

**Práctica empresarial en PERALTA INGENIERIA S.A.S. como pasante auxiliar de
ingeniería conceptual**

Luis David Chaparro Sarmiento

Trabajo de grado para optar el título de Ingeniero Civil

Director

Miguel Antonio Peralta Hernández

Magister en Ingeniería Estructural

Universidad Industrial de Santander
Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas
Escuela de Ingeniería Civil
Bucaramanga

2020

Dedicatoria

Este trabajo de grado va dedicado a mis padres Elisa Sarmiento Álvarez y Pedro David Chaparro Ballesteros quienes me brindaron su apoyo incondicional en todo momento.

Agradecimientos

Gracias a Dios por darme la bendición de la vida y la salud, gracias a mis padres y a mi hermano quienes siempre estuvieron presentes durante el desarrollo de mi carrera.

Tabla de Contenido

	Pág.
Introducción	14
1. Objetivos	16
1.1 Objetivo General	16
1.2 Objetivos Específicos.....	16
2. Marco teórico	17
2.1 Tekla Structures	17
2.2 Cantidades de obra	18
2.3 Informe.....	18
3. Generalidades de la empresa PERALTA INGENIERIA S.A.S. y descripción de la práctica .	19
3.1 Identificación de la empresa	19
3.1.1 Misión.	20
3.1.2 Visión.....	20
3.1.3 Política integral.	21
3.2 Descripción de la práctica.....	21

4. Descripción de los proyectos	21
4.1 Estructura Cajasan puerta del sol	22
4.1.1 Características de la estructura.....	24
4.1.2 Perfiles.	24
4.1.3 Conexiones.....	29
4.2 Comedor del Colegio Nuevo Cambridge.....	30
4.2.1 Características de la estructura.....	30
4.2.2 Perfiles.	31
4.2.3 Conexiones.....	31
4.3 Parqueadero Tránsito Girón.....	31
4.3.1 Características de la estructura.....	32
4.3.2 Perfiles.	33
4.3.3 Conexiones.....	33
4.4 Bodega BAGUER.....	33
4.4.1 Características de la estructura.....	34
4.4.2 Perfiles.	35
4.5 Frigorífico Aguachica	35
4.5.1 Características de la estructura.....	35
4.5.2 Perfiles.	42
4.5.3 Conexiones. Se presentan las siguientes conexiones.....	43

5. Metodología y desarrollo de la práctica empresarial	50
5.1 Información previa al modelado	51
5.2 Modelado estructural	52
5.3 Cálculo de cantidades de obra.....	52
5.4 Planos estructurales.....	55
5.4.1. Configuración antes de iniciar la creación de planos.....	55
5.4.2. Dibujos de planos.....	55
5.4.2.1 Tipos de planos estructurales	56
5.5 Informe.....	58
6. Conclusiones	60
Referencias Bibliográficas	62

Lista de Figuras

Figura 1. Logo de la empresa. Fuente: PERALTA INGENIERIA S.A.S.	20
Figura 2. . Modelo en 3D de la estructura Cajasan Puerta del Sol. Fuente: PERALTA INGENIERIA S.A.S.	23
Figura 3. Rampas de la estructura. Fuente: PERALTA INGENIERIA S.A.S.	23
Figura 4. Dimensiones de la viga armada donde L es el largo de la sección transversal de la platina, e es su espesor y H es la altura total de la viga armada. Fuente: Propia.	25
Figura 5. Ejemplo de conexión a cortante utilizada en el modelado. Fuente: PERALTA INGENIERIA S.A.S.	29
Figura 6. Modelo en 3D de la estructura del Colegio Nuevo Cambridge. Fuente: PERALTA INGENIERIA S.A.S.	30
Figura 7. Ejemplo de la conexión tipo camisa usada en la conexión de la viga de concreto con la cercha. Fuente: PERALTA INGENIERIA S.A.S.	31
Figura 8. Modelo del Parqueadero Tránsito Girón. Fuente: PERALTA INGENIERIA S.A.S.	32
Figura 9. Conexión a cortante que une la viga con la columna. Fuente: PERALTA INGENIERIA S.A.S.	33
Figura 10. Modelo en 3D de la estructura Bodega BAGUER. Fuente: PERALTA INGENIERIA S.A.S.	34
Figura 11. Modelo en 3D de la estructura Mezzanine de Lodos. Fuente: PERALTA INGENIERIA S.A.S.	36
Figura 12. Modelo en 3D de la estructura Nave PTAR. Fuente: PERALTA INGENIERIA S.A.S.	37

Figura 13. Modelo en 3D de la estructura Tanques PTAP. Fuente: PERALTA INGENIERIA S.A.S.	38
Figura 14. Modelo en 3D de la estructura Tanque de bombeo. Fuente: PERALTA INGENIERIA S.A.S.	38
Figura 15. Modelo en 3D de la estructura Sistema de Bombeo. Fuente: PERALTA INGENIERIA S.A.S.	39
Figura 16. Modelo de la estructura PTAR Doméstica. Fuente: PERALTA INGENIERIA S.A.S.	40
Figura 17. Modelo en 3D de la estructura Tanque ecualizador. Fuente: PERALTA INGENIERIA S.A.S.	40
Figura 18. Modelo en 3D de la estructura Tanques PTAR. Fuente: PERALTA INGENIERIA S.A.S.	41
Figura 19 Modelo en 3D de la estructura Pozos de Bombeo. Fuente: PERALTA INGENIERIA S.A.S.	42
Figura 20. Conexión pernada usada en los arriostramientos. Fuente: PERALTA INGENIERIA S.A.S.	45
Figura 21. Conexiones a momento entre la viga y la columna. Fuente: PERALTA INGENIERIA S.A.S.	46
Figura 22. Conexión pernada entre la columna y la cercha. Fuente: PERALTA INGENIERIA S.A.S.	47
Figura 23. Conexión pernada por medio de placa base uniendo la columna al muro de concreto reforzado. Fuente: PERALTA INGENIERIA S.A.S.	47
Figura 24. Conexión pernada de la correa a la viga. Fuente: PERALTA INGENIERIA S.A.S. .	48

Figura 25. Conexión pernada a cortante que une la vigueta PTE con la viga C. Fuente: PERALTA INGENIERIA S.A.S.	49
Figura 26. Conexión pernada a cortante entre vigueta IPE y viga C, en la imagen también se observan los anclajes usados para la conexión entre el muro de concreto reforzado con le rejilla. Fuente: PERALTA INGENIERIA S.A.S.	50
Figura 27. Hoja de cálculo de cantidades de material. Fuente: PERALTA INGENIERIA S.A.S.	54
Figura 28. Plano general. Fuente: PERALTA INGENIERIA S.A.S.	57
Figura 29. Plano de conjunto. Fuente: PERALTA INGNEIRIA S.A.S.	57
Figura 30. Plano de parte. Fuente: PERALTA INGNIERÍA S.A.S.	58
Figura 31. Portada del informe entregado por parte del practicante a PERALTA NGENIERIA S.A.S.	59

Resumen

Título: PRÁCTICA EMPRESARIAL EN LA EMPRESA PERALTA INGENIERIA S.A.S. COMO PASANTE AUXILIAR DE INGENIERÍA CONCEPTUAL. *

Autor: LUIS DAVID CHAPARRO SARMIENTO**

Palabras Clave: Modelado en 3D, Tekla Structures, Cálculo de cantidades de obra, Dibujo de planos estructurales.

Descripción: En un entorno competitivo, cada vez más globalizado y con muchas empresas en continua expansión por el mundo, es un deber como profesional estar a la vanguardia tecnológica haciendo indispensable el uso de herramientas ofimáticas las cuales facilitan y agilizan el trabajo de tal modo que mejoren el desempeño laboral generando resultados de manera más productiva y rápida, disminuyendo los costos y aumentando la calidad. El uso de las nuevas tecnologías trae consigo la apertura de nuevas posibilidades y facilidades en la Ingeniería Civil al romper barreras que antes existían a la hora de compartir información entre usuarios y alcanzar la perfección en el manejo de datos y modelos. El modelado estructural en 3D proporciona información de calidad necesaria para su posterior uso en el desarrollo de planos y cálculo de cantidades de obra. Este trabajo de grado de modalidad práctica empresarial en la empresa PERALTA INGENIERÍA S.A.S. se basa en la utilización herramientas ofimáticas bajo la filosofía BIM y el tratamiento de la información con la generación de datos con aproximación alta para la elaboración y propuestas de la base de ingeniería conceptual en donde se pueden anticipar las posibles inconsistencias probablemente imprevisibles dadas bajo otras metodologías de trabajo.

* Proyecto de grado

** Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas. Escuela de Ingeniería Civil. Director: Miguel Antonio Peralta Hernández Magister en ingeniería Estructural.

Abstract

Title: BUSINESS PRACTICE IN THE COMPANY PERALTA INGENIERIA S.A.S. AS AN ASSISTANT INTERN IN CONCEPTUAL ENGINEERING. *

Author: LUIS DAVID CHAPARRO SARMIENTO **

Key Words: 3D modeling, Tekla Structures, Calculation of work quantities, Drawing of structural planes.

Description: In a competitive environment, increasingly globalized and with many companies in continuous expansion around the world, the professional must be at the forefront of technology, it is essential to use office tools which facilitate and speed up work in such a way that improves work performance generating results more productively and quickly, reducing costs and increasing quality. The use of new technologies brings with it the opening of new possibilities and facilities in the Civil Engineering by breaking barriers that previously existed when sharing information between users and achieving perfection in the management of data and models. 3D structural modeling provides quality of necessary information for later use in both, developing plans and calculating quantities of work. This work of business practice modality at the company PERALTA INGENIERÍA S.A.S. is based on the use of office tools under the BIM philosophy and the treatment of information with the generation of data with high approximation for the elaboration and proposals of the conceptual engineering base where you can anticipate the possible inconsistencies probably unpredictable under other working methodologies.

* Bachelor Thesis

** Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas. Escuela de Ingeniería Civil. Director: Miguel Antonio Peralta Hernández Magister en ingeniería Estructural.

Introducción

El uso de herramientas ofimáticas en la ingeniería civil se ha convertido en algo fundamental en la práctica diaria ya que permiten agilizar el procesamiento de datos. Los softwares creados para el uso en la ingeniería civil hacen que las empresas puedan optimizar procesos disminuyendo las posibilidades de error comparándolo con un proceso manual. El mundo va evolucionando y a medida que el tiempo transcurre, la tecnología avanza a un ritmo acelerado, por ello, es una necesidad estar mejorando la utilización de las herramientas en pro del desarrollo de la ingeniería.

El software Tekla Structures, desarrollado por la compañía de tecnología de servicios Trimble¹, es usado por PERALTA INGENIERÍA S.A.S. para el modelado de estructuras metálicas y de concreto en 3D a nivel de detalle, desarrollo de planos generales, de taller y de montaje, además de la cuantificación, clasificación y ordenamiento de los materiales según la elección del usuario.

PERALTA INGENIERÍA S.A.S. realiza una inversión de tiempo para el desarrollo de una ingeniería de valor a cada proyecto por medio de Tekla Structures debido a que este software permite crear con exactitud un modelo por sus múltiples herramientas que permiten una visualización a cualquier parte de la estructura, facilidad en las conexiones tanto pernadas como soldadas ya que trae una serie de componentes con algunos de los tipos de conexiones más usados dependiendo la región de uso, también ofrece maniobrabilidad al momento de formar la

¹ Trimble Solutions Corporation. Marcas registradas de Trimble. Recuperado de: <https://www.tekla.com/la/marcas-registradas-de-trimble>

estructura, un catálogo de perfiles metálicos y herramientas para creación de vigas, columnas, conexiones, platinas, entre otras. Otro uso que se le puede dar al software es la gestión de los elementos que se van poniendo en el modelo, ofreciendo una gran cantidad de datos necesarios como lo son la longitud, peso, área, volumen y choques entre elementos.

Para la empresa PERALTA INGENIERÍA S.A.S. y para el practicante, la ingeniería conceptual se basa en identificar la viabilidad técnica y económica de un proyecto además de definir lineamientos principales e ideas básicas del proyecto con el objetivo de generar un detallado para la posterior generación de planos.

Durante la práctica en la empresa PERALTA INGENIERÍA S.A.S. se realizaron diferentes modelos estructurales para una planeación además de una búsqueda de posibles inconsistencias entre el diseño y planos estructurales generales, planteamientos de ideas acerca de la optimización de rendimiento de fabricación y montaje.

PERALTA INGENIERÍA S.A.S. se benefició de esta práctica al poder realizar una mayor cantidad de modelados estructurales en un menor tiempo ya sea para presentar como objeto de cotización o para su posterior fabricación.

Los diseños estructurales que se modelaron en Tekla Structures durante la práctica empresarial fueron distinguidos de la siguiente manera; Estructura CAJASAN puerta del Sol, Comedor del Colegio Nuevo Cambridge. Parqueadero de Tránsito Girón, Bodega Baguer, Y Frigorífica Aguachica.

1. Objetivos

1.1 Objetivo General

Ejercer como auxiliar de diseño en ingeniería básica en el área de modelamiento y cálculo de cantidades de obra para la empresa PERALTA INGENIERIA S.A.S.

1.2 Objetivos Específicos

Calcular cantidades de obra del proyecto asignado por parte de la empresa PERALTA INGENIERIA S.A.S. a partir del modelo creado en el programa Tekla Structures.

Apoyar en el modelado estructural del proyecto asignado por parte de la empresa PERALTA INGENIERIA S.A.S.

Generar planos estructurales del proyecto asignado, modelado a partir del programa Tekla Structures para la empresa PERALTA INGENIERIA S.A.S.

2. Marco teórico

2.1 Tekla Structures

Este software de tecnología BIM, es una herramienta de diseño, modelado, detallado y fabricación de estructuras en 3D basada en modelos para la gestión de la base de datos de múltiples materiales. Desde Tekla se puede obtener información precisa de la estructura 3D, las fases de montaje y gestiona la información desde el suministro, hasta la instalación y el seguimiento del estado del proyecto ahorrando tiempo y mejorando la eficiencia del proyecto visibles en el ámbito económico como lo es la sostenibilidad².

Un ejemplo sobre el uso de Tekla Structures es la construcción de un proyecto realizado por Mitsubishi Heavy Industries (MHI) y Edyce para la empresa Eléctrica Guacolda S.A. en el cual, para todo proceso de construcción utilizaron Tekla Structures activamente para propósitos de modelado y compartir datos necesarios logrando superar sus respectivas diferencias de

² S. Firoz; S. Rao. “Modelling Concept of Sustainable Steel Building by Tekla Software”. International Journal of Engineering Research and Development, vol 1, n° 5, pp. 18-24, Junio 2012.

tiempo, distancias y barreras idiomáticas para lograr una mejora notable en la transferencia de datos operativos³.

2.2 Cantidades de obra

Conocer las cantidades de material requerido para la construcción de la estructura, es vital a la hora de tomar decisiones del proyecto en su ciclo de vida.

En la construcción de una nueva sede corporativa del grupo de medios de comunicación Süddeutscher Verlag, se usó tecnología BIM y métodos tradicionales para el cálculo de cantidades de obra. Una vez terminado el proyecto, calcularon que los resultados de cantidades de obra dados por el uso del BIM fueron más precisos que los métodos tradicionales⁴.

2.3 Informe

Es un texto escrito en prosa científica, técnica o comercial, con el objetivo de comunicar información dirigida a personas o entidades capacitadas para la toma de decisiones. Un informe

³ Tekla (2013c), estudio de caso de referencia de la central Tekla Power, archivo de presentación. Abril 2013.

⁴ J. P. Ardila Benavides. “Aplicación de metodologías BIM en la creación de un modelo paramétrico para las actividades de excavación, cimentación, estructura, mampostería, pañete y pintura de un proyecto de construcción privado en Colombia y cálculo de información para la estructuración del presupuesto de obra directo”. Universidad Javeriana, Trabajo de grado, pp. 9. Junio 2013

representa hechos los cuales son avalados por el autor, en el cual puede haber la solución a un problema, métodos y procedimientos aplicados para la obtención de datos y juzgamientos⁵.

3. Generalidades de la empresa PERALTA INGENIERIA S.A.S. y descripción de la práctica

3.1 Identificación de la empresa

Es una empresa santandereana dedicada a la consultoría, supervisión, interventoría, patología y construcción de estructuras de concreto y acero.

Es una organización que combina la experiencia de su recurso humano, el amplio conocimiento técnico en las áreas de desempeño y el uso de herramientas tecnológicas innovadoras que nos permiten brindar un valor agregado a sus clientes, ofreciéndoles la confianza y seguridad en todos los proyectos que ejecutamos.

Cuentan con un grupo humano de excelencia, técnicamente especializado y comprometido con políticas rápidas y eficientes de trabajo. Desarrollan una permanente gestión de innovación tecnológica y equipamiento de última generación.

⁵ B. A. Sarmiento Torres. "El Informe". Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, Bogotá D.C. 2004.



Figura 1. Logo de la empresa. Fuente: PERALTA INGENIERIA S.A.S.

3.1.1 Misión. PERALTA INGENIERÍA S.A.S, es una empresa dedicada a la prestación de servicios de consultaría, diseño e interventoría para proyectos de obra civil, con altos estándares de calidad para superar las expectativas de sus clientes, brindado soluciones eficientes y eficaces para fortalecer el crecimiento y desarrollo del sector en el cual presta sus servicios, fomentando el bienestar y cuidado del medio ambiente a través de los empleados, contratistas y partes interesadas contribuyendo así con el desarrollo sostenible del país.

3.1.2 Visión. Posicionarse como una empresa Santandereana líder a nivel nacional en el sector de diseño, consultoría e interventoría de obras civiles; con el desarrollo de proyectos que superen anualmente 800.000 metros cuadrados con el uso de tecnología BIM para alcanzar la excelencia de nuestros servicios⁶.

⁶ PERALTA INGENIERÍA S.A.S.. Nosotros. Recuperado de <https://www.peraltaingenieria.com/nosotros/>.

3.1.3 Política integral. Es una organización dedicada a la Prestación de servicios en el área de Ingeniería Civil en Supervisión Técnica, Estudios de Suelos, Ingeniería detallada, diseño de estructuras en acero y concreto reforzado, análisis de vulnerabilidad Sísmica y Patología de Estructuras⁷.

3.2 Descripción de la práctica

Esta práctica empresarial desarrollada en la empresa PERALTA INGENIERÍA S.A.S. en el área de modelamiento y cálculo de cantidades de obra se busca el aprendizaje y buen manejo del software Tekla Structures en el procesamiento, utilización y generación de la información, además de la verificación de conflictos previos a la construcción. Para poder realizar las labores mencionadas, es necesaria la ayuda de los programas Word y Excel y así apoyar a la empresa en las distintas obras que sean objeto de cotización y/o fabricación.

4. Descripción de los proyectos

Todos los proyectos desarrollados en la práctica empresarial se caracterizaban por ser estructuras metálicas, el modelado debía realizarse con diferentes elementos y tipos de acero

⁷ PERALTA INGENIERÍA S.A.S.. Política Integral. Recuperado de <https://www.peraltaingenieria.com/nosotros/>.

según los requerimientos de cada proyecto. En las estructuras de acero el practicante utilizó generalmente tubería estructural A500 Gr C, perfiles de alma llena A572 Gr 50, perfiles de lámina delgada A572 Gr 50, láminas de material A572 Gr C y A36, pernos de conexión A307 y A325, tuercas ASTM 194 Gr 2.H, arandelas F436, anclajes de material ASTM A193 Gr B7 y soldadura E7018 de diferentes tipos tales como filete, bisel, penetración completa, parcial, etc

Las Estructuras también contenían elementos hechos de concreto que por lo general se manejaban por medio de volumetrías, sin embargo, no se implementó una ingeniería detallada puesto que el enfoque se desarrolló sobre estructuras metálicas.

4.1 Estructura Cajasan puerta del sol

La caja Santandereana de subsidio Cajasan contrató a la empresa PERALTA INGENIERIA S.A.S. para la revisión estructural del proyecto Cajasan Puerta del Sol. La estructura fue diseñada mediante el sistema combinado de muros DES mixtos y pórticos metálicos no resistentes a momentos. El modelado de espigos únicamente se presenta en el modelado de CAJASAN Puerta del Sol con el fin de efectuar una revisión de su distribución, cantidad y verificar si existe una falta o exceso de espigos en cada elemento donde se necesita para conectar el acero con el concreto.

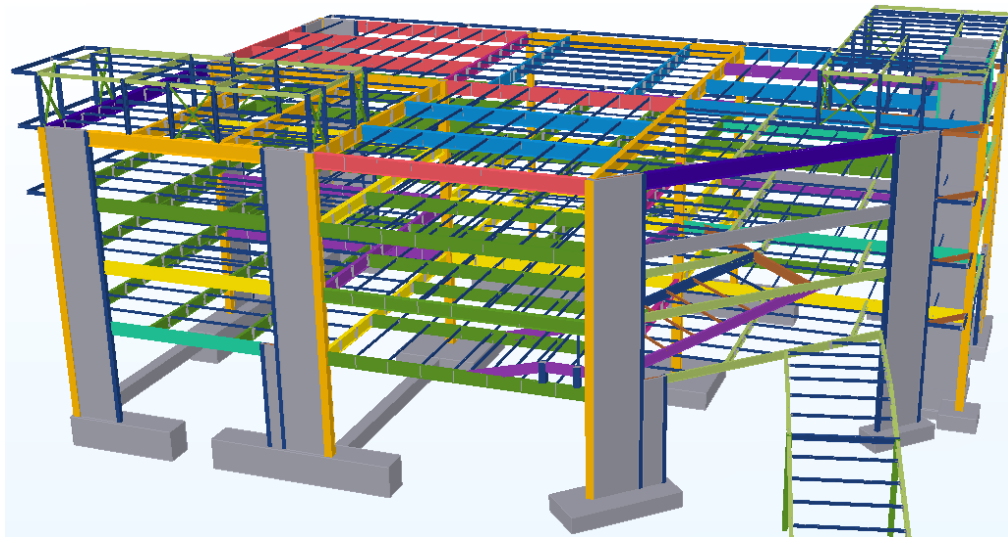


Figura 2. . Modelo en 3D de la estructura Cajasan Puerta del Sol. Fuente: PERALTA INGENIERIA S.A.S.

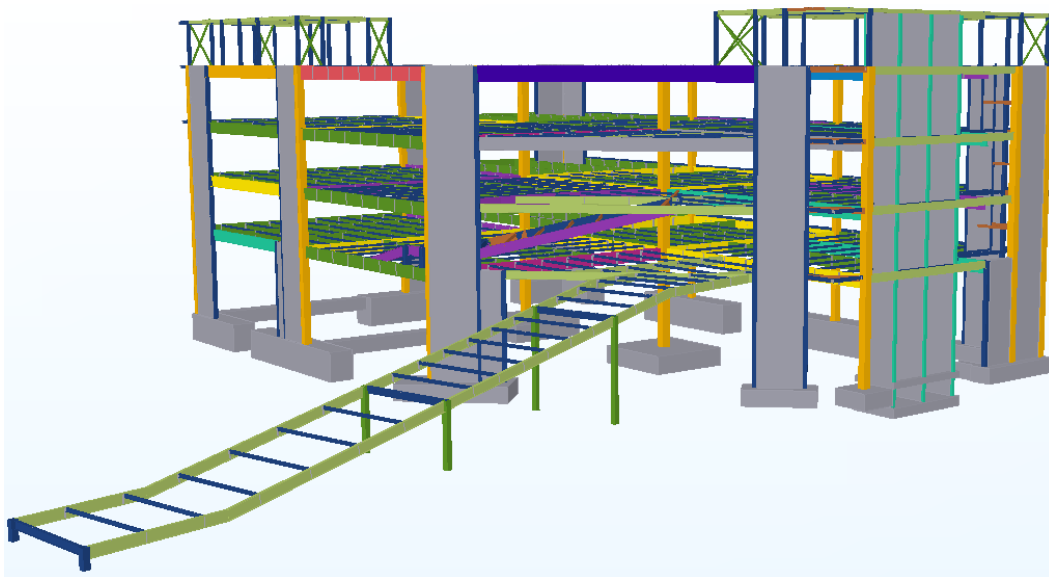


Figura 3. Rampas de la estructura. Fuente: PERALTA INGENIERIA S.A.S.

4.1.1 Características de la estructura. La estructura cuenta con un total de cuatro pisos, una cubierta transitable, una rampa que une el segundo con el tercer piso, otra rampa que funciona como entrada al segundo piso y una cubierta.

El nivel +0 es donde se encuentra la cimentación de la estructura y también donde inicia la rampa que sirve como entrada al segundo piso.

El segundo piso está en el nivel +6940 en el cual se conecta la rampa de entrada al edificio, también es donde terminan algunos de los muros y columnas estructurales que nacen en el nivel +0.

El tercer piso representa el nivel +10940, finaliza la rampa que parte del nivel +6940.

El nivel +14940 es el cuarto piso de la estructura.

La cubierta transitable se ubica en el nivel +19120 donde terminan las columnas que iniciaron en la cimentación y continuaron después del nivel +6940.

La Cubierta está ubicada en el nivel +22400 la cual es sostenida por columnas que nacen en el nivel +22400, algunas presentan arriostramiento.

4.1.2 Perfiles. En el diseño se presentaron vigas de acero armadas, por tanto, se hará una breve descripción de cada una de ellas.

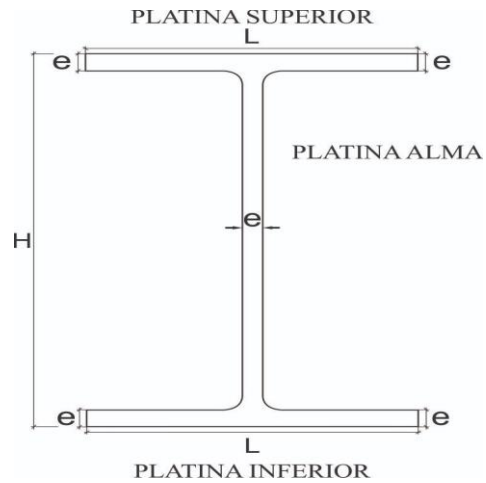


Figura 4. Dimensiones de la viga armada donde L es el largo de la sección transversal de la platina, e es su espesor y H es la altura total de la viga armada. Fuente: Propia.

- VM1:

Platina superior: L : 250 mm, e : 12.7 mm.

Platina inferior: L : 250 mm, e : 15.9 mm.

Platina del alma: e : 12.7 mm.

H : 800 mm.

- VM2:

Platina superior: L : 250 mm e : 15.9 mm.

Platina inferior: L : 250 mm e : 19.1 mm.

Platina del alma el alma: 12.7 mm.

H : 800 mm.

- VM3:

Platina superior: L : 250 mm e : 19.1 mm.

Platina inferior: L : 250 mm e : 22.2 mm.

Platina del alma: 12.7 mm.

H: 800 mm.

- VM5:

Platina superior: L: 300 mm e: 22.2 mm.

Platina inferior L: 250 mm e: 22.2 mm.

Platina del alma.12.7 mm.

H:800 mm.

- VM6:

Platina superior: L: 300 mm, e: 22.2 mm.

Platina inferior: L: 300 mm, e: 25.4 mm.

Platina del alma: e: 15.9 mm.

H: 800 mm..

- VM7:

Platina superior: L: 300 mm, e: 25.4 mm.

Platina inferior: L: 300 mm, e: 31.7 mm.

Platina del alma: e: 15.9 mm.

H: 800 mm.

- VM8:

Platina superior: L: 300 mm, e: 25.4 mm.

Platina inferior: L: 350 mm, e: 31.7 mm.

Platina del alma: e: 15.9 mm.

H: 800 mm.

- VM11:

Platina superior: L: 250 mm, e: 12.7 mm.

Platina inferior: L: 250 mm, e: 15.9 mm.

Platina del alma: e: 12.7 mm.

H: 900 mm.

- VM12:

Platina superior: L: 250 mm, e: 15.9 mm.

Platina inferior: L: 250 mm, e: 19.1 mm.

Platina del alma: e: 12.7 mm.

H: 900 mm.

- VM13:

Platina superior: L: 250 mm, e: 19.1 mm.

Platina inferior: L: 250 mm, e: 22.2 mm.

Platina del alma: e: 12.7 mm.

H: 900 mm.

- VM16:

Platina superior: L: 300 mm, e: 22.2 mm.

Platina inferior: L: 300 mm, e: 25.4 mm.

Platina del alma: e: 15.9 mm.

H: 900 mm.

- VM18:

Platina superior: L: 300 mm, e: 25.4 mm.

Platina inferior: L: 350 mm, e: 31.7 mm.

Platina del alma: e: 15.9 mm.

H: 900 mm.

El segundo piso la componen:

Viguetas: IPE140, IPE160 y IPE240.

Vigas laminadas: IPE500 y W14X26.

Vigas armadas: VM1, VM6, VM7 y VM8.

El tercer piso comprende:

Viguetas: IPE160, IPE140 y IPE240. Vigas laminadas: IPE 500, IPE600 y W14X26.

Vigas armadas: VM1, VM2, VM3, VM6 y VM8.

El cuarto piso está conformado por:

Viguetas: IPE140, IPE160 y IPE240. Vigas laminadas: IPE500 y W14X26.

Vigas armadas: VM1, VM2, VM3, VM5 y VM7.

La cubierta transitable contiene:

Viguetas: IPE140, IPE160, IPE180, IPE240, IPE360, HEB240 y HEA240

Vigas laminadas: W14X26 y IPE500

Vigas armadas: VM7, VM3, VM11, VM12 VM13, VM16 y VM18.

La cubierta fue diseñada con:

Viguetas: IPE160, IPE180, IPE240 y IPE360. Vigas laminadas: IPE240, IPE360 y W14X26.

La estructura presenta columnas metálicas PTE cuadradas rellenas de concreto, se usaron perfiles de 600 mm de lado por 15.9 mm de espesor, 500 mm de lado por 15.9 mm de espesor, 500 mm de lado por 12.7 mm de espesor, 300 mm de lado por 12.7 mm de espesor, 200 mm de lado por 12.7 de espesor y 400 mm de lado por 12.7 mm de espesor.

Las rampas contienen perfiles de vigueta IPE160, IPE180, IPE360 y vigas laminadas IPE500, IPE600.

En la zona de ascensores se usaron perfiles de vigas W14X26, IPE180, IPE200, columnas IPE180, W14X26 y 3 muros estructurales de un espesor de 200 mm.

4.1.3 Conexiones. El practicante modeló las conexiones a cortante suministradas en los planos debido a que las conexiones a momento y algunas a cortante cuando se modelaron, presentaron algunas irregularidades. Se usaron platinas con espesores de 6 y 12 mm, por otro lado, se utilizaron pernos cuyos diámetros son 1/2" y 5/8".

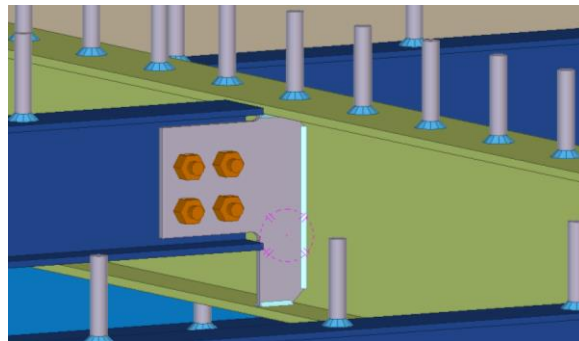


Figura 5. Ejemplo de conexión a cortante utilizada en el modelado. Fuente: PERALTA

4.2 Comedor del Colegio Nuevo Cambridge

El Colegio Nuevo Cambridge perteneciente al municipio de Floridablanca solicitó a la empresa PERALTA INGENIERÍA S.A.S. la fabricación y montaje de la estructura de cubierta de acero sobre una estructura de concreto existente para un comedor de la planta física de la institución educativa. Una vez terminado el diseño y plasmado en un archivo en AutoCAD, la estructura procede a modelarse.

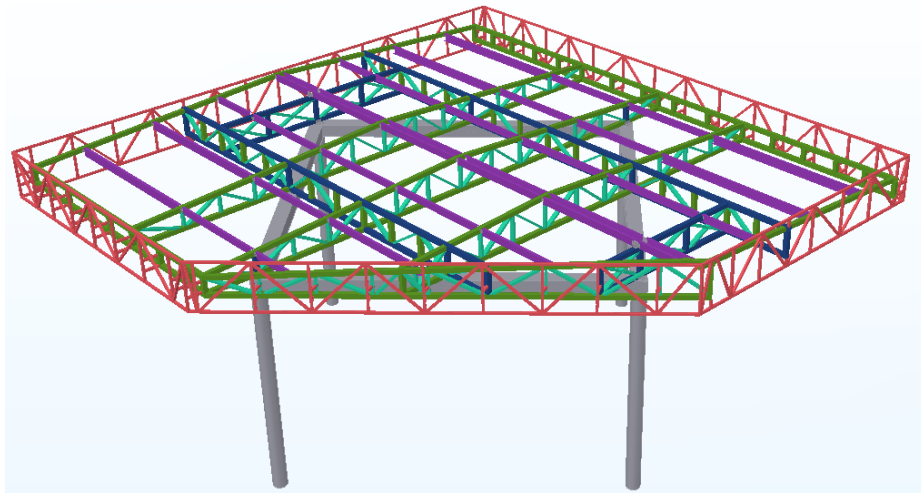


Figura 6. Modelo en 3D de la estructura del Colegio Nuevo Cambridge. Fuente: PERALTA INGENIERIA S.A.S.

4.2.1 Características de la estructura. La estructura se compone de un techo el cual se sostiene por medio de 4 vigas existentes de concreto reforzado cuya sección transversal es de 300X300 mm las cuales a su vez se conectan a 4 columnas existentes circulares de concreto reforzado cuyo diámetro es de 300 mm. El techo fue diseñado por medio de cerchas junto con correas y conexiones.

4.2.2 Perfiles. Los perfiles usados en este proyecto fueron tubos PTE y correas PHR. Se utilizaron 4 tipos de tubos, 100X100 mm por 3 mm de espesor, 100X100 mm por 2 mm de espesor, 100X50 mm por 2mm de espesor y 50X50 mm por 1.5 de espesor. Se contó con 2 tipos de correas, PHR203X63X2 y PHR160X60X2.

4.2.3 Conexiones. Las conexiones de PTE a PTE y de PTE a correa fueron soldadas mientras que las conexiones de la cercha a la viga de concreto fueron pernaadas, algunas en forma de camisa, mediante el uso de placas base. El anclaje usado es de diámetro 3/4", rigidizadores de 1/4" de espesor de platina y placas base de espesor 1/2".

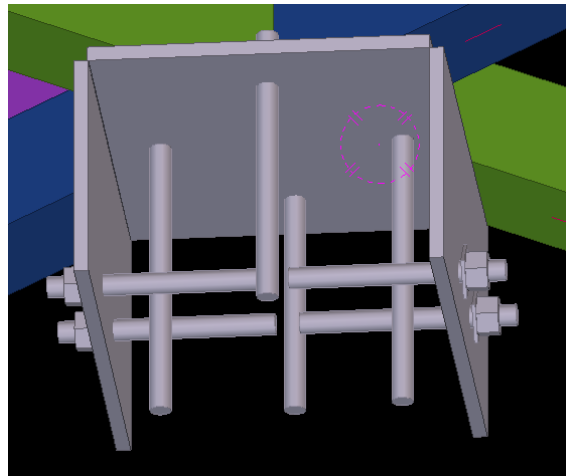


Figura 7. Ejemplo de la conexión tipo camisa usada en la conexión de la viga de concreto con la cercha. Fuente: PERALTA INGENIERIA S.A.S.

4.3 Parqueadero Tránsito Girón

La empresa de economía mixta Tránsito de Girón solicitó una cotización a la empresa PERALTA INGENIERÍA S.A.S. de un parqueadero cuyo único objetivo sea el almacenamiento de vehículos para poder ganar espacio en su parqueadero ubicado en la autopista Girón-Bucaramanga a 200 metros adelante del Cenfer.

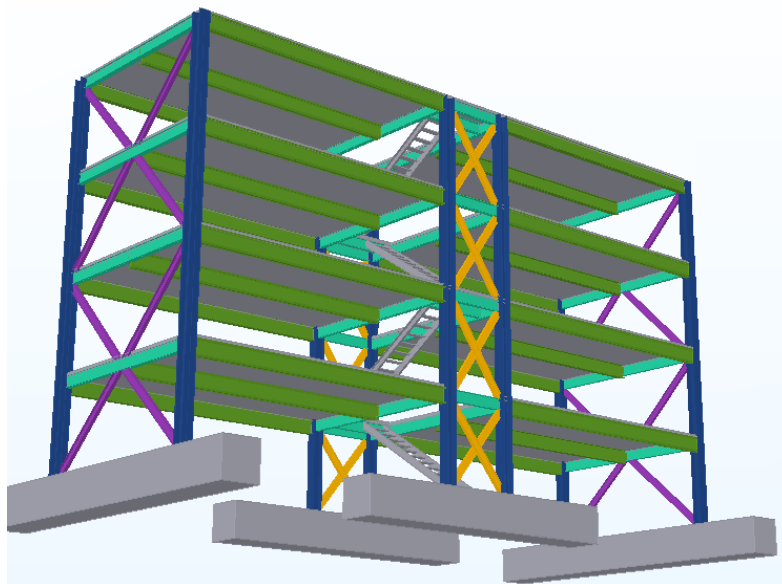


Figura 8. Modelo del Parqueadero Tránsito Girón. Fuente: PERALTA INGENIERIA S.A.S.

4.3.1 Características de la estructura. El parqueadero está diseñado con un total de 4 entresijos, los automóviles suben a cada piso por medio de un ascensor mecánico especial para automóviles mientras que las personas suben por medio de escaleras. El sistema presenta arriostramientos de columnas en ambos sentidos de la estructura.

4.3.2 Perfiles. Las columnas fueron de perfil HEA300, las riostras IPE200 y en cuanto a las vigas se manejaron dos tipos de perfiles, IPE400 e IPE300, La cimentación la componen cuatro zapatas continuas.

4.3.3 Conexiones. El tipo de conexión entre viga y viga se diseñaron a cortante, mientras que para las riostras se les realizaron conexiones pernadas.

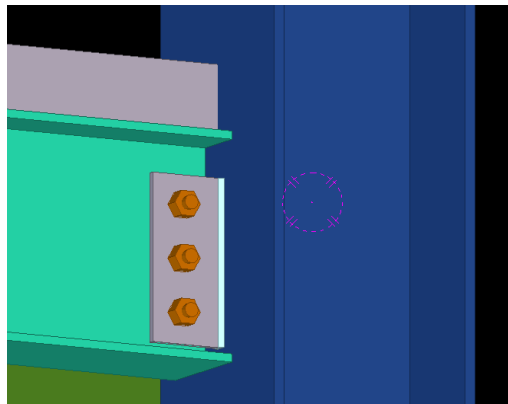


Figura 9. Conexión a cortante que une la viga con la columna. Fuente: PERALTA

INGENIERIA S.A.S.

4.4 Bodega BAGUER

La empresa PERALTA INGENIERÍA S.A.S. dio uso de los servicios del practicante para el modelado de la estructura Bodega BAGUER con el objetivo de estimar cantidades previas para una propuesta de cotización para la empresa BAGUER S.A.S. En el desarrollo del modelo no se generó un nivel alto de detallado de conexiones a causa de no tener información suficiente como

planos arquitectónicos, por consiguiente, se planteó una propuesta frente a la necesidad que expone el cliente.

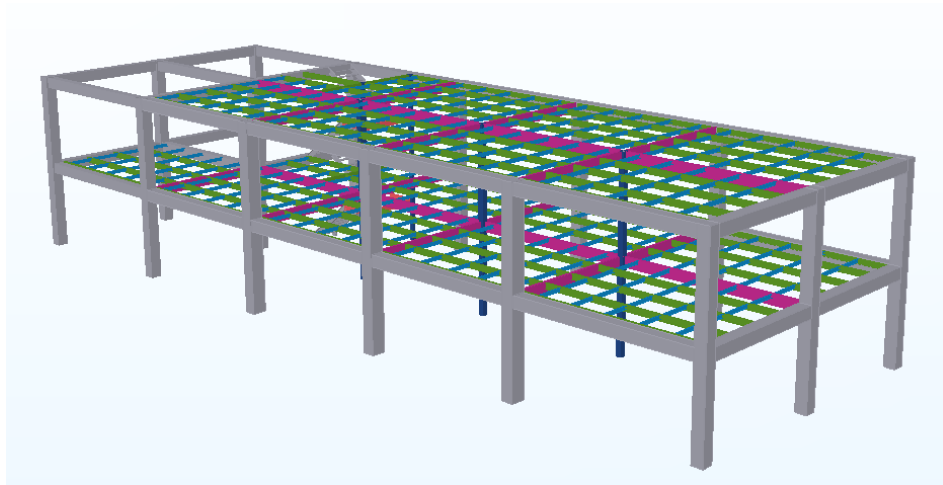


Figura 10. Modelo en 3D de la estructura Bodega BAGUER. Fuente: PERALTA INGENIERIA S.A.S.

4.4.1 Características de la estructura. La estructura modelada la conforman dos entresijos dentro de una bodega existente que ya cuenta con un sistema de escaleras que permite el acceso a cada uno de los dos pisos del mezzanine de concreto que solo abarcan una parte pequeña de todo el espacio de la bodega. Lo que quiere BAGUER S.A.S. es que cada piso abarque toda el área de la bodega. Los entresijos se diseñaron con el objetivo de instalar un sistema de pisos en Eterboard de un espesor de 20 mm en placas de 1220 mm de ancho por 2440 mm de largo.

4.4.2 Perfiles. La estructura diseñada contiene viguetas de perfil PHR120X60X2, vigas W8X10 y W14X22 y columnas de perfil tubular PTE cuadrado de 200 mm de lado por 5.5 mm de espesor.

4.5 Frigorífico Aguachica

La empresa PERALTA INGENIERÍA S.A.S. estuvo a cargo de la estimación de precios con el motivo de cotizar un conjunto de estructuras metálicas para el Frigorífico Aguachica que, una vez aprobada, se procedió a realizar cambios de perfiles para homologación debido a que fue diseñado por una empresa extranjera, adicionalmente se observaron ciertas interferencias entre elementos y otros tipos de incongruencias. Ya teniendo el modelo terminado, se realizaron los planos de taller para ejecución de fabricación, por lo cual se generó un inicialmente un listado de cantidades para compra, planos para corte y despiece de material, planos de montaje y finalmente planos as built. Estas estructuras van a estar ubicadas a las afueras del municipio de Aguachica Cesar.

4.5.1 Características de la estructura. Frigorífico Aguachica necesita instalar varias estructuras para el control y tratamiento de agua potable y residual de las actividades dentro del frigorífico. La empresa PERALTA INGENIERÍA S.A.S. es la encargada de fabricar en taller y posteriormente montar en el lugar de desarrollo del proyecto cada uno de los elementos de acero.

- **Mezzanine de Lodos:**

Es una estructura con un solo entrepiso en el nivel +4820, una escalera y un techo junto con dos líneas de vida, el sistema presenta arriostramientos entre columnas en la dirección más débil del Mezzanine de lodos. La cimentación presenta pedestales de 2750 mm los cuales llegan zapatas aisladas conectadas mediante vigas de cimentación. En esta estructura se modelaron líneas de vida los cuales son tubos diseñados para sostener una cuerda en la parte más alta del techo. En el entrepiso de la estructura se va a colocar equipo mecánico correspondiente a la zona de lodos de la PTAR.

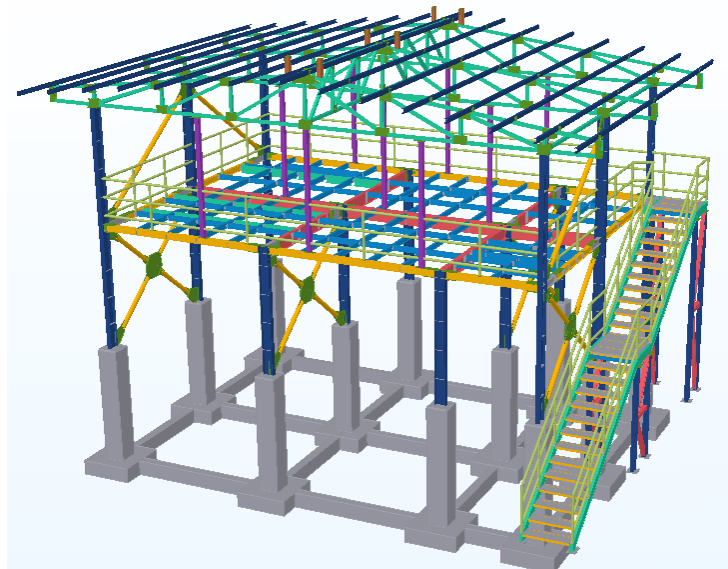


Figura 11. Modelo en 3D de la estructura Mezzanine de Lodos. Fuente: PERALTA INGENIERIA S.A.S.

- **Nave PTAR:**

La estructura es una nave industrial conformada por un entrepiso que abarca solo una parte de toda el área disponible y se ubica en el nivel +3270 con el propósito de ubicar un laboratorio y una oficina para el operador. La estructura también tiene un techo y una escalera. Al igual que el Mezzanine de Lodos, su cimentación se basa en zapatas aisladas unidas mediante vigas de

cimentación. Dentro de la nave industrial hay maquinaria anclada al suelo que pertenece a la PTAR. Al igual que en la estructura Mezzanine de lodos, se presentaron líneas de vida.

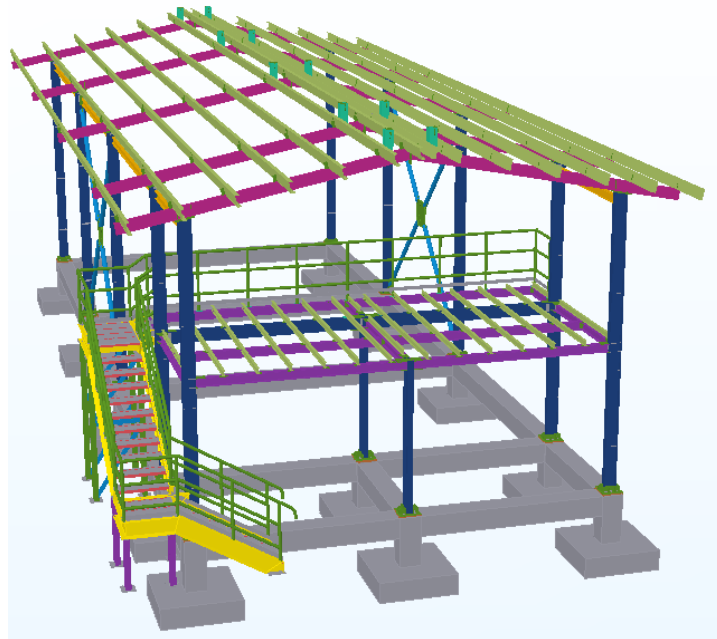


Figura 12. Modelo en 3D de la estructura Nave PTAR. Fuente: PERALTA INGENIERIA S.A.S.

- **Tanques PTAP:**

La finalidad de esta estructura es observar desde arriba el contenido de 3 tanques con capacidad de 500 metros cúbicos de 5000 mm de altura y 6340 mm de radio externo usados por la PTAP de la frigorífica. Se accede medio de una sola escalera que va unida a una plataforma de la cual parten dos puentes peatonales, uno llega a un tanque que contiene agua tratada mientras que el otro puente conecta con otra plataforma con la que puede verse la parte interna de los otros dos tanques, uno de agua tratada y otro de agua cruda. Existe también una subestructura la cual es un tanque de bombeo de concreto reforzado con una rejilla metálica y peldaños.

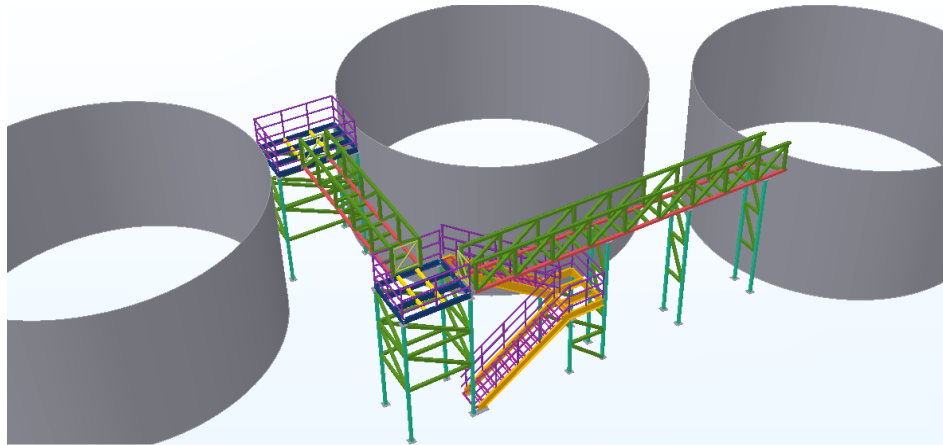


Figura 13. Modelo en 3D de la estructura Tanques PTAP. Fuente: PERALTA INGENIERIA S.A.S.

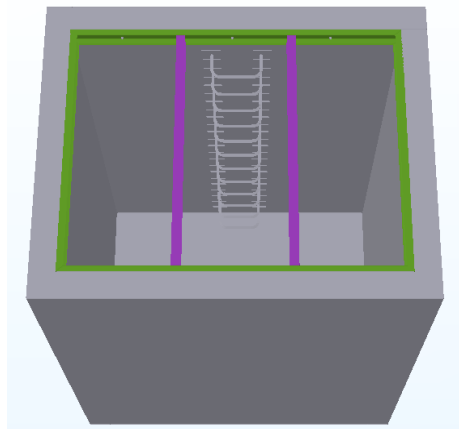


Figura 14. Modelo en 3D de la estructura Tanque de bombeo. Fuente: PERALTA INGENIERIA S.A.S.

- **Sistema de bombeo:**

Su estructura tiene la forma de una casa, contiene una puerta, una ventana, y un techo. Las columnas van conectada a unos muros estructurales hechos de concreto. En esta casa metálica se almacena maquinaria referente al sistema de bombeo de la PTAP. La estructura tiene una escalerilla de acero en su techo con el fin de soportar una lámina Denglass de 1/2" de espesor.

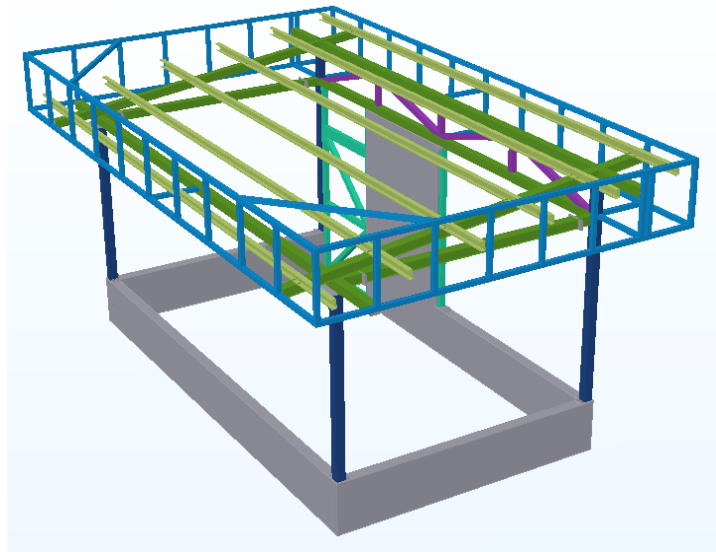


Figura 15. Modelo en 3D de la estructura Sistema de Bombeo. Fuente: PERALTA INGENIERIA S.A.S.

- **PTAR doméstica:**

Está conformada por 3 subestructuras, una en forma de almacén donde se encuentra el lecho de secado, otra compuesta por dos plataformas, dos escaleras, un techo y un puente peatonal, una de las escaleras inicia en el nivel +0 y conecta con la primera plataforma que está por encima de una bodega y es donde inicia la segunda escalera con la que se llega a la segunda plataforma donde se ubica el tamiz rotativo protegido por un techo metálico. De la segunda plataforma se

desprende un puente peatonal que pasa encima de un tanque circular usado como reactor. Su tercera y última subestructura es una rejilla diseñada para el tanque ecualizador.

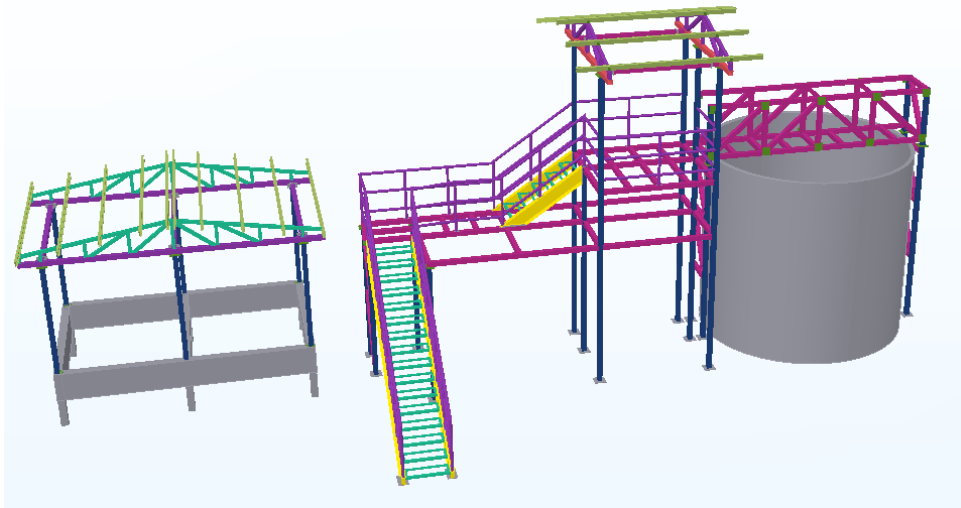


Figura 16. Modelo de la estructura PTAR Doméstica. Fuente: PERALTA INGENIERIA S.A.S.

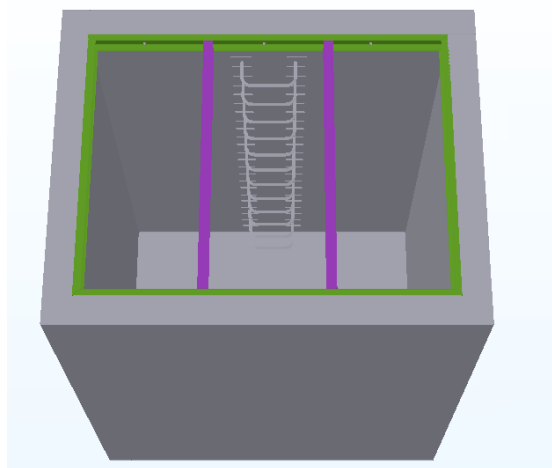


Figura 17. Modelo en 3D de la estructura Tanque ecualizador. Fuente: PERALTA INGENIERIA S.A.S.

- **Tanques PTAR**

Su diseño lo conforma una escalera que funciona como acceso a la única plataforma de la estructura, sirviendo como punto de observación hacia dos tanques, uno usado como reactor cuya altura es de 5500 mm con 8530 mm de radio exterior y el otro utilizado como ecualizador de 5000 mm de altura por 6340 mm de radio exterior.

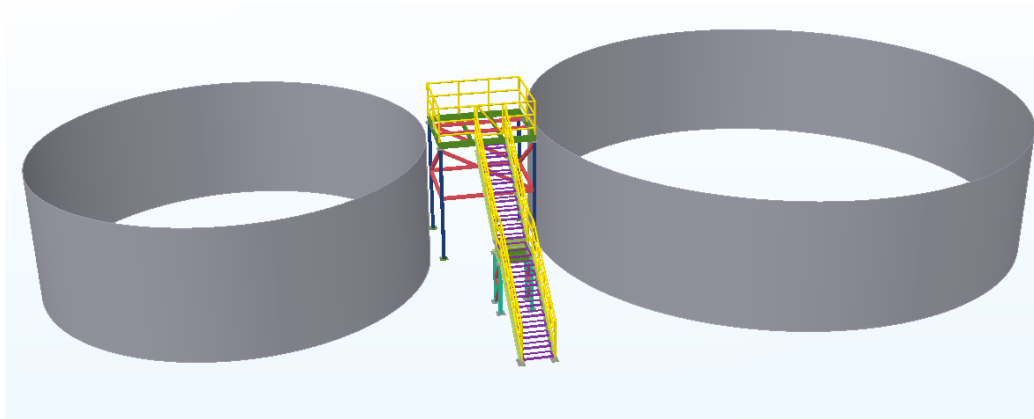


Figura 18. Modelo en 3D de la estructura Tanques PTAR. Fuente: PERALTA INGENIERIA S.A.S.

- **Pozos de Bombeo**

Son 4 tanques hechos en concreto reforzado pertenecientes a la PTAR. Cada tanque tiene una rejilla metálica y peldaños.

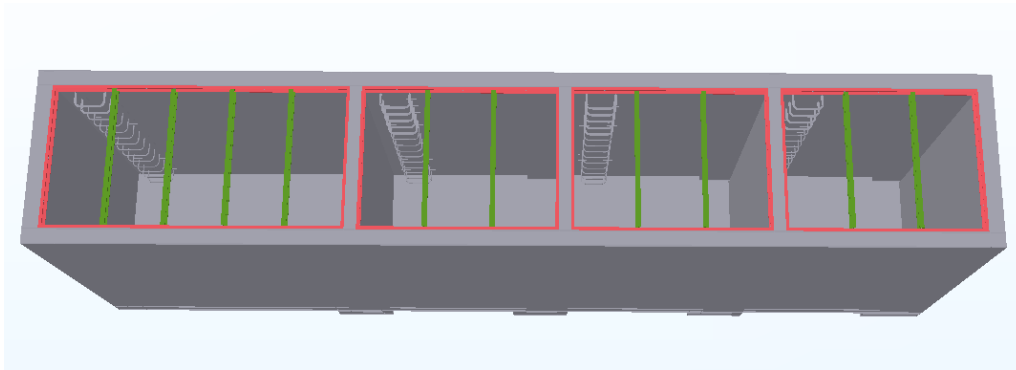


Figura 19 Modelo en 3D de la estructura Pozos de Bombeo. Fuente: PERALTA INGENIERIA S.A.S.

4.5.2 Perfiles. En el Mezzanine de Lodos se manejaron vigas W6X9, IPE120, W12X14, viguetas IPE120, C8X11.5, riostras con tubos PTE circular \varnothing :114.3 mm y espesor 6.02 mm, riostras PTE Cuadrados 100X100X2, columnas IPE240 y W6X9, la escalera se compuso de peldaños hechos con ángulos L1/4X2X2, las gualderas con PTE 200X70X3. En el techo del modelo las correas tuvieron un perfil PHR100X50X2 y las cerchas manejaron un perfil PTE 70X70X2. Las líneas de vida fueron hechas con un tubo PTE 100X100X4. Las barandas tuvieron un perfil PTE \varnothing : 60 mm por 2 mm de espesor.

La Nave PTAR en su diseño, contiene viguetas IPE100, vigas W6X15, IPE240, W6X9 y W8X15, riostras con dos tipos de perfil, uno tubular PTE \varnothing :114.3 mm por 6.02 mm de espesor y otro tubular PTE 70X70X2, correas PHR203X67X2, columnas IPE240 y W6X9, el peldaño de la escalera está diseñado con perfil angular L1/4X2X2, la gualdera tiene un C12X20.7 y las barandas un PTE circular de diámetro 60X3.91. En cuanto a las líneas de vida, tuvieron un perfil PTE 150X150X6.

Tanques PTAP fue diseñada con viguetas PTE 100X100X2, vigas PTE 100X100X4 y C8X11.5, columnas y riostras PTE 100X100X4, los peldaños de la escalera L1/4X2X2, gualderas C12X20.7, por último, las barandas PTE 100X100X2 y \varnothing : 60 mm por 3.91 de espesor. El tanque de bombeo tiene vigas C6X8.2 y barras metálicas para peldaños de \varnothing :3/4"

El sistema de bombeo lo conforman vigas PTE 100X100X3, columnas PTE 100X100X3, correa PHR100X50X2, cercha con perfiles PTE 100X100X3, PTE 70X70X2 y PTE 50X50X1.5.

La PTAR doméstica está compuesta por vigas, riostras y columnas PTE 100X100X4, cerchas con perfiles PTE 70X70X2, peldaños de la escalera L1/4X2X2, gualdera C12X20.7 y barandas PTE 100X100X4 y PTE \varnothing : 60 mm por 2 mm de espesor. El tanque equalizador tiene vigas C6X8.2 y barras metálicas para peldaños de 2 y barras metálicas para peldaños de \varnothing :3/4"

Tanques PTAR contiene viguetas PTE 100X100X2, vigas C8X11.5, columnas PTE 100X100X4 Y PTE 100X100X2, riostras PTE 100X100X2, peldaños de la escalera L1/4X2X2, gualdera C12X20.7 Y C8X11.5 y barandas \varnothing :60X2.

La estructura Pozos de bombeo la conforman vigas C6X8.2 2 y barras metálicas para peldaños de \varnothing : 3/4".

4.4.3 Conexiones. Se presentan las siguientes conexiones.

- **Mezzaine de Lodos:**

Vigueta a viga y vigueta a vigueta, a cortante, se usaron platinas de espesor 6 mm y pernos de $\varnothing:1/2''$.

Viga a viga, pernadas a momento cuyos espesores de platina usados fueron de 10 y 16 mm.

Viga y columna, pernadas y sodadas, el espesor de las platinas usadas fue de 10 mm.

Pedestal con columna con anclajes de $\varnothing: 3/4''$ y placas base de espesor de 20 mm.

Conexiones posinstaladas de columna a suelo se manejaron con anclajes de $\varnothing: 3/4''$ y placas base de 10 mm de espesor.

Peldaños de la escalera, los ángulos entre sí fueron soldados, pero la conexión peldaño gualdera fue pernada con tornillos $\varnothing: 3/8''$ y platinas de espesor 6 mm.

Las gualderas se soldaron entre ellas y se pernaron con las columnas con tornillos de $\varnothing: 5/8''$ y platina 10 mm de espesor.

La conexión entre tubos PTE ubicados en las cerchas fue soldada, las correas se conectaron con las vigas con pernos $\varnothing: 3/8''$ y platinas de espesor 6 mm.

Las barandas se conectaron por medio de pernos $\varnothing: 3/8''$ y platina 6 mm.

Las líneas de vida se soldaron con las vigas.

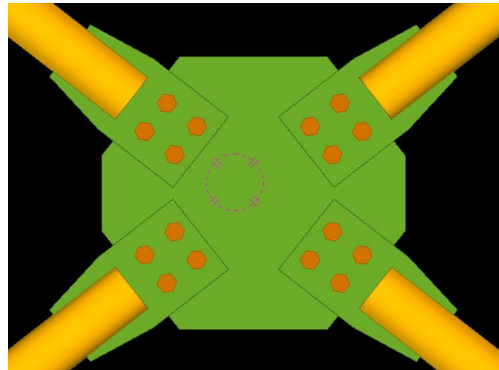


Figura 20. Conexión pernada usada en los arriostramientos. Fuente: PERALTA INGNEIRIA S.A.S.

- **Nave PTAR**

Vigueta a viga y viga a viga, pernada a momento y cortante, los pernos usados fueron $\varnothing: 1/2''$ y $\varnothing: 5/8''$ con platinas de espesor 6,10 y 12 mm.

Viga a columna, pernada a momento y a cortante con pernos $\varnothing: 5/8''$ con platinas de 10 mm de espesor.

Conexiones de correa a viga, pernadas con tornillos $\varnothing: 1/2''$ y platinas de 6 mm de espesor.

Pedestal con columna, con anclajes $\varnothing: 5/8''$ placas base de 25 mm y rigidizadores de 12 mm de espesor.

Columnas posintaladas, anclajes $\varnothing: 5/8''$ y platinas de 10 mm de espesor.

Las gualderas se soldaron entre sí mientras que la conexión con las columnas fue a momento con pernos $\varnothing: 5/8''$ y $1/2''$ con platinas de 10 mm de espesor.

Peldaño con gualdera, se conectaron con pernos $1/2''$, las conexiones entre ángulos de cada peldaño fueron soldadas.

Para conectar las barandas se usaron pernos $\varnothing: 3/8''$ con platinas 6 mm de espesor.

La conexión de vigueta a viga en la rejilla fue a cortante con pernos de $\varnothing: 1/2"$ y platinas de espesor 6 mm mientras que las vigas se soldaron entre sí. La rejilla se conectó al concreto mediante anclajes de $\varnothing: 1/2"$.

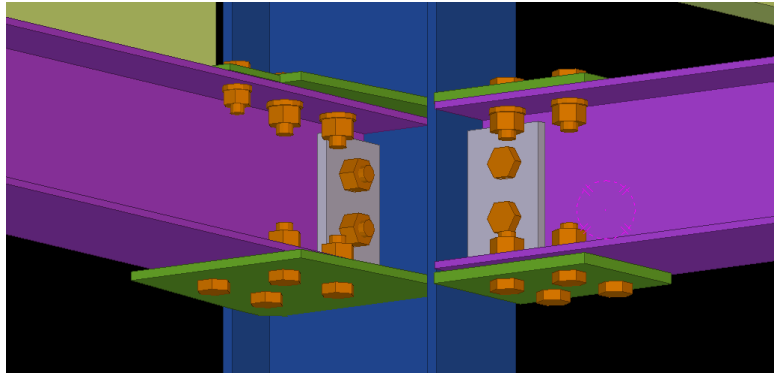


Figura 21. Conexiones a momento entre la viga y la columna. Fuente: PERALTA

INGENIERIA S.A.S.

- **Tanques PTAP**

Todas las conexiones entre tubos PTE fueron soldadas a excepción de la conexión viga a columna la cual fue pernada a momento con tornillos $\varnothing: 5/8"$ y platinas de espesor 10 mm.

PTE a viga C, pernada a momento con tornillos $\varnothing: 5/8"$ y platinas de espesor 10 mm.

Vigueta C a PTE, entre vigas C y riostra a columna, fueron conexiones soldadas.

Columnas a viga C, a momento con pernos $\varnothing: 5/8"$ y platinas 10 mm.

Las placas base de las columnas son de 10 mm de espesor con anclajes $\varnothing: 5/8"$.

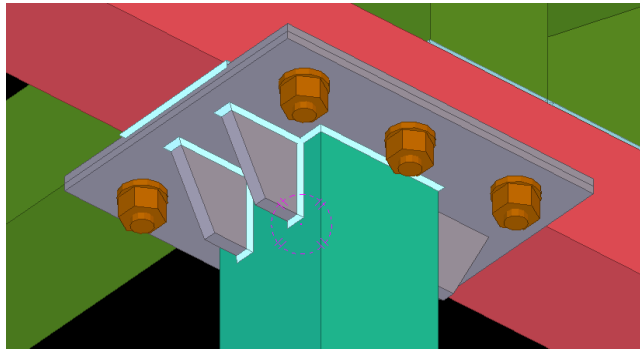


Figura 22. Conexión pernada entre la columna y la cercha. Fuente: PERALTA INGENIERIA S.A.S.

- **Sistema de bombeo**

Viga a viga y viga a columna, pernada a momento con tornillos 5/8" y platina 10 mm de espesor.

Correa a Viga, pernada con tornillos \varnothing : 3/8" y platinas de espesor 6 mm.

Los tubos de acero de la escalerilla y la puerta además de los PTE de la cercha del techo fueron soldados.

Las placas base de las columnas fueron de 10 mm de espesor y con anclajes de \varnothing : 5/8".

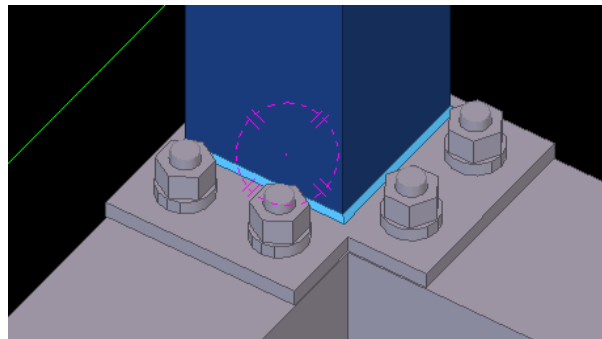


Figura 23. Conexión pernada por medio de placa base uniendo la columna al muro de concreto reforzado. Fuente: PERALTA INGENIERIA S.A.S.

- **PTAR doméstica**

Viga a viga en cada techo y viga a columna, pernadas a momento con tornillos de $\varnothing: 5/8''$ y platinas de 10 y 12 mm de espesor. Las demás conexiones entre PTE fueron soldadas.

Correa a viga, pernada con tornillos $3/8''$ y platinas de espesor 6 mm.

Las placas base de las columnas fueron de 10 mm de espesor junto con anclajes de $\varnothing: 3/8''$ mientras que las placas base de las gualderas tuvieron platinas de 10 mm de espesor con anclajes de $\varnothing: 5/8''$.

Gualdera con columnas, pernada a momento con platinas 6 mm de espesor y tornillos de $\varnothing: 1/2''$.

Peldaño a gualdera, pernos $\varnothing: 3/8''$.

Los ángulos que conforman el peldaño se soldaron.

Las barandas se conectaron a la estructura por medio de pernos $3/8''$ y platinas de 6 mm de espesor.

La rejilla del ecualizador fue similar a la rejilla del tanque de bombeo de la Nave PTAR.

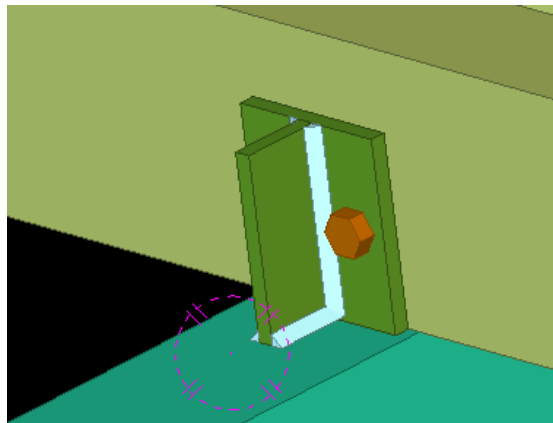


Figura 24. Conexión pernada de la correa a la viga. Fuente: PERALTA INGENEIRIA S.A.S.

- **Tanques PTAR**

Vigueta a viga, pernada a cortante con tronillos: $\varnothing: 1/2''$ y platinas de espesor 6 mm.

Viga a viga, pernada a cortante con tornillos $\varnothing: 1/2''$ con platinas de espesor 10 mm aunque algunas de ellas se soldaron.

Viga a columna, pernada a momento con tornillos $\varnothing: 5/8''$ y platinas 12 mm de espesor.

Gualdera a gualdera, pernada a momento con tornillos $\varnothing: 1/2''$ y platinas de espesor 10 mm.

Gualdera a columna, pernada a momento con tornillos $\varnothing: 5/8''$ y platinas de espesor 10 mm.

Peldaño a gualdera, conectada con pernos $\varnothing: 1/2''$.

Las placas base tanto de la columna como de la gualdera tuvieron espesores de 10 mm junto con anclajes de $\varnothing: 5/8''$.

Las riostras se soldaron a las columnas y las barandas se conectaron a la estructura por medio de pernos $\varnothing: 3/8''$ con platinas 6 mm.

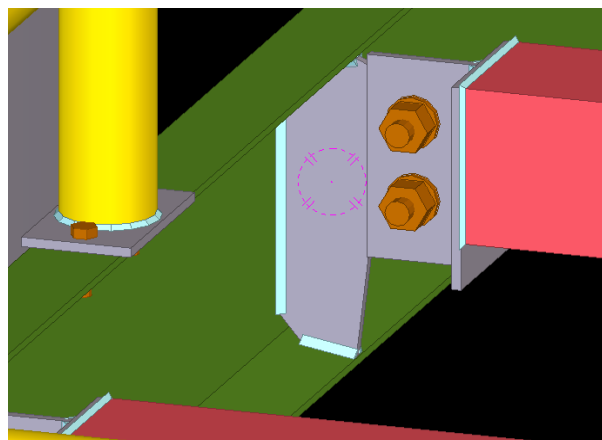


Figura 25. Conexión pernada a cortante que une la vigueta PTE con la viga C. Fuente:

PERALTA INGENIERIA S.A.S.

- **Pozos de bombeo**

Vigueta a viga, pernada a cortante con tornillos de $\varnothing: 1/2"$ y platinas de espesor 6 mm. Las conexiones de viga a viga fueron soldadas. Cada rejilla se conectó entre sí y a la estructura de concreto con anclajes $\varnothing: 1/2"$.

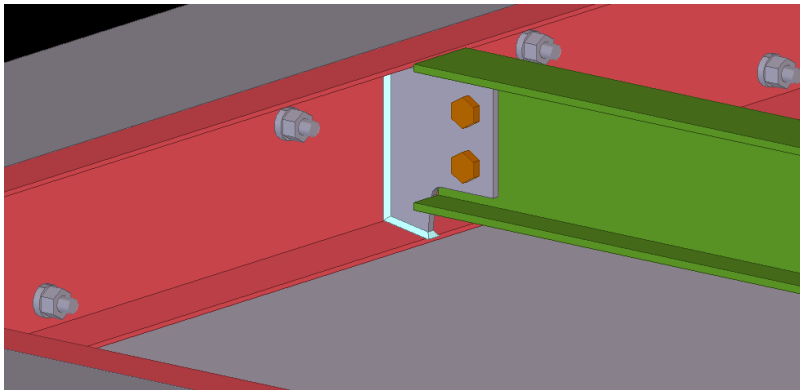


Figura 26. Conexión pernada a cortante entre vigueta IPE y viga C, en la imagen también se observan los anclajes usados para la conexión entre el muro de concreto reforzado con la rejilla.

Fuente: PERALTA INGENIERIA S.A.S.

5. Metodología y desarrollo de la práctica empresarial

La práctica empresarial tuvo como objetivos el modelado de cada proyecto, cálculo de materiales de obra, planos estructurales y un informe acerca del avance del proyecto Cajasan Puerta del Sol.

A continuación, se van a explicar los aspectos más importantes que se llevaron a cabo durante la práctica empresarial.

5.1 Información previa al modelado

Inicialmente debe cargarse una plantilla predeterminada la cual es propiedad de la empresa PERALTA INGENIERIA S.A.S. la cual contiene toda la codificación necesaria para poder iniciar el modelo bajo los propios criterios de la empresa.

Para poder crear el modelo es necesario tener un diseño previo el cual es provisto ya sea por la empresa PERALTA INGENIERIA, una razón social distinta a la empresa donde el practicante desempeña su práctica o por algún ente del estado que tenga esa posibilidad. Cuando la información es suministrada mediante un archivo en AutoCAD 2D, el software Tekla Structures tiene la herramienta Modelos de Referencia en la cual se puede añadir un modelo que provenga de AutoCAD 2D que automáticamente será plasmado en el modelo con las mismas medidas con las que fue diseñado y en las coordenadas donde fue ubicado antes de introducirlo al programa Tekla Structures. Estos modelos de referencia pueden ubicarse en la posición que más le plazca al usuario dentro del espacio 3D. Cuando la información base suministrada no proviene de un archivo creado en AutoCAD, sino que proviene de un plano en físico o por medio verbal, se procede inicialmente a crear su respectivo dibujo en AutoCAD para después llevarlo a Tekla Structures o simplemente iniciar el diseño sin un modelo de referencia previo dentro del espacio en 3D.

5.2 Modelado estructural

El modelado de la estructura se desarrolló en el software Tekla Structures inicia bajo la guía de una rejilla de ejes estructurales, siguiendo con la ubicación de elementos de acero como lo son las vigas, viguetas y columnas, junto con los objetos de concreto que lleve el diseño, aunque no sean usados en el detallado de la estructura al momento de la realización de planos. En el modelado se ve a necesidad de ubicar los elementos en la posición adecuada, facilitar el trabajo de colocación de elementos semejantes y que el objeto adquiriera la forma que el diseño obliga. Después de haber puesto los elementos estructurales, se procede a colocar las conexiones de acuerdo con lo solicitado por el diseño estructural, las conexiones pueden crearse pieza por pieza o también es posible crear conexiones en base a componentes predeterminados que ya tiene Tekla Structures. Después se crean las escaleras que, debido a su geometría, es uno de los conjuntos más difíciles de modelar. Las barandas, espigos y líneas de vida fueron necesarias en algunos proyectos. En el transcurso del modelado se mantiene una revisión de interferencias e incongruencias en la estructura y se va seccionando el modelo por fases en caso de solicitarse un traspaso de información ya sea de unas partes específicas o de todo el modelo hacia otro.

5.3 Cálculo de cantidades de obra

Una vez modelada la estructura en TEKLA STRCUTURES, se procede a calcular la cantidad de acero que se necesita ya sea para cotizar o para sacar el costo de la estructura.

Por medio de la programación de Excel, se hace el tratamiento de datos sacados de TEKLA STRUCTURES, por medio de la herramienta Gestión, con el objetivo de obtener información

acerca del material, perfil, longitud y peso de cada elemento que se confinan en una tabla que contiene información tal como el tipo de perfil usado junto con la cantidad medida en metro lineal, el peso de cada elemento en Kg/m, el peso total por perfil y el tipo de material perteneciente a cada tipo de perfil. En cuanto a platinas, se necesita solamente el peso total. En cuanto a tornillería, tuercas y anclajes, se debe mostrar la cantidad de tornillos junto con su tamaño, longitud, peso Kg/m y peso total. El peso total de la soldadura es calculado como el 3% del peso de los perfiles de acero de acuerdo con la norma NTC-5832. Al final de la tabla se encuentra el peso total de la estructura de acero.


OBRA:	FIBROFÓNICA AGUACHICA			
FRENTE:	NAVE PTAR			
FECHA:	2019			
OBJETO:	RESUMEN DE CANTIDADES DE ACERO ESTRUCTURAL			
CIUDAD:	AGUACHICA CESAR			
ELABORÓ:	LUIS DAVID CHAPARRO SARMIENTO			
APROBÓ:	ING. MIGUEL ANTONIO PERALTA H.			
PERFIL	LONG (mm)	SO UN. (kg)	PESO (kg)	ESPECIFICACIÓN
PTE CIRCULAR L=60 t= 2 mm	108112	2.86	309.20	ASTM A500 GR.C
PTE CIRCULAR L=4" t= 6.02 mm	27278	16.07	438.36	ASTM A500 GR.C
PTE CUADRADO L=70 t= 2 mm	8706	4.19	36.48	ASTM A500 GR.C
PARCIAL PERFILERÍA TUBULAR PTE			784.04 kg	
WB*9	62664	13.50	845.96	ASTM A572 GR.50
WB*18	71849	26.79	1924.83	ASTM A572 GR.50
WB*25	35955	22.92	802.52	ASTM A572 GR.50
WB*15	74046	22.50	1666.04	ASTM A572 GR.50
PARCIAL PERFILES W LAMINADOS			5239.35 kg	
PERFIL ANGULAR L2"x1/4"	55463	4.75	263.45	ASTM A572 GR.50
PARCIAL ÁNGULOS			263.45 kg	
PERFIL LAMINADO CHANNEL	65097	3.38	220.09	ASTM A572 GR.50
PERFIL LAMINADO CHANNEL	324240	5.62	1822.23	ASTM A572 GR.50
PERFIL LAMINADO CHANNEL C10"x15.3	19921	22.80	454.20	ASTM A572 GR.50
PARCIAL PERFILES LAMINADOS C			2496.46 kg	
PESO PARCIAL DE PERFILES			8783.29 kg	
PLATINAS			1427.24	ASTM A572 GR.50
PESO PARCIAL DE PERFILES Y PLATINAS			10210.53 kg	
ANCLAJES 5/8" L=300mm		72.00 UN	33.52	ASTM A193 GR.B7
ANCLAJES 5/8" L=150mm		40.00 UN	9.31	ASTM A193 GR.B7
TUERCA $\phi=5/8"$		256.00 UN		ASTM A194 GR.2H
PESO PARCIAL ANTES DE SOLDADURA Y TORNILLOS			10253.37 kg	
SOLDADURA	3%		263.50	
TORNILLOS $\phi=1/2"$ L=1-1/2"		188.00 UN	7.12	ASTM A325
TORNILLOS $\phi=1/2"$ L=1-3/4"		11.00 UN	0.49	ASTM A325
TORNILLOS $\phi=1/2"$ L=4"		3.00 UN	0.30	ASTM A325
TORNILLOS $\phi=3/8"$ L=1-1/2"		17.00 UN	0.36	ASTM A325
TORNILLOS $\phi=3/8"$ L=1-3/4"		11.00 UN	0.27	ASTM A325
TORNILLOS $\phi=5/8"$ L=1-1/2"		199.00 UN	11.77	ASTM A325
TORNILLOS $\phi=5/8"$ L=1-3/4"		14.00 UN	0.97	ASTM A325
TORNILLOS $\phi=5/8"$ L=2"		82.00 UN	6.47	ASTM A325
TORNILLOS $\phi=5/8"$ L=2-1/2"		4.00 UN	0.39	ASTM A325
TORNILLOS $\phi=5/8"$ L=2-1/4"		4.00 UN	0.35	ASTM A325
PARCIAL DE SOLDADURA TORNILLOS			291.99 kg	
PESO TOTAL INCLUYENDO SOLDADURA, TORNILLOS Y ANCLAJES			10545.36 kg	

Figura 27. Hoja de cálculo de cantidades de material. Fuente: PERALTA INGENIERIA S.A.S.

5.4 Planos estructurales

Luego de haberse terminado el modelo y haberse aprobado tanto por el cliente como por PERALTA INGENIERÍA S.A.S. para presentarlo a curaduría y fabricarlo, es necesario el dibujo de planos estructurales por medio del programa Tekla Structures los cuales se dividen en planos por partes, planos de conjunto y planos generales. Se dibujaron planos a los proyectos Cajasan Puerta del Sol con el objetivo de que el practicante mejorara sus habilidades y Frigorífica Aguachica donde se presentaron los 3 tipos de planos.

5.4.1. Configuración antes de iniciar la creación de planos. Por medio de la programación predeterminada suministrada por la empresa, el programa automáticamente le da nombres específicos a cada elemento y agrupa los conjuntos de elementos que deben unirse dentro del taller antes de llevarlos a obra como lo son los elementos soldados. En caso de no existir una configuración para uno o varios tipos de elementos, debe crearse la identificación del tipo de elemento para que el programa pueda identificarlos y así crear el dibujo en plano. Una vez lista la configuración de todos los objetos, se procede a la creación de planos.

5.4.2. Dibujos de planos. Por medio de la programación predeterminada suministrada por la empresa, el programa automáticamente le da nombres específicos a cada elemento y agrupa los conjuntos de elementos que deben unirse dentro del taller antes de llevarlos a obra como lo son los elementos soldados. En caso de no existir una configuración para uno o varios tipos de elementos, debe crearse la identificación del tipo de elemento para que el programa pueda

identificarlos y así crear el dibujo en plano. Una vez lista la configuración de todos los objetos, se procede a la creación de planos.

5.4.2.1 Tipos de planos estructurales

- **Planos de partes:**

Son hechos con la finalidad de detallar lo mejor posible un solo elemento para que pueda ser fabricado sin complicaciones.

- **Planos de conjuntos:**

Se dibujan para ofrecer a quien va a unir las partes involucradas, un detallado de cómo y en dónde deben ir unidas las piezas para que no haya error.

- **Plano General:**

Usado para poder observar una distribución global del modelo entero.

Primeramente, se selecciona el tipo de plano a dibujar, puede ser de partes, de conjunto o general, y la vista o vistas que va a tener el plano como lo son plantas, alzados, cortes, detalles, dibujo en 3D, etc. El programa automáticamente crea el dibujo, seguidamente se debe seleccionar la escala adecuada para posteriormente ordenar cada vista que después es acotada y son nombradas algunas características necesarias acerca de cada elemento o grupos de elementos cuyas propiedades a mostrar sean iguales. Por último, los planos a la tutora del practicante o son impresos para que sean utilizados en taller o en obra.

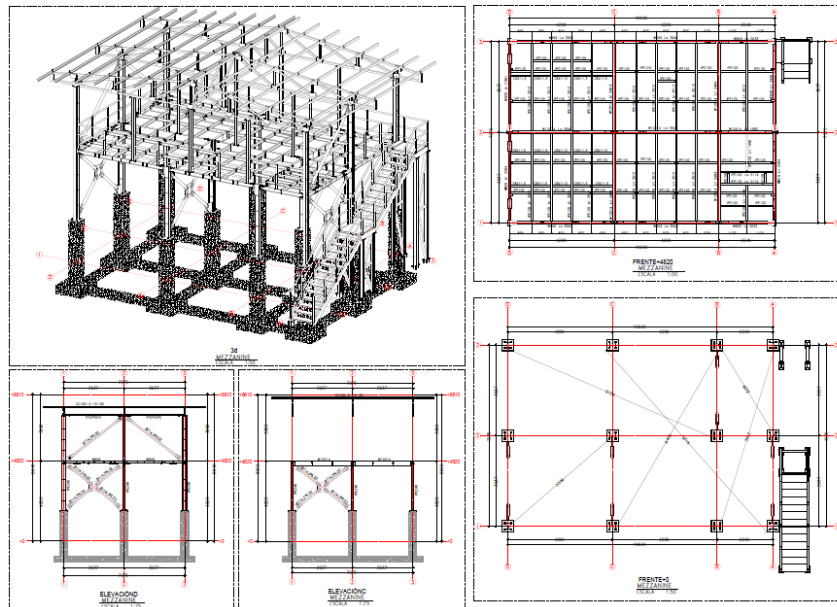


Figura 28. Plano general. Fuente: PERALTA INGENIERIA S.A.S.

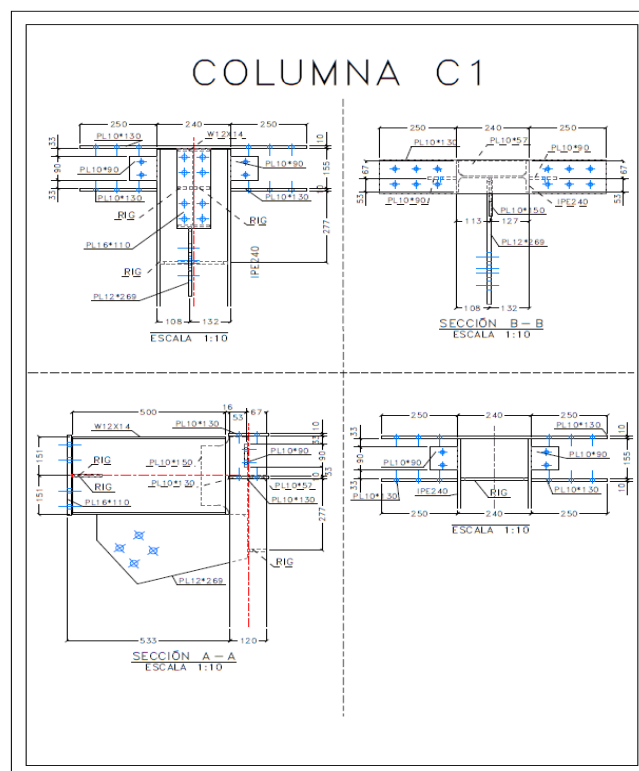


Figura 29. Plano de conjunto. Fuente: PERALTA INGENIERIA S.A.S.

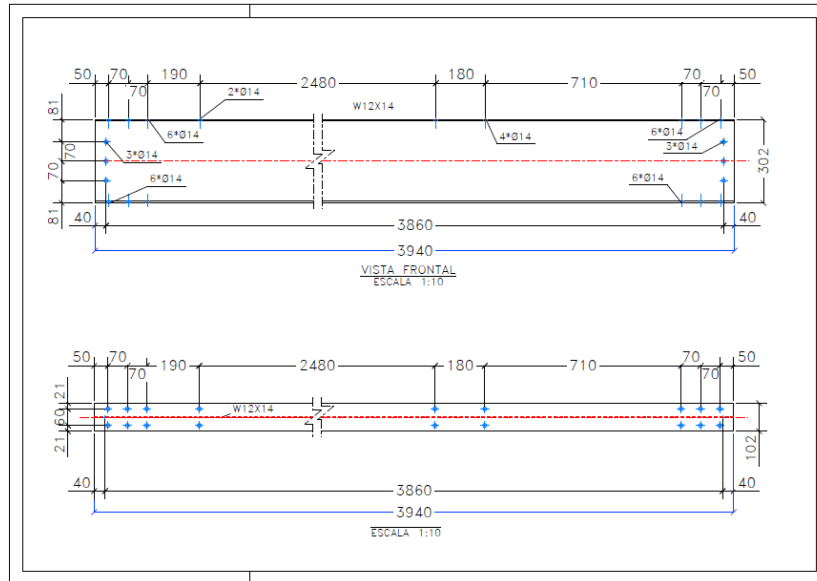


Figura 30. Plano de parte. Fuente: PERALTA INGENIERÍA S.A.S.

5.5 Informe

El practicante debió hacer un informe acerca del proyecto Cajasan Puerta del Sol donde debía anotar todos los posibles inconvenientes que se presentaron en el modelado de la estructura. En el informe se destacan los problemas que se tuvieron con las conexiones y elementos estructurales que presentaron problemas a la hora de ser modelados en Tekla Structures. También se detalla en el informe las incongruencias en los dibujos de las escaleras, por tal motivo no fueron modeladas en el software.

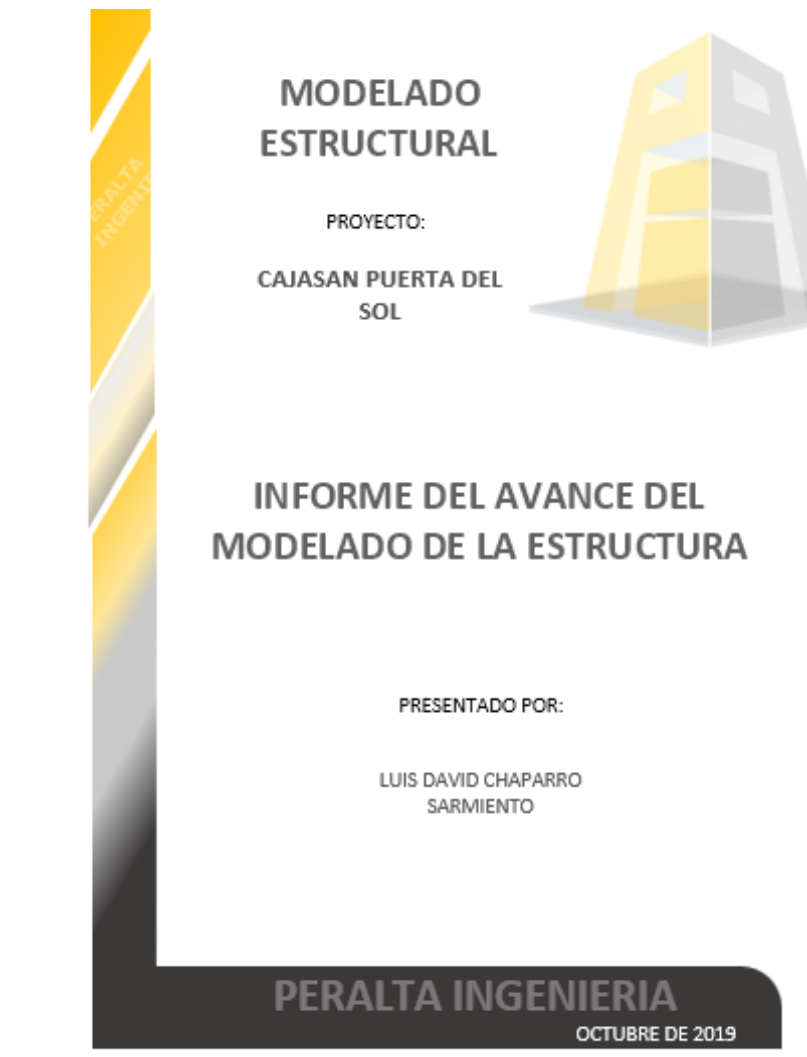


Figura 31. Portada del informe entregado por parte del practicante a PERALTA INGENIERIA S.A.S.

6. Conclusiones

El aprendizaje en el manejo herramientas para la optimización de procesos en el desarrollo de la ingeniería otorga al practicante una habilidad en el campo de a ingeniería estructural al tener la capacidad de crear modelos estructurales, generar planos estructurales y hacer tratamiento de la información de la estructura con la finalidad de brindar datos esenciales para el cálculo cantidades de obra.

Por medio del desarrollo de la práctica empresarial el practicante generó un acercamiento a la realidad en cuanto a especificaciones de material, cantidades de obra unidades de medida, diversificación de materiales, elementos de acero usados en una construcción y tipos de conexiones.

En el transcurso de la práctica el practicante estuvo en contacto directo con el equipo de fabricación y diseño logrando obtener una visión acerca de las etapas que conlleva un proyecto hasta su construcción.

El practicante aprendió a calcular cantidades de obra además de su importancia en obtener el mayor acercamiento posible a las cantidades que requiere la estructura, representadas por medio de un valor económico en el proceso de cotización.

Se aprendió a elaborar y distinguir por tipos los planos estructurales que juegan un papel vital en el diseño, fabricación y construcción de una estructura metálica.

Referencias Bibliográficas

American Institute of steel Construction. “Prequalified Connections AISC 358-16”. Chicago Illinois. Mayo 12. 2016.

American Institute of steel Construction. “Seismic provision for Structural Steel Buildings AISC 341-10 ”. Chicago Illinois. Junio 22. 2010

American Institute of steel Construction. “Specification for Structural Steel Buildings AISC 360-10”. Chicago Illinois. Junio 22. 2010.

B. A. Sarmiento Torres. “El Informe”. Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, Bogotá D.C. 2004.

J. P. Ardila Benavides. “Aplicación de metodologías BIM en la creación de un modelo paramétrico para las actividades de excavación, cimentación, estructura, mampostería, pañete y pintura de un proyecto de construcción privado en Colombia y cálculo de información para la estructuración del presupuesto de obra directo”. Universidad Javeriana, Trabajo de grado, pp. 9. Junio 2013.

Licencia de uso del programa Tekla Structures certificado con el número 99E4 – 3A79 – D0B8 – 56AE – A6DC – EA.

PERALTA INGENIERÍA S.A.S.. Nosotros. Recuperado de <https://www.peraltaingenieria.com/nosotros/>.

PERALTA INGENIERÍA S.A.S.. Política Integral. Recuperado de <https://www.peraltaingenieria.com/nosotros/>.

S. Firoz; S. Rao. “Modelling Concept of Sustainable Steel Building by Tekla Software”. International Journal of Engineering Research and Development, vol 1, n° 5, pp. 18-24, Junio 2012.

Tekla (2013c), estudio de caso de referencia de la central Tekla Power, archivo de presentación. Abril 2013.

Trimble Solutions Corporations, Documentación de Tekla Structures en PDF. Recuperado de: <https://teklastructures.support.tekla.com/documentaci%C3%B3n-de-tekla-structures-2017-en-pdf>

MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL, Reglamento Colombiano de construcción sismo resistente. NSR-10, Segunda actualización, Bogotá, Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica. AIS, 2010.

Trimble Solutions Corporation. Marcas registradas de Trimble. Recuperado de: <https://www.tekla.com/la/marcas-registradas-de-trimble>