

PASANTIA DESARROLLADA EN DISIE S.A.S.

DUVAN SANTIAGO FUENTES BAEZ



**UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
TUNJA BOYACÁ**

2021

PASANTIA DESARROLLADA EN DISIE S.A.S.

DUVAN SANTIAGO FUENTES BAEZ

**Proyecto de Grado en la Modalidad de Pasantía, para Optar por el Título de
Ingeniero Civil**

Director de Proyecto: Arq. Yeffer Humberto Fuquen Guerrero



**UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
TUNJA BOYACÁ**

2021

NOTA DE ACEPTACIÓN

Firma del Tutor

Arq. Yeffer Humberto Fuquen Guerrero

Firma del Jurado 1

Firma del Jurado 2

Tunja, 15 de junio de 2021.

DEDICATORIA

Dedico especialmente este logro mi madre Elba Lucia Baez Duran quien ha sido mi pilar fundamental a lo largo de mi vida y carrera profesional aportándome apoyo incondicional, amor, consejos y motivación dando origen en gran parte a la persona que soy hoy y al que seré en futuro.

A mis hermanos Diana y Elías Fuentes quienes me han acompañado a lo largo de mi vida junto con todos los altibajos que nos da la misma, y a todas y cada una de las personas que me han acompañado y apoyado para lograr esto.

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a mi madre por confiar, creer y apoyarme en cada uno de mis proyectos de vida junto con mis hermanos.

A el arquitecto Yeffer Humberto Fuquen Guerrero por guiarme en el proceso y asesoramiento de la elaboración del presente libro producto de la experiencia en el desarrollado de actividades como auxiliar en ingeniera en calculo estructural.

A la empresa DISIE S.A.S., en especial al Ingeniero Jhordan Bejarano Cordoba quien me dio la oportunidad de realizar mi práctica empresarial en su grupo de trabajo, que a su vez me brindo acompañamiento y enseñanza a lo largo de la misma.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	11
ABSTRACT.....	12
INTRODUCCIÓN.....	3
OBJETIVOS.....	4
OBJETIVO GENERAL.....	4
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.....	5
1.1. LOCALIZACIÓN	5
2. DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES DESARROLLADAS	7
2.1. ELABORACIÓN DE PLANOS ESTRUCTURALES	16
2.2. MODELACIÓN DE PROYECTOS DE INGENIERÍA ESTRUCTURAL	22
2.3. GENERACIÓN DE MEMORIAS DE CÁLCULO ESTRUCTURAL	23
2.4. DESARROLLO DE INFORMES ESCRITOS	27
2.5. CÁLCULOS DE CANTIDADES DE CONSTRUCCIÓN	30
2.6. ACOMPAÑAMIENTO A SUPERVISIÓN TÉCNICA DE OBRA.....	33
3. APORTES DEL TRABAJO.....	34
3.1. APORTES COGNITIVOS	34
3.2. APORTES A LA COMUNIDAD	37
4. IMPACTOS DEL TRABAJO DESEMPEÑADO	39
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	41
6. GLOSARIO.....	43
7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	44
8. ANEXOS	45

LISTA DE TABLAS

<i>Tabla 1. Proyectos intervenidos.....</i>	<i>10</i>
<i>Tabla 2. Tiempo invertido en cada proyecto.</i>	<i>14</i>
<i>Tabla 3. Informes técnicos realizados.....</i>	<i>28</i>
<i>Tabla 4. Tiempo invertido en cada informe.</i>	<i>29</i>
<i>Tabla 5. Cantidades generales.</i>	<i>32</i>

LISTA DE ILUSTRACIONES

<i>Ilustración 1. Lugar de trabajo.....</i>	<i>5</i>
<i>Ilustración 2. Localización empresa DISIE S.A.S.....</i>	<i>6</i>
<i>Ilustración 3. Diagrama proceso diseño estructural.</i>	<i>9</i>
<i>Ilustración 4. Proyectos versus tiempo aplicado a cada actividad.</i>	<i>15</i>
<i>Ilustración 5. Plano estructural de casa en mampostería confinada.</i>	<i>17</i>
<i>Ilustración 6. Proceso constructivo casa en mampostería confinada.....</i>	<i>17</i>
<i>Ilustración 7. Diagrama de procesos de planos estructurales.....</i>	<i>21</i>
<i>Ilustración 8. Modelo matemático de cubierta metálica</i>	<i>22</i>
<i>Ilustración 9. Diagrama de procesos para la elaboración de memorias de cálculo.</i>	<i>26</i>
<i>Ilustración 10. Informes escritos de valoración técnica.....</i>	<i>28</i>
<i>Ilustración 11. Número de informes versus tiempo invertido.</i>	<i>30</i>
<i>Ilustración 12. Diagrama de proceso de modelado en Autodesk Revit.....</i>	<i>35</i>

RESUMEN

El fin de la pasantía en DISIE S.A.S. “Diseño y Soluciones en Ingeniería Estructural”, es fortalecer conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera bajo un ambiente laboral profesional, por medio de las actividades desarrolladas en la práctica con enfoque empresarial en consultoría y diseño.

La pasantía se desarrolló principalmente en labores de oficina (trazado de planos estructurales, modelación de proyectos, generación de memorias de cálculo, desarrollo de informes escritos, cálculos de cantidades de construcción, acompañamiento a supervisión técnica de obra), por medio de software como ETABS, SAP 2000, Arquimet, Autodesk Revit, AutoCAD, Mathcad, DC CAD3, Microsoft Office, especializados en ingeniería y construcción, por consiguiente son labores de intervención en el proceso de diseño y valoración estructural, realizadas bajo supervisión del ingeniero a cargo de dirección de pasantes para posterior corrección y aprobación.

Palabras Clave: Diseño, Planos, Estructura, Pasantía, Seguimiento, Aplicación de Software.

ABSTRACT

The end of the internship at DISIE S.A.S. "Diseño y Soluciones en Ingeniería Estructural", is to strengthen knowledge acquired throughout the career under a professional work environment, through the activities developed in practice with a business focus on consulting and design.

The internship was carried out mainly in office tasks (drawing of structural plans, modeling of projects, generation of calculation memories, development of written reports, calculations of construction quantities, accompaniment to technical supervision of work), by means of software such as ETABS , SAP 2000, Arquimet, Autodesk Revit, AutoCAD, Mathcad, DC CAD3, Microsoft Office, specialized in engineering and construction, therefore they are intervention tasks in the design process and structural assessment, carried out under the supervision of the engineer in charge of managing the interns for later correction and approval.

Keywords: Design, Plans, Structure, Internship, Monitoring, Software Application.

INTRODUCCIÓN

La pasantía brinda al estudiante conocimientos y experiencias que aportan en su formación como futuro profesional. Se optó por realizar este proceso como pasante ya que ofrece aprendizaje práctico como también una experiencia en donde se introduce a un entorno laboral con enfoque empresarial, además compartiendo e impartiendo conocimientos con nuevas personas pasantes y profesionales del área de ingeniería civil.

Las actividades correspondientes a la pasantía, se realizaron en la empresa DISIE S.A.S, con más de 15 años de experiencia en construcción, diseño estructural y supervisión en todo tipo de obras civiles prestando sus servicios a nivel nacional.

La pasantía se desarrolló en el periodo requerido por la Universidad Santo Tomás seccional Tunja (600 horas), desempeñado el cargo de auxiliar de ingeniería civil, que permitió implicar al pasante en un ambiente laboral. Lo anterior se desarrolló bajo la supervisión técnica del ingeniero Jhordan Bejarano quien fue jefe inmediato durante el proceso como pasante.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Servir como auxiliar de ingeniera civil en la empresa DISIE S.A.S., aportando conocimientos, herramientas y metodologías durante el proceso de la experiencia laboral.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar trazados de planos estructurales, modelación de proyectos de ingeniería estructural, generación de memorias de cálculo estructural, desarrollo de informes escritos, cálculos de cantidades de construcción, acompañamiento a supervisión técnica de obra.
- Generar aportes que mejoren los procesos de diseño estructural, trazado de planos estructurales e inspecciones técnicas en la empresa DISIE S.A.S

1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

Es una empresa Boyacense, conformada por excelentes profesionales especialistas en Ingeniería Civil, con más de 15 años de experiencia en construcción, diseño estructural y revisión de todo tipo de obras civiles. Hacen presencia en el mercado nacional e internacional, siempre destacándose por su alta competitividad, puntualidad y gran calidad en los trabajos realizados, procurando guardar el balance adecuado entre seguridad y economía en los proyectos de sus clientes.

Ilustración 1. Lugar de trabajo



Nota. En la ilustración se observan las oficinas de la empresa DISIE S.A.S. Fuente. Elaboración propia a partir de la empresa DISIE.S.A.S.

1.1. LOCALIZACIÓN

La empresa DISIE S.A.S tiene su sede principal en la ciudad de Tunja Boyacá, pero las actividades realizadas a lo largo de la pasantía fueron desarrolladas y dirigidas desde la sede localizada en la ciudad de Duitama Boyacá, donde por medio virtual se hizo la coordinación de trabajo, seguimientos y avalúos propuestos por parte de la empresa bajo la supervisión del Ingeniero Jhordan Bejarano, jefe inmediato.

Ilustración 2. Localización empresa DISIE S.A.S.



Nota. En la ilustración se observa la ubicación de la empresa DISIE S.A.S. Fuente. Elaboración propia a partir de Google Maps.

2. DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES DESARROLLADAS

Durante el desarrollo de la pasantía se ejecutaron ciertas actividades asignadas por el jefe de trabajo de la empresa, el Ingeniero Jhordan Alejandro Bejarano Cordoba, las cuales siempre tuvieron la aprobación del mismo. Dichas actividades estaban ligadas a lineamientos para poder desarrollar proyectos estructurales, de allí que se hace indispensable el uso de herramientas computacionales que permitan el modelado de información de construcción como: ETABS, SAP 2000, Arquimet, Autodesk Revit, AutoCAD, Mathcad, DC CAD3, Microsoft Office, los cuales se describen de forma general a continuación:

ETABS Y SAP2000: Son dos de los programas informáticos de Computer and Structure, con sus ciclos en inglés “Extend Three Dimensional Analysis of Building Systems” y “Structural Analysis Program” respectivamente, dichos software trabajan bajo los principios del análisis matricial de estructuras y el método de los elementos finitos, principalmente. Basándose en la definición de datos de entrada cuyo procesamiento genera datos de salida. De forma general, los datos de entrada son:

- Características de materiales de construcción.
- Definición de secciones de los elementos estructurales.
- Condiciones de apoyo de la estructural.
- Fuentes de masa para cálculo de carga muerta.
- Espectro de respuesta de aceleraciones.
- Casos y patrones de carga (cargas vivas, muertas, granizo, sismo estático, empujes, sismos dinámicos, viento).
- Combinaciones de carga.
- Configuración tridimensional de la estructura por medio de nodos con coordenadas X, Y, Z.

Los datos de salida son:

- Esfuerzos internos en los elementos estructurales (flexión, cortante, compresión, flexocompresión, etc.).

- Desplazamientos de nodos libres.
- Reacciones en los puntos de apoyo de la estructura.

DCCAD3: Software utilizado para generar despieces o detallado de elementos de concreto reforzado (datos de salida para columnas, vigas, muros estructurales) a partir de las solicitaciones y geometrías extraídos de ETABS (datos de entrada). DCCAD3 trabaja bajo las consideraciones del NSR-10 de acuerdo con la capacidad de disipación de energía definida.

ARQUIMET: Freeware de la casa Asesco utilizado para el cálculo de correas metálicas de cubierta. Los datos de entrada son las cargas sobreimpuestas y las condiciones de apoyos y luces de trabajo. Los datos de salida son los esfuerzos internos actuantes sobre las correas y la evaluación y/o aceptación estructural de perfiles metálicos de diversas geometrías que presentan solvencia ante las solicitaciones calculadas.

MATHCAD: Es un software elaborado principalmente para ofrecer soluciones algebraicas al usuario siendo aplicado en distantes áreas del conocimiento en este caso la ingeniería, logrando verificar, validar y plasmar de forma documentada procesos de cálculo que podrán ser re usados. Con este se logran obtener hojas de cálculo de los diferentes elementos estructurales, aportando gran utilidad a la hora del diseño estructural.

Autodesk Revit: Es software que se desempeña dentro del campo del modelado de información de construcción (BIM, Building Information Modeling). Una herramienta clave en el proceso de diseño en la pasantía, ya que con esta se permite producir modelos estructurales tridimensionales que posteriormente son la base de las planimetrías definitivas en un proyecto.

AutoCAD: Es un software de dibujo desarrollado de por Autodesk, herramienta implementada en el proceso de coordinación arquitectura con estructura, además de ser usado para el detallado de refuerzo de elementos de concreto y planimetrías en general de cualquier proyecto del que se pueda requerir.

Microsoft Office: Es un conjunto de programas informáticos que permite automatizar, documentar y compartir las actividades habituales dentro de una oficina, su implementación se remite a la generación de hojas de cálculo, cuantificación de cantidades e informes y demás actividades que necesiten de un trabajo ofimático.

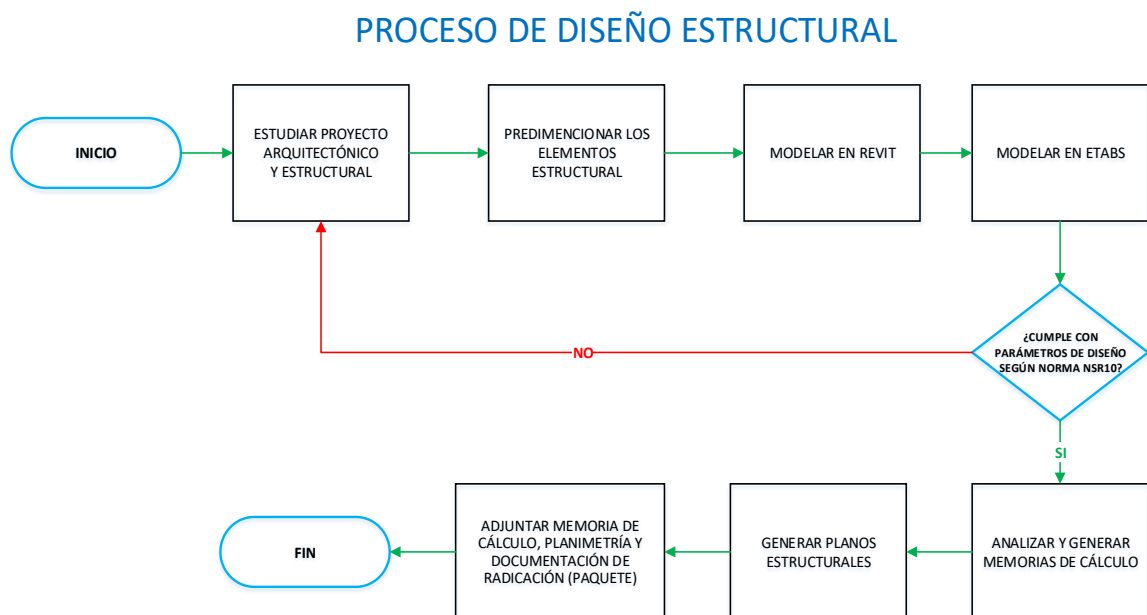
Dichas herramientas tecnológicas permitieron realizar las actividades designadas

por parte de la empresa de forma eficiente como lo fue el trazado de planos estructurales, la modelación de proyectos de ingeniería estructural, la generación de memorias de cálculo estructural, el cálculo de cantidades de construcción y el desarrollo de informes técnicos escritos.

Todas las actividades anteriormente mencionadas son participes en el proceso y realización de un diseño estructural, exceptuando la elaboración de informes técnicos ya que este no depende directamente del diseño en una estructura sino por lo general de la valoración de una edificación.

Para dar un concepto general del proceso por el cual debe pasar un proyecto para obtener un diseño estructural de una edificación, se presenta el siguiente diagrama (Ilustración 3), que describe una serie de actividades, de las cuales se compone dicho proceso, con el que se permite obtener un trabajo de alta calidad y confiabilidad.

Ilustración 3. Diagrama proceso diseño estructural.

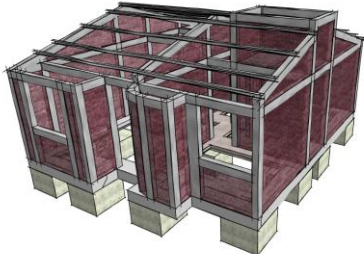
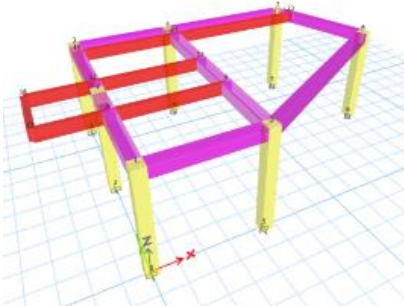
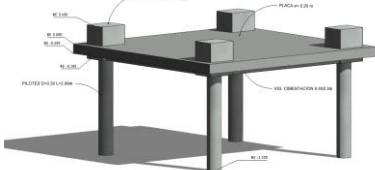
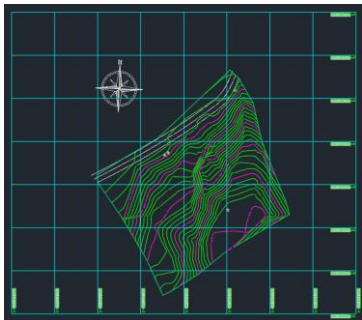


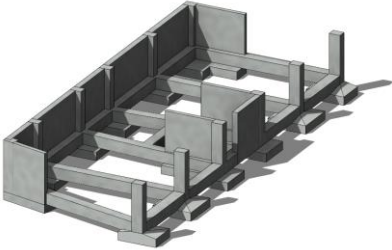
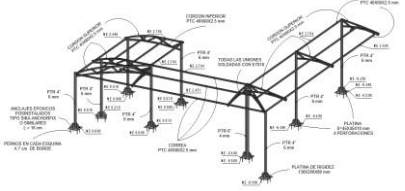
Nota. En la ilustración se observa el diagrama de proceso de diseño estructural.
Fuente. Elaboración propia.

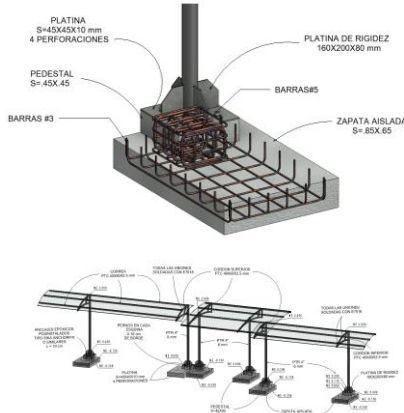
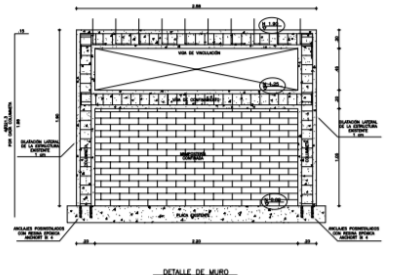
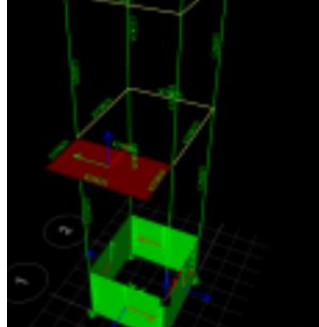
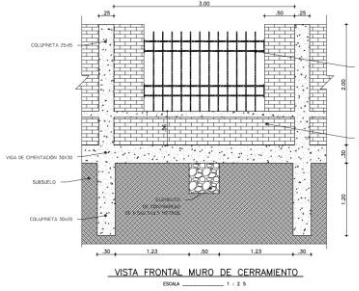
Todos los proyectos en los que se intervino, por medio de las actividades designadas por la empresa mencionadas con anterioridad, los proyectos se presentan a continuación de forma ordenada (Tabla 1) con información general de

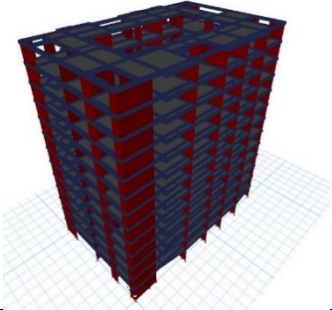
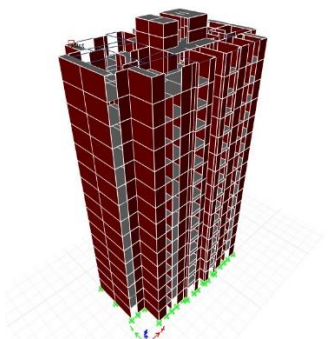
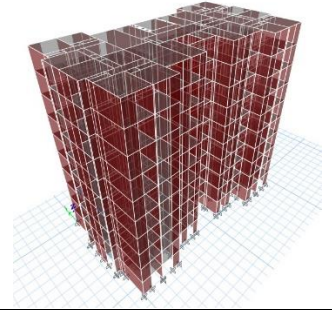
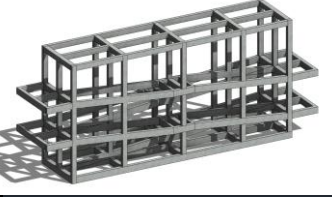
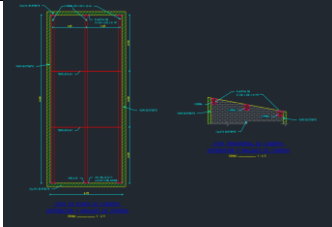
interés para ser expuesta como resultado de la experiencia durante el proceso como pasante y auxiliar de ingeniera en la empresa DISIE.S.A.S.

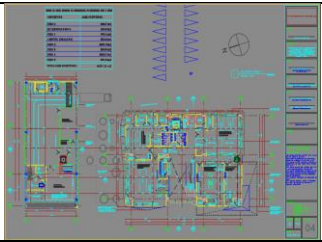
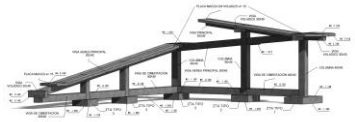
Tabla 1. Proyectos intervenidos.

Número del proyecto: 01 Nombre: Villa Esperanza – Pisba, Boyacá Uso: Residencial Sistema Estructural: Mampostería confinada Intervención: Trazado de planos Software implementado: Autodesk Revit, Arquimet, AutoCAD.	
Número del proyecto: 02 Nombre: Salón Social Urbanización Portal Del Bosque- Tunja, Boyacá Uso: Residencial Sistema Estructural: Pórticos en concreto reforzado Intervención: Modelación en ETABS. Software implementado: ETABS.	
Número del proyecto: 03 Nombre: Torre metálica coliseo el libertador – Sogamoso, Boyacá Uso: Coliseo y estadios Sistema Estructural: Cimentación – micro pilotes Intervención: Trazado de planos Software implementado: Autodesk Revit, AutoCAD.	
Número del proyecto: 04 Nombre: Plano topográfico del sector la cantera Duitama, Boyacá Uso: Residencial Sistema Estructural: No aplica Intervención: Trazado de planos Software implementado: AutoCAD.	

Número del proyecto: 05 Nombre: Edificación de apartamentos, barrio manzanares - Duitama, Boyacá Uso: Residencial Sistema Estructural: Pórticos en concreto reforzado Intervención: Trazado de planos Software implementado: Autodesk Revit, AutoCAD.	
Número del proyecto: 06 Nombre: Museo arqueológico UPTC Tunja Uso: Institucional Sistema Estructural: Pórticos en concreto reforzado Intervención: Trazado de planos, cálculo de cantidades de material, elaboración de memoria de calculo Software implementado: Autodesk Revit, AutoCAD, Arquimet, DC CAD3 Microsoft Office.	
Número del proyecto: 07 Nombre: Vivienda Multifamiliar Cristales II – Tunja, Boyacá Uso: Residencial Sistema Estructural: Pórticos en concreto reforzado Intervención: Trazado de planos Software implementado: Autodesk Revit DC CAD3	
Número del proyecto: 08 Nombre: Restaurante salud planta cubierta UPTC sede Tunja Uso: Institucional Sistema Estructural: Pórticos en metálica Intervención: Trazado de planos Software implementado: Autodesk Revit, AutoCAD.	
Número del proyecto: 09 Nombre: Restaurante salud planta cubierta UPTC sede Duitama Uso: Institucional Sistema Estructural: Pórticos en metálica Intervención: Trazado de planos Software implementado: Autodesk Revit, AutoCAD, DC CAD3.	

	
Número del proyecto: 10 Nombre: Muro consultorio jurídico UPTC sede Tunja Uso: Institucional Sistema Estructural: Mampostería confinada Intervención: Trazado de planos Software implementado: AutoCAD	
Número del proyecto: 11 Nombre: Elevador de la biblioteca UPTC sede Tunja Uso: Institucional Sistema Estructural: Pórticos en metálica Intervención: Modelación en ETABS. Software implementado: ETABS	
Número del proyecto: 12 Nombre: Muro de cerramiento UPTC sede Chiquinquirá Uso: Institucional Sistema Estructural: Mampostería confinada Intervención: Trazado de planos Software implementado: AutoCAD.	
Número del proyecto: 13 Nombre: Cubierta aulas UPTC sede Duitama Uso: Institucional Sistema Estructural: Pórticos en metálica Intervención: Trazado de planos, Modelado SAP2000	

Software implementado: AutoCAD, Autodesk Revit, SAP2000	
Número del proyecto: 14 Nombre: Floresta – Duitama, Boyacá Uso: Residencial Sistema Estructural: Muros de carga en concreto reforzado. Intervención: cálculo de cantidades de material. Software implementado: Microsoft Office	
Número del proyecto: 15 Nombre: Colina campestre Uso: Residencial Sistema Estructural: Muros de carga en concreto reforzado. Intervención: cálculo de cantidades de material. Software implementado: Microsoft Office.	
Número del proyecto: 16 Nombre: Torres de Catania Uso: Residencial Sistema Estructural: Muros de carga en concreto reforzado. Intervención: cálculo de cantidades de material. Software implementado: Microsoft Office.	
Número del proyecto: 17 Nombre: Colegio de Chiquinquirá Uso: Institucional Sistema Estructural: Pórticos en concreto reforzado Intervención: Trazado de planos Software implementado: Autodesk Revit	
Número del proyecto: 18 Nombre: Cubierta jardín infantil UPTC sede Tunja Uso: Institucional Sistema Estructural: Pórticos en metálica Intervención: Trazado de planos Software implementado: AutoCAD.	

Número del proyecto: 19 Nombre: Edificio de ingeniería UPTC sede Tunja Uso: Institucional Sistema Estructural: Pórticos en metálica Intervención: Trazados de planos Software implementado: AutoCAD.	
Número del proyecto: 20 Nombre: Bienestar UPTC sede Duitama Uso: Institucional Sistema Estructural: Pórticos en concreto reforzado Intervención: Trazado de planos y Modelado en SAP2000 Software implementado: Autodesk Revit y SAP2000	

Nota. En la tabla se observan los proyectos de intervención durante la pasantía.
Fuente. Elaboración propia.

Las actividades realizadas en cada uno de los proyectos en los que se intervino y el tiempo requerido para dichas actividades se pueden observar en la (Tabla 2). Allí se tabulan por número de proyecto, actividad realizada y tiempo invertido.

Tabla 2. Tiempo invertido en cada proyecto.

Nº PROYECTO	TIEMPO (Horas)				
	TRAZADO DE PLANOS	MODELACIÓN	CALCULO DE CANTIDADES	MEMORIAS DE CALCULO	TOTAL HORAS POR PROYECTO
1	80	0	0	0	80
2	0	8	0	0	8
3	8	0	0	0	8
4	8	0	0	0	8
5	24	0	0	0	24
6	144	0	16	16	176
7	40	0	0	0	40
8	48	0	0	0	48
9	32	0	0	0	32
10	8	0	0	0	8
11	0	8	0	0	8
12	8	0	0	0	8
13	16	8	0	0	24
14	0	0	8	0	8
15	0	0	8	0	8
16	0	0	8	0	8
17	8	0	0	0	8
18	8	0	0	0	8
19	8	0	0	0	8
20	24	8	0	0	32
TOTAL	464	32	40	16	552

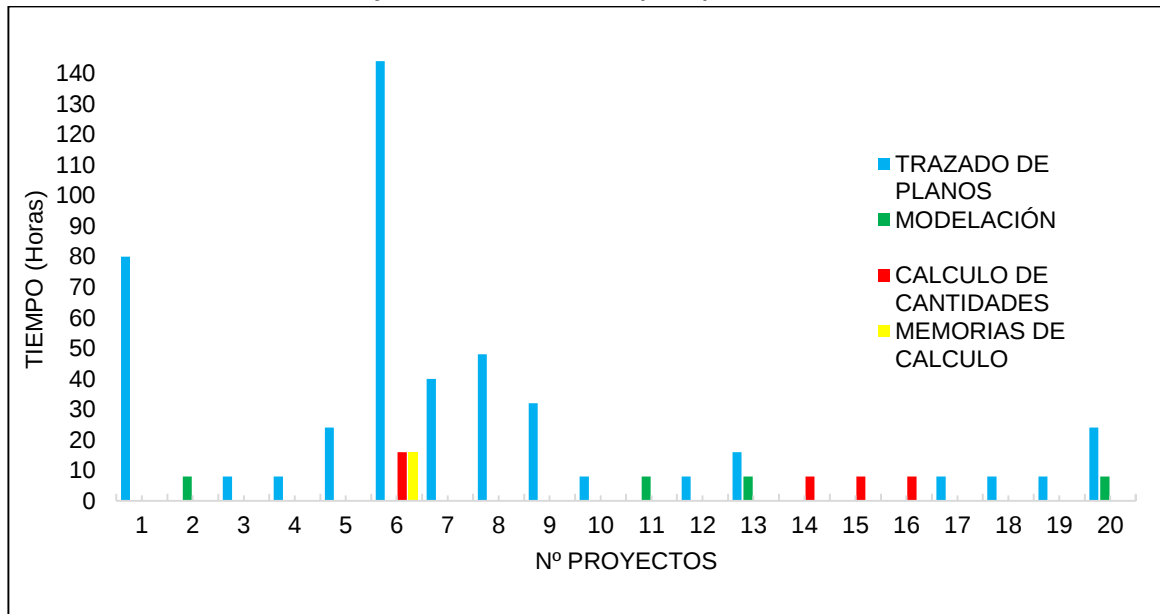
Nota. En la tabla se observa el tiempo invertido por proyecto. Fuente. Elaboración propia.

Cabe resaltar que el total de horas plasmadas en la (Tabla 2), no representa el total de horas trabajadas durante el transcurso de la pasantía, ya que allí se exceptúan las horas usadas en la elaboración de informes las cuales se encuentran tabuladas en la (Tabla 3).

Al iniciar la jornada laboral, se daba una asignación de actividades a realizar para el proyecto en el que se estuviera interviniendo, además de correcciones en las tareas realizadas en días anteriores, según el proyecto estructural y lo que se tenía como objetivo.

A continuación, se presentan de forma gráfica (Ilustración 4), cada una de las actividades que se tabulan en la (Tabla 2), pudiéndose observar la cantidad de tiempo de manera estadística, en la que se intervino en cada uno de los proyectos dependiendo del tipo de actividad.

Ilustración 4. Proyectos versus tiempo aplicado a cada actividad.



Nota. En la ilustración se observan los proyectos vs tiempo aplicado a cada actividad. Fuente. Elaboración propia.

El trazado de planos fue la actividad más frecuente durante la pasantía (464 horas), que representan un 73.33% del total laborado como pasante, mientras la elaboración de memorias de cálculo fue en la que menos se invirtió tiempo (16

horas) un 2.66% del total de tiempo laborado durante la pasantía (600 horas) según (Ilustración 4).

A continuación, se describe con detalle los cinco tipos de actividades con las que se intervenían en el desarrollo y valoración de los proyectos estructurales.

2.1. ELABORACIÓN DE PLANOS ESTRUCTURALES

La elaboración de planos estructurales se realizó por medio de software de diseño y modelado estructural (Autodesk Revit y AutoCAD), con ayuda de plataformas de información en la nube se pudo realizar intercambio de la documentación pertinente para dar inicio y coordinación a cada actividad dependiendo el proyecto a realizar. Por medio de Google Drive, el ingeniero a cargo de la supervisión de pasantes, cargaba en esta plataforma cada uno de los archivos pertenecientes a cada actividad para iniciar el diseño de un proyecto estructural.

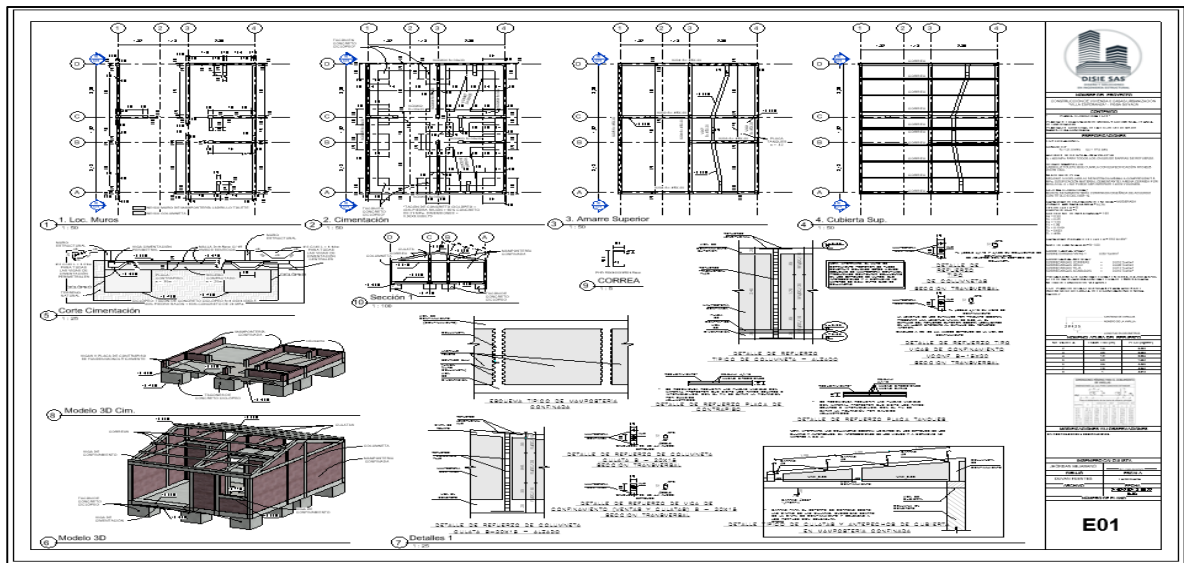
La documentación base para dar inicio a la elaboración del trazado de planos estructurales eran los planos arquitectónicos y estudio de suelos respectivos. Así mismo se tenían que cargar en esta plataforma todos los archivos elaborados por el pasante para esperar correcciones, realizarlas y cumplir con el objetivo propuesto por parte de la empresa.

Las herramientas computacionales fueron vitales para el desarrollo de la planimetría estructural como en el caso del software Autodesk Revit, que permite realizar un modelado tridimensional de una estructura facilitando la obtención de: plantas, cortes, alzados, detalles y cantidades de material.

A continuación, se presenta una serie de planos (Ilustración 5) realizados durante la pasantía, ejemplares que se consiguen a partir del uso del software “Autodesk Revit”.

Todos los planos estructurales desarrollados durante el proceso como pasante se encuentran en el (ANEXO D).

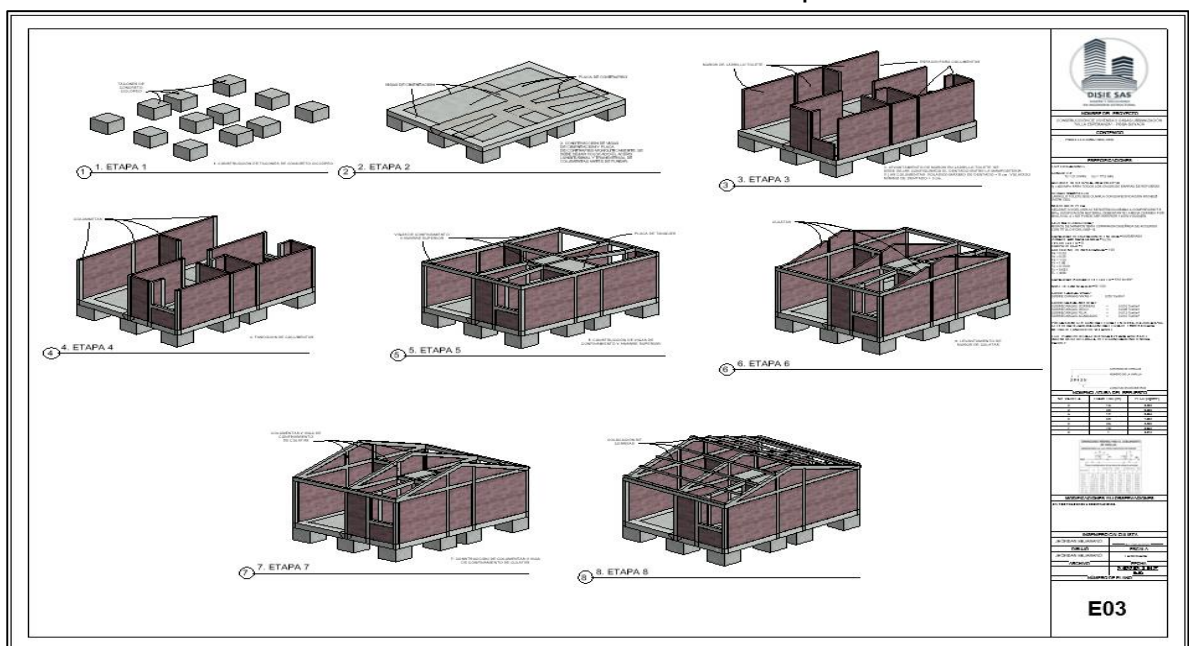
Ilustración 5. Plano estructural de casa en mampostería confinada.



Nota. En la ilustración se observan los detalles generales que contiene un plano.
Fuente. Elaboración propia por medio de Autodesk Revit.

En la realización de los planos estructurales se buscaba plasmar la información correspondiente a cada elemento, sus dimensiones, localización y acero de refuerzo que posteriormente serán construidos. En la (Ilustración 6) muestra el proceso constructivo de una casa de un piso en sistema el sistema estructural de mampostería confinada.

Ilustración 6. Proceso constructivo casa en mampostería confinada.



Nota. En la ilustración se observan las estepas constructivas de una casa en mampostería confinada. Fuente. Elaboración propia por medio de Autodesk Revit.

En el proceso de la elaboración de los planos estructurales se buscaba evitar desfases o inconsistencias arquitectura-estructura, por tal motivo, se tomaba como base un archivo digital generalmente en formato de DXF que contenía la arquitectura del proyecto, este archivo se toma como plantilla para ser trazado sobre este el sistema estructural en el software Autodesk Revit.

Para dar contextualización del proceso de elaboración de planos estructurales dentro de la empresa, se elaboró un diagrama de procesos (ilustración 7) para la obtención de planos los mismos. Es necesario conocer de antemano que cuando se tiene el diseño estructural se emite la planimetría a presentar en curaduría municipal como uno de los requisitos obligatorios, con detallado estructural del diseño y construcción. Es necesario el respectivo orden y definición de ítems como (Información General, Información Estructural, Columnas, Vigas, Vigas de Contrapeso, Zapatas, MNE, Estructuras Menores, Muros de Mampostería Confinada) que con detalle se describen continuación. Adicionalmente se presenta la normativa referente a los ítems de manera que se pueda ahondar en la norma respectiva.

INFORMACIÓN GENERAL

- Especificaciones de materiales (resistencia y módulo elástico) (A.1.5.2.1.a NSR-10)
- Localización y refuerzo de elementos estructurales (A.1.5.2.1.b NSR-10)
- Precauciones de contraflechas (A.1.5.2.1.c NSR-10)
- Conexiones y empalmes concreto y metálicas (A.1.5.2.1.e NSR-10)
- Grado de capacidad de disipación de energía y sistema estructural (A.1.5.2.1.f NSR-10)
- Cargas vivas y muertas sobreimpuestas (A.1.5.2.1.g NSR-10)
- Grupo de uso de la edificación (A.1.5.2.1.h NSR-10)
- Coeficiente de importancia (RES. 0017 DE 2017)
- Tipo de suelo (RES. 0017 DE 2017)
- Zona de amenaza sísmica (RES. 0017 DE 2017)
- Aa, Av, Fa, Fv (RES. 0017 DE 2017)
- Capacidad portante del suelo de cimentación (RES. 0017 DE 2017)
- Nivel de cimentación (RES. 0017 DE 2017)
- Ordenada numeración de planos (A.1.5.2.1.h NSR-10)
- Lista de planos.

- Consistencia arquitectura – estructura.

INFORMACIÓN ESTRUCTURAL

- Planta de cimentación.
- Corte típico de cimentación.
- Corte típico de placa de contrapiso con refuerzo (C.7.12.2.b NSR-10)
- Refuerzo de zapatas (C.7.12.2.b NSR-10)
- Refuerzo de vigas de cimentación (C.21.3.4 NSR-10)
- Plantas aéreas.
- Corte estructural.
- Planta de cubiertas.
- Detalles de cubiertas.

COLUMNAS

- Despiece de columnas (C.21.3 o C.21.6 NSR-10)
- Verificación de lados (C.21.3.5 o C.21.6.1 NSR-10)
- Verificación de cuantía longitudinal (C.21.3.5.2 NSR-10)
- Verificación de S_o (C.21.3.5.6 (a hasta d) NSR-10)
- Verificación L_o (C.21.3.5.6 (e hasta g) NSR-10)
- Verificación de cuantías transversales (C.21.3.5.7...C.21-2 y C.21-3 NSR-10)
- Verificación de diámetro de flejes (C.21.3.5.8 NSR-10)
- Verificación (C.21.3.5.9 NSR-10)
- Verificación de S_1 (fuera del confinamiento) (C.21.3.5.11 NSR-10)

VIGAS

- Verificaciones de ancho de elemento b_w (C.21.3.4.1 NSR-10)
- Verificación de la excentricidad respecto a la columna (C.21.3.4.2 NSR-10)
- Verificación de cuantía longitudinal (C.21.3.4.3/C.10-3 NSR-10)
- Verificación de empalmes en nudos (C.21.3.4.5 NSR-10)
- Verificación de L_o (C.21.3.4.6 NSR-10)
- Verificación de S_o (C.21.3.4.6 NSR-10)

VIGAS DE CONTRAPESO

- Verificación de alturas y dimensiones con memoria.

ZAPATAS

- Verificación de alturas y dimensiones con memoria.
- Verificación de refuerzo con memoria
- Verificación de capacidad portante.
- Validación de peso propio.

MNE

- Verificación de MNE.

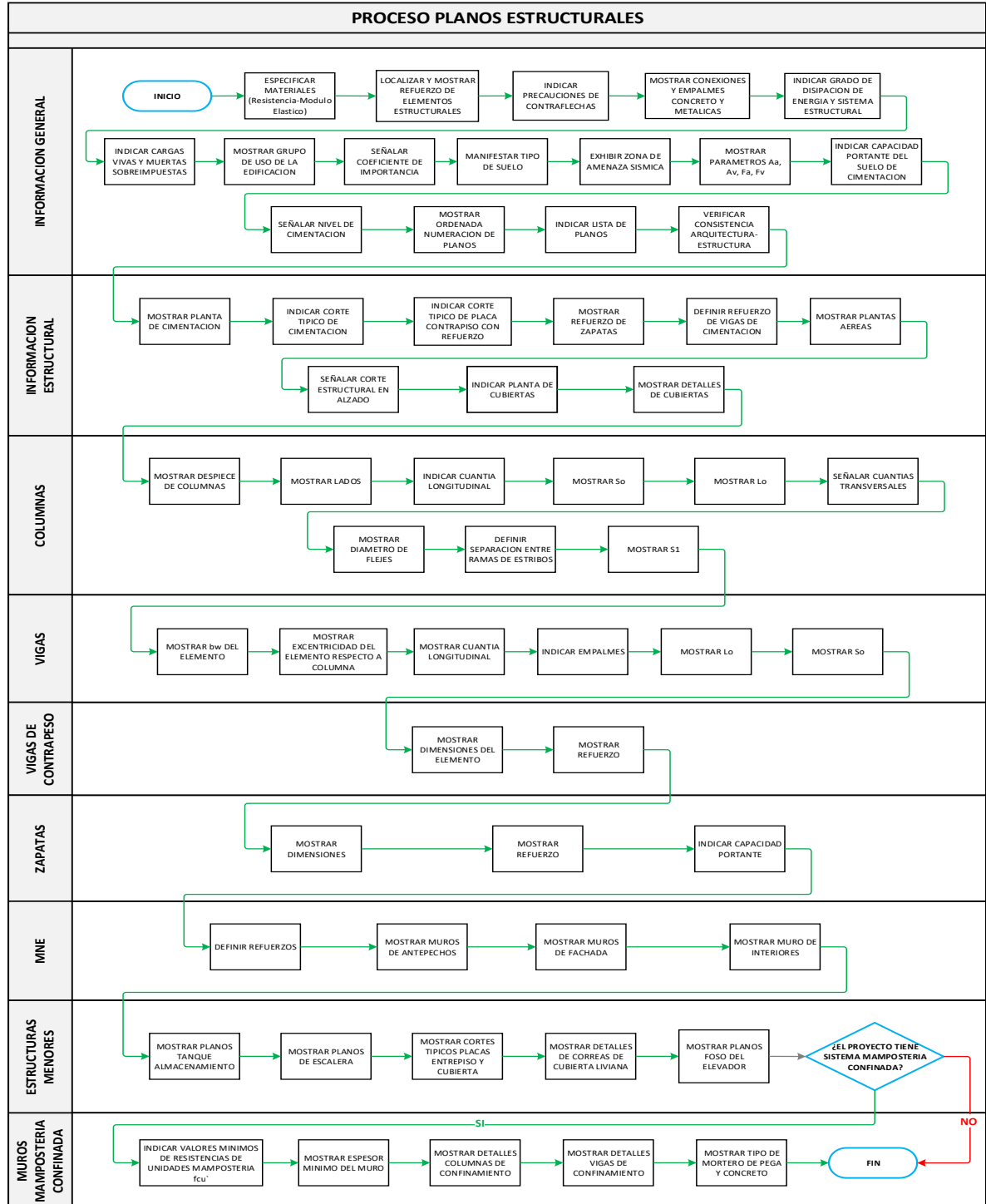
ESTRUCTURAS MENORES

- Planos de tanque de almacenamiento.
- Planos de la escalera.
- Planos de cortes típicos de placas de entrepiso y cubierta.
- Detalles de correas.
- Foso del elevador.

MUROS DE MAMPOSTERÍA CONFINADA (TITULO E-D NSR10)

- Valores mínimos para la resistencia de las unidades fcu'.
- Espesor mínimo del muro.
- Columnas de confinamiento.
- Vigas de confinamiento

Ilustración 7. Diagrama de procesos de planos estructurales.



Nota. En la ilustración se muestra el proceso de elaboración de los planos estructurales de un proyecto. Fuente. Elaboración propia por medio del software Visco.

Por ultimo dentro del marco de la actividad del trazado de planos se puede afirmar que se dedicaron 464 horas de trabajo en el trazado de planos estructurales y modelación tridimensional por medio del software Autodesk Revit y AutoCAD, siendo un 77.33% del tiempo total trabajado como auxiliar en ingeniería.

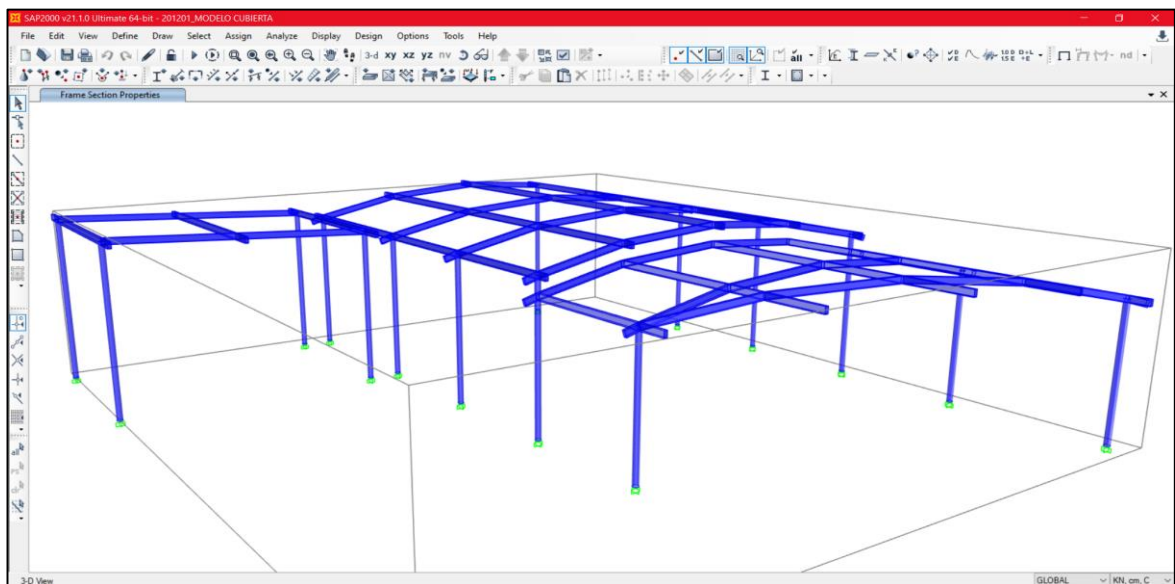
2.2. MODELACIÓN DE PROYECTOS DE INGENIERÍA ESTRUCTURAL

En el desarrollo de todo proyectó estructural era necesario realizar un análisis matemático con el que se pudiera obtener un dimensionamiento definitivo de la estructura de dicho proyectó, para la obtención de un modelo matemático en ETABS o SAP2000 era necesario partir de una estructura con sus elementos predimensionados que se obtenían por medio del software de modelado 3D Revit.

Partiendo del modelo mencionado se realizaba la modelación estructural en los software de diseño y análisis estructural mencionados bajo la supervisión del ingeniero calculista, el cual se encargaba de realizar el análisis pertinente, de allí se obtenían las dimensiones finales, concibiendo un conjunto de elementos que juntos hacían una estructura con características dúctiles propias de sus capacidad de disipación de energía respectiva, obteniendo una estructura sismo resistente con la cual se proseguía para obtener los planos finales.

A continuación, se presenta uno de los modelados matemáticos realizados por medio del software SAP200, (Ilustración 8).

Ilustración 8. Modelo matemático de cubierta metálica



Nota. En la ilustración se muestra la modelación para el análisis estructural de una cubierta metálica. Fuente. Elaboración propia por medio del software Visco.

Durante la pasantía para la realización del modelado matemático estructural se dedicaron 32 horas de trabajo, con ayuda del software ETABS y SAP2000, siendo un 5.33% del tiempo dedicado al total trabajado como auxiliar en ingeniería.

2.3. GENERACIÓN DE MEMORIAS DE CÁLCULO ESTRUCTURAL

El diseño estructural es realizado a partir del adecuado balance de funciones propias que uno o varios materiales pueden cumplir, caracterizándose por capacidades mecánicas al menor costo posible, a partir de esto se obtiene la memoria de cálculo que cumple con los requerimientos de entrega a curaduría municipal a la hora de radicación de obra civil, siendo necesario el orden y definición de los ítems (Aspectos Generales, Espectro de Diseño, Avalúo de Cargas, Análisis Sísmico, Combinaciones de Carga, Deflexiones, Procedimiento de Diseño de Miembros Estructurales, MNE, Estructuras Menores), para su respetiva ejecución. Adicionalmente se presenta la normativa referente a los ítems de manera que se pueda ahondar en la norma respectiva.

ASPECTOS GENERALES

- Definición del sistema estructural de resistencia sísmica (A.3 y A.3.2 NSR-10).
- Grado de disipación de energía del sistema estructural (A.3 y A.3.2 NSR-10).
- Materiales estructurales (A.1.5.3.1 NSR-10).
- Tipo de análisis estructural implementado (A.3.4.2 NSR-10).
- Información del software de modelación utilizado (3.3.2.1.2 a y b RES. 0017 de 2017).

ESPECTRO DE DISEÑO

Los datos de entrada que se implementan para el desarrollo del espectro de diseño son los siguientes:

- Estudio de suelos (H.3.1.1 Y H.3.2.3 NSR-10).
- Definición de zona de amenaza sísmica (A.2.3 NSR-10).
- Definición Aa, Av, Fa, Fv, I y perfil del suelo (A.2.4.2 hasta A.2.6 del NSR-10).
- Definición de To, Tc, TI del espectro (A.2.6 NSR-10).
- Cálculo del Periodo de vibración aproximado “CuTa” (A.4.2.2 NSR-10).
- Gráfica del espectro. (A.2.6 NSR-10).

AVALÚO DE CARGAS

- Definición de cargas muertas propias y sobrepuestas (B.3 NSR-10).
- Definición de cargas vivas (B.4 NSR-10).
- Definición de empujes de tierra y presiones hidrostáticas (opcional) (B.5 NSR-10).
- Definición de cargas Viento (si aplica) (B.6 NSR-10).
- Definición de cargas de Granizo (si aplica) (B.4 NSR-10).

ANÁLISIS SÍSMICO

- Definición del coeficiente sísmico S_a .
- Cálculo de la fuerza sísmica o cortante basal $V_s = S_a * W$ (A.4.3.1 NSR-10)
- Cálculo de K (A.4.3.2 NSR-10).
- Cálculo de la Fuerza Horizontal Equivalente (estático) (A.4.3 NSR-10).
- Verificación de modos de vibración (verificación masa participante) (A.5.4-1 NSR-10).
- Ajuste de resultados (calibración cortante basal dinámico) (A.5.4.5 NSR-10).
- Verificación de masa participante en casos de carga sísmicos (A.5.4.2 NSR-10).
- Definición del Coeficiente de ductilidad R_o y $OMEGA$ (Tablas A.3-1 a 4 NSR-10).
- Chequeo de irregularidades en planta (Tabla A.3-6 NSR-10).
- Chequeo de irregularidades en altura (Tabla A.3-7 NSR-10).
- Chequeo de ausencia de redundancia (A.3.3.8 NSR-10).
- Cálculo de R para combinaciones de carga.

COMBINACIONES DE CARGA

- Definición de combinaciones de carga principales (B.2.4.2 NSR-10).
- Definición con coeficiente de sobre resistencia (A.3.3.9 NSR-10).
- Definición de combinaciones para diseño de cortante en vigas concreto (C.21.3.3.b NSR-10).

DEFLEXIONES

- Verificación de derivas (Tabla A.6.4-1 NSR-10).
- Verificación de deflexiones verticales máximas (Tabla C.9.5.b NSR-10)

PROCEDIMIENTO DE DISEÑO DE MIEMBROS ESTRUCTURALES

- Memorias de cálculo de columnas (3.3.2.1.2 (b) RES.0017 de 2017).
- Verificación Columna fuerte viga débil (C.21.3.6.2 (C.21-4) NSR-10).

- Memorias de cálculo de vigas, viguetas, riostras, etc. (3.3.2.1.2 (b) RES.0017 de 2017).
- Memorias de cálculo de muros estructurales (3.3.2.1.2 (b) RES.0017 de 2017)
- Memoria de cálculo de muros de contención (3.3.2.1.2 (b) RES.0017 de 2017)
- Cálculo de cargas bajantes a cimentación.
- Memoria de cálculo de zapatas.
- Memoria de cálculo de dados de cimentación.
- Memoria de cálculo de pilotes y caisson.
- Memoria de cálculo de vigas de cimentación.
- Memoria de cálculo de vigas de contrapeso.
- Memoria de cálculo de placa de entrepiso (tortas).
- Memoria de cálculo de placa de contrapiso.

MNE

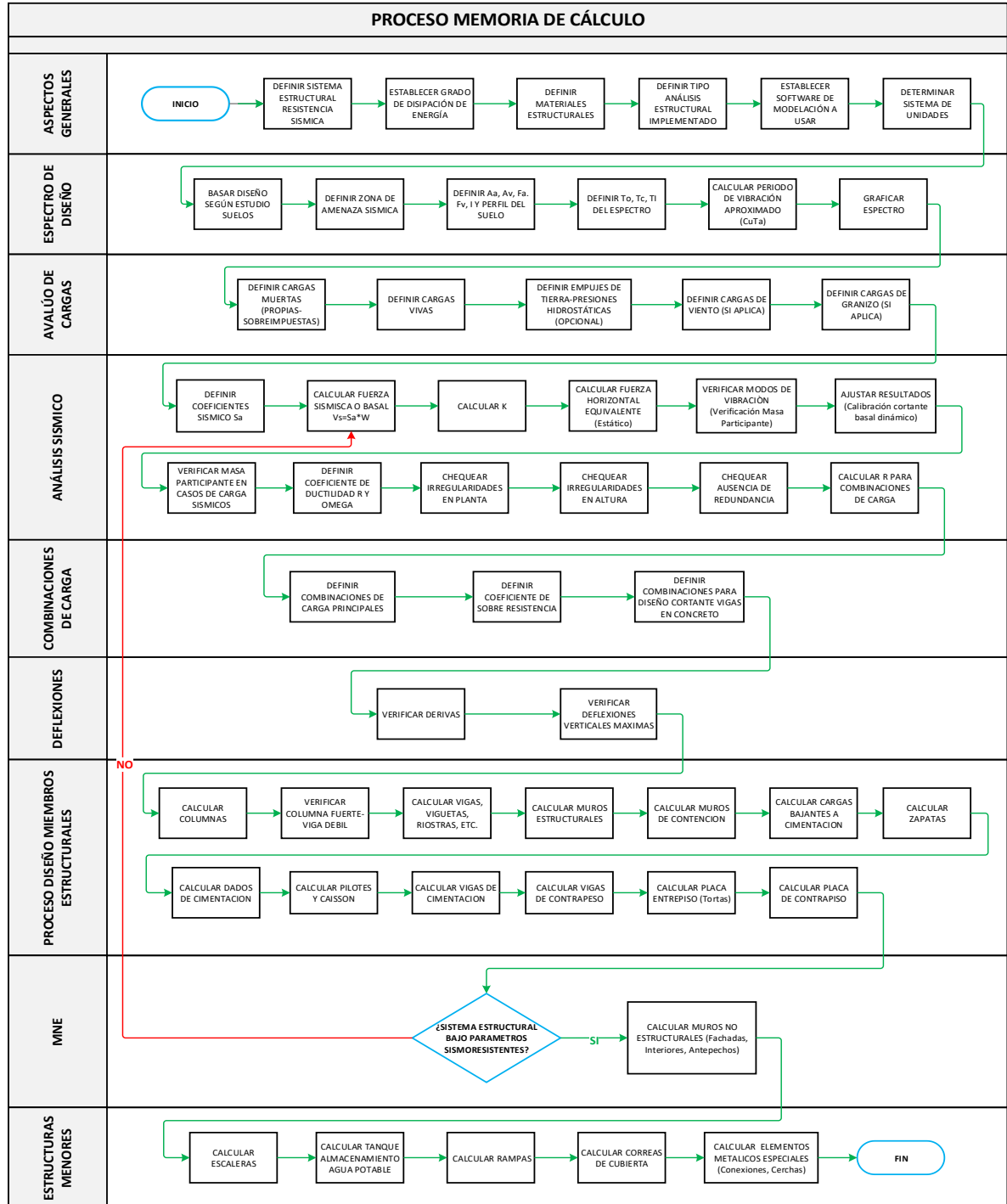
- Memoria de cálculo de Muros no Estructurales (fachadas, interiores, antepechos) (A.9 NSR-10).

ESTRUCTURAS MENORES

- Memoria de cálculo de escaleras.
- Memoria de cálculo de tanque de almacenamiento de agua potable.
- Memoria de cálculo de rampas.
- Memoria de cálculo de correas de cubierta.
- Memoria de cálculo de elementos metálicos especiales (conexiones, cerchas).

A partir de lo mencionado anteriormente se procede a obtener la información para cada uno de los ítems, supliendo la información obtenida previamente a partir del análisis y diseño estructural por parte del ingeniero calculista. Adicionalmente se elabora un diagrama de procesos para la elaboración de memorias de calculo que se presenta en la ilustración 9. Este permite contextualizar de forma general que información debe contener una memoria de cálculo.

Ilustración 9. Diagrama de procesos para la elaboración de memorias de cálculo.



Nota. En la ilustración se muestra el proceso para la elaboración de memorias de cálculo estructural de un proyecto. Fuente. Elaboración propia por medio del software Visco.

En la generación de las memorias de cálculo y diseño estructural se dedicaron 16 horas de trabajo, con ayuda del software Mathcad y Microsoft Office, siendo un 2.66% del tiempo dedicado al total trabajado como auxiliar en ingeniería.

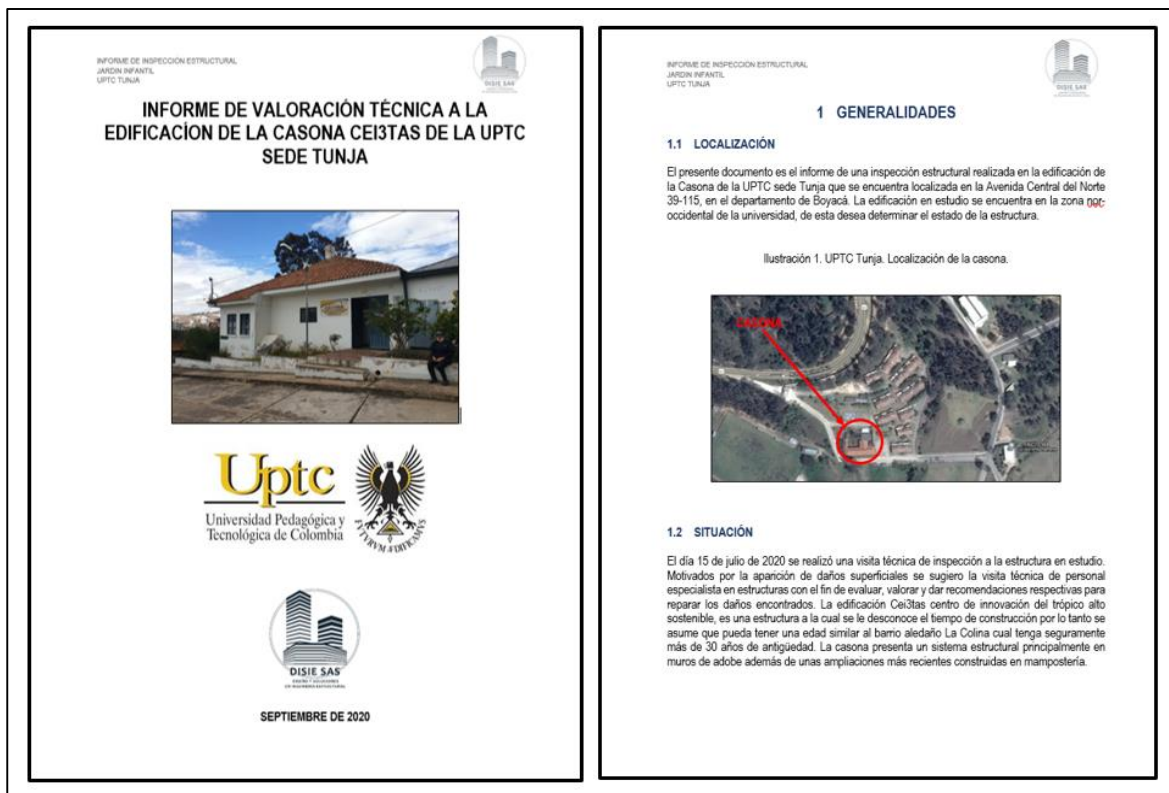
2.4. DESARROLLO DE INFORMES ESCRITOS

Durante la pasantía se realizaron informes escritos de valoración técnica los cuales describen el estado puntual de una o varias estructuras principalmente se define lo siguiente:

1. Generalidades
 - 1.1. Localización
 - 1.2. Situación
2. Marco conceptual (Levantamiento de información de las estructuras como la edad, planos y toda la información técnica disponible)
 - 2.1. Patología Estructural
 - 2.2. Daño Estructural
 - 2.3. Evaluación Y Diagnostico Patológico En Edificaciones
 - 2.4. Inspección
 - 2.5. Fisuras
 - 2.6. Grieta
 - 2.7. Deterioros
 - 2.8. Desintegración
 - 2.9. Otros
3. Objetivos
4. Marco normativo
5. Descripción de la edificación (Levantamientos estructurales, mediciones en campo)
6. Patologías encontradas (fichas técnicas, descripción de las patologías)
7. Análisis patológico
8. Recomendaciones y medidas de control

En la ilustración 8 se presenta uno de los informes realizados bajo la supervisión del ingeniero a cargo de la emisión de los mismos, el mismo hacia la revisión de estos por si existen errores en la redacción y aspectos técnicos que sean acordes a la normativa correspondiente, para cumplir con los objetivos mencionados en el informe.

Ilustración 10. Informes escritos de valoración técnica.



Nota. En la ilustración se muestra la portada e inicio de uno de los informes técnicos desarrollados. Fuente. Elaboración propia por medio Microsoft Office.

A continuación, se presentan los informes realizados, con la información relevante en el proceso de desarrollo de cada uno (Tabla 3).

Tabla 3. Informes técnicos realizados

INFORMES TECNICOS REALIZADOS			
Nº. INFORME	LOC. EDIFICACIÓN	USO	INTERVENCIÓN
1. INFORME DE PATOLOGIA ESTRUCTURAL	Carrera 8 #11-22 municipio de Guateque, Boyacá	Residencial	Valoración del estado actual de la estructural contrastando con el estado antes de la intervención en el mejoramiento y adecuación de redes de servicios públicos.

2. INFORME DE PATOLOGIA ESTRUCTURAL EN MURO DE CERRAMIENTO UPTC SEDE CHIQUINQUIRÁ	Carrera. 4 #141, Chiquinquirá, Boyacá	Institucional	Propuesta de corrección al muro de cerramiento sur accidental de UPTC Chiquinquirá dada la vulnerabilidad de un posible volcamiento.
3. INFORME DE INSPECCIÓN LA CASONA UPTC SEDE TUNJA	Jardín Infantil Avenida Central del Norte 39-115 Tunja, Boyacá	Institucional	Determinación del estado de la estructura de cubierta para realizar el cambio de los elementos de tejado.
4. INFORME DE VALORACIÓN TÉCNICA A LA EDIFICACIÓN CASONA CEI3TAS UPTC SEDE TUNJA	Casona Cei3tas Avenida Central del Norte 39-115 Tunja, Boyacá	Institucional	Identificar, valorar y dar recomendaciones para subsanar los daños presentados por su uso.
5. INFORME DE VULNERABILIDAD ESCUELA DE MEDICINA UPTC SEDE TUNJA	Calle 24 #6b-23, Tunja, Boyacá	Institucional	Determinación de la gravedad de fisuras presentes en la estructura de un torreón.

Nota. En la tabla se muestra la información de cada informe desarrollado. Fuente. Elaboración propia por medio Microsoft Office.

A continuación, se tabula de forma numérica cada informe y el tiempo invertido respectivamente (tabla 4).

Tabla 4. Tiempo invertido en cada informe.

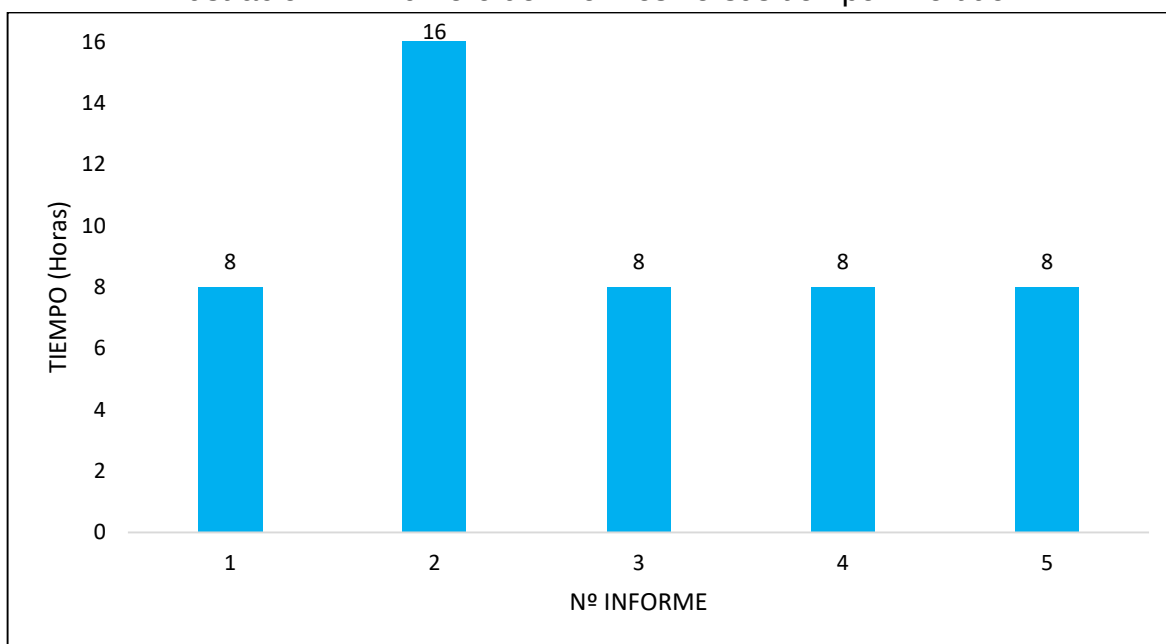
Nº INFORME	TIEMPO (HORAS)
1	8
2	16
3	8
4	8
5	8

TOTAL	48
--------------	-----------

Nota. En la tabla se muestra la información de tiempo invertido en cada informe técnico. Fuente. Elaboración propia por medio Microsoft Office.

A continuación, se presentan de forma gráfica Ilustración 11 cada una de los informes que se tabulan en la Tabla 4. Donde se puede observar la cantidad de tiempo de manera estadística, en la que se intervino en cada uno de los informes escritos durante el transcurso de la pasantía.

Ilustración 11. Número de informes versus tiempo invertido.



Nota. En la ilustración se muestra la información de tiempo invertido en cada informe técnico. Fuente. Elaboración propia por medio Microsoft Office.

En la elaboración de los informes escritos fueron invertidas 48 horas de trabajo, con ayuda del software Microsoft Office, siendo un 8.00% del tiempo dedicado al total trabajado como auxiliar en ingeniería.

2.5. CÁLCULOS DE CANTIDADES DE CONSTRUCCIÓN

El cálculo de cantidades se realiza para los proyectos que lo soliciten, dando un aproximado en la cantidad de materiales estructurales principales como: Volúmenes de concreto, pesos de acero y metálicas.

De forma general se daba un aproximado en cantidades partiendo de:

- Sistemas de cimentación (zapatas, vigas de cimentación, tacones de concreto ciclope principalmente).
- La súper estructura (columnas, vigas, viguetas, vigas de borde, placas, muros de mampostería y/o concreto reforzado).
- Cubiertas (culatas, antepechos y metálicas).

Con el fin de calcular cantidades de obra necesarias para la construcción de un proyecto mediante los cómputos métricos.

El cálculo de cantidades (Tabla 5) se realiza con ayuda de herramientas computacionales como lo son software Microsoft Excel y Revit.

Tabla 5.Cantidades generales.

ITEM	ÁREA (m²)	VOLUMEN (m³)	h EFECTIVA (m³/m²)	TOTAL REF. (Kg)	CUANTÍA	
					(kg/m²)	(kg/m³)
1. CIMENTACION	1332.73	212.9	283752.2	11735.9	8.8	188.4
1.1 Vigas		62.6	83415.4	6204.5	4.7	99.1
1.2 Placa de contrapiso		132.45	176515.5	4549.97	3.4	34.4
1.3 Zapatas		17.9	23821.2	981.4	0.7	54.9
2. CUBIERTA	1343.53	90.4	121495.2	12136.5	9.0	340.1
2.1 Vigas		65.5	87987.6	10515.4	7.8	160.6
2.2 Vigas de Borde		7.4	9969.0	1119.5	0.8	150.9
2.3 Placas		17.52	23538.6	501.56	0.4	28.6
5. COLUMNAS CONCRETO	1332.73	39.2	52180.6	10047.6	7.5	256.6
5.2 Columnas		39.2	52180.6	10047.6	7.5	256.6

TOTAL Concreto=

342 m³

Acero =

33,920 kg

99 kg/m³

Nota. En la tabla se muestra la información tabulada de una cuantificación de cantidades de material. Fuente. Elaboración propia por medio Microsoft Office.

A partir de la elaboración de tablas de cantidades se puede dar al cliente un estimado de la cantidad de concreto y acero que tendrá que invertir en totalidad a su proyecto, como también la cantidad por elemento y a su vez se puede obtener un rango de cantidades de acero por metro cubico de concreto de cada elemento estructural, que pueden servir para futuras estimaciones de cantidades de refuerzo en kilogramos por cada metro cubico de concreto.

2.6. ACOMPAÑAMIENTO A SUPERVISIÓN TÉCNICA DE OBRA

En el proceso como pasante pese a que una de las actividades que se describían a desarrollar en el cargo de ingeniero auxiliar era el acompañamiento a supervisión técnica de obra no se lograron realizar acompañamientos regulares a obra por motivos de la emergencia sanitaria a causa del virus SARS-CoV-2. Por tanto, solo se logró realizar una visita a obra.

El objetivo de la supervisión técnica de obra de forma general es la realización de un seguimiento al desarrollo de obra de ingeniería, en la cual se verifica el cumplimiento de la construcción planteada en la memoria de cálculo y planimetría avaladas por la curaduría encargada. Además, se realiza el seguimiento y solución de imprevistos de obra involucrados con el sistema estructural propuesto y cada uno de los elementos que lo compone. Lo dicho anteriormente se basa en las especificaciones correspondientes con la norma de Construcción Sismo Resistente NSR-10, título I.

La supervisión técnica se realizó en el proyecto Trento, un edificio de vivienda multifamiliar y de comercio de estrato 3, que consta de 37 apartamentos y 3 locales, en un lote de 849.76 metros cuadrados ubicado en la zona centro de la ciudad de Duitama Boyacá más exactamente en la calle 18 n°15-35. Cabe resaltar que pese a que se pudo realizar solo una vista técnica se logró percibir lo que es el ambiente en obra.

3. APORTES DEL TRABAJO

3.1. APORTES COGNITIVOS

En el lapso de tiempo por el cual se realizó la pasantía con enfoque empresarial en la empresa de diseño y revisión estructural DISIE S.A.S se logró aportar una serie de conocimientos relacionados generalmente con el área de diseño estructural sismo resistente de la ingeniería civil.

Como pasante desempeñando el cargo de auxiliar de ingeniería, se observó que al iniciar un diseño estructural no existía un tipo de documento o manual que permitiera dar una noción acerca del proceso por el cual tiene que pasar un proyectó en el área de diseño y análisis estructural, por tal razón, para dar solución, se elabora un manual que brinda orientación en el proceso por medio del software de modelado de información en construcción “Revit”.

En el tiempo como pasante se trabajó principalmente en el área de modelado, diseño y análisis estructural, buscando herramientas que facilitaran tanto el trazado de las planimetrías como el diseño y análisis estructural. Una de las principales herramientas que fue tomada como apoyo durante los procesos mencionados anteriormente es el software Revit.

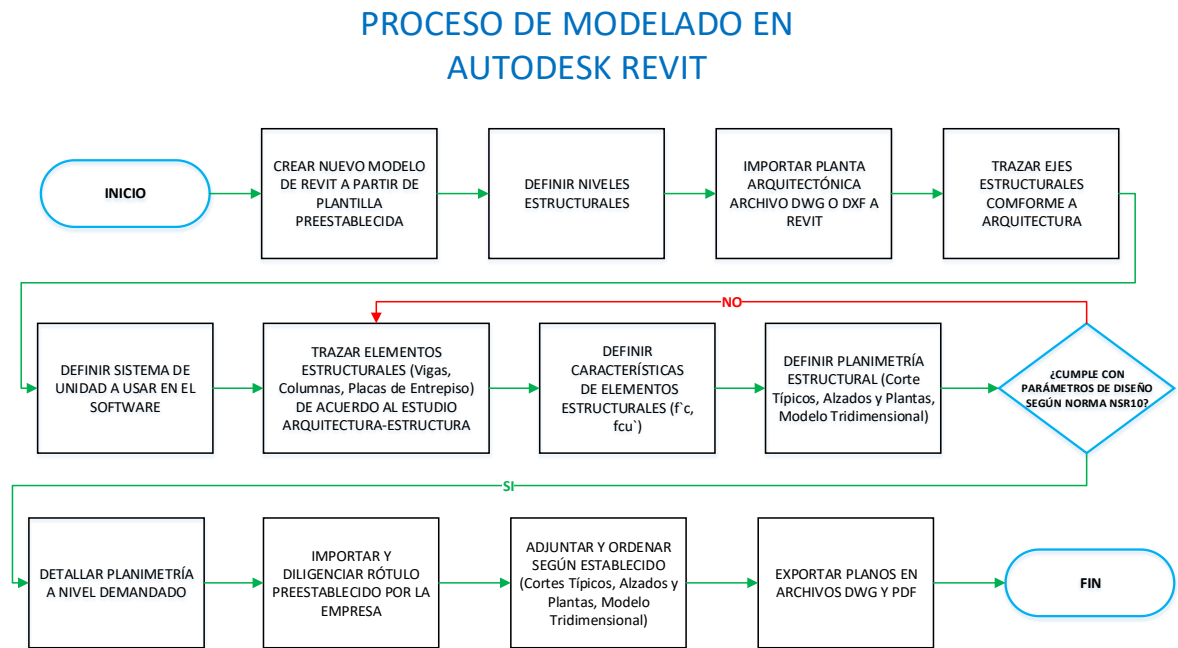
El manual presenta la información básica para dar inicio a un modelado estructural en Revit, por medio de una serie de pasos que describen el proceso por el que debe pasar un proyecto, desde una arquitectura hasta un diseño estructural que pueda cumplir con los parámetros sismo resistentes, con pasos generales a seguir para la obtención de planos estructurales y adicionalmente de allí se puede generar una planta unifilar como guía para el modelado en el software de análisis matemático, esto partiendo desde la importación de un archivo que contiene planimetría arquitectónica, que sirve de base para el trazado del sistema estructural, en un modelo en tres dimensiones.

Del modelado en tres dimensiones se obtienen plantas, cortes, alzados, detalles típicos, cantidades de materiales de forma mucho más eficiente en comparación al software AutoCAD, el cual es el más implementado en el trazado de planos durante el paso por la Universidad. Luego de que un determinado proyecto es modelado en Revit, gracias al manual el usuario podrá comprender que producto de este proceso, se puede obtener un predimensionamiento estructural, de este se puede desprender un unifilar estructural tridimensional o bidimensional el cual servirá de

base para ser modelado en los softwares de análisis estructural como SAP200 o ETABS.

En paralelo al realizar el manual del proceso de modelado tridimensional en el software Autodesk Revit, se logró desarrollar un diagrama de procesos de dicho modelado (Ilustración 12) con el que se permite contextualizar de forma general los pasos a realizar para la obtención del modelado y trazado de planos en el software.

Ilustración 12. Diagrama de proceso de modelado en Autodesk Revit.



Nota. En la ilustración se muestra el proceso para la modelación y elaboración de planos estructurales en Autodesk Revit. Fuente. Elaboración propia por medio del software Visco.

Adicionalmente relacionado con la generación de planos estructurales se logró aportar un diagrama de procesos (Ilustración 7) para facilitar los procesos de obtención de los mismos dentro de la empresa y que a su vez puedan suplir los parámetros necesarios para ser validados en entidades validadoras de proyectos como curadurías.

Todo plano estructural debe estar sustentado bajo una memoria de cálculo por lo tanto se aporta un diagrama de procesos (Ilustración 9) para la obtención de dichos documentos donde de forma gráfica, general se da un contexto de los parámetros que debe tener un documento de este tipo. Dando a conocer los parámetros de

forma ordenada previamente al diseño y análisis de cualquier proyecto de índole estructural dentro de la oficina.

En el desarrollo de la pasantía se logró determinar que, en la realización de los diferentes informes de inspección técnica, no se encontraba un documento con el que se pudiera optimizar el tiempo y el tratado con respecto al levantamiento de información cuando se elaboraba un informe técnico de valoración estructural. Por tal razón se presenta una solución por medio de la elaboración de un formato tipo de un Acta de Vecindad con el que se busca agilizar el levantamiento de dicha información en una visita técnica de cualquier tipo de proyecto en el que se desee intervenir.

Dicho formato de forma general pretende obtener información vital en una edificación, ya sea porque será intervenida una remodelación, afectada por una construcción vecina o en el caso del que se desee realizar una valoración del estado actual estructural de dicha estructura. Una de las ventajas de este tipo de formato es la facilidad con las que se pueden interpretar los datos obtenidos, los cuales se plasman de forma tabulada ordenada, adicionalmente se pueden adjuntar registros fotográficos con los que se puede evidenciar de forma ilustrativa el estado visual de la estructura que se examine. Buscando que toda la información obtenida sea lo más estructurada posible en cada uno de los ítems que componen el formato.

Por último, en el transcurso de la pasantía se tuvo que involucrar en el desarrollo de la elaboración de planos estructurales, por tanto, al iniciar dichas actividades no se tenía noción clara del como lucían o debían verse algunos de talles constructivos. Así que bajo la supervisión y guía del jefe a cargo se dio origen a diferentes detalles constructivos.

Estos detalles constructivos servirán como muestras ejemplares para ser adaptadas en proyectos donde sean requeridos, siendo anexados de forma digital como documentos de apoyo en la base de información de la empresa, los detalles a su vez pueden ser adaptados, editados según las necesidades de determinado proyecto, haciendo más eficiente el proceso del trazado de planimetría estructural. De esta forma se busca una mejora continua en cada detalle estructural, llegando a una calidad de detalle en la cual quien vaya a construir lo plasmado lo pueda interpretar de la forma más breve posible.

3.2. APORTES A LA COMUNIDAD

En el tiempo transcurrido como pasante en la empresa DISIE S.A.S, desempeñando el cargo de auxiliar de ingeniería, se lograron realizar aportes cognitivos que impactaron a la comunidad académica y empresarial junto con la metodología de la empresa.

Como primer aporte se tiene un Manual de Proceso para la Realización de Diseños Estructurales en el Software de Modelado Revit, que contribuye tanto a la metodología de la empresa como a la comunidad académica. El manual permite dar una noción general y conceptual del proceso de modelado en tres dimensiones (3D) en el software Revit, esto repercute en la disminución del tiempo de capacitación para el uso y conocimiento del software que requiere ser empleado para la realización de un modelo, principalmente la minimización de tiempo es para el encargado de realizar las capacitaciones. El manual presenta ayuda al pasante en la comprensión del proceso que debe ser realizado como tarea principal en la empresa repercutiendo en el impacto a la comunidad académica, también aporta de manera favorable a la metodología de la empresa, facilitando el proceso de inducción a cada pasante que ha sido aceptado, brindando el conocimiento del manual aportado.

Otro aporte realizado fue un formato tipo de un Acta de Vecindad, impactando en la metodología empresarial con el objetivo de optimizar el tiempo y el tratado con respecto al levantamiento de información en la realización de una visita técnica de cualquier tipo de proyecto en el que se pueda intervenir, a la hora de elaborar un informe técnico de valoración estructural.

Se permite optimizar el tiempo requerido para la elaboración de los informes técnicos de valoración estructural a la hora de implementar el formato anteriormente mencionado, este permite un mejor entendimiento ya que su información es clara y concisa en su paso a paso, para la obtención de información de la estructura que va a ser estudiada, minimizando el tiempo de trabajo en recursos humanos.

Como último aporte, se elaboró una biblioteca de detalles estructurales, realizados en el transcurso de la pasantía, obteniendo ejemplares de cada detalle estructural anexado en esta, para dar una noción acerca de cómo deben lucir dichos documentos en la elaboración de planos estructurales que se requieren en determinados proyectos.

La recopilación de detalles para la biblioteca aportada, fueron obtenidos por medio de la ejecución de proyectos diseñados por la empresa, con ayuda de software de modelado, principalmente Revit y AutoCAD. La calidad de los detalles y el contenido

de información de los mismos fueron validada bajo la supervisión y guía del jefe a cargo de los diseños estructurales.

4. IMPACTOS DEL TRABAJO DESEMPEÑADO

En el desarrollo de la pasantía con enfoque empresarial desempeñando actividades como auxiliar en ingeniería civil, supervisadas y avaladas por los profesionales competentes en la empresa consultora y diseñadora en ingeniería estructural DISIE S.A.S. Producto del desarrollo de dichas actividades se logran producir tres aportes, que nacen a partir del hallazgo de visualizar falacias en los procesos de la empresa.

Los aportes realizados originan un impacto positivo en la comunidad empresarial y académica. El primer aporte ya siendo mencionado con anterioridad es un ***Manual De Proceso Para La Realización De Diseños Estructurales En El Software De Modelado Revit***, este impacta de forma directa tanto a la comunidad académica como empresarial, disminuyendo el tiempo que será invertido en la capacitación de un futuro pasante que se encuentre sin conocimientos claros acerca del proceso por el que debe pasar un proyecto en dicho software.

El software Revit se convirtió en una herramienta clave en el desarrollo de las actividades como pasante. Lo anterior se puede sustentar a partir de la obtención en horas invertidas en el trazado de planos a lo largo de la pasantía, obteniendo 464 horas de trabajo en dicha actividad, representando un 73.33% del tiempo usado con respecto al total de las horas trabajadas en la pasantía (600 horas). Adicionalmente se puede mencionar que el trabajo en el software Revit repercute en la eficiencia del desarrollo de otras actividades como lo son el cálculo de cargas, modelado matemático y realización de memorias que juntas representan un tiempo (88 horas) de ejecución durante la pasantía del 14.66% con respecto al total del tiempo invertido como auxiliar de ingeniería civil.

Otro impacto positivo a la comunidad empresarial se originó a partir de la elaboración de una ***Biblioteca De Detalles Estructurales***, con esta se repercute directamente en la disminución de tiempo que se pueda invertir en el trazado de detalles estructurales, los cuales se pueden ajustar a cualquier tipo de proyecto en los que sean requeridos según el tipo de detalle. Aportando en total 62 detalles constructivos que aproximadamente consumieron 20 horas de trabajo realizadas a lo largo de la pasantía.

Por último, la elaboración de un ***Formato Tipo Acta De Vecindad*** produjo impacto positivo a la empresa, consiguiendo un ahorro en tiempo en la elaboración de informes técnicos de valoración estructural, ya que permite tabular la información y dar claridad y certeza acerca del estado en general de la estructura en la que se intervenga. Adicionalmente impacta de forma positiva a la comunidad académica,

ya que si se presentan nuevos pasantes en la empresa tendrán que verse en la situación del tener que desarrollar informes técnicos, por consiguiente ***El Formato Tipo De Acta De Vecindad*** les facilitara la obtención de información acerca del estado estructural de cualquier edificación a la que se desee valorar. Cabe resaltar que la elaboración informes escritos jugo un palpe importante durante la pasantía representado un 8% (48 horas) del total del tiempo ejecutado como pasante.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- El diseño estructural de una edificación conlleva la ejecución conjunta de una serie de actividades, donde la alteración de una de ellas repercute directamente en el cambio de las demás actividades, por ejemplo, cuando se presenta un cambio arquitectónico traduciéndose en el desplazamiento o cambio de sección de un elemento estructural por algún tipo de impedimento arquitectónico, este representa un cambio no solo a nivel de planos estructurales sino que conlleva el re análisis y diseño en modelado matemático de la estructura, que a su vez presentara cambios en la memoria de cálculo y por supuesto en las cantidades de materiales. Por tanto, es necesario que tanto el calculista como el arquitecto mantengan una constante comunicación para prever todo tipo de imprevisto, que pueda verse afectado en tiempo.
- En el trascurso del desempeño como auxiliar de ingeniería se pudo evidenciar que el diseño de un proyecto es multidisciplinar. Para poder llevar acabo un diseño adecuado de una edificación que pueda satisfacer las necesidades de los usuarios y a su vez suplir las normativas respectivas, es necesario que haya un trabajo conjunto entre las diferentes disciplinas que hacen de un proyecto una realidad, por tanto, es vital que, desde el arquitecto, pasando por el profesional de geotecnia, el calculista estructural, el hidráulico y hasta el eléctrico trabajen en coordinación aportando sus conocimientos y comunicando cualquier imprevisto con el fin de evitar cualquier pérdida de tiempo y gasto en el talento humano de cada profesional involucrado.
- Como pasante laborando en el campo del cálculo estructural se puede evidenciar que el arquitecto es el profesional fundamental en un proyecto, ya que de la calidad del profesional y su experiencia se pueden evitar todo tipo de contratiempos en un proyecto. Un diseño arquitectónico que presenta dimensionamientos de los elementos estructurales más allegados a los que pueden resultar en un cálculo estructural repercute en una buena optimización de recursos humanos tanto para el calculista estructural como para el diseño arquitectónico.
- El uso de los diferentes software que pueden ser aplicados como herramientas en los diseños estructurales, dan una gran ventaja al calculista optimizando el tiempo además de facilitar cálculos extensos y tardíos, dando

resultados más acertados con respecto a las condiciones a las que se va a ver expuesto un sistema estructural en la realidad.

- El uso de las herramientas computacionales es vital, pero también el resultado de dicho uso depende en gran medida del usuario en este caso el calculista quien debe estar lo más preparado posible en los conceptos teóricos y prácticos al usar un software de lo contrario no sirve de nada tener una herramienta tan poderosa sino es claro su funcionamiento y su buena interpretación en los resultados.
- El trabajo desempeñado en un ambiente laboral en una empresa de consultoría y diseño estructural es de vital importancia en el desarrollo como profesional, ya que se presentan situaciones en las cuales se tiene un aprendizaje constante que en el periodo académico no es posible experimentar. Una de las actividades principales como lo fue el modelado en 3D por medio de Revit permitió visualizar todos los elementos de los que se compone una estructura, sus dimensiones, la disposición de los elementos dependiendo del tipo de sistema estructural, sus nodos, uniones y problemas a resolver que de otra manera no se podrían concebir.
- La pasantía permitió el contacto con nuevas herramientas de computo como por ejemplo DC-CAD3, con este software se logró percibir el proceso en el despiece del acero de refuerzo de los elementos estructurales especialmente en vigas, pudiéndose observar la variación que presentan en la configuración de sus aceros determinados por sus solicitaciones, dimensiones y su capacidad de disipación de energía.
- Cabe resaltar que la pasantía permito ahondar en el mundo de las herramientas computarizas aplicadas a la ingeniera estructural, de allí que se origine una recomendación la cual sería promover el uso y aplicación de las mismas, emulando un ambiente cercano a la realidad laboral.
- El uso del Software Revit se hace de vital importancia en el desarrollo de proyectos de ingeniera, tomando cada vez más fuerza El modelado de información de construcción de tal forma que es necesario implementar el modelo BIM dentro del ambiente académico. Ya que permite vincular al estudiante a la tendencia en la mejora de procesos y metodologías para la generación y gestión de datos en el desarrollo de un proyecto que involucra varias disciplinas.

6. GLOSARIO

Experiencia: Conjunto de conocimientos que se adquieren en la vida o en un período determinado de ésta.

Pasantía: Actividad de extensión que el estudiante realiza durante un período académico en instituciones públicas o privadas, localizadas en el territorio nacional o en el extranjero, en áreas relacionadas con los programas curriculares de pregrado que ofrece la Facultad.

Software: Conjunto de programas y rutinas que permiten a la computadora realizar determinadas tareas.

Sistema estructural: Es el modelo físico o cuerpo que sirve de marco para los elementos estructurales, y que refleja un modo de trabajo. Un objeto puede tener, a su vez, una mezcla de sistemas estructurales.

Autodesk Revit: Es un software de Modelado de información de construcción (BIM, Building Information Modeling).

AutoCAD: Es una aplicación de software de dibujo asistido por ordenador (CAD) desarrollada por Autodesk.

ETABS: Es un software utilizado para el análisis estructural y dimensionamiento de obras de ingeniería.

DCCAD3: Programa enfocado a la generación de planos de refuerzo de estructuras de concreto reforzado.

Mathcad Prime: Software de matemáticas para ingeniería que permite realizar, analizar y compartir los cálculos.

Microsoft Office: Es un paquete de programas informáticos para oficina desarrollado por Microsoft Corp. Se trata de un conjunto de aplicaciones que realizan tareas ofimáticas, es decir, que permiten automatizar y perfeccionar las actividades habituales de una oficina.

Programación: La programación es el proceso utilizado para idear y ordenar las acciones necesarias para realizar una actividad.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERÍA SÍSMICA. *Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo – Resistente, NSR-10*. Bogotá, AIS, 2010. Disponible en: <https://www.asosismica.org.co/>

ACI (AMERICAN CONCRETE INSTITUTE) Committee 318. (2014). *Building Code Requirements or Structural Concrete (ACI 318-14) and Commentary (ACI 318R-14)*. Los Teques site 6/9986712011. Disponible en: <https://www.concrete.org/>

ICONTEC. Norma técnica colombiana NTC 1486. Documentación, presentación de tesis, trabajos de grado y otros trabajos de investigación (PDF). Bogotá D.C.2008. Disponibles en: http://www.unipamplona.edu.co/unipamplona/portallG/home_15/recursos/01_general/09062014/n_icontec.pdf

8. ANEXOS

- A. BITÁCORAS
- B. CONVENIO
- C. TABLA DE PROYECTOS INTERVENIDOS
- D. PLANOS ESTRUCTURALES
- E. TABLA DE INFORMES
- F. CÁLCULOS DE CANTIDADES
- G. FORMATO TIPO ACTA DE VECINDAD
- H. MANUAL DE PROCESO PARA LA REALIZACIÓN DE DISEÑOS ESTRUCTURALES EN EL SOFTWARE DE MODELADO REVIT
- I. BIBLIOTECA DE DETALLES ESTRUCTURALES