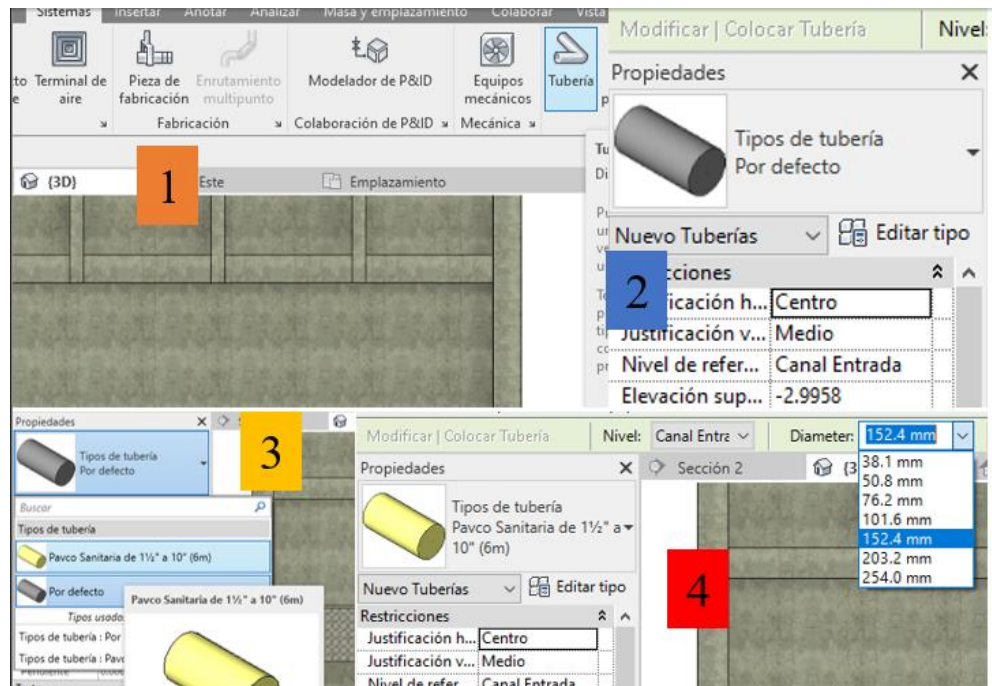


Ilustración 39 Selección tubería de 6 pulgadas con la implementación de librerías PAVCO

Fuente: Autor

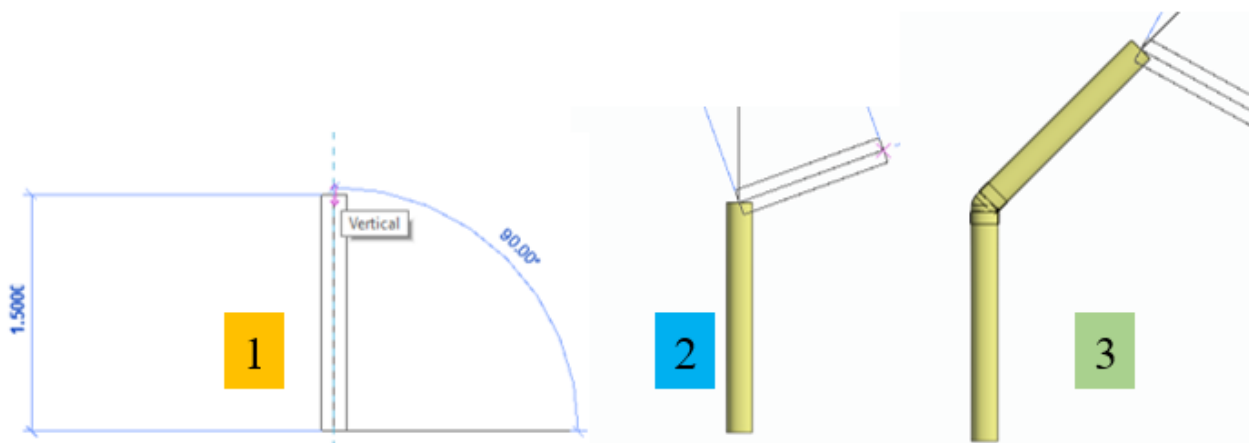


Ilustración 40. Creación tramo de tubería

Fuente: Autor

Al explorar un poco más la creación de tuberías se puede observar la variedad de uniones y accesorios permisibles y constructivamente posibles en el proyecto, por lo que es importante que los ángulos de giro son limitados a la disponibilidad de acuerdo con el diámetro de la tubería modelada. La siguiente ilustración muestra una unión Pavco sanitaria PVC Yee con un codo de 45°, además se muestra las alternativas a esa unión disponibles gracias a la librería (Ver Ilustración 41).

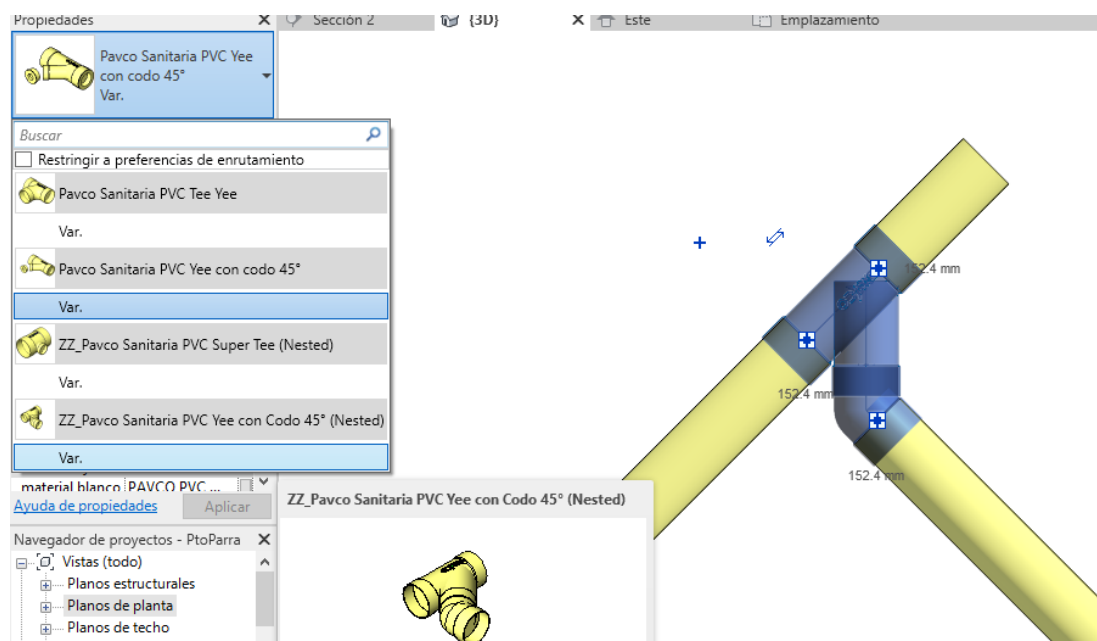


Ilustración 41. Uniones Sanitarias

Fuente: Autor

Partiendo de la explicación anterior se puede estar en la capacidad de agregar los diferentes tramos de tuberías y válvulas en el proyecto, tal como se muestra a continuación.

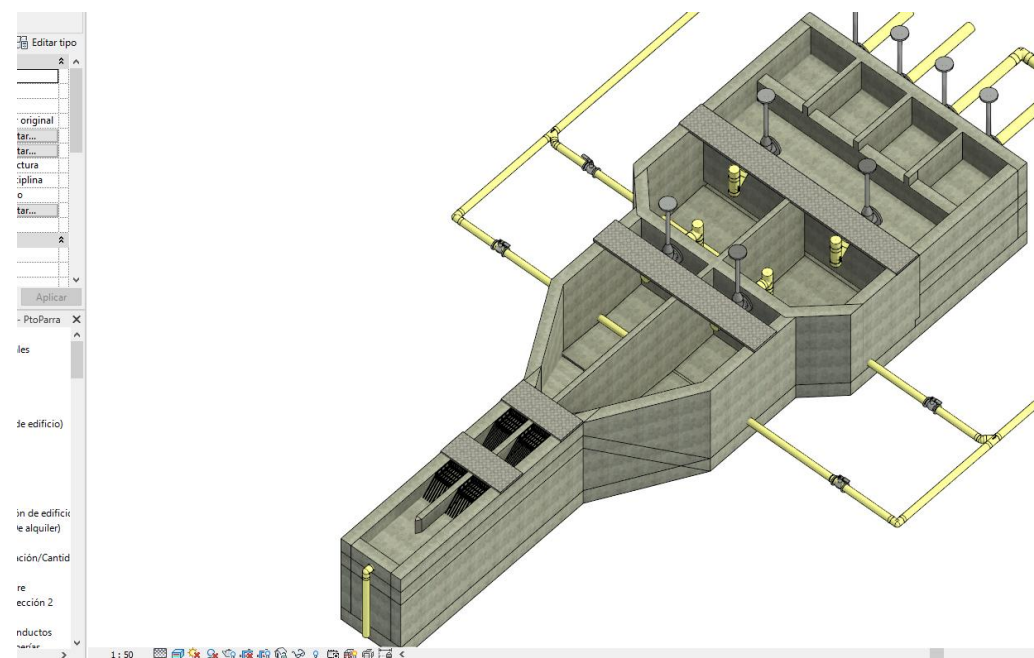


Ilustración 42 Proyecto con válvulas y tuberías

Fuente: Autor

Par agregarlas barandillas se debe seguir la siguiente ruta, Ficha Arquitectura >> Circulación >> Barandilla >> en este caso Boceto de camino porque se dibujará sobre una plataforma plana >> Se selecciona la herramienta de dibujo línea >> Sobre la vista de emplazamiento o sobre el nivel que se desee dibujar se realiza el trazado de la barandilla >> Finalizar modo de edición >> Automáticamente la barandilla es creada en el proyecto (Ver Ilustración 43).

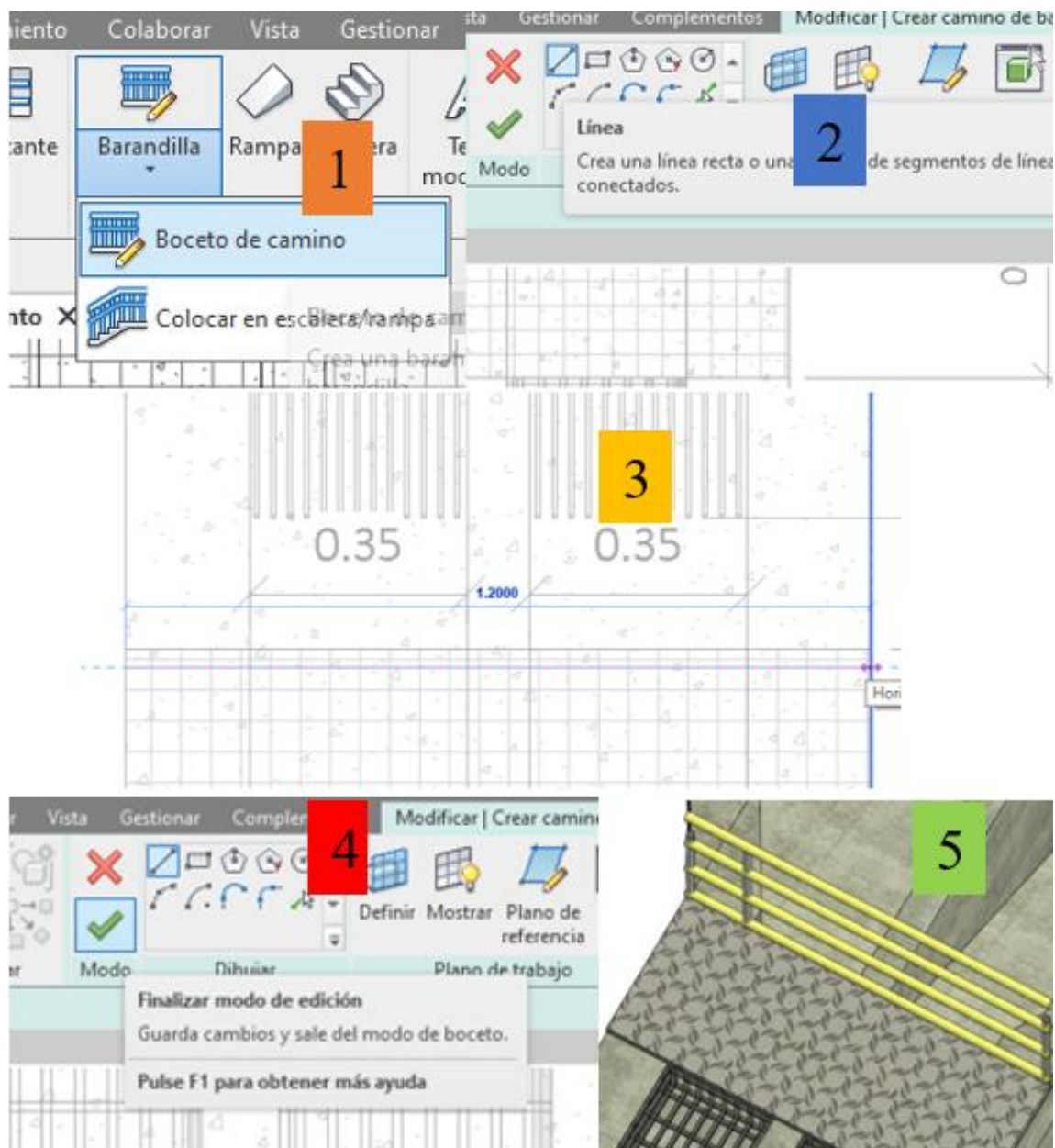


Ilustración 43. Creación de barandilla para pasarela PTAR

Fuente: Autor

A continuación, se puede observar el proyecto agregando las respectivas barandillas de seguridad (Ver Ilustración 44).

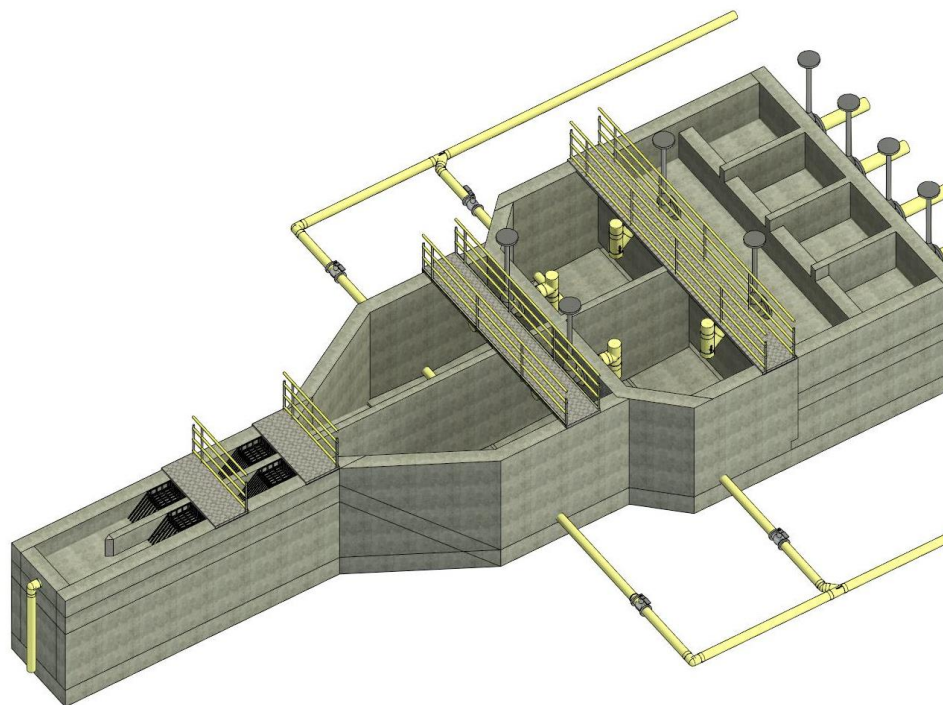


Ilustración 44. Proyecto después de agregar barandillas

Fuente: Autor

Tal como se recomendó al inicio del capítulo en la sección de recomendaciones previas para tener en cuenta se deben cargar los elementos disponibles en el catálogo de Autodesk Revit como lo son las válvulas de compuerta y de bola, así mismo se debe realizar para agregar las compuertas de tipo guillotina integral de accionamiento con volante y ubicar dichos elementos respectivamente en el proyecto con el fin de dar por finalizado la parte de modelado de la zona de pretratamiento de una planta de tratamiento de agua residual.

Como recomendación adicional, para la exportación de los planos de detalle se recomienda crear las secciones de vista en Revit con el fin de realizar el acotamiento y descripción de elementos

necesarios, ya que el software facilitará el trabajo a la hora de hacer modificaciones a los diseños finales sin llegar a tener afectaciones ni grandes pérdidas de tiempo, reduciendo los niveles de carga laboral. A continuación, se puede observar el modelo Revit del sistema de pretratamiento finalizado (Ver Ilustración 45) y un ejemplo de cómo puede detallar la unidad sobre una sección o corte generado en el software (Ver Ilustración 46).

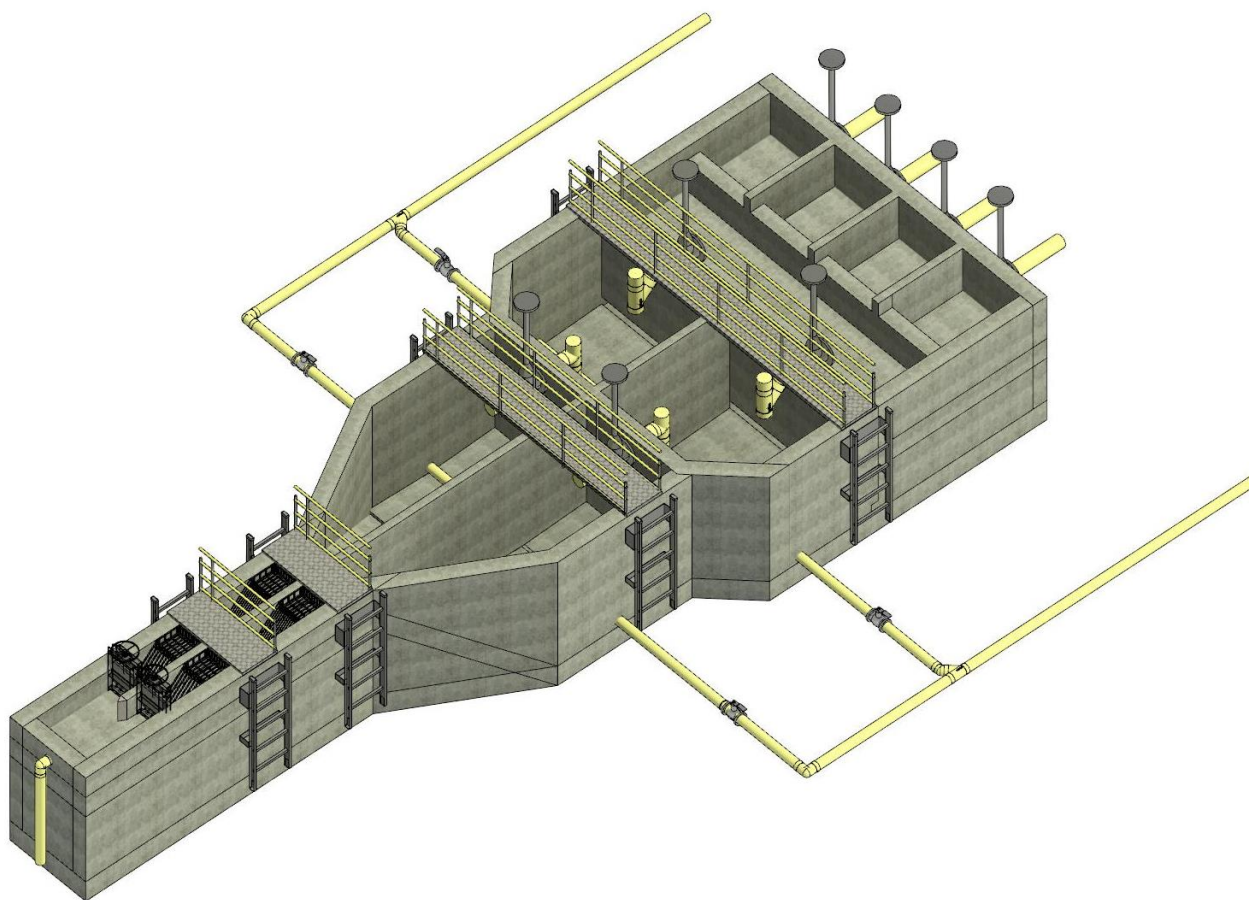


Ilustración 45. Modelado final pretratamiento en Revit

Fuente: Autor

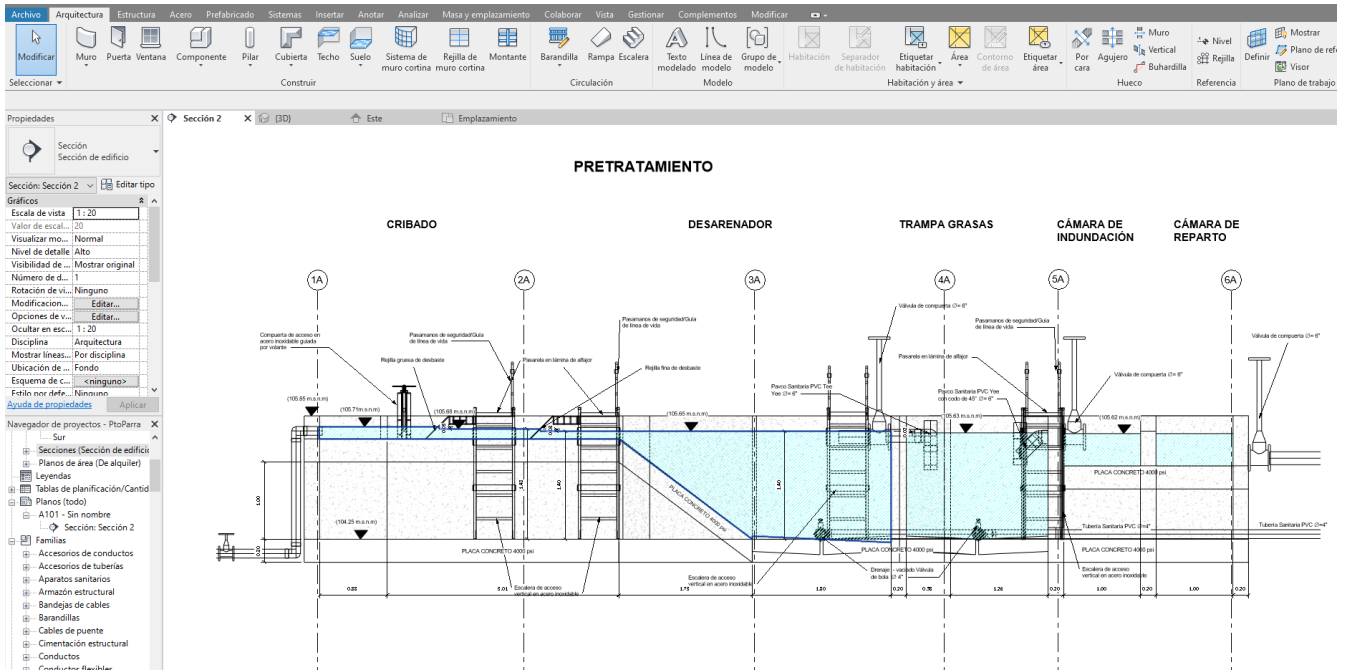


Ilustración 46. Sección/Corte de detalle Pretratamiento

Fuente: Autor

En el esquema ilustrado anteriormente se puede observar que en el detalle se incluyen los nombres de las unidades, accesorios, acotamiento y como factor importante está el hecho de presentar las cotas de implantación en el proyecto.

8. Conclusiones

Teniendo en cuenta el planteamiento inicial de todas las actividades realizadas durante el periodo de práctica empresarial, se puede afirmar que se logró dar cumplimiento al plan de trabajo planteado inicialmente, ya que este se vio reflejado en el trabajo realizado en los diferentes proyectos, dejando incontables experiencias y nuevos conocimientos los cuales servirán de gran apoyo profesional.

En el área presupuestal es muy importante tener un adecuado conocimiento y manejo de herramientas informáticas, las cuales pueden proporcionar una visualización más clara del proyecto y además facilitar la cuantificación de los materiales de obra con mayor precisión, rapidez y facilidad.

Para la realización de los APUs, es de gran importancia contar con conocimiento previos acerca de los procesos constructivos de las obras y con un catálogo previo que contenga la mayor cantidad de proveedores de materiales e insumos necesarios, ya que, facilita la identificación de los materiales, cotizaciones y mano de obra necesarias para el cálculo presupuestal.

La buena comunicación con el equipo de trabajo permite mejorar el rendimiento laboral en general, debido a que hay retroalimentación constante y corrección de errores pequeños a cortos plazos.

Al realizar trabajos en campo se debe tener precaución con la seguridad de todo el personal de obra, por lo que se deben verificar que existan los cuidados necesarios y que el personal cuente con las respectivas capacitaciones, seguridad social y un uso adecuado de elementos de proyección personal.

Bibliografía

- [1] M. K. R. V. Chávez, «ELABORACIÓN DE UN MODELO DE PRESUPUESTO Y PROPUESTA DE CONTROL PARA ALCANZAR LA UTILIDAD OBJETIVA,» 7 DICIEMBRE 2016. [En línea]. Available: http://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/1431/1/TL_VillalobosChavezMay.pdf.
- [2] G. Salarial, «Guía Salarial,» [En línea]. Available: <http://guiasalarial.hays.es/trabajador/info-sector/construccion-e-inmobiliaria/delineante>.
- [3] O. GARCIA, «Gestión de los Costos del Proyecto,» 29 JULIO 2015. [En línea]. Available: <https://www.proyectum.com/sistema/blog/gestion-de-los-costos-del-proyecto/#:~:text=Cada%20una%20de%20las%20tareass,el%20presupuesto%20que%20tenemos%20asignado..>
- [4] MOBIUS, «MOBIUS.NET.CO,» 29 08 2017. [En línea]. Available: <http://mobius.net.co/que-es-una-ptar/>. [Último acceso: 17 04 2021].
- [5] Spena, «Spena Group,» 10 12 2016. [En línea]. Available: <https://spenagroup.com/planta-tratamiento-aguas-residuales-ptar/>. [Último acceso: 17 04 2021].
- [6] Acuatecnica, «Acuatecnica S.A.S,» 29 04 2016. [En línea]. Available: <https://acuatecnica.com/una-planta-tratamiento-agua-potable/>. [Último acceso: 17 04 2021].

- [7] PROCCSA, «PROCCSA,» 2016. [En línea]. Available: <https://www.proccsa.com.mx/consultoria-en-ingenieria-civil.html>. [Último acceso: 17 04 2021].
- [8] K. A. e. ingeniería, «Kaizenai,» 2020. [En línea]. Available: <https://www.kaizenai.com/bim/que-es-el-bim/>. [Último acceso: 2021].
- [9] R. A. C. Specialized, «rfaeco.com,» 2021. [En línea]. Available: <https://www.rfaeco.com/que-es-revit-de-autodesk-y-para-que-sirve/>. [Último acceso: Junio 2021].
- [10] A. Torrijos, «ayto-torrijos.com,» 2019. [En línea]. Available: <https://ayto-torrijos.com/herramientas/que-es-autocad-y-para-que-sirve/>. [Último acceso: Junio 2021].
- [11] V. Lora Castañena, Formulación de especificaciones técnicas para proyectos de edificación en la ciudad de Piura, Piura: Repositorio Institucional Pirhua, 2017.
- [12] Alcaldía Municipal de El Socorro, «SANTANDER, ESQUEMA DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL EL SOCORRO,» El Socorro, 2000.
- [13] S. s. y. v. d. Colombia, «suvalco.com,» 23 Agosto 2018. [En línea]. Available: <http://suvalco.com/project/niple-ruana>. [Último acceso: 2021].
- [14] C. SL, «cagcanalizaciones.com,» [En línea]. Available: <https://www.cagcanalizaciones.com/multi-joint-waga-manguitos-de-union-y-bridas-antitraccion>. [Último acceso: 2021].

- [.N.U.D, «sdgfund.org,» Sustainable Development Goals Fund, 2016. [En línea].
- 15] Available: <https://www.sdgfund.org/es/publication/manual-de-administración-operación-y-mantenimiento-de-sistemas-de-agua-potable-y#:~:text=El%20propósito%20del%20presente%20manual,las%20capacidades%20correspondientes%2C%20para%20la>.